

Низкоинтенсивное лазерное облучение крови у детей с atopическим дерматитом: влияние на барьерную функцию кожи и цитокиновый статус

Е. В. Донцова¹, И. И. Иванова², Л. А. Новикова¹, В. Г. Донцов¹, Л. Н. Борзунова¹, Т. В. Королева²

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России, г. Воронеж

²ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва

РЕЗЮМЕ

Цель исследования. Оценка эффективности низкоинтенсивного лазерного облучения крови в комплексном лечении детей с atopическим дерматитом с учетом коррекции цитокинового профиля крови и нарушений барьерной функции кожи.

Материал и методы. В исследование включено 65 детей с atopическим дерматитом (АтД) (средний возраст 8,0 ± 2,9 года) и 30 здоровых детей (контрольная группа). Больные были распределены на две группы в зависимости от проводимого лечения: группа 1 – базисная медикаментозная терапия (БМТ), группа 2 – БМТ в сочетании с надвечным лазерным облучением крови (НЛОК). Оценивались показатели цитокинового статуса крови – уровни интерлейкинов (ИЛ) -4, -10, -13, -18, фактора некроза опухоли-альфа (ФНО-α), показатели барьерной функции кожи (рН кожи, влажность кожи, трансэпидермальная потеря воды – TEWL) до лечения, через 1 и 3 месяца от начала лечения.

Результаты. Базисная медикаментозная терапия не оказала влияния на цитокиновый профиль крови пациентов и параметры, характеризующие барьерную функцию кожи. Включение в комплекс лечения НЛОК сопровождалось противовоспалительным эффектом, значительно усилило регулирующий эффект в отношении цитокиновой активности крови, значимо улучшило исследуемые показатели барьерной функции (рН кожи, влажность кожи, TEWL) и уменьшило частоту рецидивов заболевания.

Заключение. Базисная медикаментозная терапия не оказала статистически значимого корректирующего влияния на показатели иммунного статуса и барьерной функции кожи у детей с АтД. Сочетанное применение НЛОК и БМТ повышает эффективность коррекции цитокинового профиля крови и нарушений барьерной функции кожи у детей с АтД, приводит к снижению частоты рецидивов заболевания, что свидетельствует о преимуществе данного метода по сравнению с монотерапией базовыми лекарственными средствами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: atopический дерматит, детский возраст, интерлейкины, барьерная функция кожи, лазеротерапия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Effectiveness of laser therapy in correction of cytokine status and skin barrier function in children with atopic dermatitis

E. V. Dontsova¹, I. I. Ivanova², L. A. Novikova¹, V. G. Dontsov¹, L. N. Borzunova¹, T. V. Koroleva²

¹Voronezh State Medical University n.a. N. N. Burdenko, Voronezh, Russia

²Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of Russia, Moscow, Russia

SUMMARY

Aim. To evaluate the effectiveness of low-intensity laser blood irradiation for the correction of the cytokine profile and violations of the skin barrier function in the complex treatment of children with atopic dermatitis.

Material and methods. The study included 65 children with atopic dermatitis (AtD) (mean age 8 ± 2.9 years) and 30 healthy children (control group). The patients were divided into two groups depending on the treatment: group 1 – basic drug therapy (BDT), group 2 – BDT in combination with supravascular laser blood irradiation (NLBI). Blood cytokine status indicators were assessed – levels of interleukins (IL) -4, -10, -13, -18, tumor necrosis factor-alpha (TNF-α), indicators of skin barrier function (skin pH, skin moisture, transepidermal water loss – TEWL) before treatment, after 1 and 3 months from the start of treatment.

Results. Basic drug therapy had the least effect on the cytokine profile of the blood of patients and parameters characterizing the barrier function of the skin. The inclusion of NLBI was accompanied by an anti-inflammatory effect, significantly enhanced the regulatory effect on blood cytokine activity, significantly improved the barrier function parameters studied (skin pH, skin moisture, TEWL) and reduced the frequency of disease relapses.

Conclusions. Basic drug therapy did not have a statistically significant corrective effect on the parameters of the immune status and skin barrier function in children with AtD. The combined use of NLBI and BDT increases the efficiency of correction of the blood cytokine profile and violations of the skin barrier function in children with AtD, leads to a decrease in the frequency of disease relapses, which indicates the advantage of this method compared to monotherapy with basic drugs.

KEY WORDS: atopic dermatitis, childhood, interleukins, skin barrier function, laser therapy.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest.

