

## ИЗУЧЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ ИММУНОФЕНОТИПА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКТИВНОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ В ЛИМФОЦИТАХ КРОВИ У ДЕТЕЙ С ГИПЕРТРОФИЕЙ ГЛОТОЧНОЙ МИНДАЛИНЫ

Куртасова Л.М.<sup>1,2</sup>, Шакина Н.А.<sup>2</sup>, Лубнина Т.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ, г. Красноярск, Россия

<sup>2</sup> КГАУЗ «Красноярский краевой Центр профилактики и борьбы со СПИД», г. Красноярск, Россия

**Резюме.** Цель исследования – изучение корреляционной зависимости между фенотипом и показателями активности НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ лимфоцитов периферической крови у детей раннего возраста с гипертрофией глоточной миндалины (ГГМ). Обследовано 57 детей в возрасте 1-3 лет с ГГМ. Контрольную группу составили 35 здоровых детей аналогичного возраста. Содержание CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>, CD8<sup>+</sup>, CD19<sup>+</sup>, CD16<sup>+</sup>/56<sup>+</sup> клеток в периферической крови определяли методом проточной цитофлуориметрии. Активность НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ в лимфоцитах периферической крови изучали биолюминесцентным методом по А.А. Савченко и Л.Н. Сунцовой (1989). Корреляционный анализ показал, что у детей с ГГМ нарастает количество положительных связей, снижается сила корреляционной зависимости и появляются новые взаимосвязи между фенотипом и показателями активности НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ лимфоцитов периферической крови. У детей с ГГМ установлены особенности корреляционной картины взаимосвязей фенотипа и показателей активности НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ лимфоцитов периферической крови.

**Ключевые слова:** гипертрофия глоточной миндалины, лимфоцит, фенотип, ферменты, корреляция

## STUDIES ON CORRELATIONS BETWEEN IMMUNOPHENOTYPE AND THE INDICES OF METABOLIC ENZYME ACTIVITY OF BLOOD LYMPHOCYTES IN CHILDREN WITH HYPERTROPHY OF THE PHARYNGEAL TONSILS

Kurtasova L.M.<sup>a,b</sup>, Shakina N.A.<sup>b</sup>, Lubnina T.V.<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Krasnoyarsk State V. Voyno-Yasenetsky Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>b</sup> Krasnoyarsk Regional Center for AIDS Prevention and Control, Krasnoyarsk, Russian Federation

**Abstract.** The objective of our study was to evaluate correlation between the immune pheno-type and activity indices of NAD (P)-dependent dehydrogenases in peripheral blood lymphocytes in young children with hypertrophy of the pharyngeal tonsil (HPT). We have examined 57 children, 1-3 years of age, with hypertrophy

### Адрес для переписки:

Куртасова Людмила Михайловна  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ  
660022, Россия, г. Красноярск,  
ул. Партизана Железняка, 1.  
Тел.: 8 (391) 220-13-95.  
Факс: 8 (391) 221-16-38.  
E-mail: kurtasova.lm@mail.ru

### Address for correspondence:

Kurtasova Ludmila M.  
Krasnoyarsk State V. Voyno-Yasenetsky Medical University  
660022, Russian Federation, Krasnoyarsk,  
Partizan Zheleznyak str., 1.  
Phone: 7 (391) 220-13-95.  
Fax: 7 (391) 221-16-38.  
E-mail: kurtasova.lm@mail.ru

### Образец цитирования:

Л.М. Куртасова, Н.А. Шакина, Т.В. Лубнина  
«Изучение корреляционных связей иммунофенотипа и показателей активности метаболитических ферментов в лимфоцитах крови у детей с гипертрофией глоточной миндалины» // Медицинская иммунология, 2020. Т. 22, № 1. С. 165-170. doi: 10.15789/1563-0625-SOC-1806  
© Куртасова Л.М. и соавт., 2020

