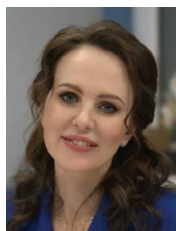


Проблема циклоторсии при коррекции миопии и миопического астигматизма методом SMILE



Т.Ю. Шилова



М.А. Шилова

Клиника лазерной коррекции зрения доктора Шиловой
Москва, ул. Мосфильмовская, 74б, 119192, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):24–28

Для лечения миопии и миопического астигматизма наиболее часто выполняемой лазерной рефракционной хирургической техникой является лазерный кератомилез *in situ* (LASIK). В последние годы малоинвазивное извлечение лентикулы (SMILE) стало многообещающей альтернативой LASIK, требующей только фемтосекундного лазера для создания интрастромальной лентикулы. LASIK и SMILE имеют сопоставимые визуальные результаты с точки зрения безопасности, эффективности и предсказуемости. Установлено, что SMILE приводит к менее тяжелым послеоперационным симптомам в виде синдрома сухого глаза и к более быстрому восстановлению чувствительности роговицы, чем LASIK. Однако несколькими авторами была отмечена четкая тенденция к недокоррекции при SMILE, которая чаще встречалась у пациентов с предоперационным выраженным астигматизмом. Коррекция астигматизма с помощью фемто-LASIK по сравнению со SMILE характеризуется большими преимуществами. Причиной этого является циклоторсия, которая не контролируется при использовании платформы VisuMax. Циклоторсия является распространенной проблемой при коррекции астигматизма, поскольку циклоторсионная ошибка всего в несколько градусов является источником астигматической недокоррекции. Хотя динамическая циклоторсия не должна быть проблемой при выполнении SMILE из-за фиксации глаз во время лазерного лечения, статическая циклоторсия должна быть компенсирована, поскольку правильное выравнивание оси и центрация зрачка являются критическими в плане получения рефракционных результатов.

Ключевые слова: миопический астигматизм, SMILE, LASIK, циклоторсия

Для цитирования: Шилова Т.Ю., Шилова М.А. Проблема циклоторсии при коррекции миопии и миопического астигматизма методом SMILE. *Офтальмология*. 2025;22(1):24–28. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-24-28>

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

Конфликт интересов отсутствует.



The Problem of Cyclotorsion in the Correction of Myopia and Myopic Astigmatism by the SMILE Method

T.Yu. Shilova, M.A. Shilova

Clinic of Dr. Shilova laser vision correction
Mosfilmovskaya str., 74B, Moscow, 119192, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):24–28

For the treatment of myopia and myopic astigmatism, the most commonly performed laser refractive surgical technique is Laser *in situ* keratomileusis (LASIK). In recent years, minimally invasive lenticule extraction (SMILE) has emerged as a promising alternative to LASIK, requiring only a femtosecond laser to create the intrastromal lenticule. LASIK and SMILE have comparable visual outcomes in terms of safety, efficacy, and predictability. SMILE has been shown its result in less severe postoperative dry eye symptoms and faster corneal sensitivity recovery than LASIK. However, several authors have noted a clear trend toward undercorrection in SMILE, which is more pronounced in cases where preoperative astigmatism is greater. Astigmatism correction with femto-LASIK is more advantageous than with SMILE. The reason for this is cyclotorsion, which is not controlled when using the VisuMax platform. Cyclotorsion is a common problem when correcting astigmatism, as a cyclotorsional error of just a few degrees is a source of astigmatic undercorrection. Although dynamic cyclotorsion should not be a problem when performing SMILE due to the fixation of the eyes during laser treatment, static cyclotorsion must be compensated for, as proper axis alignment and pupillary centration are critical to achieving refractive results.

Keywords: myopic astigmatism, SMILE, LASIK, cyclotorsion

For citation: Shilova T.Yu., Shilova M.A. The Problem of Cyclotorsion in the Correction of Myopia and Myopic Astigmatism by the SMILE Method. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):24–28. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-24-28>

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

There is no conflict of interests.

