

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА Т-РЕГУЛЯТОРНЫХ КЛЕТОК ($CD4^+CD25^{HIGH}FoxP3^+CD127^{LOW}$) У ПАЦИЕНТОВ ДО 1 ГОДА С КАТАРАКТОЙ, ГЛАУКОМОЙ И РЕТИНОПАТИЕЙ НЕДОНОШЕННЫХ (ПО ОБЗОРНЫМ ДАНЫМ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

Балашова Л.М.^{1,2}, Кузнецова Ю.Д.^{1,2}, Лесовой С.В.^{1,2,3},
Альварес М.А.¹, Балашов А.А.¹, Черкашин Д.Р.¹, Кантаржи Е.П.¹,
Быковская С.Н.², Салмаси Ж.М.²

¹ НП «Международный научно-практический центр пролиферации тканей», Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия

³ ГБУЗ города Москвы «Детская городская клиническая больница имени Н.Ф. Филатова Департамента
здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

Резюме. Были проведены исследования образцов крови у пациентов до 1 года с катарактой, глаукомой и ретинопатией недоношенных и у доношенных, соматически здоровых детей до 1 года, с целью количественного определения Т-регуляторных клеток $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$. Объединены и структурированы данные собственных исследований, представленные в ранее опубликованных статьях по отдельным патологиям, для полноценного сравнения их в комплексе наиболее распространенных глазных заболеваний у детей до 1 года, какими являются катаракта, глаукома и ретинопатия недоношенных.

Целью исследования явилось сравнительное исследование количества Т-регуляторных клеток ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) в крови детей до 1 года жизни с РН, катарактой, глаукомой и здоровых доношенных детей (по данным собственных исследований в ранее опубликованных работах по отдельным патологиям).

Всего был обследован 131 ребенок (262 глаза) в возрасте до 1 года. Из них 79 детей (158 глаз) – с ретинопатией недоношенных, 12 детей (20 глаз) – с катарактой, 13 детей (21 глаз) – с глаукомой, 9 пар-

Адрес для переписки:

Балашова Лариса Маратовна
ФГАОУ ВО «Российский национальный
исследовательский медицинский университет имени
Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения РФ
109388, Россия, Москва, ул. Гурьянова, 73, кв. 119.
Тел.: 8 (909) 985-81-84.
E-mail: blm1962@yandex.ru

Address for correspondence:

Larisa M. Balashova
Pirogov Russian National Research Medical University
72 Guryanov St
Moscow
109388 Russian Federation
Phone: +7 (909) 985-81-84.
E-mail: blm1962@yandex.ru

Образец цитирования:

Л.М. Балашова, Ю.Д. Кузнецова, С.В. Лесовой,
М.А. Альварес, А.А. Балашов, Д.Р. Черкашин,
Е.П. Кантаржи, С.Н. Быковская, Ж.М. Салмаси
«Сравнительное исследование количества
Т-регуляторных клеток ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$)
у пациентов до 1 года с катарактой, глаукомой и
ретинопатией недоношенных (по обзорным данным
собственных исследований)» // Медицинская
иммунология, 2025. Т. 27, № 1. С. 143–152.
doi: 10.15789/1563-0625-ACS-2958

© Балашова Л.М. и соавт., 2025
Эта статья распространяется по лицензии
Creative Commons Attribution 4.0

For citation:

L.M. Balashova, Yu.D. Kuznetsova, S.V. Lesovoy,
M.A. Alvarez, A.A. Balashov, D.R. Cherkashin,
E.P. Kantarzh, S.N. Bykovskaya, Zh.M. Salmasi
“A comparative study of T regulatory cells numbers
($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) in patients under 1 year
of age with cataract, glaucoma, and retinopathy of prematurity
(review of the own studies)”, Medical Immunology (Russia)/
Meditsinskaya Immunologiya, 2025, Vol. 27, no. 1,
pp. 143–152.
doi: 10.15789/1563-0625-ACS-2958

© Balashova L.M. et al., 2025
The article can be used under the Creative
Commons Attribution 4.0 License
DOI: 10.15789/1563-0625-ACS-2958

ных глаз детей — с катарактой и глаукомой и 27 здоровых доношенных детей (54 глаза) того же возраста. Детям было проведено стандартное офтальмологическое обследование. Особое внимание нами было уделено исследованию количества Т-регуляторных клеток $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$. Произведено иммунофенотипирование клеток периферической крови, включая Т-регуляторные клетки.

По данным ранее произведенных нами исследований и при сопоставлении результатов в представленном исследовании у детей до 1 года были обнаружены достоверные различия по количеству Т-регуляторных клеток ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) между недоношенными и доношенными детьми, а также внутри групп пациентов по весовой категории при катаракте и глаукоме. Авторам удалось определить различия между стадиями ретинопатии недоношенных по количеству Т-регуляторных клеток ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$), выделяя заднюю агрессивную ретинопатию недоношенных в особую форму данной патологии.

Данное исследование является подтверждением возможного участия аутоиммунного ответа в патогенезе прогрессирующих стадий ретинопатии недоношенных. Об этом свидетельствует выявленное достоверное уменьшение количества Т-регуляторных клеток $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$. Прогрессирующие стадии ретинопатии недоношенных сопровождаются более низкими значениями Т-регуляторов, чем стационарные. Выявлены достоверные различия по количеству Т-регуляторных клеток при основных офтальмологических заболеваниях детей в возрасте до 1 года — катаракте, глаукоме и ретинопатии недоношенных.

