

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj99625>

# О роли зрительных иллюзий в оценке цифровых цветных изображений задней агрессивной ретинопатии недоношенных

Н.В. Фомина<sup>1,2</sup>, Э.И. Сайдашева<sup>1</sup>, Э.В. Бойко<sup>1</sup>, Е.Г. Горавская<sup>2</sup><sup>1</sup> Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Российская Федерация<sup>2</sup> Детская городская больница №17 Святителя Николая Чудотворца, Санкт-Петербург, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Цель.** Выявить роль зрительных иллюзий при обосновании диагноза задней агрессивной ретинопатии недоношенных с помощью педиатрической ретиальной камеры.

**Материал и методы.** Проведён ретроспективный анализ изображений структур глазного дна, полученных с помощью педиатрической ретиальной камеры, у 31 ребёнка с диагнозом задней агрессивной ретинопатии недоношенных (ЗАРН), находившихся на лечении в ДГБ №17 Святителя Николая Чудотворца в г. Санкт-Петербурге с января 2011 г. по декабрь 2018 г. На основании анализа цветных цифровых изображений глазного дна диагноз ЗАРН был подтверждён у 18 детей (58%), в остальных 42% случаях (13 детей) диагноз был пересмотрен с ЗАРН на классическую ретинопатию (стадия 3, с признаками «плюс» болезни, с локализацией в I или II зонах). Недоношенные дети с классической ретинопатией (РН) были исключены из группы исследования.

**Результаты.** У 14 детей (78%) с ЗАРН из 18 первоначально были диагностированы проявления классической РН. При анализе цветных изображений, полученных с помощью ретиальной камеры, у всех этих детей были выявлены проявления полос Маха, которые и создавали эффект присутствия демаркационной линии или демаркационного гребня на границе светлых и темных областей. Данные иллюзии послужили причиной диагностики классической РН, с обозначением стадий, в то время как это были проявления ЗАРН. Нивелировать эффект иллюзии полос Маха позволило изучение цветных фотографий на экране монитора под большим увеличением.

**Заключение.** При оценке фотографических изображений ретиальной камеры зрительные иллюзии создают сложности для своевременной диагностики ЗАРН, что может повлиять на тактику ведения таких пациентов и привести к неблагоприятным исходам этой наиболее тяжёлой формы РН, включая развитие отслойки сетчатки и последующую инвалидизацию детей по зрению.

**Ключевые слова:** задняя агрессивная ретинопатия недоношенных; педиатрическая ретиальная камера; зрительные иллюзии; полосы Маха.

## Как цитировать:

Фомина Н.В., Сайдашева Э.И., Бойко Э.В., Горавская Е.Г. О роли зрительных иллюзий в оценке цифровых цветных изображений задней агрессивной ретинопатии недоношенных // *Российская педиатрическая офтальмология*. 2022. Т.17. №1. С. 13–18. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj99625>

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj99625>

# Role of visual illusions in the assessment of digital color images of aggressive posterior retinopathy of premature

Natalya V. Fomina<sup>1,2</sup>, Elvira I. Saidasheva<sup>1</sup>, Ernest V. Boiko<sup>1</sup>, Elena G. Goravskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Children's City Hospital N17 of St. Nicholas, Saint Petersburg, Russian Federation

## ABSTRACT

**AIM:** To estimate the role of visual illusions in the diagnosis of aggressive posterior retinopathy of prematurity (APROP) using a pediatric retinal camera.

**MATERIAL AND METHODS:** A retrospective analysis of images of the fundus structures obtained using a pediatric retinal camera was carried out in 31 children diagnosed with APROP. The children were treated at St. Petersburg's Children's Hospital N17 of St. Nicholas from January 2011 to December 2018. Based on the analysis of digital colored images of the fundus, the diagnosis of ARN was confirmed in 18 children (58%), and in the remaining 42% of cases (13 children), the diagnosis was revised from APROP to classic ROP (stage 3, with signs of "plus" disease, zones I or II). Preterm infants with classic ROP were excluded from the study group.

**RESULTS:** A total of 14 out of 18 (78%) children with APROP were initially diagnosed with manifestations of classical ROP. Analysis of colored images obtained with a retinal camera showed that all of them manifested Mach's bands, which created the effect of a demarcation line or a demarcation ridge at the border of light and dark areas. Although they were manifestations of APROP, these illusions were the reason for the diagnosis of classical ROP along with the designation of stages. The effect of Mach band illusion was neutralized by the study of colored photographs on the monitor screen under high magnification.

