

Многофакторные механизмы терапевтического воздействия перифокальных очков (Perifocal-M) на прогрессирование миопии у детей

Р.А. Ибатулин¹О.В. Проскурина²Е.П. Тарутта²¹ ООО «Арт-Оптика»

ул. Наховка, 33/1, Москва, 117461, Российская Федерация

² ФГБУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(4):433-438

В статье подробно рассматриваются многофакторные механизмы воздействия очков с перифокальным дефокусом на прогрессирование миопии у детей. Воздействие на местные ретинальные механизмы нейрорегуляторного управления ростом глаза в настоящее время наиболее эффективно в предупреждении развития и прогрессирования миопии. Оптическая коррекция носительной периферической дальнозоркости с формированием периферического дефокуса оказывает влияние на проявление биохимического каскада от сетчатки к сосудистой оболочке и к склере, сдерживающего рост глаза. Оптические методы контроля миопии, в том числе очки, широко используются в отечественной и зарубежной офтальмологической практике. В России с 2011 года применяются очки с линзами Perifocal-M, обеспечивающие большую функциональность воздействия на близорукий глаз по сравнению с зарубежными аналогами. Конструктивные особенности таких очковых линз оказывают комплексное влияние на разные оптико-физиологические структуры глаза, каждая из которых вносит вклад в рефрактогенез. Перифокальные очки учитывают характерные для близорукости особенности центральной и периферической рефракции вдоль горизонтального и вертикального меридианов. Они имеют более сильную рефракцию по горизонтали, что позволяет устранить характерный для близорукости оптический дисбаланс и создает эмметропический оптический профиль. Конструкция перифокальных очковых линз позволяет корректировать относительную периферическую дальнозоркость, создавать миопический дефокус в горизонтальном меридиане, влиять на соотношение величин рефракции носовой и височной половины сетчатки. Это обусловлено более ранним началом и более выраженным оптическим воздействием на носовую половину сетчатки относительно височной. Очки с перифокальным дефокусом индуцируют положительную сферическую аберрацию в глазу, повышают аккомодационную способность глаза, способствуют сохранению высокой бинокулярной остроты зрения, улучшают бинокулярное взаимодействие при работе вблизи, препятствуют развитию гетерофории. Оптические свойства очков Perifocal-M создают условия для разностороннего функционального воздействия на различные структуры глаза, что ведет к сдерживанию процесса прогрессирования близорукости.

Ключевые слова: миопия, прогрессирование миопии, профилактика миопии, периферическая рефракция, миопический дефокус

Для цитирования: Ибатулин Р.А., Проскурина О.В., Тарутта Е.П. Многофакторные механизмы терапевтического воздействия перифокальных очков (Perifocal-M) на прогрессирование миопии у детей. *Офтальмология*. 2018;15(4):433-438. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-4-433-438>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует



Multi-Factoral Mechanisms of Therapeutic Effect of Perifocal Spectacles (Perifocal-M) on Progressive Myopia in Children

R.A. Ibatulin¹, O.V. Proskurina², E.P. Tarutta²

¹ LLC "Art-Optica"

Kakhovka str., 33/1, Moscow, 117461, Russia

² Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases

Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russia

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2018;15(4):433–438

There is detailed review of multi-factoral mechanisms of spectacles with peripheral defocus influence in children with progressive myopia in this article. At present local retinal mechanisms of neuro-regulatory control of eye growth are most effective in prevention of myopia development and progression. Optical correction of relative peripheral hyperopia with following peripheral myopic defocus affects the biochemical cascade from retina to choroid and sclera, which constrains an eye growth. Optical methods of myopia control, including spectacles, widely used in native and foreign ophthalmology practice. Since 2011, in Russia Perifocal-M spectacles are using, said spectacles provides bigger functionality of influence on myopic eye comparing to foreign analogues. Construction features of said spectacle lens have a complex influence on different optic-physiological eye structures and each of said structures affects refractogenesis. Perifocal spectacles takes into account specific for myopic eye features of central and peripheral refraction along horizontal and vertical meridians. They have stronger refraction in horizontal, which allows to eliminate specific optical disbalance in myopic eye and to create optical balance in the eye. Perifocal-M lens construction with asymmetric horizontal progression allows to correct relative peripheral hyperopia, to create myopic defocus in horizontal and to affect relations between refraction of nasal and temporal halves of retina. The latter is due to the fact that optical influence starts earlier and has bigger effect on nasal half of retina relative to temporal. Perifocal spectacles are inducing positive spherical aberrations in the eye, increasing accommodation functions, supporting high binocular visual acuity, improving binocular interaction during near work, fighting against heteroforias. Thus, optical features of Perifocal-M spectacles for the first time creates conditions for versatile functional influence on main myopogenic factors simultaneously, it effectively stops myopia progression.