Ключевые слова: офтальмология, Т-регуляторные клетки $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$, кровь, врожденная катаракта, врожденная глаукома, ретинопатия недоношенных, доношенные здоровые дети

A COMPARATIVE STUDY OF OF T REGULATORY CELLS NUMBERS ($CD4^+CD25^{HIGH}FoxP3^+CD127^{LOW}$) IN PATIENTS UNDER 1 YEAR OF AGE WITH CATARACT, GLAUCOMA, AND RETINOPATHY OF PREMATURITY (REVIEW OF THE OWN STUDIES)

Balashova L.M.^{a, b}, Kuznetsova Yu.D.^{a, b}, Lesovoy S.V.^{a, b, c}, Alvarez M.A.^a, Balashov A.A.^a, Cherkashin D.R.^a, Kantarzhi E.P.^a, Bykovskaya S.N.^b, Salmasi Zh.M.^b

^a International Scientific and Practical Center for Tissue Proliferation, Moscow, Russian Federation

^b Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

^c N. Filatov Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

Abstract. Potential involvement of immune system in pathophysiology of congenital glaucoma, cataract, and retinopathy of prematurity (ROP) in infants has been suggested. However, its understanding still remains limited. T regulatory cells ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$), with their role in autoimmunity, are considered pivotal in this respect, although there is a scarcity of publications in this context. This study aims to address this gap. Our purpose was to compare the levels of blood cells with ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) phenotype in infants with ROP, congenital glaucoma and cataract, and healthy full-term infants. This retrospective case-control study included 131 infants (262 eyes). Inclusion criteria were as follows: age under 12 months and a confirmed diagnosis of congenital cataract (20 eyes), congenital glaucoma (21 eyes), and ROP (158 eyes). The control group consisted of 27 full-term infants (54 eyes) with normal eye exam. Primary outcomes included study of Treg cells ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) levels in all groups. Secondary outcomes involved the correlation between the $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$ subpopulation and weight at birth. According to our previous studies and when comparing the results in the present study of children under 1 year of age, we found significant differences in the number of T regulatory cells ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) between premature and full-term children, as well as in the patient groups with cataract and glaucoma by their weight

category. The authors were able to detect differences between stages of retinopathy of prematurity by the number of T regulatory cells ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$), distinguishing posterior aggressive retinopathy of prematurity as a special form of this pathology. The reduced levels of $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$ cells in infants with ROP type 1 suggests autoimmune reactions in its pathophysiology. The remarkable difference in ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) Treg cells in patients with congenital glaucoma and cataract may indicate immune-mediated mechanisms in their development. The clinical significance of the revealed correlation between the level of studied T cells and birth weight in infants with cataract and glaucoma is not clear and requires further investigation with regard to the disease severity. The index can be used as a potential prognostic marker of the disease course and visual outcomes. Collectively, this study provided valuable insights on the potential targets for novel treatment strategies in infants with ROP, glaucoma, and cataracts.

Keywords: ophthalmology, $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$, blood, newborn children, cataract, glaucoma, retinopathy of prematurity, health children

Введение

Были проведены исследования образцов крови у пациентов до 1 года с катарактой, глаукомой и ретинопатией недоношенных и у доношенных, соматически здоровых детей до 1 года, с целью количественного определения Т-регуляторных клеток $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$. Объединены и структурированы данные собственных исследований, представленные в ранее опубликованных статьях по отдельным патологиям, для полноценного сравнения их в комплексе наиболее распространенных глазных заболеваний у детей до 1 года, какими являются катаракта, глаукома и ретинопатия недоношенных.

Целью исследования явилось сравнительное исследование количества Т-регуляторов ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) в крови детей до 1 года жизни с ретинопатией недоношенных (РН), катарактой, глаукомой и здоровых доношенных детей (по данным собственных исследований в ранее опубликованных работах по отдельным патологиям).

Материалы и методы

Всего был обследован 131 ребенок (262 глаза) в возрасте до 1 года. Из них 79 детей (158 глаз) детей — с ретинопатией недоношенных, 12 детей (20 глаз) — с катарактой, 13 детей (21 глаз) — с глаукомой, 9 парных глаз детей — с катарактой и глаукомой и 27 здоровых доношенных детей (54 глаза) того же возраста. Детям было произведено стандартное офтальмологическое обследование.

Особое внимание нами было уделено исследованию количества Т-регуляторных клеток $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$ (табл. 1).

Произведено иммунофенотипирование клеток периферической крови [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], включая Т-регуляторные клетки (Treg):

1. Забор крови у детей из вены на операционном столе во время оперативного вмешательства под общим обезболиванием. Периферическую

кровь отбирали в пробирки с антикоагулянтом К3 EDTA (GreinerBioOne, Австрия).

2. Лизирование эритроцитов производили при помощи лизирующего буфера RedBloodCellLysing buffer (Life technologies; США) по протоколу производителя. Клетки в количестве 5×10^6 из осадка ресуспендировали в 200 мкл фосфатного буферного раствора.

3. Treg-клетки периферической крови пациентов и доноров метили при помощи Treg detection staining cocktail (Miltenyi Biotec, Германия) по протоколу производителя. Количество Treg определяли методом проточной цитометрии на цитометре MACS Quant (Miltenyi Biotec, Германия).

При статистической обработке полученных результатов использовался модуль «Вероятностный колькулятор» и критерий Стьюдента (Statistica 7).

Результаты

Результаты исследования представлены в таблице 1 и на рисунках 1-8.

