

Сравнительный анализ волнового фронта и офтальмоэргонимических показателей после эксимерлазерной и ортокератологической коррекции миопии у пациентов старше 35 лет



Е.П. Тарутта



Н.В. Ходжабекян



А.Т. Ханджян



М.Д. Сенгаева

С.Г. Арутюнян, Н.А. Тарасова

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

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2020;17(4):719-724

Цель исследования: сравнительный анализ волнового фронта и офтальмоэргонимических показателей после эксимерлазерной и ортокератологической коррекции миопии у пациентов старше 35 лет. **Пациенты и методы.** В исследуемую группу включен 21 пациент: 12 (24 глаза) после эксимерлазерной коррекции близорукости (группа 1) и 9 (18 глаз) после ортокератологической (группа 2). Средний возраст пациентов после эксимерлазерной операции составил 38,5 года, после ортокератологии — 46,1 года. Специальные исследования были выполнены по офтальмоэргонимическим тестам. Оценивали остроту зрения вдаль и вблизи, пропускную способность зрительного анализатора (ПС), зрительную продуктивность (V), скорость чтения, мезопическое зрение, запасы относительной аккомодации (ЗОА), объективный аккомодационный ответ, объем псевдоаккомодации. Проведена также aberromетрия на aberрометре OPD-scan 3. **Результаты.** Сферический эквивалент остаточной рефракции составил $-0,625 \pm 0,08$ дптр в группе «эксимер» и $-1,58 \pm 0,24$ дптр в группе «ОКЛ». Несмотря на разницу в рефракции, бинокулярная и монокулярная острота зрения вдаль в группах не различалась: в группе 1 монокулярная острота зрения составила в среднем $0,74 \pm 0,03$, бинокулярная — $0,85 \pm 0,03$, в группе 2 — $0,71 \pm 0,06$ и $0,89 \pm 0,05$ соответственно. Параметры как монокулярного, так и бинокулярного аккомодационного ответа по данным Grand Seiko оказались на 50 % выше в группе 1 по сравнению с таковыми в группе 2. Величина ЗОА в группе пациентов «эксимер» составила $2,21 \pm 0,19$ дптр, что в два раза больше, чем в группе «ОКЛ» ($p = 0,0002$). Объем псевдоаккомодации составил $2,375 \pm 0,12$ дптр в группе 1, что оказалось на 20 % больше, чем в группе 2 ($p = 0,0414$). Уровень aberраций в группе «ОКЛ» по сравнению с группой «эксимер» был выше, за исключением вертикальной и горизонтальной комы, чьи значения оказались достоверно выше после эксимерлазерной коррекции. В целом динамика aberраций в обеих группах коррелировала с характерными изменениями топографии передней поверхности роговицы. **Заключение.** На основании полученных результатов следует сделать вывод, что пациентам в возрасте 35–40 лет целесообразнее рекомендовать проведение эксимерлазерного вмешательства с гипокоррекцией, а пациентам старше 45 лет использовать ортокератологические линзы.

Ключевые слова: миопия, волновой фронт, ортокератология, эксимерлазерная хирургия, офтальмо-эргонимические показатели

Для цитирования: Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В., Ханджян А.Т., Сенгаева М.Д., Арутюнян С.Г., Тарасова Н.А. Сравнительный анализ волнового фронта и офтальмоэргонимических показателей после эксимерлазерной и ортокератологической коррекции миопии у пациентов старше 35 лет. *Офтальмология*. 2020;17(4):719-724. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-4-719-724>

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

Конфликт интересов отсутствует



Comparative Analysis of the Wave Front Aberrations and Ophthalmoergonomic Parameters after Excimer Laser and Orthokeratological Correction of Myopia in Patients over 35 Years

E.P. Tarutta, N.V. Khodzhabekyan, A.T. Khandzhyan, M.D. Sengaeva, S.G. Harutunyan, N.A. Tarasova