**CONCLUSION:** Visual illusions create difficulties in the timely diagnosis of APROP during the investigation with a retinal camera. They may influence the treatment of patients and lead to poor outcomes of this most severe form of ROP, including the development of retinal detachment and visual impairment in children.

**Keywords:** aggressive posterior retinopathy of prematurity; pediatric retinal camera; visual illusions; Mach's bands.

## To cite this article:

Fomina NV, Saidasheva EI, Boiko EV, Goravskaya EG. Role of visual illusions in the assessment of digital color images of aggressive posterior retinopathy of premature. *Russian pediatric ophthalmology*. 2022;17(1):13–18. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj99625>

Received: 27.01.2022

Accepted: 21.02.2022

Published: 03.05.2022

## ВВЕДЕНИЕ

Для облегчения обнаружения краёв объектов разной контрастности в центральной нервной системе существует, так называемый, механизм латерального торможения, в работе которого принимают участие фоторецепторы, а также горизонтальные, биполярные, ганглиозные и клетки коры головного мозга. Цель бокового торможения заключается в том, чтобы облегчить обнаружение края и различить, где заканчивается один объект и начинается следующий. Две или более нервные клетки взаимосвязаны таким образом, что возбуждение одной клетки вызывает торможение соседних клеток. Если глаз подвергается действию диффузного освещения, то латеральное торможение уменьшает поток импульсов во всех волокнах зрительного нерва. Если же возникает резкий перепад освещённости, например, когда падает тень, тогда торможение со стороны затенённых клеток будет уменьшаться. Таким образом, клетки, которые находятся на границе затенённых клеток, лучше реагируют на свет, т.е. растормаживаются и увеличивают частоту импульсации. Этот механизм обеспечивает сравнение яркости участков поверхности, которые расположены рядом. Теория латерального торможения объясняет знаменитую визуальную иллюзию, известную как полосы Маха (Mach bends), названных в честь их первооткрывателя, австрийского физика Эрнста Маха (1838–1916). Автор заметил, что, когда две полосы, одна тёмная и одна светлая, находятся рядом друг с другом, можно увидеть небольшие полосы излишне тёмного цвета на краю тёмной полосы и излишне светлые полосы на краю светлой полосы. Этих полос не существует, но они представляют собой иллюзию, вызванную латеральным торможением через наши рецептивные поля, окружающие центр. Везде, где светлый цвет меняется на тёмный между двумя областями, появляются полосы Маха. Этот феномен присутствует на всех границах за счёт активации распознавания краев в зрительной системе человека. Цветовые краевые эффекты показывают более сложный вариант того же феномена, но зависят в основном от разницы в яркости [1].

**Актуальность.** Оценка и интерпретация цветных изображений, полученных с помощью педиатрической ретиальной камеры, является важной составляющей в работе офтальмологов перинатальных центров и отделений патологии новорождённых, где выхаживают младенцев группы риска по развитию активной ретинопатии недоношенных (РН). Несмотря на наличие Международной классификации РН (IC ROP), в которой описаны различные формы РН, такие как классическая (развивающаяся стадийно) и задняя агрессивная ретинопатия недоношенных (ЗАРН), сохраняются разногласия между экспертами при обосновании диагноза РН [2–4]. Таким образом, оптимизация диагностики ЗАРН остаётся актуальной задачей.

Классическое течение активной РН предполагает последовательное развитие патологического процесса путём перехода от одной стадии к последующей. ЗАРН развивается, минуя формирование 1-й и 2-й стадий заболевания, при прогрессировании процесса появляются неоваскуляризация, характерные сосудистые изменения, формируются анастомозы и шунты, возникают кровоизлияния [5, 6]. Первая стадия РН характеризуется появлением тонкой плоской белой демаркационной линии на границе с аваскулярной сетчаткой. При 2-й стадии РН на месте линии образуется гребень бело-серого цвета. Демаркационная линия расположена в плоскости сетчатки, и основу её составляют гиперплазированные веретенообразные клетки. При 2-й стадии РН на месте линии формируется гребень (вал), который увеличивается в объёме и приподнимается над сетчаткой. Сетчатка в этой зоне утолщается, проминирует в стекловидное тело. Цвет гребня может быть белым или розовым (гиперемированным) за счёт проникновения в него сосудов [6].