Введение

Атопический дерматит (АтД) представляет собой заболевание кожи, вызываемое взаимодействием множества наследственных и внешних факторов, характеризуется зудом, воспалением, возрастными особенностями

локализации, полиморфизмом очагов поражения [1]. Распространение АтД среди детского населения остается значительным. Медико-социальная значимость заболевания определяется не только его широким распространением, но и хроническим, рецидивирующим характером

течения и недостаточной эффективностью имеющихся в арсенале практических врачей методик лечения [2, 3].

Кожа является сложным барьером с функцией иммунологического ответа, гомеостаза, защиты от болезнетворных микроорганизмов, а также структурой с координацией между иммунными, нервными и эндокринными системами [4–8]. Любой дисбаланс в этой среде, включая триггеры окружающей среды, приводит к формированию воспаления в коже при АтД [9, 10]. Иммунные нарушения при АтД обусловлены участием цитокинов, контролирующих синтез IgE – ИЛ-4, -10, -13, -18 и других [11]. Основными факторами формирования иммунного воспаления в пораженной коже при острой стадии АтД у детей являются цитокины, связанные с Th2-клетками (ИЛ-4, -13 и другие), а также хемокины, такие как TARC (тимус-регулируемый активацией хемокин) и эотаксин [12]. Воздействие факультативных раздражителей на эпидермис приводит к высвобождению из кератиноцитов провоспалительных цитокинов, включая ИЛ-1 β , -6, -8, ФНО- α [13].

Целью лечения АтД в педиатрической практике является достижение стойкой пролонгированной ремиссии [14]. В лечении АтД у детей традиционно используются антигистаминные препараты, топические кортикостероиды. Основную роль в обеспечении длительной ремиссии при АтД выполняет базовая терапия, представленная увлажняющими и смягчающими средствами [15, 16, 17]. Опубликованы исследования, обосновавшие необходимость использования эмоленгов у детей с высоким риском развития АтД и свидетельствующие, что непрерывное использование увлажняющего крема-эмоленга с периода новорожденности может снизить частоту заболеваемости АтД или задержать его развитие [18–21]. Однако современная медикаментозная терапия АтД у детей не всегда обладает достаточной эффективностью и безопасностью, что подразумевает применение не только лекарственных средств, но и физиотерапевтических методик [22, 23], включением которых в лечение можно добиться увеличения периода ремиссии при минимизации побочных эффектов. В частности, мягким иммунокорректирующим и нейротропным действиями обладает лазерное излучение при соблюдении принципа малых дозировок и курсового использования [24, 25].

Материалы и методы исследования

Настоящее исследование выполнено в детском отделении медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ФГБУ «Поликлиника № 4» УДП РФ на кафедре физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики ФГБУ дополнительного последиplomного образования «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ г. Москвы, на базе иммунологического отдела лаборатории ООО «Медицинский центр «Новые медицинские технологии» (г. Воронеж) в 2017–2021 годах.

Исследование одобрено этическим комитетом ФГБУ ДПО «ЦГМА» (протокол № 4 от 10 февраля 2017 года).

Амбулаторно обследовано 65 детей с установленным диагнозом АтД в возрасте от 4 до 15 лет (средний возраст $8,0 \pm 2,9$ года). Контрольную группу составили 30 здоровых

детей аналогичного возраста. Диагноз АтД основывался на международных критериях J. M. Hanifin, G. Rajka (1980) и клинических рекомендациях «Атопический дерматит у детей» (2016) [26].

Критерии включения в исследование: верифицированный диагноз АтД средней степени тяжести, возраст пациентов 4–15 лет.

Критерии невключения в исследование: возраст пациентов менее 4 и более 15 лет, тяжелое течение АтД, наличие общих противопоказаний к физиотерапии.

Обследованные пациенты страдали среднетяжелой формой АтД, которая характеризовалась распространенным характером поражения – площадью от 10 до 50% кожного покрова. Доля лихеноидной формы составила 49,2% (32 человека), эритематозно-сквамозной – 50,8% (33 человека), частота обострений заболевания – 3–4 раза в год. Проводимое ранее лечение давало периоды ремиссии на срок 2–3 месяца. Перед началом исследования у каждого родителя пациента было получено добровольное информированное согласие.

В соответствии с процедурой рандомизации пациенты случайным образом были распределены на две группы, различающиеся по виду получаемой терапии. В первую группу включен 31 пациент, который получал только базисную медикаментозную терапию (БМТ), во вторую – 34 пациента, они получали на фоне БМТ дополнительно курс надвенозного лазерного облучения крови (НЛОК).