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2020;17(4):719–724

Purpose. Comparative analysis of the wavefront aberrations and ophthalmoergonomic parameters after excimer laser and orthokeratological correction of myopia in patients aged over 35 years. **Patients and methods.** The study included 21 patients: 12 (24 eyes) after excimer laser correction of myopia (group 1) and 9 (18 eyes) after orthokeratology (group 2). The average age of patients after excimer laser surgery was 38.5 years, after orthokeratological correction 46.1 years. Special studies included ophthalmoergonomical tests: far and near distance visual acuity, capacity of the visual analyzer, visual productivity, reading velocity, mesopic vision, relative accommodation reserves, objective accommodative response, pseudo-accommodation volume. Wavefront aberrations were conducted on the OPD-scan 3. **Results.** The spherical equivalent of residual refraction was $-0.625 \pm 0.08D$ in the excimer group, and $-1.58 \pm 0.24D$ in orthokeratological group. Despite the difference in refraction, values of distance binocular and monocular visual acuity were the same in both groups: in group 1 monocular visual acuity was 0.74 ± 0.03 , binocular 0.85 ± 0.03 ; in group 2 — 0.71 ± 0.06 and 0.89 ± 0.05 respectively. The parameters of both monocular and binocular accommodative response measured on Grand Seiko were 50 % higher in the excimer group compared to those in the orthokeratological group. Relative accommodation reserves appeared to be two times more in the excimer group. The volume of pseudo-accommodation was $2.375 \pm 0.12D$ in group 1, which appeared to be 20 % more than in the group 2 ($p = 0.0414$). The level of wavefront aberrations was significantly higher in orthokeratological group with the exception of vertical aberrations and, especially horizontal coma, which were significantly higher after excimer laser surgery. Generally, the dynamics of aberrations in both groups correlates with changes of the corneal topography. **Conclusion.** Excimer laser surgery with hypocorrection is more recommended for patients aged 35–40, and orthokeratological correction for patients over 45 years old.

Keywords: myopia, wavefront aberrations, orthokeratological correction, excimer laser surgery, ophthalmicergonomical parameters

For citation: Tarutta E.P., Khodzhabekyan N.V., Khandzhyan A.T., Sengaeva M.D., Harutunyan S.G., Tarasova N.A. Comparative Analysis of the Wave Front Aberrations and Ophthalmoergonomic Parameters after Excimer Laser and Orthokeratological Correction of Myopia in Patients over 35 Years. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(4):719–724. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-4-719-724>

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

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

Рациональная коррекция миопии у пациентов среднего возраста до сих пор остается актуальным вопросом в офтальмологии. Существует несколько распространенных способов коррекции миопии у таких пациентов: моновикулярная контактная или хирургическая, интраокулярная коррекция, бинокулярная гипокоррекция миопии. Последняя в настоящее время характеризуется высокой эффективностью. Суть этого метода заключается в том, что пациентам в возрасте от 35 до 50 лет планируют гипокоррекцию в пределах 0,5–1,5 дптр для возможности чтения вблизи без дополнительной очковой коррекции пресбиопии. Гипокоррекцию рассчитывают по сферическому компоненту рефракции в условиях циклоплегии и моделируют в мягких контактных линзах. Цилиндрический компонент рефракции корригируют почти в полном объеме. Пациенты должны быть грамотно мотивированы и предупреждены о прогнозируемой послеоперационной некорригированной бинокулярной остроте зрения 0,6–0,7 по таблице Snellen, о возможности чтения текста № 7 без дополнительной очковой коррекции пресбиопии в течение первых лет после рефракционного вмешательства [1–7].

Ортокератологическая контактная коррекция также является одним из эффективных методов коррекции миопии, в том числе у пациентов среднего возраста. В проведенных в нашем институте работах было показано, что ортокератологическая коррекция повышает зрительную работоспособность у детей и подростков за счет повышения аккомодации и создания эффекта псевдоаккомодации, который обусловлен специфическими изменениями топографии роговицы после ОКЛ, что приводит к увеличению уровня aberrаций высших порядков и прежде всего сферической aberrации. Это, в свою очередь, обуславливает увеличение глубины фокусной области вдаль и вблизи и облегчение зрительной работы [8–14]. Все перечисленные эффекты должны обеспечить повышение зрительной работоспособности и у лиц среднего возраста, частично утративших способность к собственной аккомодации, однако этот вопрос до настоящего времени не изучался.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследуемую группу включен 21 пациент: 12 (24 глаза) после эксимерлазерной коррекции близорукости (группа 1) и 9 (18 глаз) после ортокератологической