Несмотря на собственный многолетний клинический опыт, в ряде случаев при начальных проявлениях ЗАРН нами изначально выставлялся диагноз РН 1-й или 2-й стадии с признаками «плюс» болезни с выделением зоны локализации изменений. Данный факт подчёркивает сложность диагностики ЗАРН даже опытными специалистами и даёт основание для тщательного анализа цифровых изображений и поиска причин, ведущих к несвоевременной диагностике ЗАРН при её начальных проявлениях.

**Цель.** Выявить роль зрительных иллюзий при обосновании диагноза задней агрессивной ретинопатии недоношенных с помощью педиатрической ретиальной камеры.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились дети, поступившие на лечение в ДГБ №17 Святителя Николая Чудотворца с января 2011 г. по декабрь 2018 г. За анализируемый период диагноз ЗАРН был поставлен 31 недоношенному ребёнку. Обследование глазного дна пациентов осуществляли методом обратной офтальмоскопии и/или с помощью педиатрических ретиальных камер «RetCam Shuttle» (Clarity, США) и «RetCam 3» (Natus, США). Процедуру осмотра недоношенного ребёнка проводили в соответствии с федеральными клиническими рекомендациями «Ретинопатия недоношенных» [7]. Фоторегистрацию изображений глазного дна недоношенных детей осуществляли путём последовательного фотографирования в соответствии с международным правилом «ISNT» (Inferior, Superior, Nasal, Temporal). Цель первой фотографии заключалась в фиксации изменения со стороны структур глазного дна в центральных отделах, включающих диск зрительного нерва и макулярную область. Затем проводилась последовательная фоторегистрация нижних,

верхних, назальных и темпоральных квадрантов глазного дна. Соблюдение данной последовательности снимков позволяло составить целостную картину изображений всех отделов глазного дна пациента.

При постановке диагноза, в соответствии с Международной классификацией РН [4], учитывались 4 основных критерия: зона, стадия при классическом течении или ЗАРН, протяжённость патологических изменений в часовых меридианах, наличие или отсутствие признаков «плюс» болезни.

Первичный офтальмологический скрининг и мониторинг недоношенных детей соответствовал федеральным клиническим рекомендациям «Ретинопатия недоношенных» [7]. Ретроспективный анализ изображений глазного дна, полученных с помощью педиатрических ретинальных камер, позволил изменить диагноз ЗАРН на классическую РН (стадия 3, с признаками «плюс» болезни, с локализацией в 1-й или 2-й зонах) у 13 детей (42%) и исключить их из группы исследования. У остальных 18 пациентов (58%) диагноз был подтверждён, эти пациенты составили группу наблюдения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика исследуемых детей с ЗАРН по степени зрелости: средняя масса тела (МТ) при рождении составила  $844 \pm 201$  грамма, средний гестационный возраст (ГВ) —  $26,0 \pm 2$  недель. Первичный офтальмологический скрининг на РН начинали при достижении ребёнка среднего постконцептуального возраста (ПКВ) —  $31,5 \pm 1$  недели. На первом осмотре диагноз ЗАРН был поставлен только двум детям (11,1%), рождённым с гестационным возрастом 28 и 27 недель, массой тела при рождении 960 и 730 г, соответственно. У большинства детей (72%) группы наблюдения при первом исследовании регистрировались признаки глубокой незрелости оптических сред и сетчатки глаза. У трёх (17%) детей при первом осмотре

диагностирована 1-я стадия РН с признаками «плюс» болезни, из них в двух случаях локализация патологического процесса отмечена в зоне I и в одном случае — в зоне II. Через 2 недели после первого осмотра ещё у двух детей был установлен диагноз ЗАРН, а у 11 детей (62%) — РН 1–3 стадий с признаками «плюс» болезни и с локализацией в зонах I–II, с проявлениями рассеянного хориоретинита в трёх случаях.

