
МИКРОРЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭРИТРОЦИТОВ У ДЕТЕЙ 7—8 ЛЕТ СО СКОЛИОЗОМ НА ФОНЕ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, МАССАЖА И ПЛАВАНИЯ

С.Ю. Завалишина, Е.В. Нагибина

Курский институт социального образования (филиал) РГСУ
ул. К. Маркса, 51, Курск, Россия, 305029

Исследованы возможности влияния комплекса коррекции лечебной физической культуры, плавания и массажа у детей 7—8 лет со сколиозом на микрореологические свойства эритроцитов. Применение данного комплекса у детей 7—8 лет со сколиозом в течение 6 мес. нормализует уровень перекисного окисления липидов плазмы и эритроцитов, улучшает цитоархитектонику эритроцитов и снижает их агрегационную активность до уровня нормы.

Ключевые слова: эритроциты, дети 7—8 лет, сколиоз, лечебная физическая культура, плавание, массаж.

В результате высокой школьной нагрузки на организм детей 7—8 лет у них все чаще начинают встречаться различные нарушения опорно-двигательного аппарата, в том числе сколиоз. В основе его развития большую роль играет ослабление опорных, рессорных и эластических свойств скелета, связок и мышц, приводя к изменению осанки ребенка и искривлению позвоночника [3]. Данное состояние опорно-двигательного аппарата влияет на функционирование многих внутренних органов и систем [3; 10], приводя к различным нарушениям в их работе, не исключая возникновение микрореологических дисфункций форменных элементов крови с развитием гипоксии, дополнительно ухудшающей обменные процессы в организме ребенка [6]. Остается не до конца выясненным влияние детского сколиоза на функционально-структурные изменения эритроцитов, во многом определяющие микроциркуляторные свойства крови в целом.

К сожалению, при выборе средств коррекции искривления позвоночника у младших школьников не оценивается их влияние на микрореологические свойства эритроцитов. Не выяснены особенности цитоархитектоники и агрегационных свойств эритроцитов у детей 7—8 лет со сколиозом под действием весьма часто применяемого у них комплекса коррекции опорно-двигательной функции, включающего занятия лечебной физической культурой, плаванием и массаж.

Цель данной работы — исследование возможности влияния комплекса коррекции из ЛФК, плавания и массажа у детей 7—8 лет со сколиозом на микрореологические свойства эритроцитов представляется весьма актуальной.

Материалы и методы исследования

Под наблюдением находилось 34 ребенка 7—8 лет со сколиозом I—II степени. Группу контроля составил 31 здоровый ребенок 7—8-летнего возраста. Осмотр и определение степени динамики нарушений осанки на фоне коррекции производились в соответствии с рекомендациями Г.А. Шорина, Т.Н. Поповой, Р.М. Поляковой [10] путем оценки плечевого индекса и подвижности позвоночника вправо, влево и назад.

Интенсивность ПОЛ жидкой части крови оценивали по содержанию тиобарбитуровой кислоты (ТБК)-активных продуктов набором фирмы «Агат-Мед» и ацилгидроперекисей (АГП) [2]. Для оценки антиоксидантной активности (ОАО) крови применялся метод И.А. Волчегорского и соавт. [1].

В эритроцитах после их отмывки и ресуспендирования количественно определены уровни холестерина энзиматическим колориметрическим методом набором «Витал Диагностикум» и общих фосфолипидов по содержанию в них фосфора [4] с последующим расчетом соотношения ХС/ОФЛ.

Активность внутриэритроцитарного ПОЛ определяли по концентрации малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты в отмывтых и ресуспендированных эритроцитах по [5] и содержанию ацилгидроперекисей [2]. Активность антиоксидантных ферментов (каталазы и супероксиддисмутазы (СОД)) определяли по [9].

Уровень в крови патологических и нормальных форм эритроцитов определялся при помощи световой фазово-контрастной микроскопии с расчетом индекса трансформации (ИТ), индекса обратимой трансформации (ИОТ), индекса необратимой трансформации (ИНОТ) и индекса обратимости (ИО) [7].

Состояние агрегационной способности эритроцитов оценивали с помощью светового микроскопа в ходе подсчета в камере Горяева количества агрегатов эритроцитов, числа агрегированных и неагрегировавших эритроцитов с вычислением среднего размера агрегата (СРА), показателя агрегации (ПА), процента неагрегированных эритроцитов (ПНА).

С целью коррекции сколиоза всем детям назначался комплекс, включающий ЛФК, плавание и массаж. Оценка общезакономерных и лабораторных показателей у детей проводилась при включении их в группу наблюдения через 3 и 6 мес. коррекции. Математическая обработка полученных результатов исследования проведена *t*-критерием Стьюдента [8].