Е.П. Тарутта, Н.В. Ходжабекян, А.Т. Ханджян, М.Д. Сенгаева, С.Г. Арутюнян, Н.А. Тарасова

Контактная информация: Сенгаева Мария Дмитриевна mariasengaeva@mail.ru

(группа 2). Средний возраст пациентов в группе 1 составил 38,5 года, в группе 2 — 46,1 года. Специальные исследования были выполнены по офтальмоэргоническим тестам. Оценивали остроту зрения вдаль и вблизи, пропускную способность зрительного анализатора (ПС), зрительную продуктивность (V), скорость чтения, мезопическое зрение, запасы относительной аккомодации (ЗОА), объективный аккомодационный ответ, объем псевдоаккомодации. Проведена также aberromетрия на aberromетре OPD-scan 3.

Для исследования пропускной способности и зрительной продуктивности была использована корректурная таблица на бумажном носителе, состоящая из 500 буквенных знаков, расположенных в случайном порядке и последовательности, напечатанных шестым кеглем. Исследуемому предлагали сосчитать количество заданной буквы во всех рядах таблицы, при этом фиксировали время исследования и общее число опознанной буквы в таблице [15, 16].

Для исследования скорости чтения пациентам предлагали двумя открытыми глазами за 1 минуту прочитать текст, напечатанный десятым кеглем. Фиксировали общее количество прочитанных строк в тексте. Скорость чтения определяли путем умножения количества прочитанных строк на количество знаков с пробелами [17].

Измерение мезопической остроты зрения осуществляли при помощи прибора Mesotest 2. Тестирование проводили в темном помещении. Пациенту предлагали пройти 8 уровней теста: 4 уровня контрастности без освещения ($0,032 \text{ кд/м}^2$), 4 уровня контрастности с освещением 3° , $0,1 \text{ кд/м}^2$ (глэр-эффект). На каждом уровне контрастности включаются по очереди разные позиции колец Ландольта ($0,1 = 6/60$). Результатом является количество пройденных уровней.

Исследование объективного аккомодационного ответа и субъективных запасов относительной аккомодации было проведено на авторефрактометре «открытого поля» Grand Seiko WR-5100K. Измерение проводили с узким зрачком и с полной докоррекцией остаточной аметропии при предъявлении объекта фиксации на расстоянии 33 см (текст № 4 для близи). Исследование проводили как при бинокулярной (БАО), так и при монокулярной (МАО) фиксации взора. В последнем случае перед парным глазом в оправу помещали заслонку [18].

Запасы относительной аккомодации определяли по известной методике с той же докоррекцией остаточной аметропии.

Объем псевдоаккомодации измеряли в условиях медикаментозной циклоплегии (циклопентолат $1\% \times 2 \text{ р.}$) по методике, разработанной в нашем институте; так же как при измерении ЗОА, пациентам с остаточной аметропией в пробной оправе давали полную докоррекцию. Испытуемого просили читать текст № 4 на расстоянии 33 см от глаз, и если пациент не мог прочитать текст, то перед глазами испытуемого симметрично устанавливали плюсовые линзы возрастающей силы с шагом $+0,5 \text{ дптр}$ до тех пор, пока чтение становилось возможным. Величину ПА можно определить, вычитая из $3,0 \text{ дптр}$ силу положительной линзы, с которой чтение становится возможным. Так, если чтение текста возможно уже с линзой $+0,5 \text{ дптр}$, величина псевдоаккомодации составит $2,5 \text{ дптр}$ [8].