### For citation:

L.M. Kurtasova, N.A. Shakina, T.V. Lubnina “Studies on correlations between immunophenotype and the indices of metabolic enzyme activity of blood lymphocytes in children with hypertrophy of the pharyngeal tonsils”, *Medical Immunology (Russia)/Meditsinskaya Immunologiya*, 2020, Vol. 22, no. 1, pp. 165-170. doi: 10.15789/1563-0625-SOC-1806  
DOI: 10.15789/1563-0625-SOC-1806

of the pharyngeal tonsils (HPT). The control group consisted of 35 healthy children of the same age. The numbers of CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>, CD8<sup>+</sup>, CD19<sup>+</sup>, CD16<sup>+</sup>/56<sup>+</sup> lymphoid cells in peripheral blood were determined by flow cytofluorimetry technique. Activity of NAD (P)-dependant dehydrogenases in peripheral blood lymphocytes was studied using bioluminescent method as described elsewhere (A. Savchenko, L. Suntsova, 1989). Correlation analysis has revealed an increase of positive correlations, a decrease of the correlation strength, and emergence of new connections between phenotype and activity indices of NAD (P)-dependent dehydrogenases in peripheral blood lymphocytes in children with hypertrophy of pharyngeal tonsils (HPT). Specific correlation patterns between the phenotype and activity indices of NAD (P)-dependent dehydrogenases in peripheral blood lymphocytes have been revealed in children with hypertrophy of pharyngeal tonsils (HPT).

*Keywords: pharyngeal tonsils, hypertrophy, lymphocytes, phenotype, enzymes, correlation*

## Введение

Актуальной проблемой педиатрии и практического здравоохранения до сих пор остается патология лимфоглоточного кольца у детей. Практически каждый ребенок раннего возраста с часто рецидивирующими инфекциями респираторного тракта имеет клинические проявления хронического аденоидита [4, 5]. Необходимо отметить, что глоточная миндалина, входящая в состав лимфоглоточного кольца Вальдейера, как организованная лимфоидная ткань слизистых оболочек активно участвует в иммуногенезе [1].

В настоящее время не вызывает сомнений, что в основе функциональных проявлений лимфоцитов – основного структурно-функционального элемента иммунной системы – лежат их метаболические реакции. Уже через несколько секунд после контакта лимфоцита с антигеном или митогеном в клеточной мембране активируется Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-АТФаза, повышается уровень мембранных метилтрансфераз, возрастает поток Ca<sup>++</sup> внутрь клетки, который является необходимым условием для осуществления процессов приводящих к активации гуанилатциклазы и ингибированию аденилатциклазы [13].

С первых минут пролиферации в лимфоцитах увеличивается потребление аденозинтрифосфата (АТФ). Активация энергетического обмена во время пролиферативной активности проявляется не только в ускорении обмена АТФ, но и в увеличении синтеза пиридиннуклеотидов [14, 15]. Установлена зависимость экспрессии на лимфоцитах крови CD4<sup>+</sup> и CD8<sup>+</sup> антигенов от внутриклеточной концентрации аденозина и аденозиндифосфорной кислоты [6].

Высокую значимость в поддержании функциональной активности лимфоцитов имеют глутатион и ферменты глутатионового метаболизма. Обнаружено, что глутатион может непосредственно модулировать пролиферацию Т-лимфоцитов [10, 11, 12].

Наряду с изменением в активированных лимфоцитах интенсивности ионного транспорта, синтеза макроэргов и нуклеотидов, а также уровня дыхания, не остается постоянной и активность ферментов.

Особенно высокой информативностью для исследования метаболизма активированных лимфоцитов обладают окислительно-восста-

новительные ферменты. Это связано с тем, что, являясь основными переносчиками электронов в клетке, они осуществляют ключевые реакции клеточного метаболизма и координируют сопряженные метаболические пути [8].

Исследования, проведенные нами ранее, выявили у детей с гипертрофией глоточной миндалины изменения фенотипического спектра лимфоцитов периферической крови [3]. При изучении активности НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ в лимфоцитах крови у детей раннего возраста с гипертрофией глоточной миндалины нами установлено повышение оттока субстратов через глюкозо-6-фосфатдегидрогеназу на пластические процессы, снижение интенсивности анаэробного окисления глюкозы и роли малатаспартатного шунта в энергетическом внутриклеточном обмене, а также уменьшение активности глутатионредуктазы. В то же время в лимфоцитах крови у детей с гипертрофией глоточной миндалины наблюдается высокий уровень субстратного потока по циклу трикарбоновых кислот, вносящему наибольший вклад в процессы внутриклеточного энергообразования. При этом уровень субстратного взаимодействия между циклом Кребса и реакциями аминокислотного обмена снижен [2, 3].

