

# МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ИНГАЛЯЦИОННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЦИТОКИНОВ И ИММУНОГЛОБУЛИНОВ У ПОДРОСТКОВ С ИНВАЗИЕЙ ЛЯМБЛИЯМИ

Л.Б. Маснавијева, И.В. Кудаева

ФГБНУ Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Ангарск, Россия

**Резюме.** В последние десятилетия лямблиоз занимает второе место в структуре паразитарных заболеваний в России. Инвазия лямблиями ассоциирована с клиническими признаками аллергических реакций, дисбалансом показателей Т- и В-лимфоцитов, изменениями в содержании цитокинов, иммуноглобулинов. Загрязнение воздушной среды химическими соединениями также оказывает воздействие на иммунную систему, стимулирует продукцию про- и противовоспалительных цитокинов, иммуноглобулинов. Можно предположить, что ответная реакция организма на инвазию лямблиями в условиях химического ингаляционного воздействия будет претерпевать изменения. Цель данного исследования состояла в оценке содержания цитокинов и иммуноглобулинов у подростков с лямблиозом при различной ингаляционной химической нагрузке. В обследование включены 295 подростков 13–16 лет I–III групп здоровья, не имеющих на момент обследования обострения каких-либо заболеваний и жалоб на работу органов желудочно-кишечного тракта. В цельной крови школьников исследовали клеточный состав с дифференциальным подсчетом лейкоцитарной формулы, в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа изучили содержание антител к лямблиям, IL-2 и IL-10, IFN $\alpha$  и IFN $\gamma$ , IgA. Для каждого школьника была проведена оценка индивидуальной ингаляционной химической нагрузки веществами, тропными к иммунной системе, с учетом данных о содержании примесей в атмосферном воздухе, воздухе помещений, информации об организации учебного процесса и отдыха учащихся, а также их антропометрических параметров. После оценки уровней антител к лямблиям сформированы группы: I — лица с инвазией лямблиями, II — без таковой. В каждой группе выделены подгруппы с индексом опасности нарушений иммунитета менее 2 и 2 и более. Установлено, что инвазия лямблиями сопровождается изменениями в относительном содержании базофилов и моноцитов, повышением уровней IFN $\alpha$  и IFN $\gamma$ , IL-2 и IgA при индексах опасности развития патологии иммунной системы менее 2. При паразитарной инвазии у подростков с индексами опасности нарушений иммунитета равным 2 и выше отмечено снижение содержания IgA и IFN $\gamma$  и отсутствие различий в концентрациях IL-2 и IL-10, IFN $\alpha$  и показателях лейкоцитарной формулы по сравнению с лицами без лямблиоза. Можно предположить, что высокие уровни ингаляционной химической нагрузки, влияя на иммунную систему подростков, создают предпосылки для недостаточности защитных механизмов и персистенции лямблий.

**Ключевые слова:** подростки, иммунная система, цитокины, иммуноглобулины, лейкоциты, лямблии, загрязнение воздушной среды.

---

**Адрес для переписки:**

Маснавијева Людмила Борисовна  
665827, Россия, г. Ангарск, 12-й микрорайон, 3, а/я 1170.  
Тел.: 8 (3955) 55-96-63 (служебн.); 8 914 003-19-76 (моб.).  
E-mail: Masnavieva\_Luda@mail.ru

**Contacts:**

Liudmila B. Masnavieva  
665827, Russian Federation, Angarsk, Mikrorayon 12a, 3,  
PO Box 1170.  
Phone: +7 (3955) 55-96-63 (office); +7 914 003-19-76 (mobile).  
E-mail: Masnavieva\_Luda@mail.ru

---

**Библиографическое описание:**

Маснавијева Л.Б., Кудаева И.В. Модифицирующее влияние ингаляционной химической нагрузки на содержание цитокинов и иммуноглобулинов у подростков с инвазией лямблиями // Инфекция и иммунитет. 2018. Т. 8, № 3. С. 355–360. doi: 10.15789/2220-7619-2018-3-355-360

**Citation:**

Masnavieva L.B., Kudaeva I.V. Modifying effect of inhalation chemical load on the content of cytokines and immunoglobulins in adolescents with lamblia infection // Russian Journal of Infection and Immunity = Infektsiya i immunitet, 2018, vol. 8, no. 3, pp. 355–360. doi: 10.15789/2220-7619-2018-3-355-360

## MODIFYING EFFECT OF INHALATION CHEMICAL LOAD ON THE CONTENT OF CYTOKINES AND IMMUNOGLOBULINS IN ADOLESCENTS WITH LAMBLIA INFECTION

Masnavieva L.B., Kudaeva I.V.