Для лечения миопии и миопического астигматизма наиболее часто выполняемой лазерной рефракционной хирургической техникой является Лазерный кератомилез *in situ* (LASIK). В последние годы малоинвазивное извлечение лентиккулы (SMILE) стало многообещающей альтернативой LASIK, требующей только фемтосекундного лазера для создания интрастромальной лентиккулы. Одним из принципиально новых направлений рефракционной хирургии является выполнение операций с помощью лазера VisuMax («Carl Zeiss», Германия), с помощью которого W. Sekundo и M. Blum в 2006 г. выполнили первую операцию — FLEx (фемтосекундная экстракция оптической линзы — лентиккулы). С помощью фемтосекундного лазера отсепаровывают верхнюю и нижнюю поверхности лентиккулы, после чего лентиккулу извлекают. Удаление лентиккулы через малый роговичный надрез назвали SMILE (Small-Incision Lenticule Extraction). Во всем мире было проведено более шести миллионов операций SMILE [1–4].

Многочисленные исследования показали, что SMILE обеспечивает приемлемую предсказуемость, эффективность, стабильность и безопасность для коррекции умеренного и сильного миопического астигматизма [5–12]. LASIK и SMILE имеют сопоставимые визуальные результаты с точки зрения безопасности, эффективности и предсказуемости, хотя восстановление остроты зрения может быть медленнее в глазах, подвергнутых LASIK. Установлено, что SMILE приводит к менее тяжелым послеоперационным симптомам, в частности в виде синдрома сухого глаза, и к более быстрому восстановлению

чувствительности роговицы, чем LASIK. Однако несколькими авторами была отмечена четкая тенденция к недокоррекции при SMILE, которая встречалась чаще, когда предоперационный астигматизм больше выражен [5–11]. В соответствии с этим такие авторы, как I.B. Pedersen, A. Ivarsen, предположили, что текущие номограммы лечения могут потребовать корректировки на 10 % в величине коррекции астигматизма [5, 6].

Извлечение лентиккулы является безопасным и эффективным методом лечения миопии и миопического астигматизма и, по-видимому, является хирургическим методом, который сочетает в себе преимущества LASIK и фоторефракционной кератэктомии (PRK). По сравнению с PRK острота зрения при SMILE улучшается гораздо быстрее, а результаты рефракции стабилизируются в более короткие сроки, нет риска помутнения роговицы в послеоперационный период, кроме того, при SMILE можно корректировать более высокие степени нарушения рефракции.

Если сравнивать с LASIK, после выполнения SMILE роговица остается биомеханически более прочной и устойчивой к травмам, восстановление остроты зрения происходит быстрее.

Платформа VisuMax была одобрена Управлением по контролю за продуктами питания и лекарственными средствами США (USFDA) 4 октября 2018 года для лечения с помощью SMILE при миопии до –10,0 D и миопического астигматизма до –3,00 D, для общего сферического эквивалента (SE) не более 5,0 D. Для сравнения,

T.Yu. Shilova, M.A. Shilova

Contact information: Shilova Tatiana Yu. shilovamd@gmail.com

The Problem of Cyclotorsion in the Correction of Myopia and Myopic Astigmatism by the SMILE Method

ряд эксимерных лазеров одобрены USFDA для лечения миопии до $-8,0$ D методом LASIK и миопического астигматизма до $-3,00$ D, для сферического эквивалента SE не более $5,0$ D. Несмотря на то что теоретически SMILE является менее инвазивным вмешательством, операция имеет свои недостатки по сравнению с LASIK. Так, существующие платформы для LASIK оснащены системами компенсации циклоторсионной ошибки [13, 14], что в настоящее время отсутствует в фемтосекундной лазерной платформе VisuMax [15].

В немногих работах сообщается о результатах лечения миопического астигматизма с помощью векторного анализа, и очень мало данных по-прежнему относительно случаев, связанных с высоким цилиндром.

Следует, тем не менее, учитывать, что даже эксимерные методы рефракционной хирургии роговицы (поверхностная абляция и лазерный кератомилез *in situ*) продемонстрировали менее эффективную и более сложную коррекцию астигматизма по сравнению с коррекцией простых сферических нарушений. При высоких степенях астигматизма, по-видимому, имеется более низкая предсказуемость и стабильность рефракционного результата [16–20].

С другой стороны, астигматизм $\leq 0,5$ D не ухудшает остроту зрения, что позволяет предположить, что визуальная польза от коррекции этой величины астигматизма ограничена [20], то есть ей можно пренебречь.

В настоящее время SMILE не используется для коррекции простого и сложного гиперметропического астигматизма, отсутствуют также убедительные опубликованные данные, демонстрирующие эффективность и безопасность применения SMILE для коррекции смешанного астигматизма [21].