Базисная медикаментозная терапия проводилась антигистаминными препаратами, топическими кортикостероидными средствами, эмоленгами. Для проведения НЛОК использовали лазерный полупроводниковый терапевтический аппарат «Матрикс» (Россия). Лазерная головка импульсного излучения «ЛО 904–10» имела следующие технические характеристики: длина волны 904 нм, импульсный режим работы, инфракрасный свет, мощность 10 Вт. Применяли неинвазивный метод лазерного облучения крови по контактной методике транскутанно. Время облучения не превышало 10 минут в зависимости от возраста. Курс терапии предусматривал 10 процедур ежедневно, кроме воскресенья.

Всем пациентам проводилось исследование отдельных показателей иммунного статуса – определение уровней ИЛ-4, -10, -13, -18, ФНО- α в сыворотке крови. Концентрацию интерлейкинов определяли методом твердофазного иммуноферментного анализа с помощью планшетного ридера «Униплан» («Пикон», Россия) и наборов реагентов производства ЗАО «Вектор-Бест» (Россия).

Определение барьерной функции кожи проводили путем исследования pH кожи, влажности кожи (корнеометрия) и трансэпидермальной потери воды (TEWL-метрия, Trans Epidermal Water Loss). PH-метрия производилась с помощью мультифункционального комбайна Skin-pH-Meter® PH 905 Multi Probe Adapter MPA 5/9 COURAGE + KHAZAKA electronic (ГПСИ РФ № 41825–09). Для проведения корнеометрии использовался аппарат Corneometer® CM 825 многофункционального комбайна Multi Probe Adapter MPA 5/9 COURAGE + KHAZAKA electronic. TEWL-метрия проводилась при помощи аппарата Tewameter® TM 300 многофункционального комбайна Multi Probe Adapter MPA 5/9 COURAGE + KHAZAKA electronic.

Таблица 1
Показатели иммунного статуса крови и барьерной функции
кожи при включении в исследование больных с АД

Показатель	Больные АД (n = 65)	Контрольная группа (n = 30)
ИЛ-4, пг/мл	7,32 ± 0,42*	2,54 ± 0,33
ИЛ-10, пг/мл	18,26 ± 0,6*	8,31 ± 0,61
ИЛ-13, пг/мл	12,60 ± 0,74*	5,28 ± 0,82
ИЛ-18, пг/мл	263,91 ± 19,04*	124,70 ± 15,26
ФНО-α, пг/мл	13,92 ± 0,86*	4,28 ± 0,81
pH кожи	6,78 ± 0,05*	5,35 ± 0,03
Влажность кожи, у.е.	26,98 ± 0,80*	70,30 ± 1,92
TEWL, г/ч/м ²	36,86 ± 0,80*	11,20 ± 0,88

Примечание: * – отличия от контрольной группы значимы при $p < 0,001$.

Таблица 2
Показатели иммунного статуса крови и барьерной функции
кожи у детей с АД группы БМТ (n = 31)

Показатель	До лечения	Через 1 месяц от начала лечения	Через 3 месяца от начала лечения
ИЛ-4, пг/мл	7,36 ± 0,38	7,32 ± 0,46	7,31 ± 0,44
ИЛ-10, пг/мл	18,28 ± 0,52	17,86 ± 0,71	17,75 ± 0,58
ИЛ-13, пг/мл	12,67 ± 0,78	12,31 ± 0,75	12,24 ± 0,71
ИЛ-18, пг/мл	261,87 ± 18,15	250,37 ± 17,10	249,58 ± 19,2
ФНО-α, пг/мл	13,92 ± 0,92	13,90 ± 0,82	13,85 ± 0,91
pH кожи	6,80 ± 0,05	6,79 ± 0,04	6,80 ± 0,04
Влажность кожи, у.е.	27,10 ± 2,16	27,30 ± 2,33	27,20 ± 2,15
TEWL, г/ч/м ²	36,50 ± 0,78	35,70 ± 0,91	35,90 ± 0,85

Таблица 3
Показатели иммунного статуса и барьерной функции кожи
у детей с АД группы НЛОК + БМТ (n = 34)

Показатель	До лечения	Через 1 месяц от начала лечения	Через 3 месяца от начала лечения
ИЛ-4, пг/мл	7,30 ± 0,42	4,95 ± 0,50*	4,90 ± 0,49**
ИЛ-10, пг/мл	18,32 ± 0,72	12,56 ± 0,51*	13,01 ± 0,47**
ИЛ-13, пг/мл	12,58 ± 0,83	9,10 ± 0,48*	9,26 ± 0,39**
ИЛ-18, пг/мл	266,84 ± 18,70	188,30 ± 19,20*	189,40 ± 20,50**
ФНО-α, пг/мл	13,94 ± 0,88	7,37 ± 0,79*	7,25 ± 0,65**
pH кожи	6,80 ± 0,05	5,80 ± 0,02*	5,81 ± 0,03**
Влажность кожи, у.е.	26,70 ± 1,93	62,40 ± 2,13*	63,10 ± 1,89**
TEWL, г/ч/м ²	37,00 ± 0,85	15,10 ± 0,63*	15,60 ± 0,52**

Примечание: * – достоверность отличий до лечения и через 1 месяц от начала лечения $p < 0,001$; ** – достоверность отличий до лечения и через 3 месяца от начала лечения $p < 0,001$.