Обсуждение

По данным ранее произведенных нами исследований (работы 1-10, их сравнительных характеристик) (табл. 1) и при сопоставлении результатов в представленном исследовании у детей до 1 года, были обнаружены достоверные различия по количеству Т-регуляторных клеток ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) между недоношенными и доношенными детьми, а также внутри групп пациентов по весовой категории при катаракте и глаукоме.

На рисунке 1 построенная линия тренда указывает на значительное снижение количественного показателя Т-регуляторных клеток практически во всех стадиях, кроме ЗАРН, по сравнению с контролем, и особенно во II (как далее будет представлено, во II+) и V стадиях заболевания [8]. Обращает на себя внимание,

ТАБЛИЦА 1. Т-РЕГУЛЯТОРЫ ПРИ РАЗНЫХ СТАДИЯХ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ, ВРОЖДЕННОЙ КАТАРАКТЕ И ДОНОШЕННЫХ СОМАТИЧЕСКИ ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ

TABLE 1. T-REGULATORS IN DIFFERENT STAGES OF RETINOPATHY OF PREMATURITY, CONGENITAL CATARACTS AND FULL-TERM SOMATICALLY HEALTHY CHILDREN

Признак Feature Подгруппа Subgroup	Возраст (мес.) Age (month)	Срок гестации (нед.) Gestational age (week)	Масса тела при рождении (г) Birth weight (g)	Иммунофенотип CD4 ⁺ CD25 ^{high} FoxP3 ⁺ CD127 ^{low} (%) Immunophenotype CD4 ⁺ CD25 ^{high} FoxP3 ⁺ CD127 ^{low} (%)
РН I стадия ROP stage I M±SD (Std. Dev.) (n = 9)	2,9±1,6	28,9±2,1	1110,0±396,2	2,3±1,1
РН II стадия ROP stage II M±SD (Std. Dev.) (n = 10)	2,9±1,1	29,1±1,8	1150±380,0	2,2±1,2
РН III+ стадия ROP stage III+ M±SD (Std. Dev.) (n = 20)	3,1±1,4	28,7±2,8	1284,5±394,6	2,4±1,2
РН IV стадия ROP stage IV M±SD (Std. Dev.) (n = 12)	3,4±1,3	29,0±2,2	1345,0±405,5	2,6±0,9
РН V стадия ROP stage V M±SD (Std. Dev.) (n = 19)	6,1±3,2**	27,7±2,0	985,0±317,2*	2,4±1,0
ЗАРН AP-ROP M±SD (Std. Dev.) (n = 9)	2,4±1,3*	29,4±1,6	1297,1±455,6	3,6±0,7**
Доношенные соматически здоровые дети Mature somatically healthy children M±SD (Std. Dev.) (n = 27)	4,8±2,1	39,3±0,9	3524,5±705,4	3,24±1,0**
Врожденная катаракта (доношенные) Congenital cataract (mature children) M±SD (Std. Dev.) (n = 12)	5,0±1,8	39,5±1,0	3786,0±900,4	3,1±0,6**
Врожденная глаукома (доношенные) Congenital glaucoma (mature children) M±SD (Std. Dev.) (n = 13)	4,4±3,0	3,0±1,2	3684,0±1,1	2,8±0,7 (без 1 высоковесного – 5300 г, Treg = 5,7) (without 1 high-weight – 5300 g, Treg = 5.7)
p	p < 0,05 (между стадиями РН) p < 0.05 (between ROP stages)	p > 0,05 (между стадиями РН) p > 0.05 (between ROP stages)	p < 0,05 (между стадиями РН) p < 0.05 (between ROP stages)	p < 0,01

Примечание. * – p < 0,05; ** – p < 0,01.

Note. *, p < 0.05; **, p < 0.01.

что у больных с задней агрессивной формой заболевания, обнаруживаемой в достоверно более ранние сроки ($p < 0,01-0,05$) по сравнению с другими стадиями РН, Т-регуляторные клетки $CD4^+CD25^{high}Foxp3^+CD127^{low}$ выявляются чаще в несколько повышенных и формально нормальных для доношенных детей этого возраста количествах в отличие от остальных стадий ретинопатии ($p < 0,05$), хотя встречаются больные и с пониженными значениями по сравнению с возрастной нормой доношенных детей (табл. 1, рис. 1, 2, 3). Задняя агрессивная форма РН предположительно может иметь и другие ведущие патогенетические механизмы, например, связанные с генетическими нарушениями.

На рисунке 2 в виде усиковой диаграммы представлены количественные значения Т-регуляторов при стационарных и прогрессирующих I и II стадиях ретинопатии недоношенных (РПН) [8], две диаграммы отдельно по I и II стадиям РН.

При использовании критерия Стьюдента (рис. 2) определяется пограничная достоверность при сравнении количества Т-регуляторов с непрогрессирующими и прогрессирующими I и II стадиями РН ($p < 0,046$ и $p < 0,07$), которые представлены на коробчатых (усиковых) диаграммах. Определена достоверная разница между этими значениями ($p = 0,02$ и $p = 0,03$) при использовании модуля «Вероятностный калькулятор».

На рисунке 3 [7] у детей различного веса при рождении с катарактой представлены выявленные количества Т-регуляторов.

Обнаруживаются статистически достоверные различия ($p < 0,01$) у больных с низким и нормальным ($p = 0,04$), нормальным и высоким ($p = 0,02$) весом при рождении у доношенных детей с катарактой. Количество детей в группах представлено в равных соотношениях (33,3%; 33,3%; 33,4%).

На рисунке 4, на усиковой (коробчатой) диаграмме [7] представлены выявленные количества Т-регуляторных клеток у детей с глаукомой, различного веса при рождении.

