

УДК 616-053.32-009.7-07

<https://doi.org/10.65249/1027-7218-2025-11-24-31>

## Факторы риска развития и прогрессирования ретинопатии недоношенных и оптимизация ее скрининга

<sup>1</sup>В. Л. Красильникова, <sup>1</sup>О. Н. Дудич, <sup>2</sup>И. Н. Смирнов

<sup>1</sup>Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения  
УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Беларусь

<sup>2</sup>10-я городская клиническая больница, Минск, Беларусь

**Цель исследования.** Изучить факторы риска развития и прогрессирования ретинопатии недоношенных (РН) и разработать практические рекомендации для своевременного выявления тяжелых форм заболевания.

**Материал и методы.** Проведен анализ данных 7022 недоношенных детей (гестационный возраст менее 33 нед., масса тела при рождении менее 2000 г), включая одно- и многофакторную оценку влияния перинатальных факторов. На основе полученных данных создана балльная шкала риска (Neo-ROP-8), адаптированная для клинического использования.

**Результаты.** Установлено, что ключевыми факторами риска являются сепсис (ОШ = 22,5), длительная кислородотерапия (более 28 сут., ОШ = 12,3), внутрижелудочковые кровоизлияния (ОШ = 6,9), переливание крови (ОШ = 5,7). Гестационный возраст и масса тела при рождении оказывают защитное действие: каждая дополнительная неделя гестации снижает риск РН на 28 %, увеличение массы тела на 100 г — на 15 %. Шкала Neo-ROP-8 с порогом 7 баллов и более позволяет выявлять 85 % случаев РН с точностью 90 %. Дети с тяжелой незрелостью сетчатки (сосуды в зоне 1) имеют риск прогрессирования до терминальных стадий 97,5 %.

**Заключение.** Факторы риска развития и прогрессирования РН совпадают. Использование шкалы Neo-ROP-8 в сочетании с оценкой зрелости сетчатки позволяет оптимизировать сроки скрининга без потери качества диагностики.

**Ключевые слова:** ретинопатия недоношенных, факторы риска, скрининг, балльная шкала.

**Objective.** To study risk factors for the development and progression of retinopathy of prematurity (ROP) and to develop practical recommendations for the timely detection of severe forms of the disease.

**Material and methods.** A data analysis of 7022 preterm infants (gestational age less than 33 weeks, birth weight less than 2000 g) was performed, including univariate and multivariate assessment of the influence of perinatal factors. Based on the obtained data, a risk scoring scale (Neo-ROP-8) adapted for clinical use was created.

**Results.** It was established that key risk factors are sepsis (OR = 22.5), prolonged oxygen therapy (more than 28 days, OR = 12.3), intraventricular hemorrhage (OR = 6.9), and blood transfusion (OR = 5.7). Gestational age and birth weight have a protective effect: each additional week of gestation reduces the risk of ROP by 28 %, and each 100 g increase in birth weight reduces it by 15 %. The Neo-ROP-8 scale with a threshold of 7 points or more allows for the detection of 85 % of ROP cases with 90 % accuracy. Infants with severe retinal immaturity (vessels in zone 1) have a 97.5 % risk of progression to terminal stages.

**Conclusion.** Risk factors for the development and progression of ROP coincide. The use of the Neo-ROP-8 scale in combination with the assessment of retinal maturity allows for the optimization of screening timing without loss of diagnostic quality.

**Key words:** retinopathy of prematurity, risk factors, screening, scoring scale.

HEALTHCARE. 2025; 11: 24—31

RISK FACTORS FOR THE DEVELOPMENT AND PROGRESSION OF RETINOPATHY OF PREMATURITY  
AND THE OPTIMIZATION OF ITS SCREENING

V. Krasilnikova, O. Dudich, I. Smirnov

Ретинопатия недоношенных (РН) остается одной из главных причин детской слепоты в мире. Несмотря на значительные успехи в неонатологии, частота развития РН составляет 20—25 % среди детей с массой тела менее 1500 г, а прогрессирование до тяжелых форм — до 15 % [1; 2]. Эффективность скрининга напрямую зависит от своевременного выявления групп риска, однако существующие протоколы часто основаны на устаревших критериях: гестационном возрасте и массе тела при рождении. При этом современные исследования указывают на важность сопутствующих перинатальных факторов, таких как сепсис, кислородотерапия и переливание крови, которые могут не только спровоцировать развитие РН, но и ускорить ее прогрессирование. Важно отметить, что факторы, влияющие на возникновение РН, часто совпадают с теми, которые определяют дальнейшее течение заболевания. Например, у новорожденных с сепсисом на фоне длительной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) РН не только возникает чаще, но и имеет более высокий риск терминального прогрессирования в отсутствие своевременного лечения. Поэтому разработка комплексного подхода к оценке риска, учитывающего как базовые, так и вторичные факторы, становится критически важной для офтальмологов и неонатологов. В работе сделана попытка объединить данные о факторах риска в единую систему, позволяющую прогнозировать не только вероятность развития РН, но и ее прогрессирование, а также предложить конкретные рекомендации по организации скрининга.