*East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, Russian Federation*

**Abstract.** Giardiasis ranks second in the structure of parasitic diseases in Russia of the last decade. Infestation *Giardia* is associated with clinical signs of allergic reactions, imbalance parameters of the T- and B-lymphocytes, changes in the concentration of cytokines and immunoglobulins. Air pollution by chemical compounds also affects the immune system, stimulates production of pro- and anti-inflammatory cytokines, immunoglobulins. It can be assumed that the response of the organism to lamblia invasion will undergo changes under conditions of chemical inhalation exposure. The purpose of this study was to evaluate the content of cytokines and immunoglobulins in adolescents with giardiasis with an inhalation chemical load. 295 adolescents aged 13–16 with I–III health groups who did not have any at the time of the examination, exacerbation of any diseases and complaints of the work of gastrointestinal organs were included in the survey. Cellular blood composition with differential count of the leukocyte formula were studied in schoolchildren. The content of antibodies to lamblia, interleukins-2 and -10, interferons-alpha and-gamma, immunoglobulins A were studied in the blood serum by the method of enzyme immunoassay. Evaluation of individual inhalation chemical load by substances tropic to the immune system was carried out for each person. Data on the content of impurities in ambient air, indoor air, information on the organization of educational process and rest of students and their anthropometric parameters were taken into account when calculating chemical loads. Groups were formed after evaluation of antibodies to lamblia. Persons with *Giardia* invasion made up group I, school children without giardiasis were included in group II. Subgroups with a hazard index of immunity less than 2, 2 or more selected in each group. It has been established that changes in the relative content of basophils and monocytes, an increase in the levels of interferons-alpha and gamma, interleukin-2 and immunoglobulin A in adolescents with giardiasis occur at indexes of the development of pathology of the immune system less than 2. Adolescents with hazard indices of immunity equal to 2 or more decreased the content of immunoglobulin A and interferon-gamma and no differences in concentrations of interleukin-2 and -10, interferon-alpha and indicators of leukogram with parasitic infestation, compared to persons without giardiasis. It can be assumed, that high levels of inhalation chemical load, affecting the immune system of adolescents, create the prerequisites for the deficiency of protective mechanisms and the lamblia persistence.

**Key words:** *adolescents, immune system, cytokines, immunoglobulins, leukocytes, Giardia, air pollution.*

Согласно данным ВОЗ, ежегодно в мире лямблиозом заражается около 200 млн человек, в России регистрируется более 130 тыс. случаев лямблиоза, который последние десятилетия занимает второе место в структуре паразитарных заболеваний [2, 4]. Лямблиоз может протекать бессимптомно или с манифестацией, со спонтанной или обусловленной специфической терапией элиминацией паразитов [1, 12]. Глистно-паразитарные инвазии, оказывая воздействие на органы и системы, способствуют более частому обострению хронических и возникновению соматических заболеваний [8, 14]. Доказано, что паразитоносительство ассоциировано с клиническими признаками аллергических реакций, дисбалансом показателей Т- и В-лимфоцитов, снижением уровня Т-популяционного состава и В-клеток, изменениями в содержании цитокинов и иммуноглобулинов [6, 9, 12, 13, 17]. Также доказано, что загрязнение воздушной среды химическими соединениями оказывает воздействие на иммунную систему, стимулирует продукцию про- и противовоспалительных цитокинов, иммуноглобулинов, вызывает развитие адаптационных или дезадаптационных процессов [3, 15, 18]. Следовательно, ответная

реакция иммунной системы на инвазию лямблиями может претерпевать изменения в условиях ингаляционной нагрузки химическими соединениями.

Цель данного исследования состояла в оценке содержания цитокинов и иммуноглобулинов у подростков с лямблиозом при ингаляционной химической нагрузке.

### Материалы и методы

В обследование включены 295 подростков 13–16 лет I–III групп здоровья после подписания их родителями или законными представителями информированного согласия. Школьники на момент обследования не имели обострения каких-либо заболеваний, а также не предъявляли жалоб на работу органов желудочно-кишечного тракта.