Keywords: myopia, progressive myopia, myopia prevention, peripheral refraction, myopic defocus

For citation: Ibatulin R.A., Proskurina O.V., Tarutta E.P. Multi-Factoral Mechanisms of Therapeutic Effect of Perifocal Spectacles (Perifocal-M) on Progressive Myopia in Children. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(4):433–438. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-4-433-438>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

На XVI Международной конференции по миопии (The 16th International Myopia Conference, IMC), прошедшей в сентябре 2017 года в г. Бирмингеме (Великобритания), в очередной раз было отмечено, что местные ретинальные механизмы нейрорегуляторного управления ростом глаза в модельных экспериментах на животных, выявленные ранее J. Wallman [1], в настоящее время нашли разностороннее подтверждение в клинической практике. Методы, воздействующие на эти механизмы, оказались наиболее эффективными в предупреждении развития миопии [2, 3]. Оптическая коррекция относительной периферической дальности зрения с формированием периферического миопического дефокуса оказывает влияние на проявление биохимического каскада от сетчатки к сосудистой оболочке и к склере, сдерживающего рост глаза. Оптические способы воздействия на прогрессирующую миопию путем создания периферического миопического дефокуса широко применяются в зарубежной и отечественной офтальмологической практике. При этом используются как контактные методы [4–6], так и очковая коррекция [7, 8].

Современные возможности оптического производства, в частности, технологии free form, позволяют создавать новые дизайны свободных неосесимметричных форм оптических поверхностей, что предопределило по-

явление новых очковых линз для контроля миопии, обеспечивающих дифференцированную коррекцию осевой и внеосевой рефракции. В настоящее время в мировой практике наиболее известны три линзы такого типа.

С 2011 года, преимущественно в Юго-Восточной Азии, используется линза с радиальной прогрессией Myovision, в создании и исследовании эффективности которой принимал участие знаменитый австралийский ученый В. Holden. Конструктивной особенностью этой линзы является центральная апертура стабильной рефракции диаметром 20 мм с дополнительной положительной рефракцией в 1,9 дптр на периферии в 25 мм от оптического центра. Конструкция линзы асимметрична, с разделением линз для правого и левого глаза. Результаты исследования, проведенного в 2009 году, в котором участвовало 210 детей, показали, что в лечебной группе в течение года прогрессирование близорукости по данным рефрактометрии и измерения ПЗО было на 30 % меньше по сравнению с контрольной группой [9]. Авторы также отметили, что наибольший эффект сдерживания прогрессирования миопии при использовании очков с линзами Myovision был у детей близоруких родителей.

На упомянутой выше XVI Международной конференции по миопии (The 16th International Myopia Conference, IMC), в разделе, посвященном оптическим методам кон-

Р.А. Ибатулин, О.В. Проскурина, Е.П. Тарутта

троля миопии, C.S.Y. Lam, T. Chi-ho и H.G. Leong представили результаты клинических исследований применения мультисегментной очковой линзы (Multi segment lenses) у детей с прогрессирующей миопией. Линза разработана при участии специалистов политехнического университета Hong Kong. Особенности конструкции линзы заключаются в оригинальном подходе создания быстрой прогрессии от границы 10 мм центральной зоны за счет многочисленных точечных микросегментов диаметром 1,5 мм, каждый из которых имеет дополнительную силу рефракции в 3,5 дптр. Согласно результатам представленного двухлетнего рандомизированного клинического исследования, в котором участвовало 160 детей, разделенных на лечебную (79 детей) и контрольную (81 ребенок) группы, отмечено, что дети, носившие очки с мультисегментарными линзами, имели на 59 % ($p < 0,0001$) меньшее прогрессирование по данным рефрактометрии и на 60 % ($p < 0,0001$) меньшее осевое удлинение глаза по сравнению с контрольной группой, использовавшей очки с монофокальными линзами [10].

Практически одновременно с линзой Myovision стали использовать линзу Perifocal, разработанную известным специалистом в области моделирования оптического дизайна очковых линз профессором J. Alonso (University Complutense of Madrid). Особенности оптического дизайна линзы Perifocal обеспечивают большую функциональность в воздействии на близорукий глаз, в отличие от описанных линз. Оптическая конструкция линзы Perifocal обеспечивает стабильную рефракцию в геометрическом центре и асимметричную прогрессию рефракции по одну и по другую сторону относительно вертикали, проходящей через геометрический центр линзы. Усиление рефракции для каждой из сторон имеет несимметричное начало относительно геометрического центра. Рефракция вдоль вертикального меридиана имеет сопоставимые величины с рефракцией в геометрическом центре. Линза имеет носовую и височную половины относительно положения перед глазом. Аддация в носовой части линзы начинается в 6 мм от оптического центра, в височной — в 4 мм, достигает своей максимальной величины на 25 мм, которая в носовой половине равна 2,0 дптр, в височной — 2,5 дптр.

Исследование влияния линзы Perifocal-M на оптическую систему и функции глаза показало, что оптический дизайн линзы Perifocal создает условия для воздействия на различные этиопатогенетические факторы миопии [7, 8].

Следует особо выделить следующие механизмы терапевтического воздействия очков Perifocal-M на прогрессирование миопии у детей.

Очки с линзами Perifocal учитывают характерные для близорукого глаза особенности центральной и периферической рефракции вдоль горизонтального и вертикального меридианов.

Известные особенности эллипсоидной формы близорукого глаза, в отличие от сферической формы глаза при эмметропии, создают в нем оптический дисбаланс: вдоль

вертикального меридиана преимущественно определяется относительная периферическая близорукость, а по горизонтали — относительная периферическая дальнорукость [11, 12]. В связи с этим согласно обоснованиям, приведенным в известной научной гипотезе J. Wallman, близорукий глаз получает противоречивые сигналы по вертикальному и горизонтальному меридианам. Глаз будет расти по оси до тех пор, пока миопическая центральная часть сетчатки не уравнивает относительно дальнорукую периферию, игнорируя относительную периферическую близорукость вдоль вертикального меридиана [1]. Функционально-морфологические особенности топографии сетчатки также свидетельствуют о важности коррекции относительной периферической дальнорукости в горизонтальном меридиане. Так, плотность колбочек и ганглиозных клеток снижается более быстрыми темпами к периферии вдоль вертикального меридиана, в отличие от горизонтали, что отражает потенциально доминирующий эффект визуальных сигналов от сетчатки по горизонтали по отношению к вертикали [1, 13]. Линза Perifocal имеет более сильную рефракцию по горизонтали, что при коррекции близорукого глаза позволяет устранить характерный оптический дисбаланс и тем самым создать эмметропический оптический профиль в близоруком глазу.

Очки с линзами Perifocal корригируют относительную периферическую дальнорукость и создают миопический дефокус в горизонтальном меридиане.

Согласно гипотезе J. Wallman, характерная для близорукого глаза относительная периферическая дальнорукость в горизонтальном меридиане способствует нарушению местного гомеостаза [1]. Результаты исследований показывают, что гиперметропический дефокус по отношению к сетчатке вызывает истончение сосудистой оболочки и удлинение глазного яблока; в свою очередь, миопический дефокус вызывает утолщение сосудистой оболочки и уменьшение осевой длины глаза [14]. Клиническими исследованиями показано, что конструктивные особенности линз Perifocal корригируют относительную периферическую дальнорукость, наводят в глазу относительный периферический миопический дефокус или существенно уменьшают гиперметропический [7, 8], что обеспечивает условия для влияния на местные нейрорегуляторные механизмы управления ростом глаза.

Очки с линзами Perifocal влияют на соотношение величин рефракции носовой и височной половин

Исследования off-axis рефракции в период прогрессии миопии показали, что соотношение величин рефракции носовой и височной половин в большинстве случаев асимметрично, этот факт отмечен в многочисленных работах начиная с первых описаний состояния периферической рефракции при миопии [15]. В результате 24-месячного клинического исследования динамики состояния периферической рефракции у 1531 близорукого ребенка в возрасте до 13 лет выявлено, что большая носовисочная асимметрия в 30° перифериче-

ской рефракции в исходном состоянии ассоциировалась с более низкими уровнями прогрессирования миопии в будущем [16]. По мнению авторов, эти данные могут помочь в прогнозировании и управлении прогрессированием близорукости. В более ранних работах отмечено, что в процессе прогрессирования миопии, по данным off-axis рефрактометрии и внеосевой биометрии, больше усиливается рефракция носовой половины глаза в отличие от височной [17, 18]. На более миопичных глазах в случае анизомии также выявлена более сильная off-axis рефракция в носовой половине глаза относительно височной. Автор полагает, что при разработке потенциальных методов борьбы с прогрессирующей близорукостью важно понять происхождение этого смещения [19]. В модельных экспериментах на приматах при индуцировании миопии посредством двухзонных контактных линз, формирующих периферический гиперметропический дефокус, отмечено развитие миопии с носо-височной асимметрией рефракции и большим усилением ее в височной половине глаза. Авторы связывают формирующуюся носо-височную асимметрию периферической рефракции с ростом глаза и считают, что возникающая асимметрия является компенсаторным проявлением осевого удлинения глаза [20].

В исследовании off-axis рефракции у эметропов выявлена носо-височная асимметрия с более сильной рефракцией в височной половине [21], что также более характерно для глаз со стабильной миопией, в отличие от глаз в период начала прогрессирования. По мнению других авторов, обнаружение более сильного преломления в носовой половине, в отличие от височной, может быть предиктором миопии у еще не близоруких детей [22].

Таким образом, обосновываются конструктивные особенности линзы Perifocal, которые обеспечивают более раннее начало и более выраженное оптическое воздействие на носовую половину сетчатки относительно височной.

Таблица 1. Изменение off-axis сагиттального фокуса (RF's) в 30° по горизонтали после 12 месяцев ношения очков с монофокальными линзами и линзами Perifocal

Table 1. Change the off-axis sagittal focus (RF's) to 30° horizontally after 12 months of wearing glasses with monofocal lenses and Perifocal lenses

Число глаз Number of eyes	Правый глаз, OD			Левый глаз, OS		
	RF's T30	MC (Sph)	RF's N30	RF's N30	MC (Sph)	RF's T30
Очки с монофокальными линзами Monofocal glasses						
60	0,2547	-2,708	-0,608	-0,1713	-2,4267	0,5953
60	-0,336	-3,2867	-1,002	-0,814	-3,2413	-0,3193
	-0,5907	-0,5787	-0,394	-0,6427	-0,8147	-0,9147
Test Wilcoxon	0,093	0,001	0,018	0,032	0,001	0,058
Очки с линзами Perifocal (случаи стабилизации) Perifocal glasses (stabilization cases)						
92	0,3577	-2,8555	-0,36	0,2712	-2,7087	0,5562
92	-0,0611	-2,9688	0,0377	0,3612	-2,825	0,4437
	-0,42	-0,12	0,4	0,09	-0,12	-0,11
Test Wilcoxon	0,026	0,02	0,013	0,049	0,032	0,057

В 2014 году в ООО «Арт-Оптика» был проведен ретроспективный анализ рефрактометрических данных 46 детей 7–12 лет с миопией от -1,0 до -3,75 дптр, у которых на фоне ношения очков с линзами Perifocal в течение 12 месяцев уменьшилась осевая рефракция и отмечалась стабилизация миопии (табл. 1). Анализ данных циклоплегической рефракции до и после ношения очков с перифокальным дефокусом проводился путем преобразования Фурье сфероцилиндрического компонента во взаимосвязанные векторы с целью уменьшения погрешности измерений, вызванных астигматизмом косого падения и с учетом данных исследований, свидетельствующих, что сетчатка определяет знак дефокуса по сагиттальной фокусной плоскости [23]. Имеющиеся данные литературы свидетельствуют, что изменения величин сагиттального фокуса коррелируют с данными изменения внеосевой биометрии в данной точке [17].

Согласно данным, приведенным в таблице 1, в случаях ослабления осевой рефракции или стабилизации миопии отмечается усиление периферической рефракции в височной половине глаза и ослабление в носовой. Результаты этого исследования могут свидетельствовать о том, что очки с линзами Perifocal создают условия для изменения соотношения значений периферической рефракции между носовой и височной половинами глаза, что оказывает сдерживающее влияние на прогрессирование миопии.

Очки с линзами Perifocal повышают аккомодационную способность глаза (ЗАО, ОАА)

Снижение аккомодационной функции глаза рассматривается как один из важных факторов развития и прогрессирования миопии в детском возрасте. Результаты последних генетических исследований обозначили интригующую дилемму — или увеличение порога чувствительности сетчатки на степень размытия пятна является

главной причиной снижения скорости адаптивного ответа аккомодации [24], или морфофункциональное состояние цилиарной мышцы — первопричина аккомодационных нарушений при миопии [25]. В свою очередь, многие годы в широкой клинической практике используются оптико-рефлекторные тренировки, нормализующие и улучшающие состояние аккомодации [26–29]. В основе этих методик лежат различные способы микроразтуманивания зрительного образа с целью получения «отклика» аккомодации. Оптический дизайн линзы Perifocal создает условия для тренировки аккомодации. Прогрессия рефракции в противоположные стороны по горизонтали относительно оптического центра линзы Perifocal обеспечивает условия, когда при произвольных и непроизвольных верзионных движениях глаз по горизонтали зрительная ось попадает в области гипокоррекции, что служит стимулом для релаксации цилиарной мышцы. Таким образом, чередование видения через более сильную и более слабую силу коррекции создает условия для тренировки аккомодации.

Очки с линзами Perifocal способствуют устранению стимула к аккомодации от extra-foveal сетчатки при работе вблизи

Согласно данным литературы [30, 31], контур сетчатки близорукого глаза при аккомодации во время работы вблизи не изменяется или даже стремится стать более крутым, что, соответственно, сохраняет или увеличивает относительную периферическую дальность зрения. В эметропичном глазу при аккомодации во время работы вблизи, наоборот, контур сетчатки заметно меняется за счет усиления off-axis рефракции [31–33]. Сохранение относительной периферической дальности зрения в близоруком глазу в горизонтальном меридиане при работе вблизи является стимулом к аккомодации, что создает условия для ее избыточного напряжения. Согласно данным литературы, стимул к аккомодационному ответу от периферии сетчатки в области до 30° от фовеа может составлять 1,0–2,0 дптр [34]. Линза Perifocal, корригируя периферический гиперметропический дефокус, способствует устранению нефизиологического стимула к ответу аккомодации от extra-foveal фокусирования изображения.

Очки с линзами Perifocal индуцируют положительную сферическую абберацию в глазу

Из литературы известно [35], что знак сферической абберации глаза у детей изменяется с возрастом. Так, при фиксации вдаль у детей до 6 лет превалирует негативная сферическая абберация. После 6–7 лет и на протяжении всей жизни при фиксации вдаль в глазу превалирует только положительная сферическая абберация, которая оказывает физиологическое влияние на глаз, подавляя его рост и минимизируя тенденцию развития близорукости [36, 37]. Линза Perifocal за счет прогрессии рефракции по горизонтали обеспечивает условия для более сильного преломления лучей, идущих в глаз в области края зрачка, что создает положительную сфе-

рическую абберацию в глазу [8]. При коррекции близорукости монофокальной линзой создается отрицательная сферическая абберация, которая может стимулировать осевой рост глаза.

Очки с линзами Perifocal способствуют сохранению высокой бинокулярной остроты зрения, улучшают бинокулярное взаимодействие при работе вблизи, препятствуют развитию гетерофории

Перемещение зрительных осей вдоль горизонтали линз Perifocal с асимметричной аддидацией и с несимметричным ее началом создает, в зависимости от угла отклонения зрительных осей, монокулярное микроразтуманивание зрительного образа или, с небольшой разницей, степени выраженности для каждого глаза (бинокулярное микроразтуманивание зрительных образов), что вызывает мягкую диссоциацию бинокулярного зрительного образа. Мягкая диссоциация бинокулярного зрительного образа, согласно канонам ортоптики и диплоптики [38], является стимулом для усиления корреспонденции сетчаток и развития бифовеолярного слияния, что улучшает бинокулярное взаимодействие, способствует сохранению высокой бинокулярной остроты зрения и препятствует развитию гетерофории [8].

Клиническое исследование по влиянию очковых линз Perifocal на осевую и периферическую рефракцию у пациентов с миопией, проведенное в 2013–2014 годах в ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России, выявило и подтвердило многофакторное воздействие очков с линзой Perifocal при прогрессирующей близорукости, способствующее стабилизации рефракции или значительному замедлению ее прогрессирования. В течение 6 месяцев наблюдения стабилизация циклоплегической рефракции наблюдалась в 16,7 % случаев, в 40 % случаев — ослабление циклоплегической рефракции. Через 12–18 месяцев наблюдения стабилизация циклоплегической рефракции имела место в 39,2 %, ослабление — в 9,8 % случаев [7, 8]. По некоторым данным, эффективность очков с линзами Perifocal относительно воздействия на прогрессию миопии находится в пределах 49–60 % [39].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптические свойства линзы Perifocal создают условия для разностороннего функционального воздействия на различные системы глаза, что ведет к стабилизации или замедлению усиления рефракции при близорукости. Очки с перифокальным дефокусом могут использоваться в любом возрасте для профилактики развития и прогрессирования близорукости, преодоления привычно-избыточного напряжения аккомодации, улучшения аккомодационных функций и бинокулярного взаимодействия.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Ибатулин Р.А. — сбор и обработка материала, анализ данных литературы, написание текста;
Проскурин О.В. — анализ данных литературы, написание текста;
Тарутта Е.П. — организация исследования, анализ данных литературы.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Wallman J, Winawer J. Homeostasis of Eye Growth and Question of Myopia. *Neuron*. 2004;43(4):447–468.
- Bullimore M. Myopia control: the time is now. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2014;34(3):263–266. DOI: 10.1111/opo.12130
- Holden B, Sankaridurg P, Smith E, Aller T, Jong M, He M. Myopia, an underrated global challenge to vision: where the current data takes us on myopia control. *Eye (Lond)*. 2014;28(2):142–146. DOI: 10.1038/eye.2013.256
- Тарутта Е.П., Вержанская Т.Ю. Стабилизирующий эффект ортокератологической коррекции миопии (результаты десятилетнего динамического наблюдения). *Вестник офтальмологии*. 2017;133(1):49–54 [Tarutta E.P., Verzhanskaya T.Yu. Stabilizing effect of orthokeratology lenses (ten-year follow-up results). *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2017;133(1):49–54 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2017133149-54
- Проскурина О.В., Парфенова Н.П. Подбор и назначение мягких индивидуальных дефокусных линз для контроля миопии. *Современная оптометрия*. 2017;9:12–19 [Proskurina O.V., Parfenova N.P. Fitting and prescription soft individual of soft individual defocus lenses for myopia control. *Modern Optometry = Sovremennaya optometriya* 2017;9:12–19 (In Russ.)].
- Wen D, Huang J, Chen H, Bao F, Savini G, Calossi A, Chen H, Li X, Wang Q. Efficacy and acceptability of orthokeratology for slowing myopic progression in children: asystematic review and meta-analysis. *J Ophthalmol*. 2015;2015:360806. DOI: 10.1155/2015/360806
- Тарутта Е.П., Ибатулин Р.А., Милаш С.В., Тарасова Н.А., Проскурина О.В., Смирнова Т.С., Маркосян Г.А., Епишина М.В., Ковычев А.С. Влияние очков «Перифокал» на периферический дефокус и прогрессирование миопии у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2014;9(4):53 [Tarutta E.P., Ibatulin R.A., Milash S.V., Tarasova N.A., Proskurina O.V., Smirnova T.S., Markosyan G.A., Epishina M.V., Kovychev A.S. Influence of glasses "Perifocal" on peripheral defocus and myopia progression in children. *Russian Pediatric Ophthalmology = Rossiiskaya pediatricheskaya oftalmologiya*. 2014;9(4):53 (In Russ.)].
- Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Милаш С.В., Ибатулин Р.А., Тарасова Н.А., Ковычев А.С., Смирнова Т.С., Маркосян Г.А., Ходжабекян Н.В., Максимова М.В., Пенкина А.В. Индуцированный очками «Perifocal-M» периферический дефокус и прогрессирование миопии у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2015;2:33–37 [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Milash S.V., Ibatulin R.A., Tarasova N.A., Kovychev A.S., Smirnova T.S., Markosyan G.A., Khodzhabekyan N.V., Maksimova M.V., Penkina A.V. Peripheral defocus induced by "Perifocal-M" spectacles and myopia progression in children. *Russian Pediatric Ophthalmology = Rossiiskaya pediatricheskaya oftalmologiya*. 2015;2:33–37 (In Russ.)].
- Sankaridurg P, Donovan L, Varnas S, Ho A, Chen X, Martinez A, Fisher S, Lin Z, Smith E.L. 3rd, Ge J, Holden B. Spectacle lenses designed to reduce progression of myopia: 12-month results. *Optom Vis Sci*. 2010;87(9):631–641. DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181e19c7
- Lam C.S.Y., Chi-ho T., Leong H.G. Myopia control with multi segment myopic defocus (MSMD) spectacle lenses; a randomized clinical trial. In: International myopia conference. Birmingham, 2017. P. 14.
- Atchison D.A., Pritchard N.S., Katrina L. Peripheral refraction along the horizontal and vertical visual fields in myopia. *Vision Research*. 2006;46(8–9):1450–1458.
- Berntsen D.A., Mutti D.O., Zadnik K. Study of Theories about Myopia Progression (STAMP) Design and Baseline Data. *Optom Vis Sci*. 2010;87(11):823–832. DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181f6f776
- Curcio C.A., Allen K.A. Topography of ganglion cells in human retina. *J Comp Neurol*. 1990;300(1):5–25.
- Read S.A., Collins M.J., Sander B.P. Human optical axial length and defocus. *IOVS*. 2010;51(12):6262–6269. DOI: 10.1167/iov.10-5457. Epub 2010 Jun 30
- Ferre C.E., Rand G., Hardy C. Refractive asymmetry in the temporal and nasal halves of the visual field. *Am J Ophthalmol*. 1932;15:513–522.
- Conrad F., Naduvilath T., Falk D., Sankaridurg P. Asymmetry in peripheral refraction profiles over time and due to the progression of myopia. In: International myopia conference. Birmingham, 2017. P. 16.
- Faria-Ribeiro M., Queiros A., Lopes-Ferreira D., Jorge J., Manuel Gonzalez-Mejome J. Peripheral refraction and retinal contour in stable and progressive myopia. *Optom Vis Sci*. 2013;90(1):9–15. DOI: 10.1097/OPX.0b013e318278153c
- Radhakrishnan H., Allen P.M., Calver R.L., Theagarayan B., Price H., Rae S., Sailoganathan A., O'Leary D.J. Peripheral refractive changes associated with myopia progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(2):1573–1581. DOI: 10.1167/iov.12-10278
- Logan N.S., Gilmartin B., Wildsoet C.F., Dunne M.C.M. Posterior retinal contour in adult human anisomyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45(7):2152–2162.
- Benavente-Perez A., Nour A., Troilo D. Asymmetries in peripheral refraction change with emmetropization and induced eye growth. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55(10):6765–6773. DOI: 10.1167/iov.14-14524
- Lee T.-T., Cho P. Relative peripheral refraction in children: twelve-month changes in eyes with different ametropias. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2013;33(3):283–293. DOI: 10.1111/opo.12057
- Schmid G.F. Association between retinal steepness and central myopic shift in children. *Optomet Vis Sci*. 2011;88(6):684–690.
- Larry T.N., Wheeler W., Horner D. Power Vectors: an application of Fourier analysis to the description and statistical analysis of refractive error. *Optometry and Vision Science*. 1997;74:367–375.
- Tkatchenko A.V., Tkatchenko T.V., Guggenheim J.A., Verhoeven V.J.M., Hysi P.G., Wojciechowski R., Singh P.K., Kumar A., Thinakaran G., Williams C. *APLP2 Regulates Refractive Error and Myopia Development in Mice and Humans*. *PLoS Genetics*. 2015;11(8):e1005432. DOI: 10.1371/journal.pgen.1005432
- Mutti D.O., Mitchell G.L., Sinnott L.T., Jones-Jordan L.A., Moeschberger M.L., Cotter S.A., Kleinstein R.N., Manny R.E., Twelker J.D., Zadnik K. *Corneal and crystalline lens dimensions before and after myopia onset*. *Optom Vis Sci*. 2012;89(3):251–262. DOI: 10.1097/OPX.0b013e3182418213