Исследуемые показатели оценивались трижды: до лечения и через 1 и 3 месяца от начала лечения. С учетом рецидивирующего характера течения АД у детей изучались через 12 месяцев отдаленные результаты – количество рецидивов за год.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием электронных таблиц Microsoft Excel и пакета прикладных программ Statistica 10.0.

Количественные переменные представлены в виде $M \pm SD$, где M – выборочное среднее, SD (standard deviation) – стандартное отклонение. Проверка гипотез о виде распределения непрерывных величин производилась с помощью критериев Колмогорова – Смирнова и Лилиефорса. Сравнение выборок в случае нормального распределения признака проводилось с помощью t-критерия, а при распределении, отличавшемся от нормального, с применением критерия Манна – Уитни (для независимых групп) и критерия Вилкоксона (для зависимых групп). Для сравнения нескольких независимых групп использовали тест Крускала – Уоллиса. Нулевую гипотезу отвергали при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

В таблице 1 представлены исследуемые характеристики цитокинового статуса крови и барьерной функции кожи (pH и влажность кожи, трансэпидермальная потеря воды) на момент включения в исследование больных с АД в сравнении с показателями контрольной группы.

Полученные данные указывают на статистически значимые различия всех показателей в двух группах.

Из таблицы 1 видно, что при обострении заболевания у пациентов, по сравнению с группой здоровых детей, уровни в крови ИЛ-4 выше в 2,9, ИЛ-10 – в 2,2, ИЛ-13 – в 2,4, ИЛ-18 – в 2,1, ФНО-α – в 3,3 раза, что свидетельствует о выраженной активности воспалительного процесса.

Показатель pH кожи у здоровых лиц направлен в нейтральную сторону, что и наблюдается у обследованных нами здоровых детей, а у детей с АД, как показано в таблице 1, кислотно-щелочной баланс кожных покровов смещен в щелочную сторону. При анализе показателя корнеометрии установлено, что у больных он ниже в 2,6 раза, а показатель TEWL повышен в 3,3 раза по сравнению со значениями у лиц контрольной группы.

В результате проведенного лечения в группе БМТ (табл. 2), не было выявлено статистически значимых изменений уровней сывороточных цитокинов крови и показателей барьерной функции кожи через 1 и 3 месяца от начала лечения ($p > 0,05$).

Иная картина получена после включения в комплекс терапии больных с АД низкоинтенсивного лазерного облучения крови. Результаты представлены в таблице 3.

При сравнении данных до начала лечения и через 1 месяц от начала лечения было отмечено уменьшение уровня в крови ИЛ-4 на 32,2%, ИЛ-13 – на 27,7% при сохранении на том же уровне данных показателей через 3 месяца. Уровень в крови ИЛ-10 снизился через 1 и 3 месяца от начала лечения на 31,4 и 29,0%, ИЛ-18 – на 29,4 и 29,0%, ФНО-α крови – на 47,1 и 48,0% соответственно.

Барьерная функция кожи претерпела значительные изменения по всем исследуемым показателям. Значение показателя pH кожи через 1 месяц от начала лечения стало ниже на 14,7% и на 14,6% через 3 месяца, показатель корнеометрии увеличился в 2,3 раза через 1 месяц от начала лечения и в 2,4 раза через 3 месяца. Процесс трансэпидермальной потери воды изменился в лучшую сторону, о чем свидетельствует снижение показателя TEWL в аналогичные сроки в 2,5 и 2,4 раза. Обобщая полученные

Таблица 4

Количество рецидивов в год у детей с АД при различных видах лечения

Количество рецидивов в год	БМТ (n = 29)		НЛОК+БМТ (n = 31)	
	Абс. число	Процент	Абс. число	Процент
0	–	–	2	6,5
1	2,	6,9	9	29,0
2	6	20,7	14	45,2
3	19	65,5	6	19,4
4	2	6,9	–	–
Среднее количество рецидивов в год	2,72 ± 0,67		1,77 ± 0,72*	

Примечание: * – различия с показателем групп значимы при уровне $p < 0,001$.

данные, можно сказать, что позитивные изменения всех показателей произошли в 1-й месяц лечения и сохранились стабильными к концу 3-го месяца.