У детей натошак производился забор крови. В цельной крови исследовали клеточный состав с дифференциальным подсчетом лейкоцитарной формулы. Методом иммуноферментного анализа в сыворотке крови было изучено содержание антител к лямблиям (IgA, IgM, IgG), интерлейкинов-2 и -10 (IL-2, IL-10), интерферо-

нов-альфа и -гамма ( $IFN\alpha$ ,  $IFN\gamma$ ), иммуноглобулина А ( $IgA$ ) при помощи соответствующих тест-наборов («Вектор-БЕСТ», Россия) в соответствии с инструкциями производителей.

Индивидуальную химическую нагрузку оценивали по индексу опасности формирования патологии иммунной системы (НИ), рассчитанному в соответствии с Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [10] с учетом данных о содержании примесей в атмосферном воздухе, воздухе жилых и учебных помещений, информации об организации учебного процесса и отдыха учащихся, а также их антропометрических и спирометрических параметров [7].

Статистическую обработку результатов осуществляли при помощи пакета прикладных программ «Statistica 6.0», с использованием непараметрического U-критерия Манна–Уитни. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

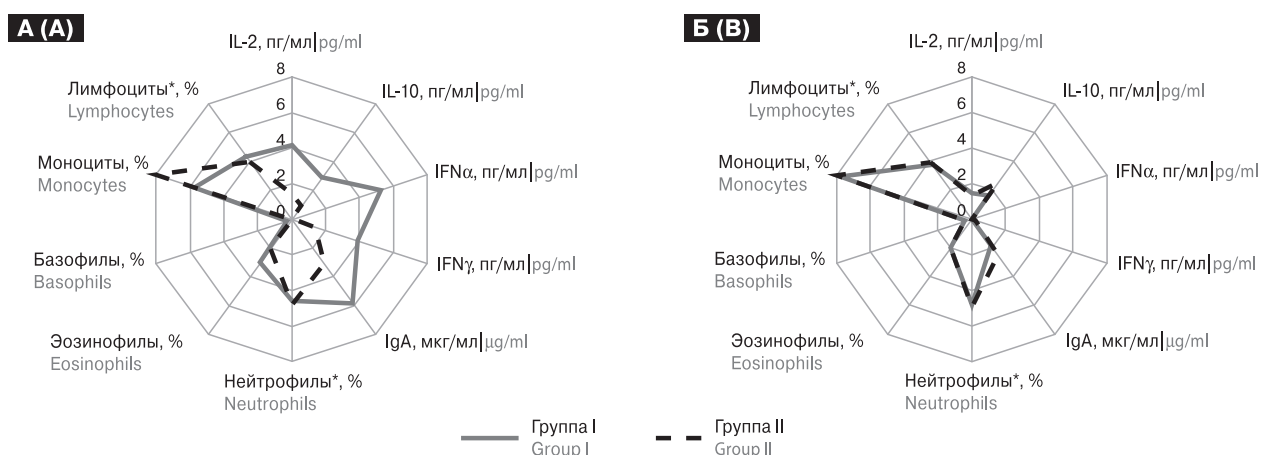
## Результаты

Известно, что специфические антитела различных классов  $Ig$  к антигенам лямблий в крови выявляются не только при манифестной, но и бессимптомной инфекции, а также после перенесенной болезни в недавнем прошлом. В результате проведенного исследования установлено, что 93 подростка имели инвазию лямблиями. Эти школьники составили группу I, остальные (202 человека) — группу II.

Далее была проведена оценка индивидуальной ингаляционной химической нагрузки ве-

ществами, имеющими тропность к иммунной системе. Минимальное значение персонифицированного НИ формирования патологии иммунной системы составило 0,86, максимальное — 3,91. В соответствии с НИ развития нарушений иммунитета в каждой из групп было выделено 2 подгруппы. В подгруппу 1 включили подростков с  $НИ < 2$ , в подгруппу 2 — лица с  $НИ \geq 2$ .