- Дашевский А.И. Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973 [Dashevsky A.I. False myopia. Moscow: Medicine, 1973 (In Russ.)].
- Волков В.В., Колесникова Л.Н. О лечении спазма accommodation, непосредственно не связанного со слабостью цилиарной мышцы. *Вестник офтальмологии*. 1972;1:50–52 [Volkov V.V., Kolesnikova L.N. Treatment of spasm of accommodation not associated with ciliary muscle weakness. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 1972;1:50–52 (In Russ.)].
- Ватченко А.А. Спазм accommodation и близорукость. Киев: Здоровья, 1977 [Vatchenko A.A. Accommodation spasm and myopia. Kyiv: Zdorov'ya, 1977 (In Russ.)].
- Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1999 [Avetisov E.S. Myopia. Moscow: Medicine, 1999 (In Russ.)].
- Davies L.N., Mullen E.A. Influence of accommodation and refractive status on the peripheral refractive profile. *The British Journal of Ophthalmology*. 2009;93(9):1186–1190. DOI: 10.1136/bjo.2009.159053
- Lundström L., Mira-Agudelo A., Artal P. Peripheral optical errors and their change with accommodation differ between emmetropic and myopic eyes. *Journal of Vision*. 2009;9(6):17.1–11. DOI: 10.1167/9.6.17
- Whatham A., Zimmermann F., Martinez A., Delgado S., de la Jara P.L., Sankaridurg P. Influence of accommodation on off-axis refractive errors in myopic eyes. *Journal of Vision*. 2009;9(3):14.1–13. DOI: 10.1167/9.3.14
- Charman W.N., Radhakrishnan H. Peripheral refraction and the development of refractive error: a review. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2010;30(4):321–338. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2010.00746.x. Review.
- Gu Y.C., Legge G.E. Accommodation to stimuli in peripheral vision. *J Opt Soc Am A*. 1987;4(8):1681–1687.
- Stine G.H. Variations in refraction of the visual and extravisual papillary zones. *Am J Ophthalmol*. 1930;13:101–112.
- Jenkins T.C.A. Aberrations of the eye and their effects on vision: Part I. *Br J Physiol Opt*. 1963;20:59–91.
- Collins M.J., Wildsoet C.F., Atchison D.A. Monochromatic aberrations and myopia. *Vision Research*. 1995;35(9):1157–1163.
- Кащенко Т.П., Ячменева Е.И. Содружественное косоглазие: патогенез, клиника, методы исследования и восстановления зрительных функций. В кн.: Аветисов С.Э., Кащенко Т.П., Шамшинова А.М. (ред.) Зрительные функции и их коррекция у детей. М.: Медицина, 2005. С. 66–92 [Kashchenko T.P., Yachmeneva E.I. Strabismus: pathogenesis, clinic, methods of research and restoration of visual functions. In: Avetisov S.E., Kashchenko T.P., Shamshinova A.M. (eds) Visual functions and their correction in children. Moscow: Medicine, 2005. P. 66–92 (In Russ.)].
- Ибатулин Р.А. Линза «Perifocal» — горизонтальная прогрессия против близорукости. *Оправы и линзы*. 2014;5:32–34 [Ibatulin R.A. "Perifocal" lens — horizontal progression against myopia. *Frames and Lenses = Opravy i linzy*. 2014;5:32–34 (In Russ.)].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ООО «Арт-Оптика»
Ибатулин Рашид Адыгамович
кандидат медицинских наук, главный врач ООО «Арт-Оптика»
ул. Каховка, 33/1, Москва, 117461, Российская Федерация

ФГБУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Проскурина Ольга Владимировна
доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Тарутта Елена Петровна
доктор медицинских наук, профессор, начальник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

LLC "Art-Optica"
Ibatulin Rashid A.
MD, chief medical officer LLC "Art-Optica"
Kakhovka str., 33/1, Moscow, 117461, Russia

Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases
Proskurina Olga V.
MD, principal researcher of the Department of pathology of refraction, binocular vision and ophthalmoeconomics
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russia

Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases
Tarutta Elena P.
MD, professor, Head of the Department of pathology of refraction, binocular vision and ophthalmoeconomics
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russia