Отдаленные результаты проводимой терапии были прослежены на протяжении 12 месяцев. В таблице 4 представлен сравнительный анализ эффективности различных видов терапии по частоте развития рецидивов заболевания у детей с АД.

Результаты наблюдения показали, что терапия с применением курса НЛОК оказала более благоприятное влияние на течение АД у детей по сравнению с группой БМТ, что выразилось в статистически значимом снижении частоты обострения заболевания. Важно отметить, что при обследовании детей с АД, получивших дополнительно НЛОК, при всех сроках наблюдения не выявлено осложнений и признаков нежелательных побочных явлений используемой физиотерапевтической методики.

Обсуждение

В лечении АД у детей традиционно используются антигистаминные препараты, топические кортикостероиды, эмоленты. Поиск новых подходов к лечению актуален и обусловлен тем, что, по мнению экспертов, применяемые методики лечения не обладают достаточной эффективностью и безопасностью. Результаты ряда исследований указывают на то, что в генезе иммунных нарушений при АД активно задействованы цитокины ИЛ-4, -5, -12, -13, -31, регулирующие синтез иммуноглобулина Е [27, 28]. Это подтверждено найденными нами высокими уровнями ряда цитокинов крови: ИЛ-4 ($7,32 \pm 0,42$ пг/мл), ИЛ-10 ($18,26 \pm 0,60$ пг/мл), ИЛ-13 ($12,60 \pm 0,74$ пг/мл), ИЛ-18 ($263,91 \pm 19,04$ пг/мл), ФНО- α ($13,92 \pm 0,86$ пг/мл), что соответственно выше в 2,9; 2,2; 2,4; 2,1; 3,3 раза их значений в контрольной группе.

Полученные нами данные о нарушении барьерных свойств кожи при АД согласуются с результатами исследований других авторов [29, 30], свидетельствующими об обнаружении у детей с АД повреждений и дисфункции кожного барьера: повышение TEWL (в нашем исследовании в 3,3 раза), сдвиг pH кожи в сторону щелочной среды (на 26,7%), снижение гидратации и развитие выраженной сухости кожи (показатель корнеометрии у наших пациентов ниже, чем в контрольной группе, в 2,6 раза).

При оценке результатов лечения через 1 и 3 месяца от начала лечения в группе пациентов, получавших только БМТ, было установлено, что уровни в крови ИЛ-4, -10, -13, -18, ФНО- α и показатели барьерной функции кожи (pH кожи, влажность кожи, трансэпидермальная потеря воды) не претерпели статистически значимых изменений. Напротив, в группе НЛОК на фоне БМТ отмечена ответная реакция в виде уменьшения уровня ИЛ-4 в крови на 32,2%, ИЛ-13 – на 27,7% (с сохранением достигнутого значения через 3 месяца), снижения уровня ИЛ-10 через 1 и 3 месяца от начала лечения на 31,4 и 29,0%, ИЛ-18 – на 29,4 и 29,0%, ФНО- α крови – на 47,1 и 48,0% соответственно.

Низкоинтенсивное лазерное излучение широко используется для терапии различных по этиологии и патогенезу заболеваний кожи, в том числе аллергических [31]. Известно, что лазерное излучение на субклеточном, кле-

точном, тканевом, органном, системном и организменном уровнях приводит к изменениям обмена веществ в клетках, биохимических и биофизических процессов, а также к развитию компенсаторных, адаптационных реакций и отдаленных последствий, связанных с образованием биологически активных веществ [32, 33]. Одним из важнейших факторов в механизмах лечебного эффекта лазерной терапии считается реакция иммунной системы. Указанные механизмы действия лазерного излучения нашли подтверждение в ходе нашего исследования.

При проведении лечения с дополнительным применением НЛОК улучшились показатели, характеризующие барьерную функцию кожи. Зарегистрировано снижение pH кожи через 1 и 3 месяца от начала терапии на 14,7 и 14,6% соответственно, увеличение показателя корнеометрии в 2,3 раза через 1 месяц и в 2,4 раза через 3 месяца от начала лечения. Дополнительное применение НЛОК способствовало выраженному снижению показателя TEWL с исходного значения в контрольные сроки соответственно в 2,5 и 2,4 раза. Полученные данные являются следствием процесса активации ферментов мембран клеток, увеличения электрического заряда белков и фосфолипидов, стабилизации мембранных и свободных липидов, активации процессов тканевого дыхания, повышения синтеза цАМФ, стабилизации окислительного фосфорилирования липидов (снижение свободно-радикальных комплексов) под воздействием НЛОК [32, 34].