При изучении содержания цитокинов у подростков с инвазией лямблиями и без таковой, имеющих НИ нарушений иммунитета менее 2, было установлено, что паразитоносительство сопровождалось более высоким уровнем  $IL-2$  (4,17 (1,56–6,86) пг/мл,  $p = 0,009$ ), чем у лиц без такового (1,45 (0,01–4,40) пг/мл) (рис. 1А). Превышение референтной границы данного показателя (0–10 пг/мл) выявлено в 6,06 и 10,00% соответственно ( $p = 0,484$ ). Содержание  $IL-10$  в крови школьников группы I было незначительно выше (2,92 (0,14–6,03) пг/мл,  $p = 0,083$ ), чем в группе II (0,96 (0,00–3,51) пг/мл), его повышенные значения (более 10 пг/мл) были отмечены в 10,0 и 12,5% случаев соответственно ( $p = 0,778$ ). У подростков с лямблиозом уровни  $IFN\alpha$  и  $IFN\gamma$  были выше (5,24 (1,43–17,14) пг/мл,  $p < 0,005$  и 3,93 (1,07–6,36) пг/мл,  $p = 0,017$  соответственно), чем у их сверстников без этого заболевания (0,06 (0,01–4,29) пг/мл и 1,43 (0,01–5,08) пг/мл соответственно). Доля лиц с концентрацией  $IFN\alpha$ , превышающей референтные значения (0–5 пг/мл), в группе I была выше, чем в группе II (43,33 и 22,58% соответственно,  $p = 0,049$ ). Уровни  $IFN\gamma$  выше референтной границы (0–10 пг/мл) выявлены у 3–5% обследованных подростков ( $p = 0,658$ ). Для школьников группы I были характерны более вы-



**Рисунок. Показатели иммунной системы подростков с инвазией лямблиями при индексе опасности нарушений иммунитета менее 2 (А), равным 2 и более (Б)**

Figure. Indicators of the immune system of adolescents with *Giardia* infestation in the hazard index of immunity less than 2 (A) equal to 2 or more (B)

**Примечание:** \* — на графике значения показателей уменьшены в 10 раз.

Note: \* — values are reduced 10 times in figure.

сокие уровни IgA по сравнению с группой II (5,84 (4,31–8,00) мкг/мл и 3,07 (1,48–4,89) мкг/мл соответственно,  $p < 0,05$ ). Данные различия обусловлены тем, что среди подростков с  $HI \geq 2$  доля лиц с его повышенными концентрациями (53,33%) была больше, а с пониженными — меньше (3,33%), чем в группе II (22,92%,  $p = 0,005$  и 36,07%,  $p = 0,001$  соответственно). Анализ показателей лейкоцитарной формулы позволил установить, что относительное содержание моноцитов у подростков группы I было ниже (5,75 (4,00–7,50)%,  $p = 0,001$ ), чем у школьников группы II (8,00 (6,00–9,00)%), количество базофилов у лиц с лямблиозом было выше (0,25 (0,00–1,00)%,  $p = 0,10$ ), по сравнению с подростками, не имевшими данного заболевания (0,00 (0,00–0,00)%).

У подростков с  $2 \leq HI$  различий в содержании IL-2, IL-10, а также их частоте отклонений от референтных уровней между группами лиц с лямблиозом и без такового установлено не было (рис. 1B). В группе I уровень IL-2 составил 1,42 (0,01–3,29) пг/мл, в группе II — 1,29 (0,01–3,42) пг/мл ( $p = 0,962$ ). Значения IL-10 в этих же группах равны 1,59 (0,01–6,71) пг/мл и 2,55 (0,54–5,11) пг/мл ( $p = 0,233$ ) соответственно. Доля лиц с повышенной концентрацией IL-2 в группах школьников с инвазией лямблиями и без таковой составила 5,26 и 4,38% ( $p = 0,893$ ), превышение референтных уровней IL-10 выявлено в 14,89 и 7,60% ( $p = 0,139$ ) соответственно. Содержание IFN $\alpha$  в изучаемых группах не различалось ( $p = 0,624$ ) и составило 0,001 (0,01–1,40) пг/мл и 0,01 (0,01–1,39) пг/мл для I и II групп соответственно. Межгрупповых различий в частоте встречаемости повышенных концентраций данного показателя не выявлено (3,38 и 10,67%,  $p = 0,310$ ). Уровень IFN $\gamma$  у школьников группы I был ниже (0,01 (0,01–0,61) пг/мл,  $p = 0,003$ ), чем у их сверстников из группы II (0,22 (0,01–3,00) пг/мл), в обеих подгруппах значения данного показателя у всех обследованных находились в пределах референтного диапазона. Концентрация IgA у подростков с инвазией лямблиями была ниже (1,85 (1,26–2,43) мкг/мл,  $p = 0,001$ ), чем у их сверстников без лямблиоза (2,48 (1,65–4,19) мкг/мл). У 46,67% обследованных лиц из группы I значения IgA были ниже референтных границ, и лишь у 7,14% — выше нормы, в группе II пониженные значения данного показателя встречались в 26,29%, ( $p = 0,003$ ), повышенные — в 17,88% случаев ( $p = 0,010$ ). При анализе относительного содержания субпопуляций лейкоцитов у школьников с  $HI$  развития патологии иммунной системы с лямблиозом и без данного заболевания различий выявлено не было.

