

10. Ioyleva E, Krivosheeva M. Microperimetry in the diagnosis of the first manifestation of optic neuritis in multiple sclerosis. *Journal of the Neurological Sciences* 2015; (357): e47.

11. Zakharov AV, Poverennova IE, Khivintseva EV, et al. Analysis of the probability of transition of a monofocal clinically isolated syndrome to clinically significant multiple sclerosis. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2012; 8 (2): 432–5. Russian (Захаров А. В., Повереннова И. Е., Хивинцева Е. В. и др. Анализ вероятности перехода монофокального клинически изолированного синдрома в клинически достоверный

рассеянный склероз. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2012; 8 (2): 432–5).

12. Oberwahrenbrock T, Ringelstein M, Jentschke S, et al. Retinal ganglion cell and inner plexiform layer thinning in clinically isolated syndrome. *Mult Scler J* 2013; (19): 1887–95.

13. Kuhle J, Disanto G. Conversion from clinically isolated syndrome to multiple sclerosis: A large multicentre study. *Mult Scler* 2015 Feb 13. pii: 1352458514568827.

14. Polman CH, Reingold SC, Banwell B, et al. Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 revisions to the McDonald criteria. *Annals of Neurology* 2011; 69 (2): 292–302.

УДК 617.7

Оригинальная статья

## ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И СРОКА ГЕСТАЦИИ НА РАЗВИТИЕ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ

**Е. Ю. Кутимова** — ФГАУ «НМИЦ “МНТК ‘Микрохирургия глаза’ им. акад. С. Н. Федорова”» Минздрава России, Тамбовский филиал, врач-офтальмолог; **О. Л. Фабрикантов** — ФГАУ «НМИЦ “МНТК ‘Микрохирургия глаза’ им. акад. С. Н. Федорова”» Минздрава России, директор Тамбовского филиала; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», Медицинский институт, заведующий кафедрой офтальмологии, профессор, доктор медицинских наук; **Ю. В. Матросова** — ФГАУ «НМИЦ “МНТК ‘Микрохирургия глаза’ им. акад. С. Н. Федорова”» Минздрава России, Тамбовский филиал, заведующая детским отделением, кандидат медицинских наук; **С. В. ШUTOVA** — ФГАУ «НМИЦ “МНТК ‘Микрохирургия глаза’ им. акад. С. Н. Федорова”» Минздрава России, Тамбовский филиал, научный сотрудник; ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», Медицинский институт, доцент кафедры медицинской биологии с курсом инфекционных болезней, кандидат биологических наук.

## EFFECT OF SOLAR ACTIVITY AND GESTATIONAL AGE ON THE DEVELOPMENT OF RETINOPATHY OF PREMATURITY

**E. Yu. Kutimova** — S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch, Ophthalmologist; **O. L. Fabrikantov** — S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Director of the Tambov branch; *Derzhavin Tambov State University, Medical Institute, Head of the Ophthalmological Department, Professor, DSc*; **Yu. V. Matrosova** — S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch, Head of the Pediatric Department, PhD; **S. V. Shutova** — S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch, Researcher; *Derzhavin Tambov State University, Medical Institute, Associate Professor of the Department of Medical Biology with the Course of Infectious Diseases, PhD.*

Дата поступления — 10.04.2020 г.

Дата принятия в печать — 04.06.2020 г.

**Кутимова Е. Ю., Фабрикантов О. Л., Матросова Ю. В., ШUTOVA С. В.** Влияние солнечной активности и срока гестации на развитие ретинопатии недоношенных. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2020; 16 (2): 605–609.