Анализ литературных данных показывает возможность вывода, что, безусловно, SMILE обеспечивает приемлемую предсказуемость, эффективность, стабильность и безопасность для коррекции умеренного и сильного миопического астигматизма. Лечение миопического астигматизма с помощью SMILE кажется предсказуемым и эффективным, но с астигматической недокоррекцией примерно 11 % и небольшим поворотом оси против часовой стрелки [5].

Коррекция астигматизма с помощью фемто-LASIK по сравнению со SMILE характеризуется большими преимуществами [8–11]. Как уже указывалось выше, причиной этого является циклоторсия, которая не контролируется при использовании платформы VisuMax. Вращение глазного яблока вокруг его переднезадней оси называется циклоторсией, которая является нормальным физиологическим механизмом, позволяющим поддерживать бинокулярное зрение при различных наклонах головы. Циклоторсия имеет две формы: статическую и динамическую. Статическая циклоторсия возникает при изменении положения тела человека из вертикального в горизонтальное. Динамическая циклоторсия характеризуется

движениями глазного яблока непосредственно во время лазерного воздействия. Перед выкраиванием линтикулы в процессе операции SMILE контактное стекло фемтосекундного лазера плотно удерживает глазное яблоко, что обеспечивает его неподвижность, поэтому контроль динамической циклоторсии в этом случае не является необходимым. Между тем во избежание возможных ошибок очень важно учитывать наличие именно статической циклоторсии, поскольку все предоперационные обследования пациента выполняются в положении сидя, а сама операция — в положении лежа. Известно, что циклоторсия сама по себе является динамическим параметром и иногда может варьировать у одного и того же индивидуума в пределах нескольких градусов.

Таким образом, циклоторсия является распространенной проблемой при коррекции астигматизма, поскольку циклоторсионная ошибка всего в несколько градусов является источником астигматической недокоррекции [22, 23].

Отсутствие автоматизированного контроля циклоторсии и центрации в VisuMax, что имеется в последних платформах эксимерного лазера, приводит к рефракционным ошибкам, поскольку центрация и выравнивание являются субъективными и более изменчивыми при SMILE и зависят исключительно от фиксации пациента и применения хирургом контактного стекла для создания вакуума на поверхности глаза [24]. Сообщается, что во время эксимерной рефракционной хирургии до 38 % глаз поворачиваются более чем на 5° при изменении из положения сидя в положение лежа (статическое вращение) и до 68 % глаз поворачиваются более чем на 2° из положения сидя до конца лазерного лечения [25]. Таким образом, хотя динамическая циклоторсия не должна быть проблемой при выполнении SMILE из-за фиксации глаз во время лазерного лечения, статическая циклоторсия должна быть компенсирована, поскольку правильное выравнивание оси и центрация зрачка являются критическими в плане получения рефракционных результатов.

В тех случаях, когда циклоторсия составляет более 2° и не корректируется, коррекция астигматизма не позволяет достигнуть желаемых результатов. Теоретически разница в 4° приведет к 14 % недокоррекции астигматизма, разница в 6° приведет к 20 % недокоррекции астигматизма, а разница в 10° — к 35 % недокоррекции [26]. По данным различных исследований, средние значения циклоторсии находятся в пределах 2 – 4° , однако нередко могут превышать 10° , а иногда составлять более 20° .

В исследовании N. Alpins [25] с использованием векторного анализа было показано, что при ошибке на 5° недокоррекция составляет 1,5 %, на 15° — 13,4 %, а при ошибке на 30° недокоррекция может достигнуть и вовсе 50 %. В связи с этим контроль циклоторсии крайне

необходим в коррекции астигматизма, особенно высокой степени, при рефракционной операции SMILE.