## Обсуждение

Данные литературы свидетельствуют, что инвазия лямблиями запускает развитие реакций гиперчувствительности немедленного и замедленного типов; реализуется смешанный ответ Th1 и Th2 типа [5, 16]. Развитие острой формы лямблиоза сопровождается снижением количества лимфоцитов [6]. Однако при хронической лямблиозной инвазии по мере ее продолжительности происходит смена антигенов, сопровождающаяся повышением иммуногенности, что может стать причиной аллергического воспаления в сочетании с цитотоксическим или иммунологическим и обусловить разнообразие ответной реакции организма [5].

Полученные нами результаты свидетельствуют, что увеличение количества базофилов, повышение уровней показателей противовирусной защиты и провоспалительных цитокинов (IFN $\alpha$ , IFN $\gamma$ , IL-2), а также IgA, являющегося блокатором адгезии бактерий, вирусов и простейших к поверхности слизистой оболочки эпителия [11], указывают на развитие адекватной ответной реакции организма на инвазию паразитами. При этом указанные выше изменения наблюдались только при  $HI$  развития патологии иммунной системы менее 2.

При более высоких ингаляционных нагрузках химическими соединениями, различия в уровнях цитокинов у школьников с лямблиозом и без такового нивелируются или наблюдается инверсия ответа. Так среди подростков с инвазией лямблиями при  $HI < 2$  около половины имели повышенные уровни IgA и каждый четвертый — высокое содержание IFN $\gamma$ , при увеличении  $HI$  — каждый второй школьник имел пониженные концентрации IgA и отсутствие повышенных уровней IFN $\gamma$ . Известно, что в норме при попадании паразитов в организм, происходит нарастание концентрации IgA, но лямблии способны вырабатывать IgA-протеазы, разрушающие иммуноглобулины данного класса, что может привести к персистенции лямблий. Хронизации процесса также способствует транзиторный дефицит IgA, который может быть вызван воздействием факторов внешней среды [11, 12]. Следовательно, высокие уровни ингаляционной химической нагрузки, влияя на иммунную систему подростков, создают предпосылки для недостаточности защитных механизмов и персистенции лямблий.

## Заключение

Таким образом, наличие инвазии лямблиями вызывает развитие адекватной иммунологической реакции, заключающейся в повышении содержания IgA, IL-2, IFN $\alpha$  и IFN $\gamma$  и сдвигах в лей-



коцитарной формуле, при индексах опасности развития патологии иммунной системы менее 2. Наличие паразитарной инвазии у подростков, подверженных более высокой ингаляционной нагрузке химическими веществами, тропными к иммунной системе, сопровождается угнетением синтеза IgA и IFN $\gamma$ . Полученные результаты свидетельствуют, что загрязнение воздушной

среды иммуотропными веществами оказывает модифицирующее влияние на иммунологические реакции, развивающиеся в организме подростков в ответ на инвазию лямблиями. В связи с этим необходим персонифицированный подход к проведению профилактических и лечебных мероприятий, направленных на сохранение здоровья данной категории населения.