Результаты исследования

В результате шестимесячной коррекции сочетанием ЛФК, плавания и массажа у наблюдаемых детей достигнута полная нормализация имеющихся нарушений морфометрических показателей. В частности, применением данного вида коррекции достигнуто нарастание плечевого индекса, достоверное увеличение способности позвоночника к подвижности в трех возможных направлениях до уровня свойственного контролю.

Регулярное применение у детей со сколиозом комплекса коррекционных воздействий способствовало ослаблению исходно усиленных процессов ПОЛ в плазме. Через 3 мес. коррекции величины АГП и ТБК продуктов плазмы снизились с $2,16 \pm 0,14$ Д₂₃₃/1 мл и $4,41 \pm 0,16$ мкмоль/л (в контроле $1,67 \pm 0,19$ Д₂₃₃/1 мл и $3,02 \pm 0,20$ мкмоль/л соответственно) до $1,91 \pm 0,21$ Д₂₃₃/1 мл и $3,74 \pm 0,17$ мкмоль/л соответственно. К 6 мес. коррекции содержание АГП достигнуто $1,70 \pm 0,13$ Д₂₃₃/1 мл, вторичных продуктов свободнорадикального окисления липидов — ТБК-активных соединений также подверглось достоверной положительной динамике ($3,09 \pm 0,19$ мкмоль/л) в результате усиления АОА плазмы с $23,2 \pm 0,19\%$ в исходе до $27,1 \pm 0,27\%$ к концу наблюдения (контроль $27,3 \pm 0,15\%$).

Уже через 3 мес. комплексной коррекции в мембранах красных кровяных телец отмечено снижение уровня ХС до $0,97 \pm 0,004$ мкмоль/ 10^{12} эр. и повышение ОФЛ до $0,68 \pm 0,003$ мкмоль/ 10^{12} эр. (в исходе $1,12 \pm 0,005$ мкмоль/ 10^{12} эр. и $0,64 \pm 0,007$ мкмоль/ 10^{12} эр. соответственно). Градиент ХС/ОФЛ мембран эритроцитов также подвергся значимой положительной динамике с $1,75 \pm 0,013$ до $1,42 \pm 0,009$. Продолжение коррекции позволило вывести на уровень контроля содержание в эритроцитах ХС ($0,87 \pm 0,006$ мкмоль/ 10^{12} эр.) и ОФЛ ($0,71 \pm 0,002$ мкмоль/ 10^{12} эр.).

Исходно усиленное в эритроцитах детей со сколиозом ПОЛ (АГП $3,86 \pm 0,24$ Д₂₃₃/ 10^{12} эр., МДА $1,75 \pm 0,09$ нмоль/ 10^{12} эр.) достоверно ослаблялось уже через 3 мес. коррекции, а через 6 мес. применения ЛФК, плавания и массажа содержание продуктов ПОЛ достигло уровня контроля — АГП $2,95 \pm 0,09$ Д₂₃₃/ 10^{12} эр., МДА $1,24 \pm 0,05$ нмоль/ 10^{12} эр.

Применение у детей 7—8 лет со сколиозом комплекса из ЛФК, плавания и массажа вызвало неуклонный рост в потоке крови процентного содержания дискоцитов (табл. 1). Так, через 3 мес. их применения уровень дискоидных эритроцитов составил $79,8 \pm 0,13\%$, а к 6 мес. достиг значений нормы ($85,7 \pm 0,16\%$). Содержание обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов в результате коррекции снизилось до минимальных значений к полугоду коррекции: $9,8 \pm 0,02\%$ и $4,5 \pm 0,04\%$ соответственно. Также у наблюдаемых детей, получающих комплексную коррекцию, выявлено снижение ИТ, достигшего уровня контроля к концу наблюдения ($0,16 \pm 0,004$). Динамика содержания обратимо измененных эритроцитов у детей со сколиозом определила снижение ИОТ, составившего к 3 мес. наблюдения $0,15 \pm 0,007$, а к 6 мес. — $0,11 \pm 0,005$. Применение оцениваемой коррекции обеспечивало нормализацию ИНОТ к 6 мес. У детей со сколиозом достоверно возрастал ИО, составляя к полугоду наблюдения $2,18 \pm 0,03\%$ и соответствуя уровню контроля.

Таблица 1

Цитоархитектоника эритроцитов у детей со сколиозом на фоне комплексного воздействия

Учитываемые величины	ЛФК, плавание и массаж, $n = 34, M \pm m$			Контроль, $n = 31, M \pm m$
	исход	3 мес.	6 мес.	
Дискоциты, %	$74,6 \pm 0,12$	$79,8 \pm 0,13$ $p_1 < 0,05$	$85,7 \pm 0,16$ $p_1 < 0,01$	$85,8 \pm 0,19$ $p < 0,01$
Обратимо изм. эритроциты, %	$14,1 \pm 0,16$	$12,1 \pm 0,10$ $p_1 < 0,05$	$9,8 \pm 0,02$ $p_1 < 0,01$	$9,8 \pm 0,13$ $p < 0,01$
Необратимо изм. эритроциты, %	$11,3 \pm 0,09$	$8,1 \pm 0,05$ $p_1 < 0,01$	$4,5 \pm 0,04$ $p_1 < 0,01$	$4,4 \pm 0,14$ $p < 0,01$
Индекс трансформации	$0,34 \pm 0,010$	$0,25 \pm 0,006$ $p_1 < 0,01$	$0,16 \pm 0,004$ $p_1 < 0,01$	$0,16 \pm 0,005$ $p < 0,01$
Индекс обратимой трансформации	$0,19 \pm 0,008$	$0,15 \pm 0,007$ $p_1 < 0,05$	$0,11 \pm 0,005$ $p_1 < 0,05$	$0,11 \pm 0,003$ $p < 0,01$
Индекс необратимой трансформации	$0,15 \pm 0,006$	$0,10 \pm 0,008$ $p_1 < 0,01$	$0,05 \pm 0,006$ $p_1 < 0,01$	$0,05 \pm 0,004$ $p < 0,01$
Индекс обратимости	$1,25 \pm 0,02$	$1,49 \pm 0,04$ $p_1 < 0,05$	$2,18 \pm 0,03$ $p_1 < 0,01$	$2,22 \pm 0,01$ $p < 0,01$

Условные обозначения: p — достоверность различий исходных значений и контроля, p_1 — достоверность динамики показателей на фоне коррекции. В табл. 2 обозначения сходные.

К 3 мес. коррекции у детей со сколиозом отмечено достоверное снижение суммы эритроцитов в агрегате и количества агрегатов при увеличении свободно лежащих эритроцитов, придя в норму через полгода оптимизирующего воздействия. Так, исходно нормальный СРА в течение 6 мес. коррекции остался в границах нормы — $5,1 \pm 0,10$ клеток. ПА подвергся выраженной позитивной динамике, составив к 6 мес. коррекции $1,08 \pm 0,10$. В результате примененного лечения у пациентов отмечен рост ПНА, с достижением к 3 мес. уровня $87,1 \pm 0,15\%$, а к 6 мес. значений, характерных для группы контроля (табл. 2).

Таблица 2

**Динамика агрегации эритроцитов у детей со сколиозом
на фоне комплексного воздействия**

Учитываемые величины	ЛФК, плавание и массаж, $n = 34, M \pm m$			Контроль, $n = 31, M \pm m$
	исход	3 мес.	6 мес.	
Сумма всех эритроцитов в агрегате	$41,3 \pm 0,18$	$37,1 \pm 0,16$ $p_1 < 0,01$	$32,6 \pm 0,12$ $p_1 < 0,01$	$32,4 \pm 0,08$ $p < 0,01$
Количество агрегатов	$8,1 \pm 0,09$	$7,2 \pm 0,08$ $p_1 < 0,01$	$6,3 \pm 0,05$ $p_1 < 0,01$	$6,3 \pm 0,05$ $p < 0,01$
Количество свободных эритроцитов	$229,8 \pm 0,22$	$248,6 \pm 0,28$ $p_1 < 0,01$	$281,9 \pm 0,18$ $p_1 < 0,01$	$282,4 \pm 0,21$ $p < 0,01$
Показатель агрегации	$1,14 \pm 0,08$	$1,11 \pm 0,16$ $p_1 < 0,01$	$1,08 \pm 0,10$ $p_1 < 0,05$	$1,09 \pm 0,07$ $p < 0,01$
Процент не агрегированных эритроцитов	$84,7 \pm 0,07$	$87,1 \pm 0,15$ $p_1 < 0,01$	$89,8 \pm 0,09$ $p_1 < 0,05$	$89,8 \pm 0,14$ $p < 0,01$
Средний размер агрегата, клеток	$5,1 \pm 0,09$	$5,1 \pm 0,05$	$5,1 \pm 0,10$ $p_1 < 0,01$	$5,1 \pm 0,06$ $p < 0,01$

Таким образом, у детей 7—8 лет со сколиозом на фоне регулярного применения ЛФК, плавания и массажа отмечается постепенная нормализация микрореологических свойств эритроцитов к 6 мес. лечебного воздействия.

Обсуждение результатов

В период интенсивного роста детского организма в его костно-мышечном аппарате под влиянием неблагоприятных факторов нередко развиваются различные нарушения, наиболее распространенным из которых является искривление в строении позвоночника — сколиоз. В последние годы он распространяется все шире среди младших школьников из-за снижения их силовых возможностей [3; 6]. При наличии сколиоза у детей ухудшается обмен веществ, кровообращение, дыхание, страдает рессорная функция позвоночника и функции внутренних органов [10].