В связи с вышеизложенным целью исследования явилось изучение корреляционной зависимости между иммунофенотипом и показателями активности НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ в лимфоцитах периферической крови у детей раннего возраста с гипертрофией глоточной миндалины.

## Материалы и методы

Обследовано 57 детей в возрасте от 1 года до 3 лет (средний возраст 2,26±0,76 лет) с гипертрофией глоточной миндалины (ГГМ), из них 32 (56,14%) мальчика и 25 (43,86%) девочек. Диагноз «гипертрофия глоточной миндалины» был установлен на основании жалоб, клинической (затруднение носового дыхания, дыхание через рот, отделяемое из носа, храп в ночное время) и эндоскопической (наличие аденоидных вегетаций II, III степени в полости носоглотки) картины. Включением в исследование являлось отсутствие терапии в течение месяца, предшествующего обследованию.

Контрольную группу составили 35 здоровых детей в возрасте 1-3 лет (средний возраст  $2,14 \pm 0,84$  года), из них 19 (54,29%) мальчиков и 16 (45,71%) девочек.

Мононуклеары выделяли из цельной гепаринизированной крови центрифугированием в градиенте плотности фиколл-верографина [9]. Методом проточной цитофлуориметрии с использованием прибора FACSCallibur (Becton Dickinson, США) и реагентов Simultest IMK-lymphocyte Kit (США) определяли содержание  $CD3^+$ ,  $CD4^+$ ,  $CD8^+$ ,  $CD19^+$ ,  $CD16^+/56^+$  в периферической крови.

В лимфоцитах периферической крови осуществляли билюминесцентное определение активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г6ФДГ), глицерол-3-фосфатдегидрогеназы (Г3ФДГ), НАД- и НАДН-зависимой лактатдегидрогеназы (НАДЛДГ, НАДНЛДГ), НАД- и НАДН-зависимой малатдегидрогеназы (НАДМДГ, НАДНМДГ), НАД- и НАДН-зависимой глутаматдегидрогеназы (НАДГДГ, НАДНГДГ), НАДФ- и НАДФН-зависимой глутаматдегидрогеназы (НАДФГДГ, НАДФНГДГ), НАД- и НАДФ-зависимой изоцитратдегидрогеназы (НАДИЦДГ, НАДФИЦДГ), малатдегидрогеназы декарбоксилирующей (НАДФМДГ) и глутатионредуктазы (ГР) [7].

Активность исследуемых оксидоредуктаз выражали в ферментативных единицах ( $1E = 1$  мкмоль/мин) на  $10^4$  клеток. Исследование проводили на ферментативном препарате NAD(P): FNM оксидоредуктаза-люцифераза из *Photobacterium leiognathi*. Измерение уровня билюминесценции осуществляли на билюминометре «БЛМ 8801» (Россия).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Statistica v. 6.0 (StatSoft Inc., США). Нормальность распределения показателей определялась с помощью метода Колмогорова—Смирнова (с поправкой Лилефорса). Количественные показатели, учитывая нормальное распределение, описывались с использованием средних арифметических значений ( $M$ ) и стандартной ошибки среднего ( $\pm m$ ). Для изучения статистической значимости различий между количественными признаками представленных групп применяли t-критерий Стьюдента. Для исследования силы взаимосвязей показателей вычислялся коэффициент ранговой корреляции по Пирсону ( $r$ ). Критический уровень значимости ( $p$ ) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

## Результаты и обсуждение

При сравнении структуры корреляционных связей между показателями активности исследуемых оксидоредуктаз и фенотипом лимфоцитов периферической крови у детей контрольной группы (табл. 1) и у детей с ГГМ (табл. 2) обна-

ружено увеличение в корреляционной картине количества положительных связей в группе детей с ГГМ.