Таким образом, у 14 детей (78%) из 18 первоначально были диагностированы проявления классической РН, а диагноз ЗАРН был выставлен позже по мере манифестации клинических проявлений. Для анализа причин несвоевременной диагностики ЗАРН мы повторно внимательно изучили цветные фотографические изображения глазного дна этих детей с «признаками классической РН» и выявили у всех проявления полос Маха, которые и создавали эффект присутствия демаркационной линии или демаркационного гребня (рис. 1, 2).

Данные иллюзии послужили причиной диагностики классической РН с обозначением стадий, в то время как это были проявления ЗАРН. Нивелировать эффект иллюзии полос Маха нам позволило изучение цветных фотографий на экране монитора при большом увеличении изображений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диагностика ЗАРН остается сложной задачей. Данное исследование показало, что возможна, как гипердиагностика, так и отсроченная диагностика ЗАРН, с первоначально установленным диагнозом классической РН. Знание теории латерального торможения и феномена Эрнста Маха позволяют объяснить сложности при оценке цветных изображений, полученных с помощью ретинальной камеры, создающей иллюзию контуров демаркационной линии или гребня на границе светлых и тёмных областей. Данная иллюзия препятствует

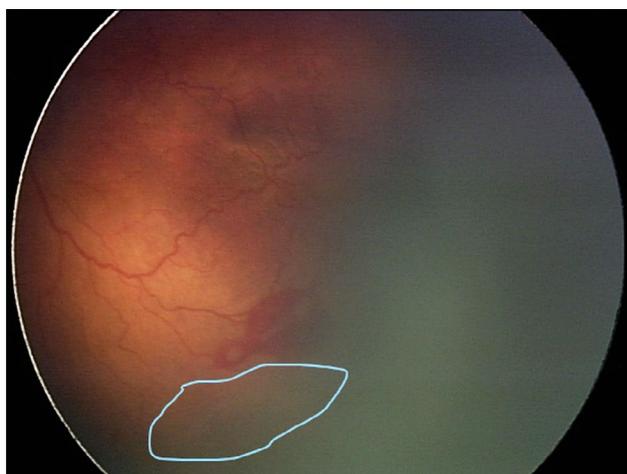


Рис. 1. Эффект Маха создаёт иллюзию проявления 1-й стадии РН при ЗАРН.

Fig. 1. Mach effect creates the illusion of stage I ROP in APROP.

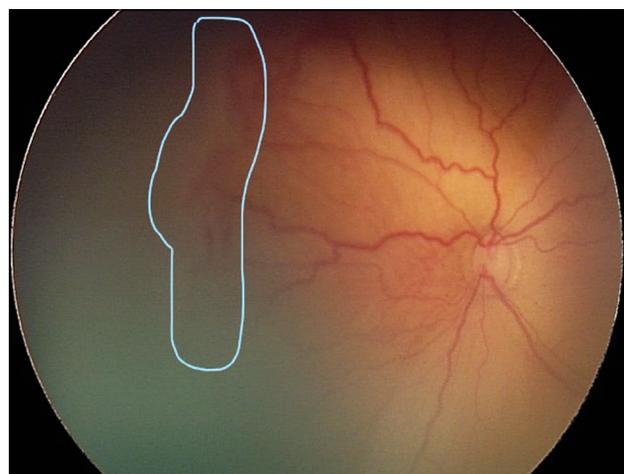


Рис. 2. Эффект Маха создаёт иллюзию проявления 2-й стадии РН при ЗАРН.

Fig. 2. Mach effect creates the illusion of stage II ROP in APROP.

объективной диагностике ЗАРН при оценке фотографических изображений ретинальной камеры, что может повлиять на тактику ведения таких пациентов и привести к неблагоприятным исходам этой наиболее тяжелой формы РН, включая, развитие отслойки сетчатки и последующую инвалидизацию детей по зрению. В ситуациях, когда скрининг проводится только с помощью педиатрической ретинальной камеры, необходимо помнить о влиянии иллюзий на восприятие врача-исследователя. Для диагностики ЗАРН необходим тщательный анализ архивированных изображений на экране монитора при большом увеличении, что поможет нивелировать феномен Маха.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Pessoa L. Mach bands: how many models are possible? Recent experimental findings and modeling attempts // *Vision Res.* 1996. Vol. 36, N 19. P. 3205–3227. doi: 10.1016/0042-6989(95)00341-x
2. Wallace D.K., Quinn G.E., Freedman S.F., Chiang M.F. Agreement among pediatric ophthalmologists in diagnosing plus and pre-plus disease in retinopathy of prematurity // *J AAPOS.* 2008. Vol. 12, N 4. P. 352–356. doi: 10.1016/j.jaapos.2007.11.022
3. Slidsborg C., Forman J.L., Fielder A.R., et al. Experts do not agree when to treat retinopathy of prematurity based on plus disease // *Br J Ophthalmol.* 2012. Vol. 96, N 4. P. 549–553. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-300573