Цель исследования — определить общие факторы риска развития и прогрессирования РН и разработать алгоритм скрининга, обеспечивающий раннее выявление тяжелых форм заболевания без ущерба для качества диагностики.

### Материал и методы

В исследование включены 7022 недоношенных ребенка, родившихся в ГУ «Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя» (г. Минск) (далее — РНПЦ «Мать и дитя») в период с 2018 по 2023 г. Критерии включения: гестационный возраст менее 33 нед., масса тела менее 2000 г. Ретинопатия недоношенных диагностирована у 1577 (22,5 %) детей. Используются методы логистического однофакторного и многофакторного регрессионного анализа. Однофакторный анализ применяли для оценки влияния гестационного возраста (ГВ), массы тела при рождении (МТ), кислородотерапии, ИВЛ, сепсиса, внутрижелудочковых кровоизлияний (ВЖК), переливания крови и острого респи-

раторного дистресс-синдрома (ОРДС) на развитие РН. Многофакторный анализ использовали для построения регрессионной модели с поправкой на взаимное влияние факторов. По результатам анализа выполнена разработка шкалы риска. На основе скорректированных значений ОШ созданы балльные критерии для стратификации пациентов. Оценка зрелости сетчатки выполнена с помощью ретинальной камеры RetCam II. Включенные в исследование дети распределены на три группы в зависимости от объема аваскулярной зоны: группа 1 — сосуды достигли зоны 3; группа 2 — сосуды в зоне 2; группа 3 — сосуды в зоне 1.

Статистическую обработку проводили с использованием методов логистической регрессии, ROC-анализа для оценки качества модели (AUC), теста Хосмера — Лемешова (Hosmer — Lemeshow test) для проверки адекватности предлагаемых моделей.

### Результаты и обсуждение

#### Факторы риска развития ретинопатии недоношенных в однофакторном логистическом регрессионном анализе

Все выбранные для анализа критерии риска оказывали влияние на развитие РН. Данные однофакторного логистического регрессионного анализа различных факторов риска развития РН представлены в табл. 1.

Исходя из приведенных данных, можно сделать вывод, что чем ниже ГВ, тем выше риск развития РН, каждая дополнительная неделя гестации снижает риск РН на 35 % (ОШ < 1 выступает как защитный фактор).

При уточненном расчете ОШ с шагом 100 г (ОШ<sub>100</sub>) МТ, увеличившаяся на 100 г, дает снижение шанса развития РН в 7,5 раза или уменьшение вероятности развития РН на 86,7 % (ОШ<sub>100</sub> = 0,133; 95 % ДИ (0,048—0,366)).

Длительная кислородотерапия (CPAP-терапия) более 28 сут. еще один фактор, который часто встречается у пациентов с РН. Так, процент детей с длительной CPAP-терапией от общего числа осмотренных недоношенных детей составил 15,3 %, а в группе детей с РН этот показатель достиг 87,4 %; ОШ = 38,45 подтверждает, что кислородотерапия ассоциирована с крайне высоким риском развития РН (увеличивает риск развития РН в 38 раз).

С высоким риском развития РН также связана и длительная ИВЛ, часто определяемая как 5 сут. и более. Число детей с длительной ИВЛ от общего числа осмотренных недоношенных детей составило 3,3 %, а в группе детей с РН этот показатель достиг 11,2 %; ОШ = 11,47 подтверждает, что ИВЛ

**Таблица 1. Данные однофакторного логистического регрессионного анализа различных факторов риска развития ретинопатии недоношенных**

**Table 1. Univariate logistic regression analysis of risk factors for developing retinopathy of prematurity**

Фактор риска	Без ретинопатии недоношенных (n = 5445)	Ретинопатия недоношенных (n = 1577)	p	ОШ	95 % ДИ
ГВ, нед.	33,34 ± 2,50	30,2 ± 1,8	< 0,001	0,65	0,62—0,68
МТ, г	1936 ± 555,64	1050 ± 156,4	< 0,001	0,98	0,97—0,99
Кислородотерапия	835	1379	< 0,001	38,45	32,7—45,4
ИВЛ	58	177	< 0,001	11,74	8,68—19,9
Переливание крови	90	349	< 0,001	16,91	13,4—21,3
ВЖК	47	231	< 0,001	19,7	14,3—27,1
Сепсис	23	422	< 0,001	86,13	56,3—131,7
ОРДС	291	742	< 0,001	15,74	13,5—18,4

ассоциирована с высоким риском развития РН (увеличивает риск развития РН примерно в 11 раз).