## Список литературы/References

1. Бандурина Т.Ю., Кнорринг Г.Ю. Проблемы диагностики и лечения лямблиоза у детей // Terra Medika. 2003. № 4. С. 23–27. [Bandurina T.Ju., Knorring G.Ju. Problems of diagnosis and treatment of giardiasis in children. *Terra Medika*, 2003, no. 4, pp. 23–27. (In Russ.)]
2. Бобырева Н.С., Дегтева Г.Н. Анализ данных лабораторного обследования на лямблиоз у различных групп населения Ненецкого автономного округа // Инфекция и иммунитет 2015. Т. 5, № 3. С. 279–284. [Bobyreva N.S., Degteva G.N. Laboratory testing results Analysis of giardiasis prevalence among different population groups in the Nenets autonomous district. *Infektsiya i immunitet = Russian Journal of Infection and Immunity*, 2015, vol. 5, no. 3, pp. 279–284. doi: 10.15789/2220-7619-2015-3-279-284 (In Russ.)]
3. Бодиенкова Г.М., Колесникова Л.И., Тимофеева С.С. Иммунореактивность населения и качество окружающей среды Прибайкалья. Иркутск: Восточно-Сибирский научный центр экологии человека СО РАМН. Иркутск, 2006. 222 с. [Bodienkova G.M., Kolesnikova L.I., Timofeeva S.S. Immunoreaktivnost' naseleniya i kachestvo okruzhayushchei sredy Pribaikal'ya [Immunoreactivity of the population and the quality of the environment of the Baikal region]. *Irkutsk: Vostochno-Sibirskiy nauchnyy tsentr ekologii cheloveka SO RAMN. Irkutsk*, 2006. 222 p.]
4. Захарова И.Н., Авдюхина Т.И., Бережная И.В., Зайденварг Г.Е., Скоробогатова Е.В. Лямблиоз у детей: что нового? // Медицинский совет. 2015. № 14. С. 59–63. [Zakharova I.N., Avdyukhina T.I., Berezhnaya I.V., Zaidenvarg G.E., Skorobogatova E.V. Giardiasis in children: what's new? *Medicinskii совет = Medical Council*, 2015, no. 14, pp. 59–63. (In Russ.)]
5. Куимова И.В., Рычкова Н.А., Казначеева Л.Ф., Козлов В.Л., Сенников С.В. Воспалительные реакции при лямблиозной инвазии // Сибирское медицинское обозрение. 2001. № 2 (20). С. 13–15. [Kuimova I.V., Rychkova N.A., Kaznacheeva L.F., Kozlov V.L., Sennikov S.V. Inflammatory reactions in giardiasis invasion. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie = Siberian Medical Review*, 2001, no. 2 (20), pp. 13–15. (In Russ.)]
6. Куропатенко М.В., Азамова З.Ш., Шпилевая Т.И. Влияние паразитарных инфекций на иммунный статус в период беременности // Сибирский медицинский журнал. 2008. № 7. С. 62–64. [Kuropatenko M.V., Azamova Z.S., Shpilevaya T.I. parasites influence on the immune status during pregnancy. *Sibirskij Medicinskij Zurnal (Irkutsk) = Siberian Medical Journal (Irkutsk)*, 2008, no. 7, pp. 62–64. (In Russ.)]
7. Маснавиева Л.Б., Ефимова Н.В., Кудяева И.В. Индивидуальные риски здоровью подростков, обусловленные загрязнением воздушной среды, и их связь с уровнями специфических аутоантител // Гигиена и санитария. 2016. № 8. С. 738–743. [Masnavieva L.B., Efimova N.V., Kudaeva I.V. Individual risks to adolescent health, caused by contaminating the air, and their relationship with the levels of specific autoantibodies. *Gigiya i sanitariya = Hygiene and Sanitation*, 2016, no. 8, pp. 738–743. doi: 10.18821/0016-9900-2016-95-8-738-742 (In Russ.)]
8. Озерецковская Н.Н. Органная патология в хронической стадии тканевых гельминтозов: роль эозинофилии крови и тканей, иммуноглобулинемии E, G4 и факторов, индуцирующих иммунный ответ // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2000. № 4. С. 9–14. [Ozerckovskaja N.N. Organ pathology in the chronic stage of tissue helminthiasis: the role of eosinophilia of blood and tissues, immunoglobulinemia E, G4 and factors inducing an immune response. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni = Medical Parasitology and Parasitic Diseases*, 2000, no. 4, pp. 9–14.]
9. Решетников О.В., Денисов М.Ю., Курилович С.А. Лямблиоз у подростков: сероэпидемиологическое исследование // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина. 2015. Т. 13, № 2. С. 18–24. [Reshetnikov O.V., Denisov M.Yu., Kurilovich S.A. Giardiasis in adolescents: a seroepidemiologic study. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya, klinicheskaya meditsina = Bulletin of Novosibirsk State University. Series: Biology, Clinical Medicine*, 2015, vol. 13, no. 2, pp. 18–24.]
10. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. P2.1.10.1920-04. Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с. [Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu. P2.1.10.1920-04 [Human health risks assessment from environmental chemicals. R2.1.10.1920-04]. *Moscow: Federal Center for Sanitary and Epidemiological Supervision of the Russian Ministry of Health*, 2004, 143 p.]
11. Усенко Д.В., Конаныхина С.Ю. Современные аспекты диагностики и лечения лямблиоза // Вопросы современной педиатрии. 2015. Т. 14, № 1. С. 108–113. [Usenko D.V., Konanykhina S.Yu. Modern aspects of giardiasis diagnosis and treatment. *Voprosy sovremennoj pediatrii = Current Pediatrics*, 2015, vol. 14, no. 1, pp. 108–113. (In Russ.)]
12. Чебуркин А.А. Крапивница и паразитарные инвазии у детей: есть ли взаимосвязь? (Часть 2) // Аллергология и иммунология в педиатрии. 2013. Т. 34, № 3. С. 8–11. [Cheburkin A.A. Urticaria and parasitic infection at children: whether there is a correlation? (Part 2). *Allergologiya i immunologiya v pediatrii = Allergy and Immunology in Pediatrics*, 2013, vol. 34, no. 3, pp. 8–11. (In Russ.)]
13. Bayraktar M.R., Mehmet N., Durmaz R. Role of IL-2, IL-4 and IL-10 in patients infected with *Giardia lamblia*. *Turkiye Parazit. Derg.*, 2005, vol. 29, no. 3, pp. 160–162.