Заключение

Базисная медикаментозная терапия не оказала статистически значимого корректирующего влияния на показатели иммунного статуса крови и барьерной функции кожи. Сочетанное применение НЛОК и БМТ повышает эффективность коррекции цитокинового профиля крови и нарушений барьерной функции кожи у детей с АД и приводит к снижению частоты рецидивов заболевания, что свидетельствует о преимуществе данного метода по сравнению с монотерапией базовыми лекарственными средствами.

Список литературы / References

1. Погорелова Е.И., Почивалов О.А., Панина О.А., Шульга М.А., Гудкова А.Н., Хомутова Л.Н. Современный взгляд на иммунопатогенез атопического дерматита. Медицина: теория и практика. 2019; 4 (1): 157–163. Pogorelova E.I., Pochivalov O.A., Panina O.A., Shulga M.A., Gudkova A.N., Khomutova L.N. A modern view on the immunopathogenesis of atopic dermatitis. Medicine: Theory and Practice. 2019; 4 (1): 157–163.

2. Данилова Е.И., Трусова О.Ю., Рошупкин А.Н., Ветеркова З.А., Головачёва, Е.И., Игнатов Т.Н. Эффективность энтеросорбента на основе пектина, инулина и экстракта фенхеля в комплексной терапии детей с atopическим дерматитом: проспективное исследование по типу «случай – контроль». Вопросы современной педиатрии. 2016; 15 (3): 268–272.
21. Danilova E.I., Trusova O.Yu., Roshchupkin A.N., Veterkova Z.A., Golovachyeva E.I., Ignatova T.N. The effectiveness of enterosorbent based on pectin, inulin and fennel extract in the complex therapy of children with atopical dermatitis: a prospective case-control study. *Questions of Modern Pediatrics*. 2016; 15 (3): 268–272.
3. Намазова-Баранова Л.С., Сновская М.А., Митюшин И.А., Кожевникова О.В., Батырова А.С. Особенности диагностики аллергии у детей. Вестник Российской академии медицинских наук. 2017; 72 (1): 33–41.
22. Kapasakalidi D., Kovalchuk V., Reut V. Atopical dermatitis: therapy and prevention. Features of rehabilitation in sanatorium-courortnnykh usloviyakh. *Vrach*. 2015; 8: 51–55.
23. Kruglova A.S., Kotenko K.V., Korzhazhina N.B., Turbovskaya S.N. Методы физиотерапии в детской дерматологии М.: ГЭОТАР-Медиа. 2017. 342 с.
4. Slominski A.T., Zmijewski M.A., Skobowiat C., Zbytek B., Slominski R.M., Stekete J.D. Sensing the Environment: Regulation of Local and Global Homeostasis by the Skin's Neuroendocrine System Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2012: 212: V, VII, 1–115. DOI: 10.1007/978-3-642-19683-6_1.
24. Жукова О.В., Мальяренко Е.Н., Круглова А.С., Понич Е.С. К вопросу целесообразности применения физиотерапевтических методов для профилактики обострений atopического дерматита Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: медицина. 2013; 3: 11–16.
5. Slominski A.T., Zmijewski M.A., Zbytek B. Key Role of CRF in the Skin Stress Response System *Endocrine Reviews*. 2013; 34 (6): 827–884. DOI 10.1210/er.20121092.
25. Zhukova O.V., Malyarenko E.N., Kruglova L.S., Ponich E.S. On the question of the expediency of the use of physiotherapeutic methods for the prevention of exacerbations of atopical dermatitis *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia*. Series: Medicine. 2013; 3: 11–16.
6. Slominski A.T., Manna P.R., Tuckey R.C. On the role of skin in the regulation of local and systemic steroidogenic activities 2015; 103: 72–88. DOI: 10.1016/j.stero.2015.04.006.
26. Круглова Л.С. Магнитнолазерная терапия в комплексном лечении больных atopическим дерматитом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2008; 1: 44–46.
7. Slominski A.T., Brożyna A.A., Tuckey R.C. Cutaneous Glucocorticoidogenesis and Cortisol Signaling Are Defective in Psoriasis. *Journal of Investigative Dermatology*. 2017; 137 (8): 1609–1611. DOI: 10.1016/j.jid.2017.04.004.
27. Круглова Л.С. Магнитнолазерная терапия в комплексном лечении больных atopическим дерматитом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2008; 1: 44–46.
8. Levin J., Friedlander S.F., Del J. Q. Rosso Atopic Dermatitis and the Stratum Corneum: Part I: The Role of Filaggrin in the Stratum Corneum Barrier and Atopic Skin. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*. 2013; 6 (10): 16–22.
28. Круглова Л.С. Магнитнолазерная терапия в комплексном лечении больных atopическим дерматитом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2008; 1: 44–46.
9. Kuo I.H., Yoshida T., De Benedeto A., Beck L.A. The cutaneous innate immune response in patients with atopical dermatitis *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2013; 131 (2): 266–278. DOI: 10.1016/j.jaci.2012.12.1563.
10. Slominski A.T., Zmijewski M.A., Plonka P.M. How UV Light Touches the Brain and Endocrine System Through Skin, and Why. *Endocrinology*. 2018; 159 (5): 1992–2007. DOI: 10.1210/en.201703230.
11. Кошелева И.В., Хасанова А.Р. Современные терапевтические подходы к atopическому дерматиту: роль фототерапии и поиск новых путей. Лечащий врач. 2018; 4: 24–26.