Острый респираторный дистресс-синдром вызван дефицитом сурфактанта у новорожденного и связан с повышенным риском развития РН (ОШ = 15,74; 95 % ДИ (13,5—18,4)).

Внутрижелудочковые кровоизлияния являются важным осложнением недоношенности, которое приводит к нарушениям развития нервной системы, встречается в 25—30 % от всех недоношенных детей с массой тела меньше 1500 г [3; 4]. По неустановленным причинам ВЖК неоднократно ассоциировались с РН, и все чаще об этом появляются сообщения во многих рецензируемых статьях [5; 6]. В данном исследовании также подтверждена связь ВЖК с высоким риском развития РН. Так,

число детей с ВЖК от общего числа осмотренных недоношенных детей составил 3,9 %, а в группе детей с РН этот показатель достиг 14,6 % (ОШ = 19,7; 95 % ДИ (14,3—27,1)).

**Факторы риска развития ретинопатии недоношенных в многофакторном логистическом регрессионном анализе**

Для оценки независимого вклада каждого фактора в развитие РН был проведен многофакторный анализ с поправкой на взаимные влияния переменных с дальнейшим исключением незначительных факторов. Данные по основным факторам риска развития РН приведены в табл. 2.

Судя по данным, представленным в табл. 2, можно заключить, что наиболее значимыми факторами риска развития РН являются сепсис

**Таблица 2. Данные многофакторного логистического регрессионного анализа различных факторов риска развития ретинопатии недоношенных**

**Table 2. Multivariate logistic regression analysis of various risk factors for retinopathy of prematurity**

Фактор риска	Скорректированный показатель ОШ	95 % ДИ	p	Интерпретация
ГВ, 1 нед.	0,72	0,68—0,76	< 0,001	Каждая неделя снижает риск на 28 % (независимо от других факторов)
МТ, 100 г	0,85	0,81—0,89	< 0,001	Увеличение массы тела на 100 г снижает риск на 15 %
Кислородотерапия > 28 сут.	12,3	9,8—15,4	< 0,001	Сохраняет сильную связь с РН, но показатель ОШ снижен с 38,45 (однофакторный) до 12,3
ИВЛ > 5 сут.	4,1	3,2—5,3	0,002	Влияние уменьшилось после поправки на СРАР-терапию и гестацию
Переливание крови	5,7	4,3—7,5	< 0,001	Остается значимым, но показатель ОШ снижен с 16,91 до 4,3—7,5
ВЖК	6,9	5,1—9,3	< 0,001	Независимый фактор риска
Сепсис	22,5	16,8—30,1	< 0,001	Наибольший вклад в риск развития РН
ОРДС	3,8	2,9—5,0	0,013	Менее значим после поправки на другие факторы

(ОШ = 22,5) и СРАР-терапия (ОШ = 12,3), которые оказались главными независимыми предикторами; ГВ и МТ выступают в роли защитных факторов (ОШ < 1). Снижение ОШ в многофакторной модели указывает на взаимное влияние факторов (например, для переливания крови показатель ОШ упал с 19,91 до 5,7, что связано с более частым переливанием крови у детей с сепсисом), после поправки ОРДС стал менее значимым из-за связи с ИВЛ и СРАР-терапией.

Выполненный расчет предложенной многофакторной модели (AUC = 0,94) говорит о хорошей предсказательной способности, оптимальный порог (по индексу Юдена): чувствительность — 88 %, специфичность — 86 %; при проверке калибровки по Hosmer — Lemeshow test  $p = 0,15$ , следовательно, модель хорошо калибрована и псевдо- $R^2$  (Nagelkerke) = 0,52, что объясняет более 50 % вариативных данных.