14. De Almeida M.M., Arede C., Marta C.S., Pinto P.L., Daniel I., Peres I., Nogueira J.A., Pinto J.R. Atopy and enteroparasites. *Allergie et Immunologie*, 1998, vol. 30, no. 9, pp. 291–294.
15. Hajat A., Allison M., Diez-Roux A.V., Jenny N.S., Jorgensen N.W., Szpiro A.A., Vedal S., Kaufman J.D. Long-term exposure to air pollution and markers of inflammation, coagulation, and endothelial activation: a repeat-measures analysis in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Epidemiology*, 2015, vol. 26, no. 3, pp. 310–320. doi: 10.1097/EDE.0000000000000267
16. Jiménez J.C., Fontaine J., Creusy C., Fleurisse L., Grzych J.M., Capron M., Dei-Cas E. Antibody and cytokine responses to Giardia excretory/secretory proteins in Giardia intestinalis-infected BALB/c mice. *Parasitol. Res.*, 2014, vol. 113, no 7, pp. 2709–2718. doi: 10.1007/s00436-014-3927-4
17. Matowicka-Karna J., Dymicka-Piekarska V., Kemona H. IFN-gamma, IL-5, IL-6 and IgE in patients infected with Giardia intestinalis. *Folia Histochem. Cytobiol.*, 2009, vol. 47, no. 1, pp. 93–97. doi: 10.2478/v10042-009-0013-3
18. Mostafavi N., Vlaanderen J., Chadeau-Hyam M., Beelen R., Modig L., Palli D., Bergdahl I.A., Vineis P., Hoek G., Kyrtopoulos S.A., Vermeulen R. Inflammatory markers in relation to long-term air pollution. *Environ. Int.*, 2015, vol. 81, pp. 1–7. doi: 10.1016/j.envint.2015.04.003

**Авторы:**

**Маснабиева Л.Б.**, к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории иммунобиохимических и молекулярно-генетических исследований в гигиене ФГБНУ Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Ангарск, Россия;

**Кудяева И.В.**, д.м.н., доцент, зам. директора по научной работе ФГБНУ Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, г. Ангарск, Россия.

**Authors:**

**Masnavieva L.B.**, PhD (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Immunobiochemical and Molecular-Genetic Researches in Hygiene, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, Russian Federation;

**Kudyaeva I.V.**, PhD, MD (Medicine), Associate Professor, Deputy Director for Science, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, Russian Federation.

Поступила в редакцию 15.02.2018  
Отправлена на доработку 12.03.2018  
Принята к печати 13.06.2018

Received 15.02.2018  
Revision received 12.03.2018  
Accepted 13.06.2018