Циклоторсия в положении лежа обычно составляет 5° , и очень редко можно увидеть циклоторсию около 10° . Даже циклоторсия в 10° не создаст рефракционного сюрприза, если у пациента небольшая степень астигматизма, т.е. у пациента с предоперационным астигматизмом 0,75 D будет остаточный астигматизм 0,25 D, что не создаст клинической проблемы. Однако та же степень циклоторсии (хотя это и очень редко) приведет к остаточному астигматизму приблизительно в 1 D у пациента с предоперационным астигматизмом 3 D (т.е. 33 % от 3 D). Кроме того, сам маневр стыковки и наложения вакуума иногда создает дополнительную циклоторсию в глазу при выполнении SMILE. Итак, в фемтолазерной установке «VisuMax», с помощью которой выполняется операция SMILE, отсутствует автоматическая система регистрации радужной оболочки глаза. В связи с этим актуальными остаются альтернативные способы контроля циклоторсии, которые были известны ранее, среди них: цилиндр Джексона, стержень Мэддокса, видеокератография, ручная кератометрия, трехмерная инфракрасная видеоокулография, ручная разметка роговицы, навигационные системы и т.д.

Ganesh и соавт. сообщили, что при использовании SMILE для коррекции миопии почти 20 % глаз показали циклоторсию более 5° [12]. S. Bharti, H.S. Bains указали на улучшение коррекции миопии и миопического астигматизма при воздействии на циклоторсию [13]. Авторы продемонстрировали при наличии астигматизма лучшие результаты после SMILE с ручной компенсацией статической циклоторсии, проведенной с помощью чернильных меток. Эта методика может приводить к ошибкам, в частности, при размещении меток на лимбе и на парacentральной зоне роговицы, при регулировке головы пациента, находящейся под VisuMax, для соответствия горизонтальной сетке окуляра и при вращении контактного стекла для окончательной регулировки оси. Более того, чернильные отметки на роговице не всегда легко увидеть после применения вакуума, если у пациента темный цвет радужной оболочки. Кроме того, следует осторожно и постепенно вращать контактное стекло, чтобы избежать нежелательной потери вакуума. Однако, как обсуждалось ранее, статическая компенсация циклоторсии является ключевым элементом в коррекции астигматизма, а методика меток хотя и не идеальна, должна быть принята для любой коррекции астигматизма более 0,75 D, пока для VisuMax не будет доступна надлежащая регистрация радужной оболочки/лимба для автоматизированного контроля циклоторсии и центрации зрачка.

Таким образом, одним из наиболее распространенных способов контроля циклоторсии при коррекции миопии в сочетании с астигматизмом методом SMILE является метод меток, при котором сначала выполняют разметку горизонтального меридиана роговицы

с помощью красителя в положении «сидя» тела пациента, а коррекцию циклоторсии проводят на этапе «предокинга» в положении «лежа» путем вращения контактного стекла фемтолазерной установки «VisuMax» до сопоставления меток роговицы [12]. Однако нестабильность вакуума в процессе вращения контактного стекла значительно повышает риск сброса вакуума и остановки лазерного этапа. Кроме того, нанесенные с помощью красителя метки размываются в процессе вращения, что снижает точность, также при вращении возможно смещение, деформация эпителия (особенно при дистрофиях базальной мембраны), что снижает качество поверхностей, формируемых фемтолазером, а это в итоге ведет к усложнению сепаровки лентиккулы и увеличению сроков восстановления зрения.

При другом варианте контроля циклоторсии при выполнении технологии SMILE разметку роговицы проводят стандартно с использованием маркеров по горизонтальному лучу света щелевой лампы. Затем с помощью изогнутого пинцета, который позволяет надежно стабилизировать глазное яблоко у лимба и выполнять его повороты, до начала «докинга» фиксируют глазное яблоко и проводят корректировку его положения путем ротации (без изменения положения головы) до совмещения меток горизонтальной разметки с «прицелом», то есть вращением и смещением глазного яблока добиваются полного совмещения. В этом случае сохраняется правильное положение головы и глаз не вращается. После этого начинают докинг (набор вакуума) и продолжают удержание глазного яблока весь период работы лазера [27]. Однако при этом сохраняется относительное повышение риска сброса вакуума из-за складки конъюнктивы при ее гипертрофии, что нередко сопутствует длительному ношению контактных линз.

Таким образом, вопрос, связанный с коррекцией циклоторсии при проведении операции смайл на платформе VisuMax, остается актуальным при коррекции миопии и миопического астигматизма.

Мы в своем исследовании поставили задачу повышения точности контроля циклоторсии с соответствующим получением высоких зрительных функций при коррекции миопии в сочетании с астигматизмом. Для этого был предложен способ маркировки горизонтального меридиана в вертикальном положении пациента лазерными метками, нанесенными с помощью импульсного излучения ИАГ-лазера с малой величиной плотности мощности.