**Цель:** анализ частоты возникновения и прогрессии ретинопатии недоношенных (РН) в зависимости от срока гестации и солнечной активности во время рождения. **Материал и методы.** Произведена случайная выборка 229 карт недоношенных детей, рожденных с 2017 по 2019 г. Исследуемые разделены на две группы: 1-я группа — дети с РН (1, 2 и 3-й степени); 2-я группа — без РН (преретинопатия). У пациентов с РН учитывали исход заболевания: дети с проведенной лазерной коагуляцией (ЛК) и самопроизвольным регрессом. Кроме того, в соответствии с датой рождения все дети были распределены по сезонам (зима, весна, лето, осень) и по периодам согласно солнечной активности: с пониженной (зима-осень) и повышенной (весна-лето) инсоляцией. **Результаты.** В результате исследования выявлена сильная прямая зависимость исхода РН от срока гестации и сезонной солнечной активности. **Заключение.** У рожденных весной и летом детей процент самопроизвольного регресса РН существенно ниже, чем у детей, рожденных в период зима-осень. Получены статистически значимые корреляции: чем больше гестационный срок и вес при рождении, тем меньше вероятность необходимости проведения ЛК.

**Ключевые слова:** ретинопатия недоношенных, солнечная активность, срок гестации, скрининг, профилактика.

**Kutimova EYu, Fabrikantov OL, Matrosova YuV, Shutova SV.** Effect of solar activity and gestational age on the development of retinopathy of prematurity. *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2020; 16 (2): 605–609.

**The purpose** of the investigation is to analyze prevalence and progression of retinopathy of prematurity depending on gestational age and solar activity at the time of birth. **Material and Methods.** 229 cases of premature babies born from 2017 to 2019 were randomly selected. They were divided into two groups: group I — children with retinopathy of prematurity (1, 2 and 3 degree) and group II — without any retinopathy (pre retinopathy). The disease outcome was taken into account in children with retinopathy of prematurity: children undergone laser coagulation (LK) and spontaneous regression. Based on the date of birth all children were divided according to seasons (winter, spring, summer and autumn) and periods of solar activity: reduced (winter-autumn) and increased (spring-summer) solar activity. **Results.** The study revealed a strong direct relationship between the outcome of retinopathy and gestational age and seasonal solar activity. **Conclusion.** In children born in spring and summer, the rate of spontaneous regression of retinopathy is significantly lower than in children born in the winter-autumn period. Reliable correlations were obtained: the longer the gestational age and birth weight, the less likely it is to require laser coagulation.

**Key words:** retinopathy of prematurity, solar activity, gestational age, screening, preventive measures.

**Введение.** Ретинопатия недоношенных (РН) — тяжелое вазопрлиферативное заболевание сетчатки недоношенных детей, потенциально ведущее к слепоте. В настоящее время РН получила широкое распространение, а течение заболевания отличается тяжестью и быстротой прогрессирования в связи с ростом рождаемости недоношенных детей, в особенности с экстремально низкой массой тела.

По различным данным, распространенность РН достигает в разных странах 24,7 случая на 100 тыс. человек и напрямую зависит от веса при рождении, степени соматической устойчивости организма ребенка, условий выхаживания, срока гестации [1].

Согласно международной классификации активная РН подразделяется по стадиям процесса, его локализации и протяженности.

Основными факторами риска развития РН являются: малый срок гестации, световое воздействие, низкая масса тела при рождении, интенсивность и длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и кислородотерапии, сопутствующая патология плода, наличие у матери хронических воспалительных гинекологических заболеваний во время беременности, кровотечения в родах [1].

Патогенез РН многофакторный, однако когда в 1940-х гг. расстройство было описано впервые, свет уже рассматривался как основной патогенетический фактор [2]. Предполагалось, что свет, попадающий на сетчатку, вызывает выработку свободных радикалов кислорода, которые являются одной из причин повреждения развивающихся капилляров сетчатки у недоношенного ребенка [3]. Фототоксическое воздействие на развивающуюся сетчатку продемонстрировано в исследованиях на животных [4]. Однако в более поздних экспериментах показано, что повреждение сетчатки светом не связано с кровеносными сосудами, а зависит от количества и длины волн поступающего в глаз света [5].

В связи с этим появились исследования, посвященные изучению эффектов снижения воздействия яркого света на сетчатку недоношенных детей как возможного пути предотвращения и лечения РН.

Единичные работы указывают на преимущества ограничения интенсивности освещения. Например, обнаружена более высокая частота РН в контрольной группе (со стандартным освещением) по сравнению с основной группой, в которой использовали покрытие кювета светозащитным материалом [6].