Результаты проведенного анализа выявили различия в корреляционной картине в сравниваемых группах детей. Так, у детей контрольной группы показатели активности НАДЛДГ имели положительную среднюю силу корреляционную связь с абсолютным числом В-лимфоцитов периферической крови ( $r = 0,67$ ;  $p < 0,001$ ).

У детей с ГГМ показатели активности НАДЛДГ находились в прямой взаимосвязи с абсолютным числом  $CD8^+$  клеток ( $r = 0,33$ ;  $p < 0,05$ ).

Уровень активности НАДНМДГ в группе детей с ГГМ был положительно взаимосвязан с процентным содержанием и абсолютным числом  $CD8^+$  клеток ( $r = 0,33$ ;  $p < 0,05$ ;  $r = 0,32$ ;  $p < 0,05$  соответственно). У детей контрольной группы показатели активности НАДНМДГ находились в обратной взаимосвязи с процентным содержанием В-лимфоцитов периферической крови и абсолютным числом  $CD8^+$  клеток ( $r = -0,39$ ;  $p < 0,05$ ;  $r = -0,43$ ;  $p < 0,05$  соответственно).

Кроме того, различия в корреляционной картине, обнаруженные в сравниваемых группах детей, заключались в наличии у детей контрольной группы положительной взаимосвязи с высоким коэффициентом корреляции ( $r = 0,74$ ;  $p < 0,001$ ) между показателями активности обратной реакции НАДНГДГ и абсолютным числом зрелых Т-лимфоцитов ( $CD3^+$ ), в то время как в группе детей с ГГМ отмечалась отрицательная с низким коэффициентом корреляции взаимосвязь активности прямой реакции НАДФГДГ с процентным содержанием зрелых Т-лимфоцитов ( $r = -0,32$ ;  $p < 0,05$ ).

Изучение взаимосвязей между показателями активности НАДНГДГ и фенотипом лимфоцитов периферической крови выявило однонаправленность корреляционных связей в наблюдаемых группах детей (табл. 1, 2). Однако количество и прочность корреляционных связей в контрольной группе оказались выше, чем в группе детей с ГГМ (табл. 1, 2).

Оценка корреляционной картины показала, что только у детей контрольной группы показатели активности НАДНЛДГ находились в корреляционной зависимости с фенотипом лимфоцитов крови (табл. 1). В то же время только в группе детей с ГГМ показатели активности малик-фермента (НАДФМДГ) коррелировали с фенотипом лимфоцитов периферической крови (табл. 2).

Следует отметить появление в группе детей с ГГМ корреляционных связей между показателями активности глутатионредуктазы и фенотипом лимфоцитов крови, отсутствующих у детей контрольной группы (табл. 1, 2).

С помощью корреляционного анализа мы попытались охарактеризовать взаимоотношения фенотипа и ферментного статуса лимфоцитов

**ТАБЛИЦА 1. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКТИВНОСТИ НАД(Ф)-ЗАВИСИМЫХ ДЕГИДРОГЕНАЗ С ИММУНОФЕНОТИПОМ ЛИМФОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ДЕТЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ ГРУППЫ**

TABLE 1. CORRELATIONS OF ACTIVITY INDICATORS OF NAD (P)-DEPENDANT DEHYDROGENASES WITH THE IMMUNOPHENOTYPE OF PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTES IN CHILDREN OF THE CONTROL GROUP

Иммунологический показатель Immunological indicator	Ферменты Enzymes	r	p
CD3 <sup>+</sup> , абс. abs.	НАДНЛДГ NADHLDH	-0,55	0,01
CD3 <sup>+</sup> , абс. abs.	НАДФНГДГ NADPHGDH	0,74	0,001
CD8 <sup>+</sup> , %	НАДНГДГ NADHGDH	-0,54	0,01
CD8 <sup>+</sup> , %	НАДНГДГ NADHGDH	-0,52	0,01
CD8 <sup>+</sup> , абс. abs.	НАДНМДГ NADHMDH	-0,43	0,05
CD19 <sup>+</sup> , %	НАДНМДГ NADHMDH	-0,39	0,05
CD19 <sup>+</sup> , %	НАДНЛДГ NADHLDH	-0,46	0,05
CD19 <sup>+</sup> , абс. abs.	НАДЛДГ NADLDH	0,67	0,001
CD16 <sup>+</sup> /56 <sup>+</sup> , %	НАДНЛДГ NADHLDH	0,41	0,05