Статистическую обработку материала выполняли на персональном компьютере с использованием приложения Microsoft Excel и пакета статистического анализа Biostatics 6,0 for Windows (Stat soft Inc., USA). Для оценки достоверности полученных данных использовали показатель парного критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 приведены клинико-функциональные показатели пациентов после эксимерлазерной коррекции и на фоне использования ОК-линз. Сферический эквивалент рефракции составил $-0,625 \pm 0,08 \text{ дптр}$ в группе 1, и $-1,58 \pm 0,24 \text{ дптр}$ в группе 2. Несмотря на разницу в рефракции, бинокулярная и монокулярная острота зрения вдаль в группах не различалась: в группе 1 монокулярная острота зрения составила в среднем $0,74 \pm 0,03$, бинокулярная — $0,85 \pm 0,03$, в группе 2 монокулярная острота зрения вдаль составила $0,71 \pm 0,06$, бинокулярная — $0,89 \pm 0,05$. Монокулярная острота зрения вблизи после эксимерлазерной коррекции составила $0,58 \pm 0,08$, на фоне ОКЛ — $0,73 \pm 0,06$, бинокулярная — $0,625 \pm 0,08$ и $0,87 \pm 0,04$ соответственно. Столь высокая острота зрения вдаль в группе 2 при средней остаточной миопии в $1,6 \text{ дптр}$ объясняется, на наш взгляд, увеличенной после ОК-коррекции глубиной фокусной области, о чем сообщалось ранее.

Параметры как монокулярного, так и бинокулярного аккомодационного ответа, по данным Grand

Таблица 1. Клинико-функциональные показатели миопических глаз после эксимерлазерной и ортокератологической коррекции

Table 1. Clinical and functional parameters of myopic eyes after excimer laser and orthokeratological correction

	Возраст / Age	R	Vis монок. вдаль / Monocular far distance visual acuity	Vis бинок. вдаль / Binocular far distance visual acuity	Vis монок. вблизи / Monocular near distance visual acuity	Vis бинок. вблизи / Binocular near distance visual acuity	МАО / Monocular accommodative response	БАО / Binocular accommodative response
Эксимер / Excimer	$38,5 \pm 0,81^*$	$-0,625 \pm 0,08^*$	$0,74 \pm 0,03$	$0,85 \pm 0,03$	$0,58 \pm 0,08$	$0,625 \pm 0,08^*$	$-1,4 \pm 0,17^*$	$-1,5 \pm 0,19^*$
ОКЛ / Orthokeratology	$46,1 \pm 1,75^*$	$-1,58 \pm 0,24^*$	$0,71 \pm 0,06$	$0,89 \pm 0,05$	$0,73 \pm 0,06$	$0,87 \pm 0,04^*$	$-0,69 \pm 0,25^*$	$-0,7 \pm 0,28^*$

Примечание: * — статистически достоверно.

Note: * — statistically significant.

Seiko, оказались на 50 % выше в группе 1 по сравнению с таковыми в группе 2 (табл. 1). Это, безусловно, следует объяснить более молодым возрастом пациентов 1 группы.

В таблице 2 представлена сравнительная характеристика офтальмо-эргономических показателей после эксимерлазерной и ОК-коррекции. Величина ЗОА в группе 1 составила $2,21 \pm 0,19$ дптр, что в два раза больше, чем в группе 2 ($p = 0,0002$), объем псевдоаккомодации — $2,375 \pm 0,12$ дптр в группе эксимер, что оказалось на 20 % больше, чем в группе ОКЛ ($p = 0,0414$). Этот факт вызвал наше удивление из-за известного повышения глубины фокуса вблизи и установленного ранее повышения объема ПА после ОК-коррекции миопии у молодых.