Как показано на рисунке 4, выявлено статистически достоверное различие в сторону повышения количества Т-регуляторов ($p = 0,0001$) при высоком весе доношенных новорожденных и понижению количества Т-регуляторов ($p = 0,07$) при низком весе при рождении у доношенных детей с глаукомой. Количество детей в группах представлено в неравных соотношениях (низковесные — 30,8%; нормовесные — 61,5%; высоковесные — 7,7%).

На графических рисунках 5 и 6 представлено количество Т-регуляторов при всех прогрессирующих стадиях РН (рис. 5) и начальных прогрес-

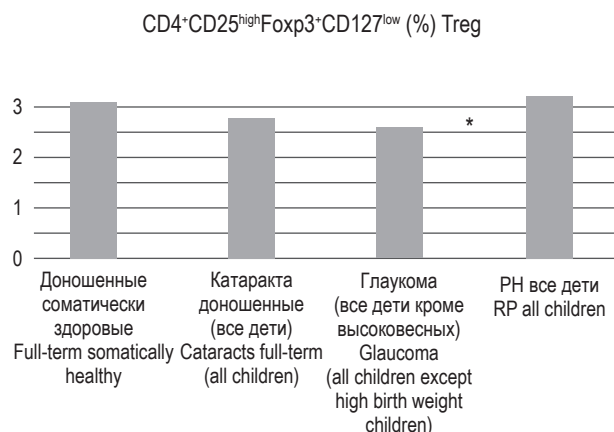


Рисунок 1. Линейная линия тренда Treg ($CD4^+CD25^{high}Foxp3^+CD127^{low}$) для всех форм РН по сравнению с контрольной группой

Figure 1. Linear trend line Treg ($CD4^+CD25^{high}Foxp3^+CD127^{low}$) for all forms of RP compared to the control group

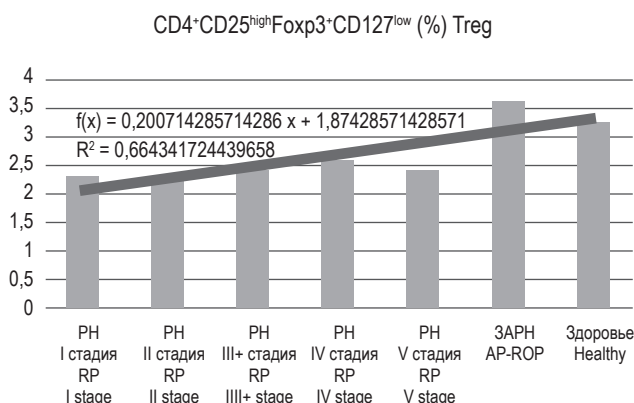


Рисунок 2. Количество Т-регуляторов с начальными (I, I+, II, II+) стадиями ретинопатии недоношенных

Figure 2. Number of T regulators with initial (I, I+, II, II+) stages of retinopathy of prematurity

сирующих стадиях РН (рис. 6) по сравнению с общими значениями количества этих клеток доношенных детей, страдающих катарактой, глаукомой, и доношенными соматически здоровыми детьми.

Из представленных данных (рис. 7) видно, что при исследовании по Стьюденту нет достоверных различий между доношенными детьми: здоровыми, с катарактой и глаукомой.

Выявлено достоверное различие между всеми прогрессирующими стадиями ретинопатии недоношенных и доношенными здоровыми детьми ($p < 0,05$; рис. 5), а также ранними прогрессирующими стадиями и здоровыми детьми ($p = 0,055$; рис. 6).

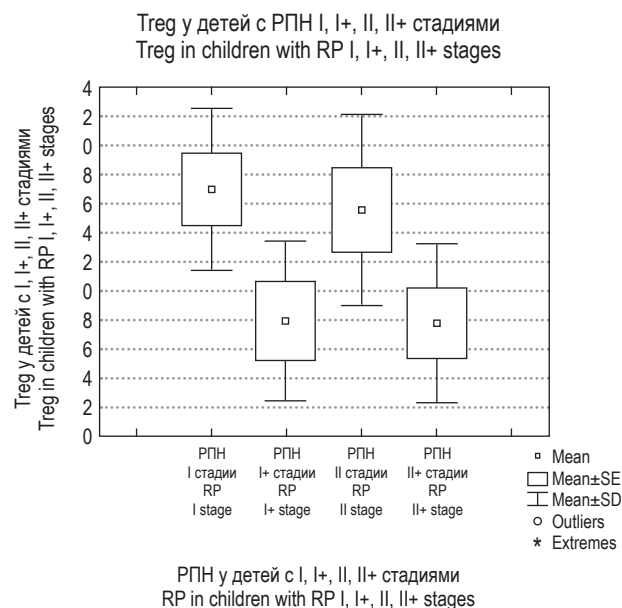


Рисунок 3. Количество Treg у доношенных детей различного веса при рождении с врожденной катарактой

Figure 3. Number of Tregs in full-term children of different birth weight with congenital cataracts