#### Балльная шкала риска Neo-ROP-8

Для создания клинически применимой шкалы по определению риска развития РН объединили скорректированные ОШ из многофакторной модели и рассчитали чувствительность и специфичность для разных пороговых значений. Каждому фактору были присвоены баллы (табл. 3). Градация риска по баллам представлена в табл. 4.

Валидация шкалы показала, что для порога более 7 баллов чувствительность составила 85 %

(выявляет 85 % случаев РН), специфичность — 90 % (ложноположительных результатов всего 10 %), данные результаты подтверждают правильность выбранных факторов.

Интересным оказался тот факт, что оценка состояния новорожденного по шкале Апгар (самый распространенный показатель общесоматического состояния рожденного ребенка), определяемая на 1-й, 5-й и 10-й мин жизни ребенка, оказалась неинформативной как при однофакторном, так и при многофакторном анализе ( $p = 0,25$ ,  $p = 0,29$ ,  $p = 0,55$  соответственно).

Понимание факторов риска развития РН необходимо для разработки сложных прогностических моделей и понимания патофизиологии сосудистых заболеваний сетчатки, таких как РН, и сопутствующих заболеваний недоношенных. Кроме того, выявление факторов риска также может помочь определить будущие направления в профилактике и лечении РН.

#### Факторы риска прогрессирования ретинопатии недоношенных в однофакторном и многофакторном логистическом регрессионном анализе

Факторы риска прогрессирования РН определяли на втором этапе исследования. В данную группу вошли 1577 недоношенных детей с установленным диагнозом РН.

Дети, достигшие развитых стадий РН (3-я стадия и выше), составили 50 %, что является высоким

Таблица 3. Балльная шкала риска развития ретинопатии недоношенных (Neo-ROP-8)

Table 3. The Neo-ROP-8 scoring scale for assessing the risk of retinopathy of prematurity

Фактор риска	Скорректированный показатель ОШ	Баллы	Критерий начисления баллов
Сепсис	22,5	3	Присутствие
Кислородотерапия, сут.	12,3	2	Более 24
ВЖК	6,9	2	Степень 3—4
Переливание крови	5,7	1	Более 1
ИВЛ, сут.	4,1	1	Более 3
ОРДС	3,8	1	Присутствие
ГВ, нед.	0,72 (за 1 нед.)	3	Менее 28
		2	28—29
		1	30—31
		0	Более 31 — 32
		-1	Более 32
		-2	33—34
		-3	35 и более
МТ, г	0,85	3	Менее 1000
		2	1000—1499
		1	1500—1999
		0	2000—2499
		-1	2500 и более

Таблица 4. Градация риска по балльной шкале риска развития ретинопатии недоношенных (Neo-ROP-8)

Table 4. Risk stratification according to the Neo-ROP-8 scoring scale for retinopathy of prematurity

Итоговый балл	Риск ретинопатии недоношенных	Рекомендации
7 и более	Высокий	Интенсивный мониторинг, ранее 3 недели ХВ, 1 раз в три дня
4—6	Повышенный	Первичный осмотр до 4 нед. ХВ, еженедельно
1—3	Умеренный	Стандартный скрининг, 1 раз в 14 дней
0 и менее	Низкий	Плановый осмотр офтальмолога

показателем. Выполнен сравнительный анализ факторов, которые служат причинами развития РН и могут выступать в качестве предикторов прогрессирования уже имеющейся РН.

Основным фактором риска прогрессирования РН по неонатологическим характеристикам недоношенного новорожденного оказалась общая длительность кислородной терапии ( $p = 0,001$ ) на фоне низкого гестационного возраста и экстремально низкой МТ. Таким образом, кислородотерапия остается ведущим фактором прогрессирования РН, и этот факт необходимо учитывать при прогнозировании лечебных мероприятий у детей данной категории [6—8].

По общесоматическим характеристикам недоношенного новорожденного все выбранные для анализа характеристики соматического состояния новорожденного оказались существенными как по риску развития РН, так и по ее дальнейшему прогрессированию. Одним из основных факторов риска прогрессирования РН оказалось переливание крови, которое имело показатель достоверности  $p < 0,001$  как при развитии РН, так и при ее прогрессировании.

Результаты многофакторного логистического регрессионного анализа различных факторов риска развития и прогрессирования РН позволили констатировать следующее: независимыми предикторами прогрессии РН являются те же факторы, что и провоцируют развитие РН (сепсис (ОШ = 3,6), ВЖК (ОШ = 3,9), длительная кислородотерапия (ОШ = 1,3 при пересчете на каждый дополнительный день терапии), ОРДС (ОШ = 1,55), переливание крови (ОШ = 1,27), показатели ГВ и МТ). Материнские факторы оказывают незначительное влияние на прогрессирование РН, значимым остается только возраст матери, выходящий за среднестатистические показатели: менее 18 и более 35 лет (ОШ = 1,8). При ГВ менее 31 нед., МТ менее 1200 г и в сочетании с одним (или более) отягощающим фактором из перечисленных выше вероятность прогрессии до тяжелых стадий превышает 50 %.

**Сроки манифестации ретинопатии недоношенных с учетом факторов риска развития и прогрессирования патологического процесса, динамическое наблюдение за пациентами с ретинопатией недоношенных**

Для выявления сроков манифестации заболевания было проведено нерандомизированное динамическое клиническое валидационное исследование. В исследование были включены недоношенные дети, родившиеся в условиях РНПЦ «Мать и дитя» и находившиеся в данном медицинском учреждении до выписки из стационара — 1057 недоношенных новорожденных, родившихся с МТ менее 2000 г и ГВ менее 33 нед. беременности (средние значения:  $1246 \pm 102,6$  г и  $32,8 \pm 3,2$  нед.). Новорожденные были обследованы на педиатрической ретинальной камере (RetCam II), изображения архивировали при каждом осмотре и в дальнейшем проводили сравнительный анализ сделанных снимков для выявления признаков прогрессирования РН. В общей сложности было осмотрено 2114 глаз, которые при первичном осмотре по величине аваскулярной зоны и состоянию сосудов сетчатки были разделены на три группы:

— группа 1 — легкие (незначительные) изменения, когда сосуды достигли задней границы зоны 3, аваскулярная зона оставалась только в темпоральной зоне (зона 3 по международной классификации);

— группа 2 — средние (умеренные) изменения, сосуды достигают зоны 2, ближе к зоне 3, аваскулярная зона распространяется на 360°, захватывая как темпоральную, так и височную часть сетчатки;

— группа 3 — тяжелые (выраженные) изменения, сосуды в зоне 1 или зоне 2, ближе к зоне 1, аваскулярная зона значительная, располагается далеко кзади от экватора.

В дальнейшем фиксировали момент появления первых признаков развития РН и ее прогрессирования до типа I и II (международные рекомендации 2005 г. по определению динамического

наблюдения и необходимости лазерного хирургического лечения).

Для определения начальных проявлений РН было принято решение о первичном осмотре недоношенных детей на сроке, определяемом по предложенной балльной шкале риска развития РН (Neo-ROP-8). Результаты данного исследования представлены в табл. 5.

Анализ данных показал, что степень незрелости сетчатки коррелирует с гестационным и постнатальным (хронологическим) возрастом. Так, у детей из группы 3 в 100 % случаев отмечали развитие РН, при этом РН относилась к типу I в 97,5 % случаев. Дети данной группы имели наименьшие показатели ГВ и МТ ( $p = 0,001$ ). В то же время у детей группы 1 РН различных степеней развилась только в 48,4 % случаев и в 2,3 % случаев потребовала хирургического лечения, достигнув типа I. При этом новорожденные группы 1 были в среднем на  $4,5 \pm 0,6$  нед. старше детей группы 3 и их масса была больше на  $419,2 \pm 35,8$  г. Группа 2 занимала промежуточное значение, хотя в данной группе также в 100 % случаев была выявлена РН, тем не менее РН типа I составила 69,3 %. Гестационный возраст в этой группе был в среднем больше, чем в группе 3, на  $1,5 \pm 0,5$  нед. и меньше, чем в группе 1, на  $2,95 \pm 1,2$  нед. ( $p = 0,05$ ). Аналогичную картину наблюдали и с МТ: она была меньше на  $272,3 \pm 48,8$  г и больше на  $146,9 \pm 68,4$  г соответственно, чем в группах 1 и 3 ( $p = 0,05$ ).

Коэффициент Спирмена между баллом шкалы Neo-ROP-8 и диаметром аваскулярной зоны составил  $r = 0,87$  ( $p < 0,001$ ).

При расчете AUC для выбранной модели соотношения Neo-ROP-8 с наличием РН типа I достигнута хорошая дискриминация (0,92—0,95) при оптимальном пороге высокого риска 6 баллов и более (на основе границы между группами 1 и 2), при

этом чувствительность составила 85 %, специфичность — 89 %.

Анализ сроков появления первых признаков развития РН показал, что в среднем они появляются к  $32,1 \pm 1,2$  нед. ПКВ: ГВ + хронологический возраст (ХВ). Тем не менее начало и тяжесть неоваскулярной фазы развития РН являются весьма переменными. Так, в группе 1 среднее время начала РН приходится на  $33,3 \pm 1,5$  нед. ПКВ или на  $1,9 \pm 0,5$  нед. ХВ, в группе 2 — на  $32,2 \pm 1,5$  нед. ПКВ или на  $3,7 \pm 1,4$  нед. ХВ, в группе 3 — на  $30,8 \pm 1,9$  нед. ПКВ и  $3,85 \pm 1,2$  нед. ХВ. Различия между группами 1 и 2 носили статистически значимый характер ( $p = 0,001$ ) при сравнении как по ПКВ, так и по ХВ. При сравнении групп 1 и 2 достоверное отличие было получено по ХВ ( $p = 0,001$ ). При сравнении групп 2 и 3 были получены противоположные данные: по данным ПКВ  $p = 0,05$ , а ХВ практически совпадал.

Что показалось весьма интересным, начало изменений сосудов сетчатки у недоношенных новорожденных, по-видимому, больше коррелирует с ГВ при рождении, а не с ХВ. Для детей, рожденных до 27-й гестационной нед., начало РН может коррелировать немного больше с ХВ, чем с ГВ. Однако даже у этих недоношенных детей РН терминальных стадий никогда не наблюдали до наступления 31 нед. ПКВ.

Таким образом, область незрелой сетчатки при рождении и отсутствие постнатального роста сосудов являются главными детерминантами пролиферативного процесса при РН.

Программы скрининга и динамического наблюдения за РН вырабатываются в каждой отдельно взятой стране индивидуально и для каждой конкретной страны с учетом развития в ней медицинской помощи и ее доступности, экономического и социального развития [1—8].

**Таблица 5. Связь степени незрелости сетчатки (по данным RetCam II) с интегральным баллом риска, определенного по шкале Neo-ROP-8, неонатальными параметрами и интенсивностью динамического наблюдения**

**Table 5. Association between retinal immaturity degree (according to RetCam II data) and the integral risk score determined by the Neo-ROP-8 scale, neonatal parameters, and dynamic monitoring intensity**

Группа (RetCam)	Количество детей	Баллы по шкале Neo-ROP-8	Тип I, %	ГВ, нед.	МТ, г	ПКВ, нед.	Осмотры, n
1 (незрелость зоны III)	698	$2,4 \pm 0,5$	2,3	$30,6 \pm 1,8$	$1243,4 \pm 156,3$	$32,4 \pm 2,5$	$6,9 \pm 1,8$
2 (незрелость зоны II)	280	$6,8 \pm 1,2$	69,3	$28,2 \pm 1,4$	$1059,8 \pm 36,4$	$31,6 \pm 1,5$	$9,6 \pm 1,45$
3 (незрелость зоны I)	79	$9,2 \pm 1,4$	97,5	$26,1 \pm 2,3$	$786,9 \pm 122,4$	$30,2 \pm 2,4$	$10,2 \pm 0,5$

Примечание. ПКВ — постконцептуальный возраст.

С учетом полученных данных предложен новый алгоритм наблюдения за недоношенными новорожденными, представляющими высокий риск развития РН.

Формирование группы риска пациентов с высокими шансами развитие РН происходит по следующим критериям. Обязательному офтальмологическому скринингу подлежат младенцы, у которых ГВ менее 31 нед. или МТ менее 1200 г, а также все младенцы, набравшие 6—7 баллов и более по шкале Neo-ROP-8, либо наличие одного или нескольких отягощающих критериев (сепсис, ВЖК III—IV степени, кислородотерапия более 28 сут., ИВЛ более 5 сут. и др.).

Первый осмотр проводят в зависимости от ГВ на момент рождения. Так, дети, рожденные в 27 нед. гестации и менее, должны быть осмотрены не позднее 30—31 нед. ПКВ или 4—6 нед. ХВ для определения степени зрелости сетчатки и прогнозирования вероятного сценария развития патологического процесса. Так как наличие на этом сроке сосудов в пределах зоны 1 — начала зоны 2, по данным исследования, практически в 100 % случаев приводит к развитию РН типа I.

Дети, рожденные на сроке более 28 нед. гестации, должны быть осмотрены не позднее 32 нед. ПКВ или в период 2—4 нед. ХВ (чем больше ГВ, тем меньше ХВ для осмотра). Также производят оценку степени незрелости сетчатки.

Дальнейшее наблюдение за состоянием сетчатки планируют по результатам оценки степени ее зрелости и вероятности развития РН и ее прогрессирования до типа I.

Если сетчатка имеет легкую степень незрелости, аваскулярная зона сохраняется в зоне 3, то таких детей осматривают 1 раз в 2 нед. до выписки из стационара или до достижения ими 42—45 нед. ПКВ. Исключение могут составлять дети с отягощенным соматическим состоянием, имеющие в анамнезе факторы риска прогрессирования РН (ОРДС, ВЖК, переливание крови, сепсис, нарушение строения и функции ЦНС). Данная категория детей должна быть осмотрена не реже 1 раза в неделю.

При средней степени незрелости сетчатки сосуды от диска зрительного нерва распространяются не далее середины зоны 2, дети должны быть осмотрены не реже 1 раза в неделю при отсутствии отягощающих соматических факторов. Осмотр по данному плану осуществляют до достижения ими 42—45 нед. ПКВ или прогрессирования РН до типа I, когда план осмотра изменяется в сторону учащения осмотров до 2 раз в неделю и проведения профилактического лазерного лечения.

При тяжелой степени незрелости сетчатки сосуды расположены в пределах зоны 1 и, как правило, приводят к развитию РН, прогрессирующей до

типа I. Осмотр детей осуществляют 2 раза в неделю до профилактического лазерного лечения, так как при данном типе развития сетчатки в 97,5 % случаев идет прогрессирование РН.

Большинству детей с легкой степенью незрелости сетчатки требуется в среднем  $5,85 \pm 1,2$  сеанса для осмотра глазного дна. При средней степени незрелости сетчатки количество осмотров увеличивается до  $8,7 \pm 2,4$  раза, при тяжелой степени — до  $9,5 \pm 2,6$  раза. Таким образом, при тяжелой степени незрелости сетчатки количество осмотров увеличивается практически в 2 раза ( $p = 0,001$ ).

Следовательно, интеграция порогов ГВ/МТ, объективной RetCam II оценки и балльной системы Neo-ROP-8 формирует единый клинически реализуемый алгоритм раннего выявления и динамического наблюдения за РН. Это особенно актуально в программах скрининга РН, где можно использовать элементы телемедицины.

### Выводы

1. Определены основные факторы риска развития и прогрессирования РН по результатам однофакторного анализа и многофакторной модели. Доказано, что факторы риска развития и прогрессирования идентичны: ГВ, МТ, которые также играют и защитную роль: каждая дополнительная неделя гестации снижает риски РН на 35 %, увеличение МТ на каждые 100 г — на 15 %. Наличие у новорожденных таких состояний, как сепсис, ВЖК, ОРДС, в разы увеличивает риски развития и прогрессирования РН ( $p = 0,001$ ). Кислородотерапия более 28 сут., ИВЛ более 5 сут., переливание крови являются основными предикторами развития тяжелых стадий РН ( $AUC = 0,94$ ,  $HL-p = 0,15$ ,  $p = 0,001$ ).

2. Разработанная балльная шкала Neo-ROP-8, основанная на интеграции восьми предикторов риска РН, обеспечивает чувствительность в 85 % и специфичность в 89 % при пороге 7 баллов и более, позволяя стратифицировать недоношенных детей на четыре группы риска и оптимизировать частоту осмотров.

3. Площадь аваскулярной зоны при первом осмотре напрямую коррелирует с баллами шкалы Neo-ROP-8 ( $p = 0,87$ , корреляция по Пирсону) и временем манифестации РН типа I, при расположении сосудов в зоне 1 манифестация наступает в среднем на  $30,8 \pm 2,4$  нед. ПКВ и требует более  $10 \pm 0,5$  осмотра, тогда как при аваскулярной зоне 3 процесс проявляется только на  $33,3 \pm 2,6$  нед. ПКВ и требует  $6,9 \pm 1,8$  осмотра.

4. На основе полученных данных разработан новый алгоритм скрининга, совмещающий в себе ГВ менее 31 нед., МТ менее 1200 г, баллы по шкале Neo-ROP-8 и по которому определяют группы детей для осмотра.

## Литература

1. Screening Examination of Premature Infants for Retinopathy of Prematurity / W. M. Fierson ; American Academy of Pediatrics; American Academy of Ophthalmology; American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus // *Pediatrics*. — 2018. — Vol. 142, № 6. — doi: 10.1542/peds.2018-3061.
2. International Classification of Retinopathy of Prematurity, Third Edition (ICROP3) / M. F. Chiang, G. E. Quinn, A. R. Fielder [et al.] // *Ophthalmology*. — 2021. — Vol. 128, № 10. — doi: 10.1016/j.ophtha.2021.05.031.
3. Revised indications for the treatment of retinopathy of prematurity : results of the early treatment for retinopathy of prematurity randomized trial / Early Treatment for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group // *Archives of Ophthalmology*. — 2003. — Vol. 121, № 12. — doi: 10.1001/archophth.121.12.1684.
4. Final visual acuity results in the early treatment for retinopathy of prematurity study / Early Treatment for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group ; W. V. Good, R. J. Hardy, V. Dobson [et al.] // *Archives of Ophthalmology*. — 2010. — Vol. 128, № 6. — P. 663—671.
5. Effect of red blood cell transfusion on the development of retinopathy of prematurity : a systematic review and meta-analysis / Z. Zhu, X. Hua, Y. Yu [et al.] // *PLoS One*. — 2020. — Vol. 15, № 6. — doi: 10.1371/journal.pone.0234266.
6. Neonatal sepsis episodes and retinopathy of prematurity in very preterm infants / K. Glaser, C. Hartel, C. Klingenberg [et al.] // *JAMA Network Open*. — 2024. — Vol. 7, № 7. — doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.23933.
7. The use of postnatal weight gain algorithms to predict severe or type 1 retinopathy of prematurity : a systematic review and meta-analysis / S. Athikarisamy, S. Desai, S. Patole [et al.] // *JAMA Network Open*. — 2021. — Vol. 4, № 11. — doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.35879.
8. Factors in premature infants associated with low risk of severe retinopathy of prematurity / K. C. Wade, Gui-Shuang Ying, A. Baumritter [et al.] // *JAMA Ophthalmology*. — 2019. — Vol. 137, № 3. — P. 262—270.

## References

1. Fierson W.M. Screening Examination of Premature Infants for Retinopathy of Prematurity. *Pediatrics*. 2018; 142(6). doi: 10.1542/peds.2018-3061.
2. Chiang M.F., Quinn G.E., Fielder A.R., et al. International Classification of Retinopathy of Prematurity, Third Edition (ICROP3). *Ophthalmol*. 2021; 128(10). doi: 10.1016/j.ophtha.2021.05.031.
3. Revised indications for the treatment of retinopathy of prematurity. *Arch Ophthalmol*. 2003; 121(12). doi: 10.1001/archophth.121.12.1684.
4. Good W.V., Hardy R.J., Dobson V., et al. Final visual acuity results in the early treatment for retinopathy of prematurity study. *Arch Ophthalmol*. 2010; 128(6): 663—671.
5. Zhu V., Hua X., Yu Y., et al. Effect of red blood cell transfusion on the development of retinopathy of prematurity. *2020; 15(6)*. doi: 10.1371/journal.pone.0234266.
6. Glaser K., Hartel C., Klingenberg C., et al. Neonatal sepsis episodes and retinopathy of prematurity in very preterm infants. *JAMA Netw Open*. 2024; 7(7). doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.23933.
7. Athikarisamy S., Desai S., Patole S., et al. The use of postnatal weight gain algorithms to predict severe or type 1 retinopathy of prematurity. *JAMA Netw Open*. 2021; 4(11). doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.35879.
8. Wade K.C., Gui-Shuang Ying, Baumritter A., et al. Factors in premature infants associated with low risk of severe retinopathy of prematurity. *JAMA Ophthalmol*. 2019; 137(3): 262—270.

### Контактная информация:

Смирнов Игорь Николаевич — зав. отделением микрохирургии глаза № 3.  
10-я городская клиническая больница.  
Ул. Уборевича, 73, 220096, г. Минск.  
Сл. тел. +375 17 340-43-22.  
ORCID: 0009-0009-4193-7274.

### Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: В. Л. К.  
Сбор информации и обработка материала: О. Н. Д., И. Н. С.  
Разработка балльной шкалы риска: В. Л. К.  
Статистическая обработка данных: О. Н. Д.  
Написание текста: В. Л. К., О. Н. Д., И. Н. С.  
Редактирование: В. Л. К., И. Н. С.  
Красильникова Виктория Леонидовна. ORCID: 0000-0002-5852-2616.  
Дудич Оксана Николаевна. ORCID: 0009-0004-6554-3230.

**Конфликт интересов отсутствует.**

Поступила 29.09.2025  
Принята к печати 23.10.2025