Однако в большинстве подобных исследований указывается на отсутствие преимуществ ограничения освещения. Так, в исследовании, проведенном В. Аскерман с соавторами (1989), сравнивали 161 ребенка весом до 1501 г и гестационным возрастом  $\leq 34$  недель, за которыми ухаживали в условиях слабой освещенности, с 129 контрольными новорожденными. Различий в частоте РН любой стадии не было обнаружено [7].

В систематическом обзоре Кокрановской базы данных (Phelps D, Watts J, 2001) сообщается о мета-анализе трех контролируемых исследований, в которых воздействие света на недоношенных детей было снижено путем закрытия глаз ребенка или уменьшения света, падающего на его лицо [8]. В обзоре рассматриваются: исследование V. Seiberth et al. (1994), которые рандомизированно изучили 127 младенцев

с массой тела при рождении  $< 1501$  г и гестационным сроком  $\leq 32$  недель; нерандомизированное исследование К.А. Kennedy et al. (1974), в которое был включен 61 младенец с весом при рождении  $< 1251$  г и гестационным возрастом  $\leq 31$  недели; работа J. D. Reynolds et al. (1998), охватившая 409 детей с массой тела при рождении  $< 1251$  г и гестационным сроком  $< 31$  недели [9–11]. В каждом из приведенных исследований авторы пришли к выводу, что статистически значимых различий по частоте РН между основной и контрольной группами не было, однако в двух из трех цитируемых работ наблюдался тренд к улучшению состояния младенцев в основной группе.

В более позднем исследовании R. R. Braz et al. (2006) 226 младенцев (гестационный возраст при рождении  $< 32$  недели и вес при рождении  $< 1600$  г) были случайным образом распределены на две группы, где в основной группе лечения кювез был накрыт одеялом до возраста 35 недель, в то время как в контрольной группе уход за новорожденными осуществлялся при обычных условиях освещения. Различий в частоте РН между группами также обнаружено не было [12].

В течение нескольких лет новых исследований в этой области не проводилось из-за устоявшегося мнения об отсутствии убедительных доказательств снижения заболеваемости РН либо исхода РН в связи с уменьшением световой нагрузки окружающей среды на сетчатку недоношенных детей, что неоднократно отражалось в обзорах литературы [13–15]. Среди факторов риска РН интенсивность светового излучения также перестала указываться [14]. Показано, что уменьшение воздействия света за счет светоизоляции, рекомендованной Neonatal Individualized Developmental Care and Assessment Program (Программой индивидуального ухода и оценки развития новорожденных), не способствует краткосрочному или долгосрочному улучшению важных физиологических параметров младенцев [15]. Более того, появилось предположение, что уход за недоношенными детьми в темноте лишает их информации о времени суток [16].

Таким образом, авторы сходились во мнении, что яркий свет не является причиной РН и что уменьшение воздействия на сетчатку недоношенных детей света не влияет на частоту возникновения заболевания. В то же время большинство исследователей все же указывают, что необходимы дополнительные, большие по размеру выборки, контролируемые исследования эффектов снижения освещенности, чтобы полностью исключить возможность пропуска истинных различий в показателях РН среди детей с ограниченным освещением и недоношенных детей в контрольных группах, находящихся в обычных условиях.

Примерно в это же время появился ряд работ, посвященных изучению эффектов циклического освещения (приблизительно 12 часов освещения и 12 часов выключения света). Этот режим сравнивали с нерегулярно затемненным светом или темнотой и с непрерывным ярким светом. В обзоре I. Morag et al. (2013) авторами показаны некоторые преимущества циклического освещения в отношении таких параметров детей, как прирост веса, циркадианная организация двигательной активности, снятие необходимости искусственной вентиляции легких и дополнительной оксигенации, начало самостоятельного питания [17]. Однако преимуществ ухода в условиях циклического освещения в отношении

Ответственный автор — Кутимова Елена Юрьевна  
Тел.: +7 (4752) 559833  
E-mail: naukatmb@mail.ru

зрительной системы недоношенных детей обнаружено не было.