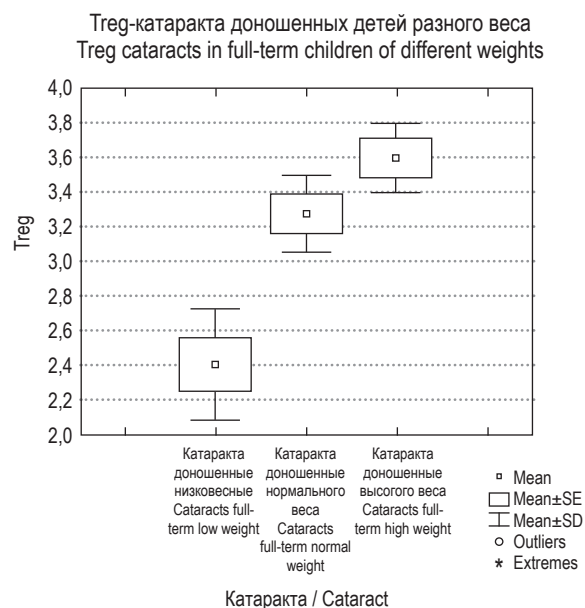


Рисунок 4. Количество Treg у доношенных детей различного веса при рождении с врожденной глаукомой

Figure 4. Number of Tregs in full-term children of different birth weight with congenital glaucoma

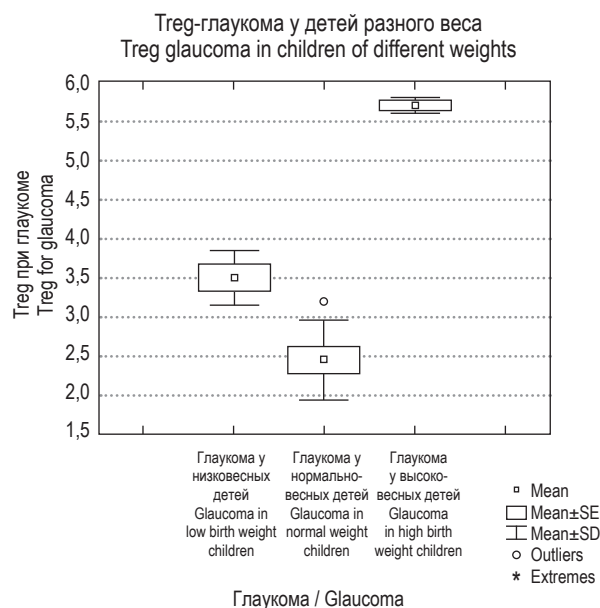


Рисунок 5. Количество Treg у доношенных детей с врожденными катарактой, глаукомой различного веса и соматически здоровых в сравнении со всеми прогрессирующими стадиями ретинопатии недоношенных

Figure 5. Number of Tregs in full-term children with congenital cataracts, glaucoma of various weights and somatically healthy children in comparison with all progressive stages of retinopathy of prematurity

На графике (рис. 8) представлены все исследуемые значения больных катарактой, глаукомой, ретинопатией недоношенных по сравнению с контролем доношенных соматически здоровых детей.

Как показано на рисунке 8, отмечается статистически достоверное различие ($p < 0,03$) при сравнении всех детей с разной степенью активности ретинопатии недоношенных и доношенных соматически здоровых детей.

При объединении всех доношенных детей с катарактой и глаукомой по весу были выявлены статистически достоверные различия между детьми с дефицитом веса, нормальным и повышенным весом при рождении ($p \leq 0,05$).

Заключение

Были обнаружены достоверные различия по количеству Т-регуляторных клеток ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) между недоношенными и доношенными детьми, внутри групп по весовой категории при катаракте и глаукоме у доношенных детей по данным ранее произведенных нами исследований и при сопоставлении результатов в представленном исследовании у детей до 1 года. Удалось определить различия между стадиями РН по количеству Т-регуляторных клеток ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$), строго