12. Koshelova I.V., Khasanova A.R. Modern therapeutic approaches to atopical dermatitis: the role of phototherapy and the search for new ways. *Attending Doctor*. 2018; 4: 24–26.
13. Smith H.R., Baskett D.A., McFadden J.P. Irritant dermatitis, irritancy and its role in allergic contact dermatitis. *Clin Exp Dermatol* 2002; 27 (2): 138–146.
14. Ревякина В.А. Современный взгляд на проблему коррекции клинической симптоматики atopического дерматита у детей. Педиатрия. Приложение к журналу *Consilium Medicum*. 2017; 1: 93–97.
15. Akdis C.A., Akdis M., Bieber T., Bindslev-Jensen C., Boguniewicz M., Eigenmann P. et al. Diagnosis and treatment of atopical dermatitis in children and adults: European Academy of Allergy and Clinical Immunology. *American Academy of Allergy, Asthma and Immunology. PRACTALL Consensus Report The Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2006; 61 (8): 969–987. DOI: 10.1016/j.jaci.2006.03.045.
16. Ring A., Alomar T., Bieber J., Deleuran M., Fink-Wagner A., Gelmetti C. et al. Guidelines for treatment of atopical eczema (atopical dermatitis). Part I *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2012; 26 (8): 1045–1060. DOI: 10.1111/j.1468-3083.2012.04635.x.
17. Шерельская Т.Ю. Современные средства ухода за кожей детей как основа базовой терапии при atopическом дерматите. Саратовский научно-медицинский журнал. 2016; 12 (3): 487–489.
18. Szczepanowska J., Reich A., Szepletowski J. C. Emollients improve treatment results with topical corticosteroids in childhood atopical dermatitis: a randomized comparative study. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2008; 19 (7): 614–618. DOI: 10.1111/j.1399-3038.2007.00706.x.
19. Blume-Peytavi U., Cork M.J., Faergemann J. Bathing and cleansing in newborns from day 1 to first year of life: recommendations from a European round table meeting *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2009; 23 (7): 751–759. DOI: 10.1111/j.14683083.2009.03140.x.
20. Simpson E.L., Berry T.M., Brown P.A., Hanifin J.M. A pilot study of emollient therapy for the primary prevention of atopical dermatitis *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2010; 63 (4): 587–593. DOI: 10.1016/j.jaad.2009.11.011.
21. Horimukai K., Morita K., Narita M., Kondo M., Kitazawa H., Nozaki M. et al. Application of moisturizer to neonates prevents development of atopical dermatitis *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2014; 134 (4): 824–830. DOI: 10.1016/j.jaci.2014.07.060.
22. Kapasakalidi D., Kovalchuk V., Reut V. Atopical dermatitis: therapy and prevention. Features of rehabilitation in sanatorium-courortnnykh usloviyakh. *Vrach*. 2015; 8: 51–55.
23. Kruglova A.S., Kotenko K.V., Korzhazhina N.B., Turbovskaya S.N. Методы физиотерапии в детской дерматологии М.: ГЭОТАР-Медиа. 2017. 342 с.
24. Жукова О.В., Мальяренко Е.Н., Круглова А.С., Понич Е.С. К вопросу целесообразности применения физиотерапевтических методов для профилактики обострений atopического дерматита Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: медицина. 2013; 3: 11–16.
25. Zhukova O.V., Malyarenko E.N., Kruglova L.S., Ponich E.S. On the question of the expediency of the use of physiotherapeutic methods for the prevention of exacerbations of atopical dermatitis *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia*. Series: Medicine. 2013; 3: 11–16.
26. Круглова Л.С. Магнитнолазерная терапия в комплексном лечении больных atopическим дерматитом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2008; 1: 44–46.
27. Круглова Л.С. Магнитнолазерная терапия в комплексном лечении больных atopическим дерматитом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2008; 1: 44–46.
28. Круглова Л.С. Магнитнолазерная терапия в комплексном лечении больных atopическим дерматитом. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2008; 1: 44–46.
29. Thysen J.P., Godoy-Gijon E., Elias P.M. Ichthyosis vulgaris: the filaggrin mutation disease. *British Journal of Dermatology*. 2013; 168 (6): 1155–1166. DOI: 10.1111/bjd.12219.
30. Giam Y.C., Hebert A.A., Dizon M.V. A review on the role of moisturizers for atopical dermatitis. *Asia Pacific Allergy*. 2016; 6 (2): 120–128. DOI: 10.5415/apallergy.2016.6.2.120.
31. Соловьев А.М., Ольховская К.Б. Применение лазера в дерматологии и косметологии. Лечащий врач. 2005; 6: 73–78.
32. Кару Т.И. Универсальный клеточный механизм лазерной биостимуляции: фотоактивация фермента дыхательной цепи цитохром-с-оксидазы. Современные лазерно-информационные и лазерные технологии. Сб. трудов ИЛИТРАН. 2005; 131–143.
33. Moskvina S.V., Kochetkov A.V. Эффективные методики лазерной терапии. Тверь: Триада. 2016. 80 с. ISBN 9785947897418.
34. Moskvina S.V. Основы лазерной терапии. Тверь: Триада. 2016. 895 с. ISBN 9785947897388.