**ТАБЛИЦА 2. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКТИВНОСТИ НАД(Ф)-ЗАВИСИМЫХ ДЕГИДРОГЕНАЗ С ИММУНОФЕНОТИПОМ ЛИМФОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У ДЕТЕЙ С ГИПЕРТРОФИЕЙ ГЛОТОЧНОЙ МИНДАЛИНЫ**

TABLE 2. CORRELATIONS OF ACTIVITY INDICATORS OF NAD (P)-DEPENDANT DEHYDROGENASES WITH THE IMMUNOPHENOTYPE OF PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTES IN CHILDREN WITH HYPERTROPHY OF THE PHARYNGEAL TONSIL

Иммунологический показатель Immunological indicator	Ферменты Enzymes	r	p
CD19 <sup>+</sup> , %	НАДНГДГ NADHGDH	-0,33	0,05
CD19 <sup>+</sup> , абс. abs.	НАДФМДГ NADPMDH	0,34	0,05
CD3 <sup>+</sup> , %	НАДФГДГ NADPGDH	-0,32	0,05
CD3 <sup>+</sup> , абс. abs.	ГР GR	-0,33	0,05
CD4 <sup>+</sup> , %	ГР GR	-0,29	0,05
CD8 <sup>+</sup> , %	НАДНМДГ NADHMDG	0,33	0,05
CD8 <sup>+</sup> , абс. abs.	НАДНМДГ NADHMDH	-0,46	0,05
CD8 <sup>+</sup> , абс. abs.	НАДЛДГ NADLDH	0,33	0,05
CD8 <sup>+</sup> , абс. abs.	ГР GR	-0,41	0,05
CD16 <sup>+</sup> /56 <sup>+</sup>	НАДФМДГ NADPMDH	0,29	0,05

периферической крови у детей раннего возраста с ГГМ.

Результаты проведенного анализа установили преобладание в корреляционной картине в группе детей с ГГМ положительных связей между изучаемыми показателями. При этом известно, что число корреляционных связей возрастает с усилением функциональной нагрузки на биологическую систему [8]. В то же время следует отметить невысокие коэффициенты корреляции выявленных взаимосвязей в группе детей с ГГМ, что отражает недостаточную прочность установленных корреляционных связей.

При оценке полученных данных обнаружено, что в группе детей с ГГМ глутатионредуктаза является метаболическим ферментом, имеющим наибольшее количество взаимосвязей с показателями, характеризующими фенотип лимфоцитов периферической крови. Можно предположить, что появление данных взаимосвязей определяется ролью фермента в реакциях внутриклеточного метаболизма. Так, известна роль глутатионредуктазы в процессах пролиферации Т-лимфоцитов [11, 12], что, вероятно, и характеризуется корреляционными связями данного энзима с количеством зрелых Т-лимфоцитов (CD3<sup>+</sup>), CD4<sup>+</sup> и CD8<sup>+</sup> клеток.

По данным корреляционного анализа наибольшее количество связей с показателями активности исследуемых внутриклеточных фер-

ментов обнаружено у лимфоцитов с фенотипом CD8<sup>+</sup>, обладающих цитотоксическим потенциалом по отношению к инфицированным вирусами клеткам и играющих ведущую роль в специфической защите организма от внутриклеточных патогенов.

Таким образом, у детей раннего возраста с гипертрофией глоточной миндалины в лимфоцитах периферической крови выявлены взаимосвязи иммунофенотипа с показателями активности НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ.

## Заключение

Результаты проведенного исследования установили особенности взаимоотношений между фенотипом и показателями активности НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ лимфоцитов периферической крови у детей раннего возраста с гипертрофией глоточной миндалины, определяемые количеством, направленностью и силой корреляционных связей.

Следует отметить, что полученные нами данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения метаболических механизмов, лежащих в основе функциональной активности клетки, в разных субпопуляциях лимфоидных клеток, а также о необходимости определить, какое клиническое значение имеют их изменения у детей с гипертрофией глоточной миндалины.