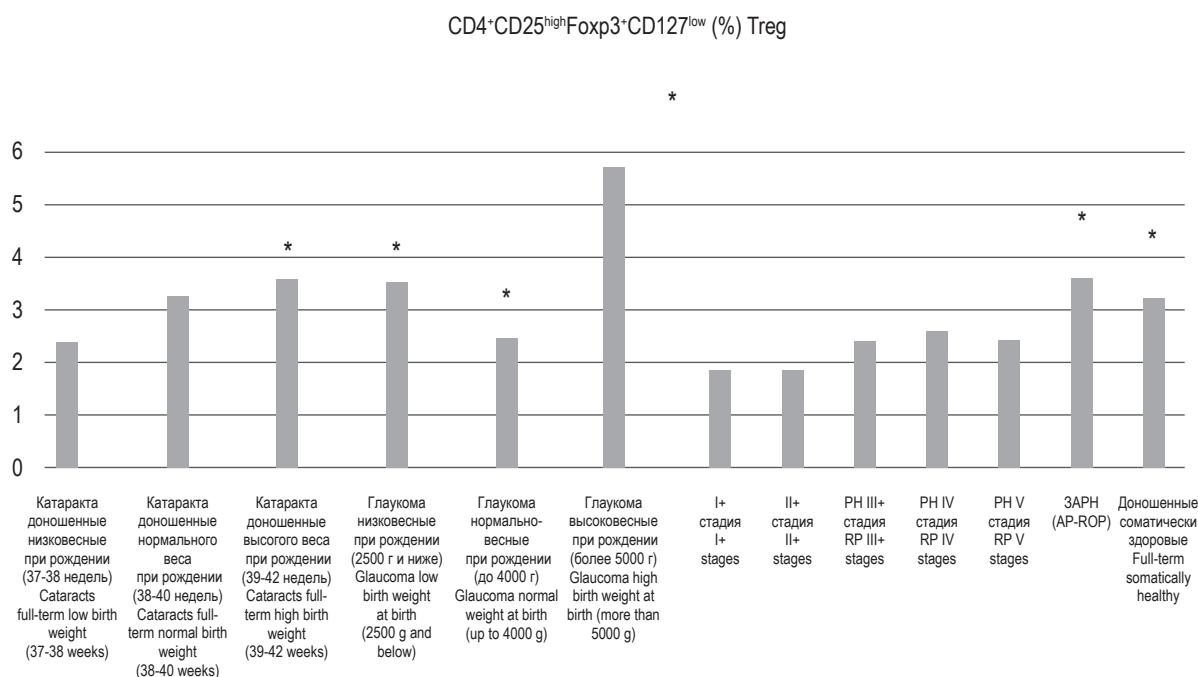


Рисунок 6. Количество Treg у доношенных детей с врожденными катарактой, глаукомой различного веса и соматически здоровых в сравнении со начальными прогрессирующими стадиями ретинопатии недоношенных
Figure 6. Number of Tregs in full-term children with congenital cataracts, glaucoma of various weights and somatically healthy children in comparison with the initial progressive stages of retinopathy of prematurity

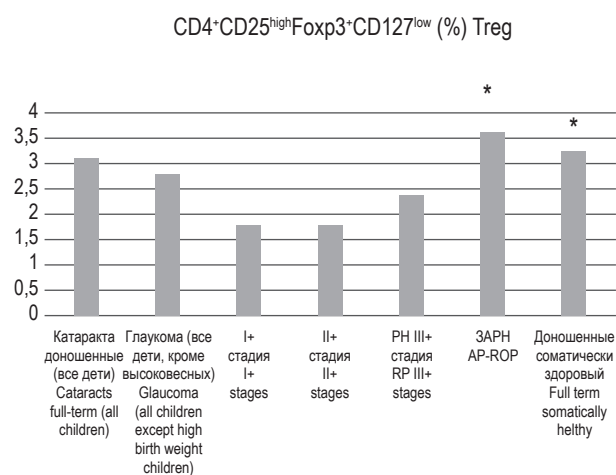


Рисунок 7. Количество Т-регуляторов у доношенных детей с врожденными катарактой, глаукомой и доношенных соматически здоровых

Figure 7. Number of T regulators in full-term children with congenital cataracts, glaucoma and somatically healthy full-term children

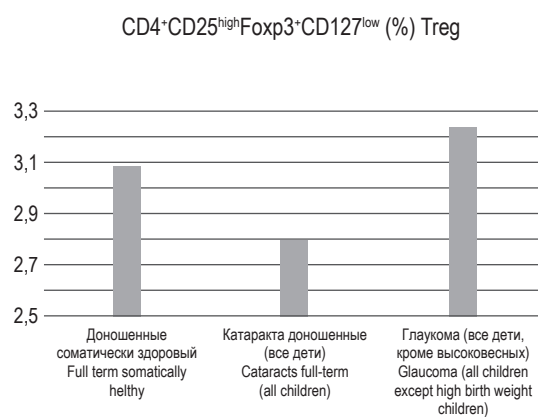


Рисунок 8. Количество Т-регуляторов у доношенных детей с врожденными катарактой, глаукомой в сравнении с ретинопатией недоношенных

Figure 8. Number of T regulators in full-term children with congenital cataracts, glaucoma in comparison with retinopathy of prematurity

подойти к выявлению прогрессирующих стадий РН, выделяя ЗАРН в особую форму патологии.

Выводы

1. Данное исследование является подтверждением возможного участия аутоиммунного ответа в патогенезе прогрессирующих стадий ретинопатии недоношенных. Об этом свидетельствует выявленное достоверное уменьшение количества Т-регуляторных клеток $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$ у данной категории больных. При проведении сравнительных исследований прогрессирующие стадии РН сопровождаются, как правило, более низкими значениями Т-регуляторов, чем стационарные.

2. Задняя агрессивная ретинопатия недоношенных — это «другая» форма, которая, как правило, протекает на фоне показателей Т-регуляторов $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$ несколько повышенных или мало отличающихся от нормальных значений по общепринятым нормам доношенных детей, и этим отличается от остальных стадий ретинопатии недоношенных ($p < 0,05$). Причина этой молниеносной формы заболевания, возможно, кроется в том числе в генетике.

3. У доношенных детей с врожденными катарактой, глаукомой и соматически здоровых по сравнению с недоношенными детьми, страдающими РН, обнаружено существенное различие по количеству Т-регуляторов $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$ ($p < 0,03$).

4. По данным ранее проведенных собственных исследований, выявлены статистически до-

стоверные различия ($p < 0,01$) по количеству Т-регуляторов $CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$ у больных с низким и нормальным ($p = 0,04$), нормальным и высоким ($p = 0,02$) весом при рождении у доношенных детей с катарактой. Внутри группы разные дети по весу оказались в неравных соотношениях (30,8% — низковесные; 61,5% — нормовесные; 7,7% — высоковесные). Учитывая тот факт, что 61% детей с катарактой до 1 года — нормовесные дети, нельзя исключить, что появление катаракты у детей до года сопровождается также изменением обмена веществ, в том числе генетического характера, либо является причиной инфекционных заболеваний (в том числе внутриутробных).

5. В наших предыдущих исследованиях определено достоверное различие ($p = 0,0001$) в сторону понижения количества Т-регуляторных клеток ($p = 0,07$) при низком весе при рождении и в сторону повышения количества Трег ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) при высоком весе при рождении у доношенных больных с глаукомой. Процентное соотношение детей по весу в подгруппах получилось в равных соотношениях (33,3%).

6. Данное исследование позволило выявить достоверные различия по количеству Т-регуляторных клеток ($CD4^+CD25^{high}FoxP3^+CD127^{low}$) в сравнении при основных офтальмологических заболеваниях детей в возрасте до 1 года — катаракте, глаукоме и ретинопатии недоношенных.

Список литературы / References

1. Балашова Л.М., Быковская С.Н., Кузнецова Ю.Д., Коробова Л.С., Кантаржи Е.П. Сравнительная оценка клеточного иммунитета у взрослых, пожилых людей и детей // Клиническая геронтология, 2010. Т. 16, № 11-12. С. 77- 78. [Balashova L.M., Bykovskaya S.N., Kuznetsova Yu.D., Korobova L.S., Kantarzhi E.P. Comparative assessment of cellular immunity in adults, the elderly and children. *Klinicheskaya gerontologiya = Clinical Gerontology*, 2010, Vol. 16, no. 11-12, pp. 77-78. (In Russ.)]
2. Балашова Л.М., Намиот В.А., Колениченко И.И., Кузнецова Ю.Д., Лесвой С.В., Черраин Д.Р., Кантаржи Е.П. Исследование плазмы крови, жидкости передней камеры глаза и стекловидного тела с помощью метода инверсионной мультисенсорной вольтамперометрии у детей с ретинопатией недоношенных и врожденной катарактой с заданными характеристиками и исследованиями, в том числе определением в крови Т-регуляторов $CD4^+CD25^{high}Foxp3^+CD127^{low}$ и VEGF A // Пролиферативный синдром в биологии и медицине: Материалы II Российского форума с международным участием. Москва, 29-30 ноября 2022 г. М.: ГЕОС, 2022. С. 95-105. [Balashova L.M., Namiot V.A., Kolenichenko I.I., Kuznetsova Yu.D., Lesvoy S.V., Cherain D.R., Kantarzhi E.P. Study of blood plasma, anterior chamber fluid and vitreous body using the method of inversion multisensor voltammetry in children with retinopathy of prematurity and congenital cataract with specified characteristics and studies, including determination of T-regulators $CD4^+CD25^{high}Foxp3^+CD127^{low}$ and VEGF A in the blood. *Proliferative syndrome in biology and medicine: Proceedings of the II Russian forum with international participation*. Moscow, November 29-30, 2022]. Moscow: GEOS, 2022, pp. 95-105.
3. Балашова Л.М., Быковская С.Н., Кузнецова Ю.Д., Коробова Л.С. Количественные и функциональные нарушения показателей клеточного иммунитета у взрослых, пожилых людей, соматически здоровых детей и больных ретинопатией недоношенных // Клиническая геронтология, 2012. Т. 18, № 11-12. С. 76-77. [Balashova L.M., Bykovskaya S.N., Kuznetsova Yu.D., Korobova L.S. Quantitative and functional disorders

of cellular immunity parameters in adults, elderly people, somatically healthy children and patients with retinopathy of prematurity. *Klinicheskaya gerontologiya = Clinical Gerontology*, 2012, Vol. 18, no. 11-12, pp. 76-77. (In Russ.)]

4. Балашова Л.М., Быковская С.Н., Кузнецова Ю.Д., Коробова Л.С. Количественные и функциональные нарушения показателей клеточного иммунитета у взрослых, соматически здоровых детей и больных ретинопатией недоношенных // *Аллергология и иммунология*, 2013. Т. 14, № 2. С. 145-146. [Balashova L.M., Bykovskaya S.N., Kuznetsova Yu.D., Korobova L.S. Quantitative and functional disorders of cellular immunity parameters in adults, somatically healthy children and patients with retinopathy of prematurity. *Allergologiya i immunologiya = Allergology and Immunology*, 2013, Vol. 14, no. 2, pp. 145-146. (In Russ.)]

5. Балашова Л.М., Кузнецова Ю.Д., Коробова Л.С., Мухин В.С., Черкашина Е.А., Попов А.В., Быковская С.Н. Т-регуляторы у недоношенных детей с ретинопатией различных стадий // *Аллергология и иммунология*, 2016. Т. 17, № 4. С. 263. [Balashova L.M., Kuznetsova Yu.D., Korobova L.S., Mukhin V.S., Cherkashina E.A., Popov A.V., Bykovskaya S.N. T-regulators in premature infants with retinopathy of various stages. *Allergologiya i immunologiya = Allergology and Immunology*, 2016, Vol. 17, no. 4, p. 263. (In Russ.)]

6. Балашова Л.М., Кузнецова Ю.Д., Коробова Л.С., Кантаржи Е.П., Мухин В.Е., Черкашина Е.А., Быковская С.Н. Состояние клеточного иммунитета взрослых, доношенных и недоношенных детей первого года жизни с ретинопатией // *Аллергология и иммунология*, 2017. Т. 18, № 4. С. 217-223. [Balashova L.M., Kuznetsova Yu.D., Korobova L.S., Kantarzh E.P., Mukhin V.E., Cherkashina E.A., Bykovskaya S.N. The state of cellular immunity in adults, full-term and premature children in the first year of life with retinopathy. *Allergologiya i immunologiya = Allergology and Immunology*, 2017. Vol. 18, no. 4, pp. 217-223. (In Russ.)]

7. Балашова Л.М., Кузнецова Ю.Д., Коробова Л.С., Кантаржи Е.П., Мухин В.Е., Черкашина Е.А., Быковская С.Н. Состояние клеточного иммунитета при ретинопатии недоношенных с различными стадиями заболевания // *Аллергология и иммунология*, 2018. Т. 19, № 4. С. 222-228. [Balashova L.M., Kuznetsova Yu.D., Korobova L.S., Kantarzh E.P., Mukhin V.E., Cherkashina E.A., Bykovskaya S.N. The state of cellular immunity in retinopathy of prematurity with various stages of the disease. *Allergologiya i immunologiya = Allergology and Immunology*, 2018, Vol. 19, no. 4, pp. 222-228. (In Russ.)]

8. Балашова Л.М., Намиот В.А., Колесниченко И.И., Кузнецова Ю.Д., Лесовой С.В. Мультисенсорная инверсионная вольтамперометрия при исследовании плазмы крови и жидкости передней камеры глаза у недоношенных детей с врожденной офтальмопатологией – катарактой и глаукомой – с учетом уровней Т-регуляторных клеток // *Пролиферативный синдром в биологии и медицине: Материалы II Российского форума с международным участием. Москва, 29-30 ноября 2022 г. М.: ГЕОС, 2023. С. 78-86. [Balashova L.M., Namiot V.A., Kolesnichenko I.I., Kuznetsova Yu.D., Lesovoy S.V. Multisensor inversion voltammetry in the study of blood plasma and fluid of the anterior chamber of the eye in premature infants with congenital ophthalmopathology – cataract and glaucoma – taking into account the level of T-regulatory cells. Proliferative syndrome in biology and medicine: Proceedings of the II Russian forum with international participation. Moscow, November 29-30, 2022]. Moscow: GEOS, 2023, pp. 78-86.*

9. Кузнецова Ю.Д., Балашова Л.М., Быковская С.Н. Значение иммунологических факторов в развитии ретинопатии недоношенных (обзорная статья) // *Российская педиатрическая офтальмология*, 2018. № 2. С. 81-86. [Kuznetsova Yu.D., Balashova L.M., Bykovskaya S.N. The importance of immunological factors in the development of retinopathy of prematurity (review article). *Rossiyskaya pediatricheskaya oftalmologiya = Russian Pediatric Ophthalmology*, 2018, no. 2, pp. 81-86. (In Russ.)]

Авторы:

Балашова Л.М. — д.м.н., профессор, генеральный директор, заведующая отделом экспериментальной и клинической офтальмологии НП «Международный научно-практический центр пролиферации тканей»; заведующая научно-исследовательской лабораторией детской офтальмологии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия

Кузнецова Ю.Д. — к.м.н., руководитель детской офтальмологической службы НП «Международный научно-практический центр пролиферации тканей»; врач Российской детской клинической больницы ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия

Authors:

Balashova L.M., PhD, MD (Medicine), Professor, General Director, Head, Department of Experimental and Clinical Ophthalmology, International Scientific and Practical Center for Tissue Proliferation; Head, Research Laboratory of Children Ophthalmology, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Kuznetsova Yu.D., PhD (Medicine), Head, Children's Ophthalmological Service, International Scientific and Practical Center for Tissue Proliferation; Doctor of the Russian Children's Clinical Hospital, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Лесовой С.В. — научный сотрудник НП «Международный научно-практический центр пролиферации тканей»; врач-офтальмолог ГБУЗ города Москвы «Детская городская клиническая больница имени Н.Ф. Филатова Департамента здравоохранения города Москвы»; заведующий офтальмологическим отделением Российской детской клинической больницы ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия

Альварес М.А. — научный сотрудник отдела экспериментальной и клинической офтальмологии НП «Международный научно-практический центр пролиферации тканей», Москва, Россия

Балашов А.А. — лаборант отдела экспериментальной и клинической офтальмологии НП «Международный научно-практический центр пролиферации тканей», Москва, Россия

Черкашин Д.Р. — лаборант отдела экспериментальной и клинической офтальмологии НП «Международный научно-практический центр пролиферации тканей», Москва, Россия

Кантаржи Е.П. — к.б.н., профессор, заведующая отделом информатики НП «Международный научно-практический центр пролиферации тканей», Москва, Россия

Быковская С.Н. — д.м.н., профессор, заведующая отделом клеточных технологий и регенеративной медицины ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия

Салмаси Ж.М. — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой патофизиологии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения РФ, Москва, Россия

Lesovoy S.V., Research Associate, International Scientific and Practical Center for Tissue Proliferation; Ophthalmologist, N. Filatov Children's City Clinical Hospital; Head, Ophthalmology Department, Russian Children's Clinical Hospital, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Alvarez M.A., Research Associate, Department of Experimental and Clinical Ophthalmology, International Scientific and Practical Center for Tissue Proliferation, Moscow, Russian Federation

Balashov A.A., Laboratory Assistant, Department of Experimental and Clinical Ophthalmology, International Scientific and Practical Center for Tissue Proliferation, Moscow, Russian Federation

Cherkashin D.R., Laboratory Assistant, Department of Experimental and Clinical Ophthalmology, International Scientific and Practical Center for Tissue Proliferation, Moscow, Russian Federation

Kantarzhi E.P., PhD (Biology), Professor, Head, Department of Informatics, International Scientific and Practical Center for Tissue Proliferation, Moscow, Russian Federation

Bykovskaya S.N., PhD, MD (Medicine), Professor, Head, Department of Cell Technologies and Regenerative Medicine, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Salmasi Zh.M., PhD, MD (Medicine), Professor, Head, Department of Pathophysiology, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Поступила 30.01.2024
Отправлена на доработку 05.02.2024
Принята к печати 09.03.2024

Received 30.01.2024
Revision received 05.02.2024
Accepted 09.03.2024