Очевидно, что полученные в данном исследовании низкие показатели ПА следует объяснить более высокой остаточной миопией, потребовавшей приставления более сильных «минусовых» линз. Отрицательная сферическая аберрация, наведенная этими стеклами, очевидно, нейтрализовала благоприятное действие положительной СА роговицы после ОК-коррекции. Дальнейшие исследования позволят получить ответ на этот вопрос. Несмотря на более низкие показатели аккомодации и псевдоаккомодации, эргономические тесты в группе 2 оказались успешнее или не хуже, чем у оперированных пациентов. Зрительная продуктивность в группе «ОКЛ» оказалась статистически достоверно выше на 19 % по сравнению с группой «эксимер» ($p = 0,0180$). Количество пройденных

уровней мезотеста оказалось больше в группе эксимер (табл. 2): без глэр эффекта — достоверно, с глэр эффектом — недостоверно. Пропускная способность зрительного анализатора не различалась: в группе 1 она составила $7,2 \pm 0,44$ знак/сек, в группе 2 — $8,06 \pm 0,4$ знак/сек. Скорость чтения также не показала достоверных различий: в группе «эксимер» она составила $1137,5 \pm 29,83$ знаков и в группе «ОКЛ» — $1061 \pm 39,1$ знаков.

Результаты исследования волнового фронта после ОК-коррекции и эксимерлазерной хирургии при фиксированном диаметре зрачка 4,0 и 6,0 мм представлены в таблицах 3 и 4.

PSF не менялась при увеличении диаметра зрачка и мало различалась после разных методов коррекции, составляя 0,03 после ОК-коррекции и 0,02 после рефракционной хирургии.

При диаметре зрачка 4,0 мм (табл. 3) как общий волновой фронт, так и аберрации высшего порядка оказались больше после ОК-коррекции по сравнению с рефракционной операцией. Так, при ОК-коррекции Tilt выше в 5 раз, Trefoil в 6 раз, SA почти в 8 раз, а вертикальная и горизонтальная кома, наоборот, выше у пациентов после рефракционной хирургии, соответственно, в 3 раза и в 14.

При диаметре зрачка 6,0 мм (табл. 4) все показатели увеличиваются в обеих группах, но более значительно в группе рефракционной хирургии. Так, общие аберрации увеличиваются в 2 раза после ОК-коррекции

Таблица 2. Эргономические показатели после эксимерлазерной и ортокератологической коррекции

Table 2. Ergonomic parameters after excimer laser and orthokeratological correction

	ЗОА / Relative accommodation reserves	ПА / Pseudo-accommodation	V / Visual productivity	ПС / Capacity of the visual analyzer	Скорость чтения / Reading velocity	Мезотест без глэр эффекта / Mesotest without glare effect	Мезотест с глэр эффектом / Mesotest with glare effect
Эксимер / Excimer	$2,21 \pm 0,19^*$	$2,375 \pm 0,12^*$	$6,32 \pm 0,4^*$	$7,2 \pm 0,44$	$1137,5 \pm 29,83$	$3,2 \pm 0,3^*$	$2,1 \pm 0,3$
ОКЛ / Orthokeratology	$1,1 \pm 0,2^*$	$1,89 \pm 0,22^*$	$7,8 \pm 0,46^*$	$8,06 \pm 0,4$	$1061,1 \pm 39,1$	$2,1 \pm 0,4^*$	$1,8 \pm 0,4$

Примечание: * — статистически достоверно.
Note: * — statistically significant.

Таблица 3. Аберрации оптической системы глаза после ношения ОК линз и после рефракционной хирургии (диаметр зрачка 4,0 мм)

Table 3. Wavefront aberrations after OK correction and refractive surgery (4.0 mm pupil diameter)

	PSF	Total	Tilt	HOA	Coma 7	Coma 8	Trefoil	SA
ОКЛ / OKL	$0,03 \pm 0,01$	$3,1 \pm 0,2^*$	$0,9 \pm 0,05^*$	$1,7 \pm 0,06^*$	$-0,01 \pm 0,01$	$-0,1 \pm 0,04$	$0,74 \pm 0,02^*$	$0,03 \pm 0,01$
Эксимер / Excimer	$0,02 \pm 0,01$	$0,59 \pm 0,06^*$	$0,18 \pm 0,02^*$	$0,19 \pm 0,04^*$	$0,03 \pm 0,01$	$0,007 \pm 0,005$	$0,11 \pm 0,01^*$	$-0,004 \pm 0,005$

Примечание: * — статистически достоверно.
Note: * — statistically significant.