## Список литературы / References

1. Борисенко Г.Н., Носуля Е.В., Никулин И.В. Клинико-эпидемиологические аспекты заболеваний верхних дыхательных путей у детей с рецидивирующей респираторной инфекцией // Российская ринология, 2014. Т. 22, № 4. С. 38-42. [Borisenko G.N., Nosulya E.V., Nikulin I.V. Upper respiratory tract diseases in children with recurrent respiratory infection: Clinical and epidemiological aspects. *Rossiyskaya rinologiya = Russian Rhinology*, 2014, Vol. 22, no. 4, pp. 38-42. (In Russ.)]
2. Куртасова Л.М., Шмидт А.Р., Лубнина Т.В. Активность НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ в лимфоцитах периферической крови у детей раннего возраста с гипертрофией глоточной миндалины // Медицинская иммунология, 2014. Т. 16, № 4. С. 381-384. [Kurtasova L.M., Shmidt A.R., Lubnina T.V. NAD(P)-dependent dehydrogenase activity in peripheral blood lymphocytes of infants with enlargement of pharyngeal tonsils. *Meditinskaya immunologiya = Medical Immunology (Russia)*, 2014, Vol. 16, no. 4, pp. 381-384. (In Russ.)] doi: 10.15789/1563-0625-2014-4-381-384.
3. Куртасова Л.М., Шакина Н.А., Лубнина Т.В., Николаева А.И. Иммунологические показатели и ферментативная активность лимфоцитов периферической крови у детей с гипертрофией глоточной миндалины // Вестник оториноларингологии, 2017. Т. 82, № 2. С. 42-45. [Kurtasova L.M., Shakina N.A., Lubnina T.V., Nikolaeva A.I. The immunological characteristics and enzymatic activity of lymphocytes from the peripheral blood of the children presenting with pharyngeal tonsillar hypertrophy. *Vestnik otorinolaringologii = Bulletin of Otorhinolaryngology*, 2017, Vol. 82, no. 2, pp. 42-45. (In Russ.)]
4. Левина А.С., Бабаченко И.В., Вожик А.А., Кветная А.С. Персистирующие инфекции у детей с хроническими заболеваниями ЛОР-органов: возможности этиотропной терапии // Вестник оториноларингологии, 2015. Т. 5. С. 46-50. [Levina A.S., Babachenko I.V., Vozhik A.A., Kvetnaya A.S. Persistent infections in the children suffering from chronic ENT diseases and the possibilities for their with etiotropic therapy. *Vestnik otorinolaringologii = Bulletin of Otorhinolaryngology*, 2015, Vol. 5, pp. 46-50. (In Russ.)]
5. Очилов Р.Т. Современные данные о проблеме лимфоэпителиального глоточного кольца // Российская оториноларингология, 2014. № 1. С. 169-171. [Ochilov R.T. New data on the problem lymphoepithelial pharyngeal ring. *Rossiyskaya otorinolaringologiya = Russian Otorhinolaryngology*, 2014, no. 1, pp. 169-171. (In Russ.)]
6. Порядин Г.В., Салмаси Ж.М., Казимирский А.Н., Макаров А.И., Бозиева Т.И. Изучение влияния медиаторов тканевого происхождения на экспрессию поверхностных антигенов лимфоцитов человека *in vitro* // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1995. № 2. С. 196-199. [Poryadin G.V., Salmasi Z.M., Kazimirsky A.N., Makarov A.I., Bozieva T.I. Effects of tissue mediators on the *in vitro* expression of

surface antigens by human lymphocytes. *Byulleten eksperimentalnoy biologii i meditsiny = Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 1995, no. 2, pp. 196-199. (In Russ.)]

7. Савченко А.А., Сунцова Л.Н. Высокочувствительное определение активности дегидрогеназ в лимфоцитах периферической крови биолюминесцентным методом // Лабораторное дело, 1989. № 11. С. 23-25. [Savchenko A.A., Suntsova L.N. Highly sensitive determination of the dehydrogenase activity in peripheral blood lymphocytes using a bioluminescent method. *Laboratornoe delo = Laboratory Diagnostic*, 1989, no. 11, pp. 23-25. (In Russ.)]