Преимуществом лазерных меток является то, что они четко визуализируются под микроскопом, не стираются и не размываются, в отличие от красителя, в процессе манипуляций по коррекции миопии в сочетании с астигматизмом методом SMILE Pro. При этом разметка наносится без прикосновения к глазной поверхности, что повышает ее точность. Эти метки исчезают бесследно через несколько часов после нанесения. Способ был апробирован у 230 пациентов. Результаты показали

безопасность способа, его комфортность для пациента и хирурга, высокую точность компенсации циклоторсии и, как следствие, высокие зрительные функции у пациентов в послеоперационном периоде¹.

Таким образом, операция SMILE представляет собой безопасную альтернативу операции LASIK в ее

нынешнем виде. С улучшением фемтосекундных лазерных платформ использование лазерного извлечения лентикулы станет широко распространенным в ближайшем будущем.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шилова Т.Ю. — общая концепция, научное редактирование,
Шилова М.А. — сбор материала, написание текста.

¹ Заявка на выдачу патента на изобретение RU 2025100331, приоритет от 13.01.25.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Ang M, Tan D, Mehta JS. Small incision lenticule extraction (SMILE) versus laser in-situ keratomileusis (LASIK): study protocol for a randomized, non-inferiority trial. *Trials* 2012;13:75. doi: 10.1186/1745-6215-13-75.
- Sekundo W, Kunert K, Russmann C, Gille A, Bissmann W, Stobrawa G, Sticker M, Bischoff M, Blum M. First efficacy and safety study of femtosecond lenticule extraction for the correction of myopia. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(9):1513–1520. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.05.033. Erratum in: *J Cataract Refract Surg*. 2008 Nov;34(11):1819.
- Wong AHY, Cheung RKY, Kua WN, Shih KC, Chan TCY, Wan KH. Dry eyes after SMILE. *Asia Pac J Ophthalmol* (Phila). 2019;8(5):397–405. doi: 10.1097/01.APO.0000580136.80338.d0.
- Han T, Zhao L, Shen Y, Chen Z, Yang D, Zhang J, Sekundo W, Shah R, Tian J, Zhou X. Twelve-year global publications on small incision lenticule extraction: a bibliometric analysis. *Front Med* (Lausanne) 2022;9:990657. doi: 10.3389/fmed.2022.990657.
- Pedersen IB, Ivarsen A, Hjortdal J. Changes in Astigmatism, Densitometry, and Aberrations After SMILE for Low to High Myopic Astigmatism: A 12-Month Prospective Study. *J Refract Surg*. 2017;33:11–17. doi: 10.3928/1081597X-20161006-04.
- Ivarsen A, Hjortdal J. Correction of myopic astigmatism with small incision lenticule extraction. *J Refract Surg*. 2014;30:240–247. doi: 10.3928/1081597X-20140320-02.
- Zhang J, Wang Y, Wu W, Xu L, Li X, Dou R. Vector analysis of low to moderate astigmatism with small incision lenticule extraction (SMILE): results of a 1-year follow-up. *BMC Ophthalmol*. 2015;15:8. doi: 10.1186/1471-2415-15-8.
- Chan TC, Ng AL, Cheng GP, Wang Z, Ye C, Woo VC, Tham CC, Jhanji V. Vector analysis of astigmatic correction after small-incision lenticule extraction and femtosecond-assisted LASIK for low to moderate myopic astigmatism. *Br J Ophthalmol*. 2016 Apr;100(4):553–559. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307238.
- Zhang J, Wang Y, Chen X. Comparison of Moderate- to High-Astigmatism Corrections Using Wavefront-Guided Laser In Situ Keratomileusis and Small-Incision Lenticule Extraction. *Cornea*. 2016;35:523–530. doi: 10.1097/ICO.0000000000000782.
- Khalifa MA, Ghoneim AM, Shaheen MS, Piñero DP. Vector analysis of astigmatic changes after small-incision lenticule extraction and wavefront-guided laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43:819–824. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.03.033.
- Kanellopoulos AJ. Topography-Guided LASIK Versus Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) for Myopia and Myopic Astigmatism: A Randomized, Prospective, Contralateral Eye Study. *J Refract Surg*. 2017;33:306–312. doi: 10.3928/1081597X-20170221-01.