Таблица 4. Аберрации оптической системы глаза после ношения ОК линз и после рефракционной хирургии (диаметр зрачка 6,0 мм)

Table 4. Wavefront aberrations after OK correction and refractive surgery (6.0 mm pupil diameter)

	PSF	Total	Tilt	HOA	Coma 7	Coma 8	Trefoil	SA
ОКЛ / OKL	$0,03 \pm 0,02$	$5,4 \pm 0,3^*$	$1,8 \pm 0,06^*$	$1,7 \pm 0,09^*$	$-0,04 \pm 0,02^*$	$0,05 \pm 0,01^*$	$0,54 \pm 0,04^*$	$0,69 \pm 0,03^*$
Эксимер / Excimer	$0,02 \pm 0,01$	$1,45 \pm 0,07^*$	$0,59 \pm 0,05^*$	$0,5 \pm 0,01^*$	$0,13 \pm 0,03^*$	$0,01 \pm 0,01^*$	$0,24 \pm 0,02^*$	$0,16 \pm 0,02^*$

Примечание: * — статистически достоверно.
Note: * — statistically significant.

и почти в 3 раза после рефракционной хирургии; Tilt в 2 и 3 раза; НОА в первой группе не менялся и увеличивался в 3 раза в группе «эксимер», кома в 3 и 4 раза, Trefoil в 2 раза, а сферическая аберрация в 23 и 40 раз, соответственно.

Таким образом, уровень аберраций при диаметре зрачка 6 мм в группе ОК-линз по сравнению с рефракционной хирургией был также выше, но не столь значительно, как при диаметре зрачка 4 мм: в 2–4 раза (а не в 5–8 раз, как при диаметре зрачка 4 мм). Это объясняется особенностями топографии роговицы: после ОК-коррекции максимальное выпячивание и усиление преломления наблюдается в зоне диаметром 5 мм, а после эксимер-лазерной коррекции максимальное выпячивание роговицы наблюдается на границе переходной зоны и интактной роговицы — в 7–8 мм.

ВЫВОДЫ

1. Впервые проведена сравнительная оценка функциональных и офтальмо-эргономических показателей после ортокератологической и эксимерлазерной коррекции близорукости у пациентов возрастной группы старше 35 лет. В целом оба метода позволили получить высокую остроту зрения вдаль и вблизи без дополнительной коррекции.

2. Уровень аберраций волнового фронта значительно выше после орто-кератологической, чем после эксимерлазерной коррекции, исключение составили аберрации вертикальная и особенно горизонтальная кома,

достоверно более высокие после хирургической коррекции. Динамика аберраций при расширении зрачка в обеих группах коррелирует с измененной топографией роговицы после соответствующего воздействия.

3. Остаточная миопия после ОК-коррекции оказалась в 2 раза выше, чем после эксимерлазерной. При этом острота зрения вдаль была одинаково высокой за счет высокого уровня аберраций и повышенной глубины фокусной области.

4. Острота зрения вблизи без дополнительной коррекции была достоверно выше в группе ОКЛ за счет остаточной миопии, а также глубины фокусной области.