В последние годы появились единичные работы, возобновляющие интерес к вопросу влияния интенсивности освещения на развитие и течение РН. Так, установлена взаимосвязь длины дня во время ранней (90 дней) гестации и риска развития РН. Путем математического моделирования состояния 684 глаз новорожденных, включая 76 глаз с РН, авторами установлено, что продолжительность светового дня во время ранней гестации — один из основных факторов риска развития РН. При этом более высокой продолжительности светового дня во время ранней беременности соответствует более низкий риск развития РН. Учитывая, что средний срок гестации в исследуемой группе детей оставил  $27,2 \pm 2,1$  недели, авторы фактически показали, что число случаев РН в весенне-летний период значительно выше, чем в осенне-зимний [18].

Совсем недавно появились сведения о взаимосвязи прогрессирования РН с сезонной солнечной активностью. Авторами выявлено, что наибольшее количество случаев РН с наибольшим числом оперативных вмешательств, а также их неблагоприятных исходов, потребовавших витреоретинальной хирургии, приходится на сезонный период май–август, когда наблюдается наибольшая солнечная активность. Авторы заключают, что усиление солнечной активности и удлинение этого периода повышает риск развития РН; для его снижения необходима защита глаз новорожденного от негативного влияния как дневного, так и искусственного света, в том числе излучаемого диагностической аппаратурой [19].

Таким образом, есть основания полагать, что существовавшее до последнего времени мнение об отсутствии взаимосвязи уровня освещенности среды и РН является ошибочным.

**Цель:** проанализировать частоту возникновения и прогрессии РН у новорожденных в зависимости от сезонной инсоляции и срока гестации.

**Материал и методы.** Произведена случайная выборка 229 карт недоношенных детей, рожденных в Перинатальном центре им. Марфы Тамбовской (Тамбов) в период с 2017 по 2019 г.

Все исследуемые разделены на две группы: 1-я группа — дети с РН (1, 2 и 3-й степени), средний срок гестации  $27,1 \pm 2,3$  недели, средний вес при рождении  $1008 \pm 390$  г; 2-я группа — недоношенные дети без РН (преретинопатия), средний срок гестации составил  $30,3 \pm 2,12$  недели, средний вес при рождении  $1614 \pm 380$  г. У пациентов с РН учитывался исход заболевания: дети с проведенной лазерной коагуляцией (ЛК) и самопроизвольным регрессом. Кроме того, в соответствии с датой рождения все дети были распределены по сезонам (зима, весна, лето, осень) и по периодам согласно солнечной активности: с пониженной (зима–осень) и повышенной (весна–лето) инсоляцией.

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась с помощью пакета программ Statistica 10.0 (Dell Inc., США). Так как распределение признаков отличалось от нормального (нормальность проверяли по критерию Шапиро–Уилка), использовали непараметрические методы при сравнении групп: для количественных признаков — критерий Манна–Уитни, для качественных — критерий  $\chi^2$ ; при анализе взаимосвязей — ранговую корреляцию Спирмена. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимался равным 0,05.

Для решения задачи прогнозирования благоприятного исхода (самопроизвольный регресс РН) применен метод бинарной логистической регрессии. Вероятность самопроизвольного регресса кодировалась как бинарный признак (регресс — «1», ЛК — «0»).

**Результаты.** Произведен анализ гестационного возраста и веса при рождении у детей, рожденных в разные сезоны года (табл. 1).

Проведен анализ наличия и исходов РН у детей, рожденных в разные сезоны года (табл. 2). Распределение детей с преретинопатией по сезонам рождения выглядело следующим образом: рожденных осенью 61,3%, зимой 55,6%, весной 63,3%, летом 58,4%.