Наиболее важная роль в обеспечении определенных реологических свойств крови принадлежит форменным элементам крови и наиболее многочисленным из них — эритроцитам. Сколиоз у детей младшего школьного возраста обуславливает развитие отрицательной динамики поверхностных свойств форменных элементов крови — эритроцитов [6; 7]. Именно сколиотическое нарушение у детей 7—8 лет является причиной ослабления АОА и нарастания интенсивности

ПОЛ жидкой части крови. Продукты перекисидации липидов плазмы ведут к перестройкам мембран эритроцитов с понижением их антиоксидантной защиты с накоплением продуктов ПОЛ, вследствие чего микрореологические свойства красных кровяных пластинок могут ухудшаться [7]. Наиболее выраженными изменениями являются повышение содержания обратимо и необратимо измененных форм эритроцитов на фоне снижения дискоцитов и нарастания их способности к агрегатообразованию. Следствием дисфункции микрореологических свойств эритроцитов неизбежно является расстройство микроциркуляции в растущих органах детей в результате ухудшения перемещения эритроцитов в сосудах наименьшего калибра.

В исследовании установлено, что применение ЛФК, плавания и массажа приводит к оптимизации реологических свойств эритроцитов. Примененная комплексная коррекция вызывает рост антиоксидантной защиты плазмы крови, эритроцитов с ослаблением в них ПОЛ. Шестимесячное применение сочетания ЛФК, плавания и массажа нормализует цитоархитектонику эритроцитов со снижением содержания в кровотоке их активированных форм до уровня показателей группы контроля. Агрегационная способность эритроцитов, также, нормализовалась, тем самым снижая риск микротромбообразования.

Таким образом, за 6 мес. применения ЛФК, плавания и массажа у детей 7—8 лет со сколиозом возможно нормализовать процессы ПОЛ в эритроцитах, их цитоархитектонику и агрегационную способность, оптимизируя, тем самым, жидкостные свойства крови.

У детей 7—8 лет, имеющих сколиоз I—II степени, шестимесячное одновременное применение ЛФК, плавания и массажа нормализует их соматометрические показатели, понижая процессы ПОЛ и усиливая ферменты антиокисления в эритроцитах.

В результате шестимесячной комплексной коррекции сколиоза у детей 7—8 лет возможно нормализовать показатели цитоархитектоники эритроцитов и их агрегационных способностей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма. — Челябинск, 2000.
- [2] Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. — 1983. — № 3. — С. 33—36.
- [3] Кокова С.Р. Состояние здоровья детей и совершенствование медицинской помощи в условиях первичного звена здравоохранения. — М., 2007.
- [4] Колб В.Г., Камышников В.С. Справочник по клинической химии. — Минск: Беларусь, 1982.
- [5] Кубатиев А.А., Андреев С.В. Перекиси липидов и тромбоз // Бюлл. эксперим. биологии и медицины. — 1979. — № 5. — С. 414—417.

- [6] *Медведев И.Н., Лапина Е.В., Завалишина С.Ю.* Активность тромбоцитарного гемостаза у детей с искривлениями позвоночника // Бюлл. эксперим. биологии и медицины. — 2010. — № 5. — С. 579—580.
- [7] *Медведев И.Н., Савченко А.П., Завалишина С.Ю., Краснова Е.Г.* Методические подходы к исследованию реологических свойств крови при различных состояниях // Российский кардиологический журнал. — 2009. — № 5. — С. 42—45.
- [8] *Углова М.В., Углов Б.А., Архипов В.В.* Применение методов морфометрии и статического анализа в морфологических исследованиях. — Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1982.
- [9] *Чевари С., Андял Т., Штрэнгер Я.* Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте // Лаб. дело. — 1991. — № 10. — С. 9—13.
- [10] *Шорин Г.А., Попова Т.И., Полякова Р.М.* Консервативное лечение сколиоза. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1998.

MICRORHEOLOGY PROPERTIES OF ERYTHROCYTES IN CHILDREN 7—8 YEARS WITH SCOLIOSIS ON THE BACKGROUND THERAPEUTIC PHYSICAL CULTURE, MASSAGE AND SWIMMING

S.Y. Zavalishina, E.V. Nagibina

Kursk Institute of Social Education (branch)
Russian State Social University
K. Marx Str., 51, Kursk, Russia, 305029

Purpose — to investigate the possible influence of complex medical correction of physical training, swimming and massage for children 7—8 years old with scoliosis on the properties of microrheology of red blood cells. The application of this complex in children 7—8 years old with scoliosis at 6 months normalizes the level of lipid peroxidation of plasma and red blood cells improves the erythrocyte cytoarchitectonic and reduces their aggregation activity to the level of standards.

Key words: red blood cells, children 7—8 years, scoliosis, therapeutic physical training, swimming, massage.