8. Савченко А.А., Борисов А.Г. Основы клинической иммунометабомики. Новосибирск: Наука, 2012. 263 с. [Savchenko A.A., Borisov A.G. Basis of the clinical immunometabolomic]. Novosibirsk: Science, 2012. 263 p.

9. Самсыгина Г.А. Современное лечение острых респираторных заболеваний у детей // Педиатрия, 2013. Т. 92, № 3. С. 38-42. [Samsigina G.A. Modern treatment of acute respiratory diseases in children. *Pediatriya = Pediatrics*, 2013, Vol. 92, no. 3, pp. 38-42. (In Russ.)]

10. Boyum A. Isolation of lymphocytes from blood and marrow. *Scand. Clin. Lab. Invest*, 1968, Vol. 21, no. 97, pp. 77-80.

11. Hamed Y.B., Medydoub A., Kara B.M., Merzour H., Villemin D., Narce M. 5,6-dihydro-2H-pyranones and 5,6-dihydro-2H-pyridones and their derivatives modulate *in vitro* human T lymphocyte function. *Mol. Cell. Biochem.*, 2012, Vol. 360, no. 1-2, pp. 23-33.

12. Pallardo F.V., Markovic J., Garcia-Gimener J.L., Vina J. Role of nuclear glutathione as a key regulator of cell proliferation. *Mol. Aspects. Med.*, 2009, Vol. 30, no. 1, pp. 77-85.

13. Roth S., Droge W. Glutathione reverses the inhibition of T cell responses by superoptimal numbers of «Nonprofessional» antigen presenting cells. *Cell. Immunol.*, 1994, Vol. 155, no. 1, pp. 183-194.

14. Toldi G., Kaposi A., Zsembery A., Treszl A., Tilassay T., Vasarhelyi B. Human Th 1 and Th 2 lymphocytes are distinguished by calcium flux regulation during the first 10 min of lymphocyte activation. *Zimmunobiology*, 2012, Vol. 217, no. 1, pp. 37-43.

15. Vyas S., Roberti I. Lymphocyte ATP immune cell function assay in pediatric renal transplants: is it useful? *Transplant. Proc.*, 2011, Vol. 43, no. 10, pp. 3675-3678.

16. Zhou H., Wu Z., Ma L., Wu W., Yang S., Wang Q., Yuan X., Wu L., Lin X., Tan J. Assessing immunologic function through CD4 T-lymphocyte adenosine triphosphate levels by ImmuKnow assay in Chinese patients following renal transplantation. *Transplant. Proc.*, 2011, Vol. 43, no. 7, pp. 2574-2578.

---

**Авторы:**

**Куртасова Л.М.** — д.м.н., профессор кафедры клинической иммунологии ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения РФ; КГАУЗ «Красноярский краевой Центр профилактики и борьбы со СПИД», г. Красноярск, Россия

**Шакина Н.А.** — к.м.н., врач клинической лабораторной диагностики отделения иммунологических и гематологических исследований КГАУЗ «Красноярский краевой Центр профилактики и борьбы со СПИД», г. Красноярск, Россия

**Лубнина Т.В.** — врач-педиатр лечебно-консультативного отделения КГАУЗ «Красноярский краевой Центр профилактики и борьбы со СПИД», г. Красноярск, Россия

---

**Authors:**

**Kurtasova L.M.**, PhD, MD (Medicine), Professor, Department of Clinical Immunology, Krasnoyarsk State V. Voyno-Yasensky Medical University; Krasnoyarsk Regional Center for AIDS Prevention and Control, Krasnoyarsk, Russian Federation

**Shakina N.A.**, PhD (Medicine), Doctor for Clinical Laboratory Diagnostics, Department of Immunological and Haematological Research, Krasnoyarsk Regional Center for AIDS Prevention and Control, Krasnoyarsk, Russian Federation

**Lubnina T.V.**, Clinical Pediatrician, Clinical Ambulance Department, Krasnoyarsk Regional Center for AIDS Prevention and Control, Krasnoyarsk, Russian Federation

---

Поступила 25.07.2019  
Принята к печати 27.09.2019

---

Received 25.07.2019  
Accepted 27.09.2019