## REFERENCES

1. Pessoa L. Mach bands: how many models are possible? Recent experimental findings and modeling attempts. *Vision Res.* 1996;36(19):3205–3227. Doi: 10.1016/0042-6989(95)00341-x
2. Wallace DK, Quinn GE, Freedman SF, Chiang MF. Agreement among pediatric ophthalmologists in diagnosing plus and pre-plus disease in retinopathy of prematurity. *J AAPOS.* 2008;12(4):352–356. Doi: 10.1016/j.jaapos.2007.11.022
3. Slidsborg C, Forman JL, Fielder AR, et al. Experts do not agree when to treat retinopathy of prematurity based on plus disease. *Br J Ophthalmol.* 2012;96(4):549–553. Doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-300573
4. Campbell JP, Ryan MC, Lore E, et al. Diagnostic Discrepan-

## ОБ АВТОРАХ

\***Фомина Наталья Владимировна**, кандидат медицинских наук, адрес: Российская Федерация, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0816-2891>; eLibrary SPIN: 4125-2640; e-mail: [Natalya.Fomina@szgmu.ru](mailto:Natalya.Fomina@szgmu.ru)

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## ADDITIONAL INFO

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

4. Campbell J.P., Ryan M.C., Lore E., et al. Diagnostic Discrepancies in Retinopathy of Prematurity Classification // *Ophthalmology.* 2016. Vol. 123, N 8. P. 1795–1801. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.04.035
5. International Committee for the Classification of Retinopathy of P. The International Classification of Retinopathy of Prematurity revisited // *Arch Ophthalmol.* 2005. Vol. 123, N 7. P. 991–999. doi: 10.1001/archophth.123.7.991
6. Ретинопатия недоношенных / под ред. В.В. Нероева, Л.А. Катаргиной. Москва: Издательство ИКАР, 2020.
7. Avo-portal [интернет]. Федеральные клинические рекомендации «Ретинопатия недоношенных», 2017 [доступ от: 24.03.2022]. Доступно по ссылке: [www.avo-portal.ru](http://www.avo-portal.ru)

- cies in Retinopathy of Prematurity Classification. *Ophthalmology.* 2016;123(8):1795–1801. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.04.035
5. International Committee for the Classification of Retinopathy of P. The International Classification of Retinopathy of Prematurity revisited // *Arch Ophthalmol.* 2005. Vol. 123, N 7. P. 991–999. doi: 10.1001/archophth.123.7.991
6. Neroev VV, Katargina LA. *Retinopatiya nedonoshennykh.* Moscow: Izdatel'stvo IKAR; 2020. (In Russ).
7. Avo-portal [Internet]. Federal'nye klinicheskie rekomendatsii «Retinopatiya nedonoshennykh», 2017 [cited 24 Mar 2022]. Available from: [www.avo-portal.ru](http://www.avo-portal.ru). (In Russ).

## AUTHORS INFO

\***Natalya V. Fomina**, MD, PhD; address: 41 Kirochnaya, St. Peterburg, Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0816-2891>; eLibrary SPIN: 4125-2640; e-mail: [Natalya.Fomina@szgmu.ru](mailto:Natalya.Fomina@szgmu.ru)

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

**Сайдашева Эльвира Ирековна**, доктор медицинских наук, профессор; ORCID:<http://orcid.org/0000-0003-4012-7324>; eLibrary SPIN: 7800-3264

**Бойко Эрнест Витальевич**, доктор медицинских наук, профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7413-7478>; eLibrary SPIN: 7589-2512

**Горавская Елена Геннадьевна**, врач-офтальмолог.

**Elvira I. Saidasheva**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4012-7324>; eLibrary SPIN: 7800-3264

**Ernest V. Boiko**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7413-7478>; eLibrary SPIN: 7589-2512

**Elena G. Goravskaya**, MD, ophthalmologist.