На основании полученных результатов сделано предположение, что важное влияние на исход РН оказывает солнечная инсоляция, соответствующая времени рождения. Для подтверждения полученных результатов проведен анализ взаимосвязи уров-

Таблица 1

Распределение рожденных в разные сезоны года детей по признаку ретинопатии

Время года	Без РН	С РН		
		всего	ЛК	регресс
Гестационный возраст, нед.				
Осень (n=62)	$31,6 \pm 2,4$	$27,37 \pm 2,5$	$28,00 \pm 2,0$	$27,17 \pm 2,7$
Зима (n=54)	$30,1 \pm 2,2$	$27,46 \pm 3,0$	$27,13 \pm 3,9$	$27,63 \pm 2,6$
Весна (n=60)	$30,9 \pm 2,3$	$26,95 \pm 2,7$	$25,77 \pm 1,4$	$29,22 \pm 2,3$
Лето (n=53)	$31,4 \pm 2,1$	$25,86 \pm 3,0$	$25,80 \pm 3,1$	$26,00 \pm 2,9$
Различия групп Осень-Зима и Лето-Весна	$p=0,76$	$p=0,21$	$p=0,07$	$p=0,47$
Вес при рождении, г				
Осень (n=62)	$1738,3 \pm 432,3$	$991,4 \pm 300,3$	$930,00 \pm 277,9$	$1011,8 \pm 312,3$
Зима (n=54)	$1494,3 \pm 402,3$	$1151,5 \pm 361,5$	$1171,9 \pm 421,0$	$1141,3 \pm 342,5$
Весна (n=60)	$1486,5 \pm 459,01$	$1004,1 \pm 394,5$	$780,8 \pm 158,6$	$1326,7 \pm 415,5$
Лето (n=53)	$1740,7 \pm 391,8$	$868,0 \pm 311,5$	$857,7 \pm 334,3$	$890,0 \pm 279,5$
Различия групп Осень-Зима и Лето-Весна	$p=0,76$	$p=0,16$	$p=0,06$	$p=0,58$

Примечание: РН — ретинопатия недоношенных.

Таблица 2

## Распределение рожденных в разные сезоны года детей по признаку ретинопатии недоношенных, n (%)

Время года	Без РН	С РН		
		всего	ЛК	регресс
Осень (n=62)	38 (61,3%)	24 (38,7%)	6 (9,7%)	18 (29%)
Зима (n=54)	30 (55,6%)	24 (44,4%)	8 (14,8%)	16 (29,6%)
Весна (n=60)	38 (63,3%)	22 (36,7%)	13 (21,7%)	9 (15%)
Лето (n=53)	31 (58,4%)	22 (41,6%)	15 (28,3%)	7 (13,2%)
Различия групп Осень-Зима и Лето-Весна	p=0,71		p=0,01	p=0,01

Примечание: РН — ретинопатия недоношенных; ЛК — лазерная коагуляция.

Таблица 3

## Сравнительная таблица уровня инсоляции в Тамбовской области\* и доли самопроизвольного регресса по месяцам рождения детей

Месяц рождения	Инсоляция, кВт*ч/м <sup>2</sup>	Регресс, %
Январь	1,84	71,4
Февраль	2,86	50
Март	3,99	42,9
Апрель	4,74	14,3
Май	5,88	50
Июнь	6,11	20
Июль	5,99	44,4
Август	5,29	25
Сентябрь	3,82	50
Октябрь	2,73	91,7
Ноябрь	1,93	62,5
Декабрь	1,58	69,2

Примечание: \* — по данным Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (NASA) США, URL: <https://www.betaenergy.ru/insolation/tambov/>

ния инсоляции и доли самопроизвольного регресса по месяцам рождения детей (табл. 3).

Данные табл. 3 не имеют строгой временной последовательности, однако представленная на рисунке линия тренда показывает на ярко выраженную обратную зависимость доли самопроизвольного регресса РН от уровня инсоляции (см. рисунок).

Количественная оценка взаимосвязи осуществлялась методом корреляционного анализа (табл. 4).

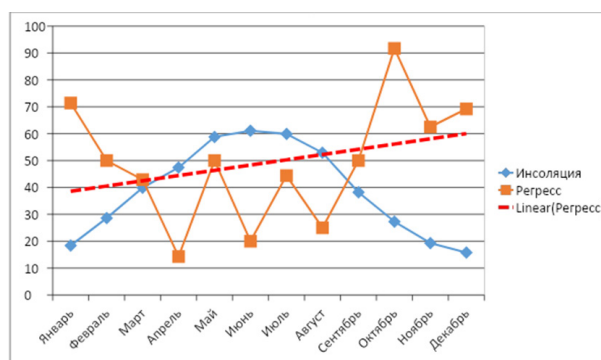
**Обсуждение.** Анализ гестационного возраста и веса при рождении показал, что по данным характеристикам новорожденные статистически значимо не различались.

В группе детей с преретинопатией распределение детей по сезонам было равномерным; существенных различий по сезонам рождения не выявлено.

В группе детей с РН: рожденных осенью 38,7%, из них 9,7% с самопроизвольным регрессом, проведена ЛК 29%; у рожденных зимой соответственно 44,4% (29,6% регресс, 14,8% ЛК).

У детей, рожденных весной и летом, процент самопроизвольного регресса был значительно ниже и составил 15% весной и 13,2% летом; доля проведенной ЛК, наоборот, статистически значимо выше и составила 21,7 и 28,3% в соответствующих группах.

Соотношение количества произведенных ЛК с сезонами рождения детей имеет противоположный характер. В осенне-зимний период, когда уровень



Сопоставление уровня инсоляции и тренда изменчивости доли самопроизвольного регресса по месяцам года

Таблица 4

## Корреляционные взаимосвязи инсоляции, параметров рождения и выраженности и исхода ретинопатии недоношенных

Параметр	Стадия РН	Исход (ЛК=0)
Гестационный возраст, нед.	-0,63*	0,25*
Вес при рождении, г	-0,61*	0,27*
Инсоляция, кВт*ч/м <sup>2</sup>	-0,03	-0,32*

Примечание: РН — ретинопатия недоношенных; ЛК — лазерная коагуляция; \* — статистически значимые коэффициенты корреляции.

инсоляции наименьший, доля самопроизвольного регресса РН составляла от 50 до 91%, а в весенне-летний период на фоне повышенной инсоляции регресс значительно ниже: от 14 до 44%. Выявлены сильные взаимосвязи морфофункциональных характеристик, стадии и исхода РН.

Установлено, что стадия РН практически одинаково взаимосвязана с гестационным возрастом ( $r=0,625$ ) и весом новорожденных ( $r=0,606$ ), при этом наибольшая выраженность патологии соответствует более раннему сроку рождения и меньшему весу.

Получены достоверные корреляции и с параметром исхода: чем больше гестационный срок и вес при рождении, тем меньше вероятность необходимости проведения ЛК. Уровень инсоляции не имеет статистически значимой взаимосвязи со стадией РН, что подтверждает описанные выше результаты об отсутствии исходных различий у детей, рожденных в разные сезоны года.

В то же время выявлена сильная обратная взаимосвязь ( $r=-0,317$ ) уровня инсоляции и исхода РН, которая указывает на снижение вероятности самопроизвольного регресса РН при воздействии на ребенка высокого уровня инсоляции после рождения.

Полученные результаты сравнены с результатами исследования А. Н. Епихина с соавторами 2019 г., где также рассматривалось воздействие солнечного света на незрелую сетчатку недоношенных детей, рожденных в различные периоды солнечной активности. Наибольшее количество выявленных ретинопатий отмечалось в период с мая по август и составило 19 человек; лазерная коагуляция была проведена 9 детям. В зимний же период РН обнаружена у 6 детей, оперативное лечение проведено 1 ребенку [19].

Это согласуется с полученными нами результатами: количество детей с РН, рожденных в летний период, составило 22 человека, проведенных ЛК 15; в зимний период ретинопатия недоношенных выявлена у 24 человек, ЛК проведена 8 детям.

На основании изложенного можно заключить, что у рожденных летом детей процент самопроизвольного регресса РН существенно ниже, а необходимость проведения лазерной коагуляции выше, чем у детей, рожденных в зимний период.

#### Выводы:

1. Выявлена сильная прямая зависимость исхода РН от срока гестации и сезонной солнечной активности.

2. У рожденных весной и летом детей процент самопроизвольного регресса РН существенно ниже, чем у детей, рожденных в период Зима-Осень. Соотношение количества произведенных ЛК с сезонами рождения детей имеет противоположный характер.

3. Получены достоверные корреляции и с параметром исхода: чем больше гестационный срок и вес при рождении, тем меньше вероятность необходимости проведения ЛК.

**Конфликт интересов** не заявляется.

#### References (Литература)

1. Neroev VV. Ophthalmology: Clinical recommendations. Moscow: GEOTAR-Media, 2019; 496 p. Russian (Нероев В.В. Офтальмология: клинические рекомендации. М: ГЭ-ОТАР-Медиа, 2019; 496 с.).
2. Terry TL. Extreme prematurity and fibroblastic overgrowth of persistent vascular sheath behind each crystalline lens: I Preliminary report. *Am J Ophthalmol* 1942; 25: 203–4.
3. Messner KH, Maisels M, Leure-DuPree AE. Phototoxicity to the newborn primate retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1978; 17: 178–82.
4. Kuwabara T, Funahashi M. Light damage in the developing rat retina. *Arch Ophthalmol* 1976; 94: 1369–74.
5. Mann NP, Haddow R, Stokes L, et al. Eject of night and day on preterm infants in a newborn nursery: randomised trial. *British Medical Journal (Clinical Research Ed.)* 1986; 293 (6557): 1265–7.
6. Glass P, Avery GB, Siva Subramanian KN, et al. Effect of bright light in the hospital nursery on the incidence of retinopathy of prematurity. *N Engl J Med* 1985; 313: 401–4.
7. Ackerman B, Sherwonit E, Williams J. Reduced incidental light exposure: Effect on the development of retinopathy of prematurity in low birth weight infants. *Pediatrics* 1989; 83: 958–62.
8. Phelps D, Watts J. Early light reduction for preventing retinopathy of prematurity in very low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2001; (1): CD000122.
9. Seiberth V, Linderkamp O, Knorz MC, Liesenhoff H. The effect of bright light on the incidence of acute retinopathy of prematurity: A controlled clinical trial. *Am J Ophthalmol* 1994; 118: 492–5.
10. Kennedy KA, Ipson MA, Birch DG, et al. Light reduction and the electroretinogram of preterm infants. *Arch Dis Child* 1997; 76: F168–73.
11. Reynolds JD, Hardy RJ, Kennedy KA, et al. Lack of efficacy of light reduction in preventing retinopathy of prematurity. Light Reduction in Retinopathy of Prematurity (LIGHT-ROP) Cooperative Group. *N Engl J Med* 1998; 33: 1572–6.
12. Braz RR, Moreira ME, de Carvalho M, et al. Effect of light reduction on the incidence of retinopathy of prematurity. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2006; 91: F443–4.
13. Johannes C, Dow K. Does reducing light exposure decrease the incidence of retinopathy of prematurity in premature infants? *Paediatr Child Health* 2013; 18 (6): 298–300.
14. Al-Amro SA, Al-Kharfi TM, Thabit AA, Al-Mofada SM. Risk factors for acute retinopathy of prematurity. *Compr Ther* 2007; 33 (2): 73–7.
15. Jorge EC, Jorge EN, El Dib RP. Early light reduction for preventing retinopathy of prematurity in very low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; (8): CD000122.
16. Rivkees SA, Mayes L, Jacobs H, Gross I. Rest-activity patterns of premature infants are regulated by cycled lighting. *Pediatrics* 2004; 113 (4): 833–9.
17. Morag I, Ohlsson A. Cycled light in the intensive care unit for preterm and low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2013; (8): CD006982.
18. Yang MB, Rao S, Copenhagen DR, Lang RA. Length of day during early gestation as a predictor of risk for severe retinopathy of prematurity. *Ophthalmology* 2013; 120 (12): 2706–13.
19. Epikhin AN, Epikhina YuN, Ushnikova OA, Ushnikov AN. On the impact of seasonal solar activity on the progression of retinopathy of prematurity: preliminary research results. *Russian Journal of Ophthalmology* 2019; 12 (4): 19–27. Russian (Епихин А.Н., Епихина Ю.Н., Ушникова О.А., Ушников А.Н. Изучение зависимости прогрессирования ретинопатии недоношенных от сезонной солнечной активности: предварительные результаты. *Российский офтальмологический журнал* 2019; 12 (4): 19–27).