

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 СВОЙСТВА ЭРИТРОЦИТОВ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА*

I. Medvedev, G. Karпова

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

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ERYTHROCYTES AT HEALTHY CHILDREN OF A PRE-SCHOOL AGE

Аннотация. Эритроциты определяют текучесть крови по сосудам, лимитируя уровень доставки необходимого количества кислорода и питательных веществ к тканям, от которой во многом зависит рост и развитие ребенка. Цель работы – исследовать состояние реологических свойств эритроцитов у здоровых детей дошкольного возраста. Под наблюдением находились здоровые дошкольники: 29 человек 3-летнего возраста, 27 человек 4-летнего возраста, 26 человек 5-летнего возраста и 25 человек 6-летнего возраста из благополучных семей. У дошкольников 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 3-6 лет отмечается тенденция к снижению деформационных изменений и усилению агрегационной активности эритроцитов.

Ключевые слова: реологические свойства крови, детский возраст, здоровые дошкольники, агрегация эритроцитов, цитоархитектоника эритроцитов.

Abstract. Erythrocytes define fluidity of blood in the vasculature, limiting the level of the delivery of necessary quantity of oxygen and nutrition to the tissue on which the growth and the development of a child depends. The purpose of the work is to investigate the condition of rheological properties of erythrocytes at healthy children of a pre-school age. There were healthy children a pre-school age under supervision: 29 persons at the age of 3; 27 persons at the age of 4; 26 persons at the age of 5 and 25 persons at the age of 6 from safe families. In the circulation of the blood at children under school age the tendency to quantity increase of reversible and irreversible forms of erythrocytes at decrease of inactive forms is marked. Revealed dynamics of the degree of the deformation of erythrocytes causes the increase of the development 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 the development of an organism. Thus, at 3-6 year-old children the tendency to decrease the changes of deformation and to strengthen aggregative activity of erythrocytes is marked.

Key words: rheological properties of blood, children's age, healthy children of a pre-school age, aggregation of erythrocytes, the degree of the deformation of erythrocytes.

Циркуляция крови по сосудистому руслу в значительной мере обуславливается особенностями эритроцитов, формирующимися в результате взаимодействия сложных физико-химических процессов в кровотоке, определяющих способность их к деформации и агрегации [3,39-40; 8, 158-161]. Именно эритроциты определяют текучесть крови по сосудам, в т.ч. в микроциркуляторном русле, лимитируя уровень доставки необходимого количества кислорода и питательных веществ к тканям, от которой во многом зависит рост и развитие всех органов и систем в организме ребенка [6, 139-140]. Ухудшение реологических свойств

* © Медведев И.Н., Карпова Г.Г.

эритроцитов может развиваться в ответ на множество негативных средовых влияний на организм (неудовлетворительные условия жизни, вирусные и бактериальные инфекции, хронические заболевания внутренних органов и т. д.). Ухудшение реологических особенностей эритроцитов неизбежно способно вести к микротромбообразованию с ухудшением трофических процессов в тканях. В тоже время нельзя считать до конца изученным состояние функциональной активности эритроцитов у детей дошкольного возраста, готовящихся пополнить ряды первоклассников.

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

Материалы и методы

Под наблюдением находились здоровые дошкольники: 29 человек 3-летнего возраста, 27 человек 4-летнего возраста, 26 человек 5-летнего возраста и 25 человек 6-летнего возраста из благополучных семей.

Активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в плазме оценивали по содержанию тиобарбитуровой кислоты (ТБК)-активных продуктов набором фирмы «Агат-Мед» и ацилгидроперекисей (АГП) [2, 33-35]. Для оценки антиокислительного потенциала жидкой части крови определяли ее антиокислительную активность по Волчегорскому И. А. и соавт. (2000) [1, 118-126].

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, 189-205] с последующим расчетом отношения ХС/ОФЛ.

Интенсивность 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., Ан-

дреева 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].

Количественное содержание и соотношение 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, 42-44].

Степень агрегацию 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 детей, включенных в исследование, не было выявлено достоверной динамики липидного состава эритроцитов. Так, с 3 по 6 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 $0,78 \pm 0,011$ мкмоль/ 10^{12} эр., при тенденции увеличения градиента ХС/ОФЛ их мембран с $1,18 \pm 0,008$ до $1,22 \pm 0,00$, 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 3 до 6 лет (каталаза с $9520,0 \pm 14,5$ МЕ/ 10^{12} эр. до $9580,0 \pm 9,2$ МЕ/ 10^{12} эр., СОД с $1750,0 \pm 3,16$ МЕ/ 10^{12} эр. до

1785,0±3,88 МЕ/10¹² эр.). Это способствовало развитию небольшой тенденции к снижению содержания в них АГП с 2,69±0,07 Д₂₃₃/10¹² эр. до 2,58±0,10 Д₂₃₃/10¹² эр.). При этом базальный уровень МДА в красных кровяных тельцах также незначительно снижался (с 0,98±0,16 нмоль/10¹² эр. до 0,92±0,07 нмоль/10¹² эр.).

У детей дошкольного возраста отмечена тенденция к постепенному понижению в потоке крови уровня дискоидных форм эритроцитов (табл.1). Так, у них в течение возрастного периода с 3 до 6 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 3,8% и 1,2%, соответственно, сопровождаясь постепенным увеличением ИТ с 0,17±0,016 в 3-летнем возрасте до 0,19±0,012 в 6-летнем.

Невысокое содержание обратимо измененных эритроцитов у наблюдаемых детей определило увеличение ИОТ с 3 до 6 лет на 8,3%.

У детей дошкольного возраста в крови несколько повышалось количество необратимо измененных эритроцитов, что обеспечивало за период наблюдения увеличение ИНОТ на 20,0% при суммарном уменьшении ИО на 9,8%, что являлось отражением существующего в кровотоке числа обратимо и необратимо измененных эритроцитов.

Оценка показателей агрегации эритроцитов у здоровых дошкольников выявила ее постепенное усиление по мере увеличения хронологического возраста (табл. 2). Так, в результате наблюдения у детей отмечено нарастание суммы эритроцитов в агрегате, повышение СРА и количества самих агрегатов при постепенной тенденции к снижению величины свободно лежащих эритроцитов к 6 годам до 260,7±2,96 клеток. Аналогичная направленность динамики отмечена для ПА, достигшего у 6-летних детей 1,11±0,08, вследствие повышения за весь период наблюдения на 0,9%. Это сопровождалось у детей

постепенным уменьшением ПНА, составившем в 6 лет, по сравнению с 3 годами, 0,9%.

Таким образом, у здоровых дошкольников 3-6 лет отмечаются оптимальные реологические свойства эритроцитов при невыраженной тенденции к усилению агрегации и повышению активности красных кровяных телец.

Обсуждение

Индивидуальное развитие сопровождается сложными изменениями в организме, в число которых входят обменные сдвиги и динамика реологических свойств эритроцитов [7, 42-43]. 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, 39-40]. 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. Достижимые 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 дошкольников 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.

Таблица 1

Цитоархитектоника эритроцитов у здоровых дошкольников

Показатели	Здоровые дошкольники, М±m				Средние значения
	3 года n=29	4 года n=27	5 лет n=26	6 лет n=25	
Дискоциты, %	85,1±0,12	84,6±0,16	84,3±0,25	84,0±0,17	84,5±0,17
Обратимо изм. эритроциты, %	10,3±0,14	10,5±0,18	10,6±0,22	10,7±0,18	10,5±0,18
Необратимо изм. эритроциты, %	4,6±0,15	4,9±0,12	5,1±0,20	5,3±0,19	5,0±0,17
Индекс трансформации	0,17±0,016	0,18±0,010	0,18±0,018	0,19±0,012	0,18±0,014
Индекс обратимой трансформации	0,12±0,017	0,12±0,012	0,12±0,015	0,13±0,010	0,12±0,013
Индекс необратимой трансформации	0,05±0,004	0,05±0,008	0,06±0,002	0,06±0,003	0,06±0,004
Индекс обратимости	2,23±0,06	2,14±0,04	2,07±0,05	2,03±0,02	2,12±0,04

Таблица 2

Показатели агрегации эритроцитов у здоровых дошкольников

Показатели	Здоровые дошкольники, М±m				Средние значения
	3 года n=29	4 года n=27	5 лет n=26	6 лет n=25	
Сумма всех эритроцитов в агрегате	37,7±0,08	38,3±0,16	38,8±0,12	39,0±0,15	38,5±0,13
Количество агрегатов	7,5±0,20	7,7±0,17	7,8±0,12	7,9±0,16	7,7±0,16
Количество свободных эритроцитов	270,1±3,24	266,5±2,88	262,4±3,81	260,7±2,96	264,9±3,22
Показатель агрегации	1,10±0,06	1,10±0,09	1,11±0,10	1,11±0,08	0,11±0,08
Процент неагрегированных эритроцитов	87,8±0,12	87,6±0,18	87,3±0,16	87,0±0,17	87,4±0,16
Средний размер агрегата, клеток	5,0±0,03	4,9±0,07	4,9±0,05	4,9±0,02	4,9±0,04

Повышение 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 3-6 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 детей дошкольного возраста отмечается значительная способность эритроцитов к деформации.

2. Повышение хронологического возраста у дошкольников сопровождается тенденцией к повышению способности эритроцитов 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. 167с.
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 реологических 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., 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.