- Ganesh S, Brar S, Pawar A. Results of Intraoperative Manual Cyclotorsion Compensation for Myopic Astigmatism in Patients Undergoing Small Incision Lenticule Extraction (SMILE). *J Refract Surg*. 2017;33:506–512. doi: 10.3928/1081597X-20170328-01.
- Bharti S, Bains HS. Active cyclotorsion error correction during LASIK for myopia and myopic astigmatism with the NIDEK EC-5000 CX III laser. *J Refract Surg* (Thorofare, NJ : 1995). 2007;23(9 Suppl):S1041–S1045. doi: 10.3928/1081-597X-20071102-11.
- Febbraro JL, Koch DD, Khan HN, Saad A, Gatineau D. Detection of static cyclotorsion and compensation for dynamic cyclotorsion in laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2010 Oct;36(10):1718–1723. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.05.019.
- Alió Del Barrio JL, Vargas V, Al-Shymali O, Alió JL. Small incision lenticule extraction (SMILE) in the correction of myopic astigmatism: outcomes and limitations — an update. *Eye Vis* (Lond). 2017 Nov 15;4:26. doi: 10.1186/s40662-017-0091-9.
- Kim BK, Mun SJ, Lee DG, Kim JR, Kim HS, Chung YT. Full-Thickness Astigmatic Keratotomy Combined With Small-Incision Lenticule Extraction to Treat High-Level and Mixed Astigmatism. *Cornea*. 2015;34:1582–1587. doi: 10.1097/ICO.0000000000000613.
- World Health Organization. General Guidelines for Methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine. 2000. Available from URL: <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/whozip42e/whozip42e.pdf>
- Reinstein DZ, Archer TJ, Randleman JB. JRS Standard for reporting astigmatism outcomes of refractive surgery. *J Refract Surg*. 2014;30:654–659. doi: 10.3928/1081597X-20150128-01.
- Alpins NA. New method of targeting vectors to treat astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 1997;23:65–75. doi: 10.1016/s0886-3350(97)80153-8.
- Xia L, Zhang J, Wu J, Yu K. Comparison of corneal biological healing after femtosecond LASIK and small incision lenticule extraction procedure. *Curr Eye Res*. 2016;41(9):1202–1208. doi: 10.3109/02713683.2015.1107590.
- Xia LK, Ma J, Liu HN, Shi C, Huang Q. Three-year results of small incision lenticule extraction and wavefront-guided femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis for correction of high myopia and myopic astigmatism. *Int J Ophthalmol*. 2018;11(3):470–477. doi: 10.18240/ijo.2018.03.18.
- Swami AU, Steinert RF, Osborne WE, White AA. Rotational malposition during laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol*. 2002 Apr;133(4):561–562. doi: 10.1016/s0002-9394(01)01401-5.
- Randleman JB, White AJ Jr, Lynn MJ, Hu MH, Stulting RD. Incidence, outcomes and risk factors for retreatment after wavefront-optimized ablations with PRK and LASIK. *J Refract Surg*. 2009;25:273–276.
- Reinstein DZ, Gobbe M, Gobbe L, Archer TJ, Carp GI. Optical Zone Centration Accuracy Using Corneal Fixation-based SMILE Compared to Eye Tracker-based Femtosecond Laser-assisted LASIK for Myopia. *J Refract Surg*. 2015 Sep;31(9):586–592. doi: 10.3928/1081597X-20150820-03.
- Alpins N. Astigmatism analysis by the Alpins method. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27:31–49. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00798-7.
- Hori-Komai Y, Sakai C, Toda I, Ito M, Yamamoto T, Tsubota K. Detection of cyclotorsional rotation during excimer laser ablation in LASIK. *J Refract Surg*. 2007 Nov;23(9):911–915. doi: 10.3928/1081-597X-20071101-08.
- Шилова Т.Ю. Способ контроля циклоторсии при коррекции миопии в сочетании с астигматизмом методом RELEX SMILE. Патент на изобретение RU 2780135, 19.09.22.

Shilova T.Yu. Method of cyclotorsion control during myopia correction in combination with astigmatism by the RELEX SMILE method. Patent RU 2780135, 19.09.22. (in Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шилова Татьяна Юрьевна
доктор медицинских наук, руководитель клиники

Шилова Мария Алексеевна
офтальмолог-хирург

ABOUT THE AUTHORS

Shilova Tatyana Yu.
MD, head of the Clinic

Shilova Maria A.
ophthalmosurgeon