Статья поступила / Received 24.03.22

Получена после рецензирования / Revised 31.03.22

Принята в печать / Accepted 04.04.22

Сведения об авторах

Донцова Елена Владимировна, д.м.н., доцент, проф. кафедры дерматовенерологии и косметологии¹. E-mail: ledn89@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6119-2120

Иванова Ирина Ивановна, д.м.н., доцент кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики². ORCID: 0000-0002-8943-9321

Новикова Любовь Анатольевна, д.м.н., проф., зав. кафедрой дерматовенерологии и косметологии¹. ORCID: 0000-0003-3465-8348

Донцов Владимир Григорьевич, д.м.н., проф. кафедры общественного здоровья, здравоохранения, гигиены и эпидемиологии ИДПО¹. ORCID: 0000-0002-5041-2623

Борзунова Лариса Николаевна, к.м.н., доцент кафедры дерматовенерологии и косметологии¹. ORCID: 0000-0001-8606-9006

Королева Татьяна Валерьевна, соискатель кафедры физической и реабилитационной медицины с курсом клинической психологии и педагогики². ORCID: 0000-0002-9270-7534

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России, г. Воронеж

²ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента Российской Федерации, Москва

Автор для переписки: Донцова Елена Владимировна. E-mail: ledn89@mail.ru

Для цитирования: Донцова Е.В., Иванова И.И., Новикова Л.А., Донцов В.Г., Борзунова Л.Н., Королева Т.В. Низкоинтенсивное лазерное облучение крови у детей с atopическим дерматитом: влияние на барьерную функцию кожи и цитокиновый статус. *Медицинский алфавит*. 2022; (8): 56–60. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-8-56-60>

About authors

Dontsova Elena V., DM Sci (habil.), associate professor, professor at Dept of Dermatovenereology and Cosmetology¹. E-mail: ledn89@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6119-2120

Ivanova Irina I., DM Sci (habil.), associate professor at Department of Physical and Rehabilitation Medicine with a Course in Clinical Psychology and Pedagogy². ORCID: 0000-0002-8943-9321

Novikova Lyubov A., DM Sci (habil.), professor, head of Dept of Dermatovenereology and Cosmetology¹. ORCID: 0000-0003-3465-8348

Dontsov Vladimir G., DM Sci (habil.), professor at Dept of Public Health, Health, Hygiene and Epidemiology of Institute of Additional Professional Education¹. ORCID: 0000-0002-5041-2623

Borzunova Larisa N., PhD Med, associate professor at Dept of Dermatovenereology and Cosmetology¹. ORCID: 0000-0001-8606-9006

Koroleva Tatyana V., applicant of Dept of Physical and Rehabilitation Medicine with a course in clinical psychology and pedagogy². ORCID: 0000-0002-9270-7534

¹Voronezh State Medical University n.a. N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

²Central State Medical Academy of the Administrative Department of the President of Russia, Moscow, Russia

Corresponding author: Dontsova Elena V. E-mail: ledn89@mail.ru

For citation: Dontsova E.V., Ivanova I.I., Novikova L.A., Dontsov V.G., Borzunova L.N., Koroleva T.V. Effectiveness of laser therapy in correction of cytokine status and skin barrier function in children with atopical dermatitis. *Medical alphabet*. 2022; (8): 56–60. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-8-56-60>