5. Параметры МАО, БАО и ЗОА оказались в 2 раза выше в группе пациентов после эксимерлазерной коррекции, ПА и сумеречная острота зрения вдаль в 1,3 раза выше. Это, очевидно, следует объяснить более молодым возрастом пациентов 1 группы. Следует сделать вывод, что пациентам в возрасте 35–40 лет целесообразнее рекомендовать проведение эксимерлазерной хирургии с гипокоррекцией, а пациентам старше 45 лет — использование ортокератологических линз.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Тарутта Е.П. — дизайн исследования, концепция исследования, научное редактирование, обработка материала, написание текста, формулировка выводов; Сенгаева М.Д. — дизайн исследования, обработка материала, написание текста, статистическая обработка, формулировка выводов; Арутюнян С.Г. — научное редактирование, концепция исследования, статистическая обработка, написание текста; Ходжабекян Н.В. — обработка материала, выполнение хирургических манипуляций, написание текста; Ханджян А.Т. — обзор литературы, выполнение хирургических манипуляций; Тарасова Н.А. — концепция исследования, статистическая обработка.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Goldberg D.B. Laser in situ keratomileusis monovision. *J. Cataract Refract. Surg.* 2001;27:1449–1455.
- Jain S., Ou R., Azar D.T. Monovision outcomes in presbyopic individuals after refractive surgery. *Ophthalmology.* 2001;108(8):1430–1433. DOI: 10.1016/s0161-6420(01)00647-9
- Naidoo K.S., Holden B.A. The global burden of potential productivity loss from uncorrected presbyopia. *Ophthalmology.* 2015;122(8):1706–1710. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.04.014
- Charman W.N. Developments in the correction of presbyopia: surgical approaches. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2014;34(4):397–426. DOI: 10.1111/opro.12129
- Ходжабекян Н.В., Ханджян А.Т., Тарутта Е.П. Симметричная гипокоррекция миопии у пациентов пресбиопического возраста, оперированных методом ФемтоЛАСИК. *Российский офтальмологический журнал* 2018;11(4):43–47. [Khodzhabekyan N.V., Khandzhyan A.T., Tarutta E.P. A symmetric hypocorrection of myopia by FemtoLASIK in patients with presbyopia. *Russian ophthalmological journal = Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2018;11(4):43–47 (In Russ.).]
- Artola A., Patel S., Schimchak P. Evidence for delayed presbyopia after photorefractive keratectomy for myopia. *Ophthalmology.* 2006;113(5):735–741. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.01.054
- Румянцева О.А., Спивак И.А. Изменение морфологической структуры роговицы человека с возрастом. *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2004;4:158. [Rumyantseva O.A., Spivak I.A. Aging change of corneal morphological structure. *RMZH. Clinical ophthalmology = Klinicheskaya oftalmologiya.* 2004;4:158 (In Russ.).]
- Тарутта Е.П., Аляева О.О., Егорова Т.С. Способ оценки объема псевдоаккомодации до и после ортокератологической коррекции миопии. Патент RU 2500339, 2013. [Tarutta E.P., Alyaeva O.O., Egorova T.S. A method for estimating the volume of pseudo-accommodation before and after orthokeratological correction of myopia. Patent RU 2500339, 2013 (In Russ.).]
- Тарутта Е.П., Егорова Т.С., Аляева О.О. Оценка эффективности ортокератологической коррекции миопии у детей. *Глаз.* 2012;1:24–27. [Tarutta E.P., Egorova T.S., Alyaeva O.O. Evaluation of the effectiveness of orthokeratological correction of myopia in children. *Eye = Glaz.* 2012;1:24–27 (In Russ.).]
- Нероев В.В., Тарутта Е.П., Арутюнян С.Г., Ханджян А.Т., Ходжабекян Н.В. Аберрации волнового фронта и аккомодация при миопии и гиперметропии. *Вестник офтальмологии.* 2017;133(2):5–9. [Neroev V.V., Tarutta E.P., Arutyunyan S.G., Khanjyan A.T., Khodzhabekyan N.V. Wavefront aberrations and accom-
- modation in case of myopia and hyperopia. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii.* 2017;133(2):5–9 (In Russ.).]
- Тарутта Е.П., Арутюнян С.Г. Влияние ортокератологических линз на сферическую аберрацию оптической системы глаза. *Российский офтальмологический журнал.* 2018;11(2):17–21. [Tarutta E.P., Arutyunyan S.G. The influence of orthokeratological lenses on the spherical aberrations of the optical system of the eye. *Russian ophthalmological journal = Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2018;11(2):17–21 (In Russ.).]
- Корнюшина Т.А., Розенблюм Ю.З., Киваев А.А. Аберрометрия в диагностике глазных заболеваний. *Офтальмологический журнал.* 1990;8:474–478. [Kornushina T.A., Rosenblum Yu.Z., Kivaev A.A. Aberrometry in the diagnosis of eye diseases. *Journal of Ophthalmology (Ukraine) = Oftalmologicheskii zhurnal* 1990;8:474–478 (In Russ.).]
- Тарутта Е.П., Аляева О.О. Аберрации оптической системы глаза у детей, пользующихся ортокератологическими линзами ночного ношения. *Российский офтальмологический журнал.* 2013;6(1):44–48. [Tarutta E.P., Alyaeva O.O. Aberrations of the optical system of the eye in children using orthokeratological lenses for night wear. *Russian ophthalmological journal = Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2013;6(1):44–48 (In Russ.).]
- Тарутта Е.П., Милаш С.В., Тарасова Н.А., Епишина М.В., Аджемян Н.А. Индуцированный периферический дефокус и форма заднего полюса глаза на фоне ортокератологической коррекции миопии. *Российский офтальмологический журнал.* 2015;8(3):52–56. [Tarutta E.P., Milash S.V., Tarasova N.A., Epishina M.V., Adzhemian N.A. Induced peripheral defocus and the shape of the posterior pole of the eye after orthokeratological correction of myopia. *Russian ophthalmological journal = Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2015;8(3):52–56 (In Russ.).]
- Егорова Т.С., Голубцов К.В. КЧСМ в определении зрительной работоспособности слабовидящих школьников. *Информационные процессы.* 2002;2(1):106–110. [Egorova T.S., Golubtsov K.V. CFF in determining the visual performance of visually impaired students. *Information Processes = Informacionnyye processy.* 2002;2(1):106–110 (In Russ.).]
- Егорова Т.С. Таблицы для подбора средств коррекции зрения при чтении. Медицинская техника для всеобщей диспансеризации населения. М.: ВНИИМП; 1985:38–41. [Egorova T.S. Tables for the selection of vision correction when reading. Medical equipment for general medical examination of the population. Moscow: VNIIMP; 1985:38–41 (In Russ.).]

17. Егорова Т.С. Скорость чтения как эргономический критерий оптимальной коррекции при слабовидении. *Офтальмоэргоника и оптометрия*. Сб. научн. тр. 1988:158–165. [Egorova T.S. Reading velocity as an ergonomic criterion for optimal correction of low vision. *Ophthalmoeconomics and optometry = Ophthalmoeconomica i optometrija*. 1988:158–165 (In Russ.)].

18. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Проскурина О.В., Ходжабекян Н.В. и др., Аккомодация: руководство для врачей. Под ред. Л.А. Катаргиной. М.; 2012:50–53. [Tarutta E.P., Iomdina E.N., Tarasova N.A., Proskurina O.V., Khodzhabekyan N.V., et al. *Accommodation: A Guide for Physicians*. Edited by L.A. Katargina. Moscow; 2012:50–53 (In Russ.)].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

ФГБУ «Национальный медицинский научно-исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Ходжабекян Нарине Володяевна
кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргоники, врач-офтальмолог высшей категории
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский научно-исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Ханджян Ануш Тиграновна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский научно-исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Сенгаева Мария Дмитриевна
аспирантка отдела патологии сетчатки и зрительного нерва
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский научно-исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Арутюнян Нона Гришаевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргоники
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский научно-исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Тарасова Наталья Алексеевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргоники
ул. Садовая-Черногызская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Tarutta Elena P.
Professor, MD, head of the pathology of refraction, binocular vision and ophthalmoeconomics department
Sadovaya-Chernogryzskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Khodzhabekyan Narine V.
PhD, leading researcher, pathology of refraction, binocular vision and ophthalmoeconomics department
Sadovaya-Chernogryzskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Khandzhyan Anush T.
PhD, senior researcher, pathology of refraction, binocular vision and ophthalmoeconomics department
Sadovaya-Chernogryzskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Sengaeva Maria D.
postgraduate, pathology of the retina and optic nerve department
Sadovaya-Chernogryzskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Harutunyan, Nona A.
PhD, ophthalmologist of the pathology of refraction, binocular vision and ophthalmoeconomics department
Sadovaya-Chernogryzskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Tarasova Natalya A.
PhD, senior researcher of the pathology of refraction, binocular vision and ophthalmoeconomics department
Sadovaya-Chernogryzskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation