

Клинико-функциональные результаты операции ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой импульсов более 1000 Гц в коррекции миопии слабой и средней степени

А.В. Дога¹И.А. Мушкова¹А.Н. Каримова¹Е.В. Кечин¹А.Е. Копылов²

¹ ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

² Тамбовский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2021;18(1):46–53

Цель: оценить клинико-функциональные результаты операции ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой импульсов более 1000 Гц у пациентов с миопией слабой и средней степени. **Пациенты и методы.** В исследование включено 84 глаза 84-х пациентов с миопией слабой и средней степени, которым провели операцию ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок «Микроскан Визум 1100 Гц» (Россия) и «Schwind Amaris 1050 Гц» (Германия). Исследуемые группы были сопоставимы по дооперационным данным ($p > 0,05$). Пациентам выполняли полное офтальмологическое обследование перед операцией, на 1-е сутки и через 1 месяц после ФемтоЛАЗИК. **Результаты.** В группах «Schwind Amaris 1050 Гц» и «Микроскан Визум 1100 Гц» через 1 месяц после операции НКОЗ 1,0 и выше достигнута в каждой группе в 100 % случаев ($p > 0,05$). В обеих группах не отмечено потери строк МКОЗ. Также в обеих группах прибавка одной и более строк МКОЗ составляла 14,0 и 12,2 %, соответственно ($p > 0,05$). В группах «Schwind Amaris 1050 Гц» и «Микроскан Визум 1100 Гц» предсказуемость операции в пределах $\pm 0,5$ дптр была в 90,7 и 90,2 % соответственно ($p > 0,05$), в пределах $\pm 1,0$ дптр в обеих группах в 100 %. **Выводы.** ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой импульсов более 1000 Гц позволяет добиться высоких клинико-функциональных послеоперационных результатов у пациентов с миопией слабой и средней степени.

Ключевые слова: ФемтоЛАЗИК, Микроскан Визум 1100, Schwind Amaris 1050, рефракционная хирургия

Для цитирования: Дога А.В., Мушкова И.А., Каримова А.Н., Кечин Е.В., Копылов А.Е. Клинико-функциональные результаты операции ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой импульсов более 1000 Гц в коррекции миопии слабой и средней степени. *Офтальмология*. 2021;18(1):46–53. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-1-46-53>

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

Конфликт интересов отсутствует



Visual Outcomes of the FemtoLASIK Technology Using Excimer Lasers with Frequency More 1000 Hz in Low to Moderate Myopia Correction

A.V. Doga¹, I.A. Mushkova¹, A.N. Karimova¹, E.V. Hechin¹, A.E. Kopylov²

¹ S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy Blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

² Tambov branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Rasskazovskoe highway, 1, Tambov, 392000, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2021;18(1):46–53

Purpose: to evaluate the clinical and functional results of the operation the FemtoLASIK by excimer lasers with frequency more 1000 Hz in patients with low to moderate myopia. **Patients and methods.** The 84 eyes of 84 patients with low to moderate myopia who had undergone FemtoLASIK procedure using with excimer lasers: Schwind Amaris 1050 Hz (Germany) and Microscan Visum 1100 Hz (Russia) were included in the study. The "Schwind Amaris 1050 Hz" and "Microscan Visum 1100 Hz" groups were comparable in terms of pre-operative data (age, sex, corneal curvature, central thickness of the cornea, sphere, cylinder, SE) ($p > 0.05$). All patients underwent complete ophthalmological examination before refractive laser surgery, and also patients were examined on the 1st day and 1 month after FemtoLASIK. **Results.** One month postoperatively, in the "Schwind Amaris 1050 Hz" group the UDVA 1.0 or better (20/20 or better by Snellen) was achieved in 100 %, in the "Microscan Visum 1100 Hz" group — in 100 % ($p > 0.05$). There wasn't observed a loss of the CDVA lines in both groups. In the "Schwind Amaris 1050 Hz" group gain of one or more lines of the CDVA was 14 %, in the "Microscan Visum 1100 Hz" group — in 12.2 % ($p > 0.05$). In the "Schwind Amaris 1050 Hz" group the predictability of targeted refraction within ± 0.5 D was in 90.7, within ± 1.0 D — in 100 %, in the "Microscan Visum 1100 Hz" group — in 90.2 % and 100 %, respectively ($p > 0.05$). **Conclusions.** The FemtoLASIK procedure using with different high-frequency excimer lasers is an effective, safe and predictable method for correcting low to moderate myopia.

Keywords: FemtoLASIK, Microscan Visum 1100, Schwind Amaris 1050, refractive surgery

For citation: Doga A.V., Mushkova I.A., Karimova A.N., Hechin E.V., Kopylov A.E. Visual Outcomes of the FemtoLASIK Technology Using Excimer Lasers with Frequency More 1000 Hz in Low to Moderate Myopia Correction. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(1):46–53. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-1-46-53>

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

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на активное и успешное применение эксимерного лазера в рамках такого направления офтальмологии, как рефракционная хирургия, мировые производители по-прежнему продолжают совершенствовать технологии и постоянно проводят оптимизацию параметров эксимерлазерных систем [1–4].

В последнее время среди мировых производителей эксимерных лазеров наблюдается тенденция к разработке установок с высокой частотой повторения импульсов, способных уменьшить длительность абляции, не снижая при этом эффективность, предсказуемость и безопасность операции [5–7]. Использование эксимерного лазера с частотой повторения 1000 Гц, вместо более медленных лазерных систем, имеет преимущество в более коротком времени проведения процедуры. Благодаря сокращению длительности лазерного воздействия операция становится комфортной для пациента, сокращается риск возникновения нежелательных движений глаз и высыхания роговицы во время процедуры [4]. Развитие и усовершенствование эксимерных лазеров с высокой частотой повторения импульсов делает возможным проведение оптимизации других параметров установки, что позволит еще больше повысить в дальнейшем эффективность и предсказуемость коррекции аметропии.

При этом следует учитывать, что для оптимальной работы высокочастотных эксимерных лазеров требуется высокий уровень стабильности энергии и дополнительное усовершенствование системы слежения за глазом во время абляции. Следует также понимать, что высокая частота повторения в более быстрых лазерных системах может вызывать термическое повреждение роговицы, поскольку накопление энергии нескольких лазерных импульсов в определенной области на поверхности роговицы неизбежно приводит к повышению температуры. Такое тепловое повреждение может спровоцировать усиленную воспалительную реакцию в раннем послеоперационном периоде, помутнение роговицы и снижение рефракционного эффекта. Чтобы избежать нежелательного повышения температуры, новые высокочастотные лазерные установки оснащены специальными системами управления тепловой нагрузкой, которые позволяют ее регулировать в каждой точке лазерного воздействия [5].

В настоящее время большинство статей в рецензируемой литературе посвящено лазерным платформам с частотой повторения импульсов менее 1000 Гц. Однако существуют единичные сообщения о быстрых лазерных системах с частотой генерации импульсов более 1000 Гц. Так, например, R. Khoramnia из Мюнхенского университета привела ряд работ, в которых изучали результаты

A.V. Doga, I.A. Mushkova, A.N. Karimova, E.V. Hechin, A.E. Kopylov

Contact information: Hechin Evgeny V. e-mail: evgeny.kechin@gmail.com

Visual Outcomes of the FemtoLASIK Technology Using Excimer Lasers with Frequency More 1000 Hz...

операции ЛАЗИК у пациентов с миопией с использованием эксимерлазерной установки с частотой повторения импульсов 1000 Гц. Автор отмечает отсутствие специфических клинических побочных эффектов, потенциально связанных с использованием такой высокой частоты повторения. Через шесть месяцев после операции средний сферозэквивалент рефракции составлял $-0,05 \pm 0,24$ дптр, предсказуемость в пределах $\pm 0,5$ дптр была достигнута в 90 % случаев, в пределах $\pm 1,0$ дптр — в 100 % [4].

В работах L.M. Shanyfelt отмечается, что критическая частота повторения импульсов для фотоабляции с помощью эксимерного лазера с длиной волны 193 нм была определена в диапазоне 1000 Гц на основании того факта, что время термической релаксации может быть оценено в порядке десятков микросекунд из-за высокого коэффициента поглощения. Результаты других авторов показывают, что критическая частота повторения импульсов еще не достигнута при увеличении частоты лазера до 1000 Гц и теоретически может быть представлена в эксимерных установках следующего поколения [8].

В связи с этим дальнейшее исследование эффективности и безопасности лазерной коррекции с использованием высокочастотных эксимерлазерных установок является интересным и в настоящее время малоизученным вопросом рефракционной хирургии.

Цель: оценить клиничко-функциональные результаты операции ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой импульсов более 1000 Гц у пациентов с миопией слабой и средней степени.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Отбор пациентов

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от применяемой эксимерлазерной установки. В группу «Schwind Amaris 1050 Гц» вошли пациенты, прооперированные с использованием зарубежной установки «Schwind Amaris», в группу «Микроскан Визум 1100 Гц» — пациенты, прооперированные на отечественной установке «Микроскан Визум». Отбор пациентов осуществляли согласно критериям, описанным в прове-

денной авторами ранее работе по оценке клиничко-функциональных результатов операции ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой генерации импульсов 500 Гц [9].

До- и послеоперационное обследование, моделирование глубины эксимерлазерной абляции стромы роговицы при расчете параметров операции, статистический анализ

Технология ФемтоЛАЗИК, параметры расчета операции, моделирование глубины эксимерлазерной абляции стромы роговицы при расчете параметров операции, принципы до- и послеоперационного обследования и статистического анализа подробно представлены в проведенном авторами ранее исследовании, посвященном сравнительной оценке клиничко-функциональных результатов операции ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой генерации импульсов 500 Гц [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дооперационные данные

Предоперационная характеристика пациентов групп «Schwind Amaris 1050 Гц» и «Микроскан Визум 1100 Гц» представлена в таблице 1. Статистически достоверной разницы между группами не наблюдалось ($p > 0,05$).

Эффективность

Показатели некорригированной остроты зрения (НКОЗ) в группах «Schwind Amaris 1050 Гц» и «Микроскан Визум 1100 Гц» через 1 месяц после хирургического вмешательства статистически достоверно не отличались между группами ($p > 0,05$) (табл. 2). Статистически значимой разницы по доле глаз с НКОЗ 0,8 и выше, 1,0 и выше, 1,2 и выше, 1,5 и выше через 1 месяц после ФемтоЛАЗИК между группами «Schwind Amaris 1050 Гц» и «Микроскан Визум 1100 Гц» не наблюдалось ($p > 0,05$) (рис. 1А и 2А).

Безопасность

Показатели максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ) через 1 месяц после операции статистически достоверно не отличались между группами

Таблица 1. Дооперационная характеристика пациентов

Table 1. Preoperative Characteristic of Patients

Параметр / Parameter	Группа «Schwind Amaris 1050 Гц» / "Schwind Amaris 1050 Hz" group	Группа «Микроскан Визум 1100 Гц» / "Microscan Visum 1100 Hz" group	p-value*
Количество глаз, n (в %) / Number of eyes, n (%)	43	41	-
Количество пациентов, n (в %) / Number of patients, n (%)	43 (100)	41 (100)	-
из них / of them:			> 0,05**
женщин, n (в %) / female, n (%)	27 (63)	27 (66)	
мужчин, n (в %) / male, n (%)	16 (37)	14 (34)	
K_{min} D ($M \pm SD$)	$43,18 \pm 1,02$	$43,52 \pm 1,01$	> 0,05
K_{max} D ($M \pm SD$)	$43,98 \pm 0,99$	$44,02 \pm 1,05$	> 0,05
Центральная толщина роговицы, мкм / Central corneal thickness, μm ($M \pm SD$)	$552,62 \pm 27,48$	$555,25 \pm 37,12$	> 0,05
Возраст, лет / Age, years ($M \pm SD$)	$28,31 \pm 2,11$	$29,15 \pm 2,34$	> 0,05

Примечание: * — сравнение между группами (t-критерий Стьюдента для независимых выборок). ** — критерий χ^2 , K_{min} — минимальная кератометрия, K_{max} — максимальная кератометрия.

Note: * — comparison between groups (Student's t-test for independent samples). ** — chi-square test. K_{min} — minimum keratometry, K_{max} — maximum keratometry.

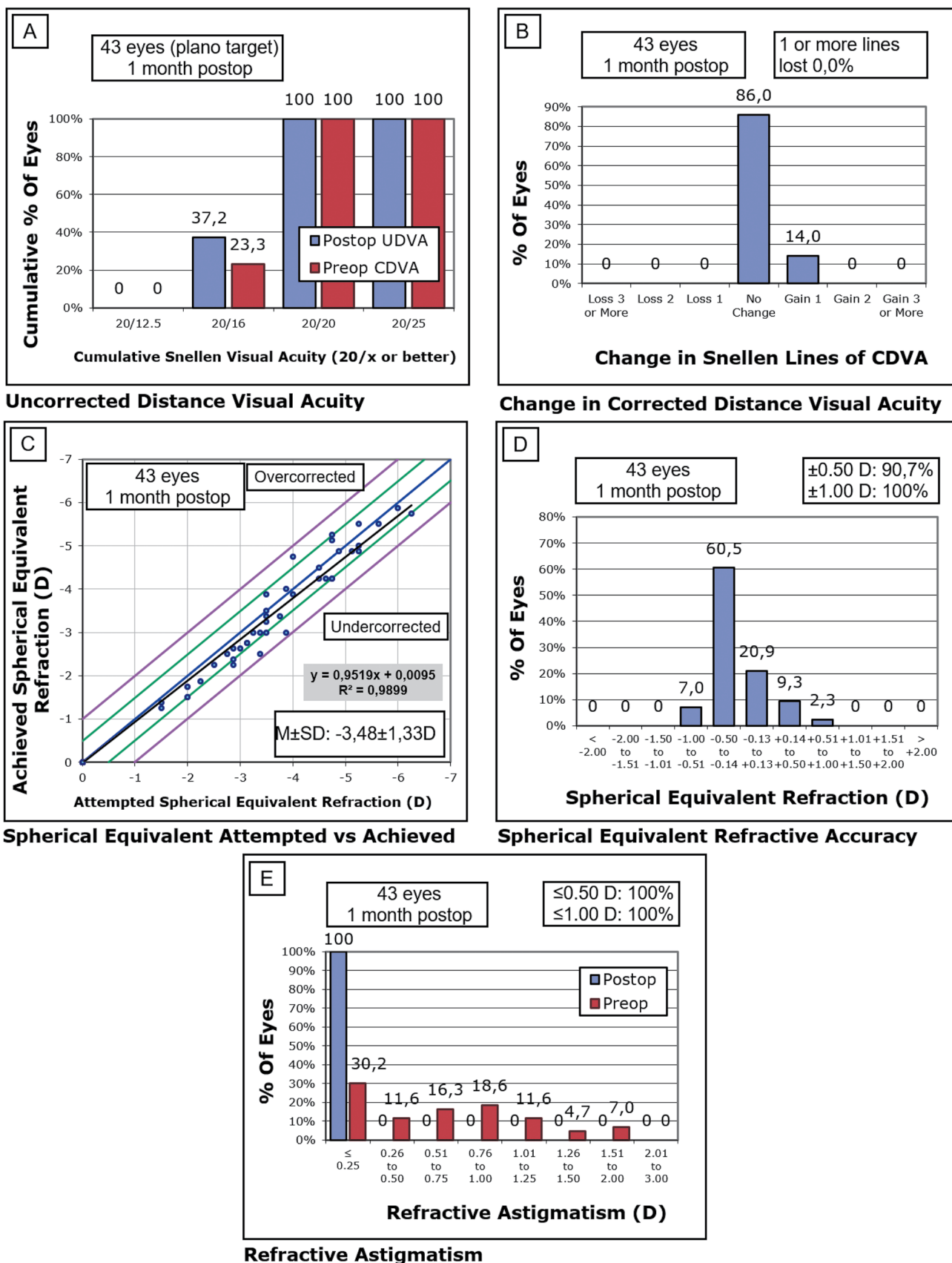


Рис. 1. Эффективность, безопасность и предсказуемость операции ФемтоЛАЗИК в группе «Schwind Amaris 1050 Гц»

Fig. 1. Efficiency, safety and predictability of the FemtoLASIK procedure in the "Schwind Amaris 1050 Hz" group

A.V. Doga, I.A. Mushkova, A.N. Karimova, E.V. Kechin, A.E. Kopylov

Contact information: Kechin Evgeny V. e-mail: evgeny.kechin@gmail.com

Visual Outcomes of the FemtoLASIK Technology Using Excimer Lasers with Frequency More 1000 Hz...

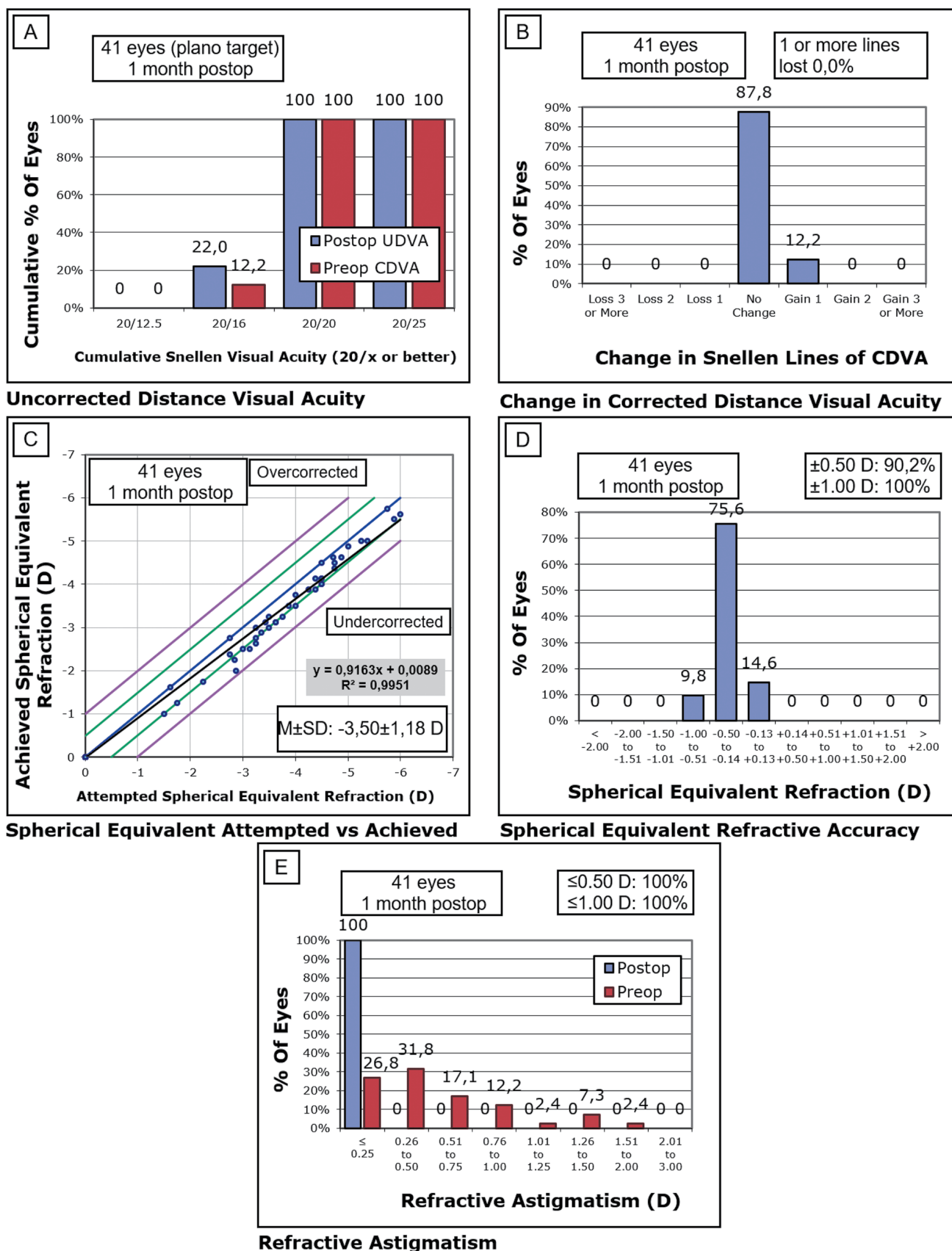


Рис. 2. Эффективность, безопасность и предсказуемость операции ФемтоЛАЗИК в группе «Микроскан Визум 1100 Гц»

Fig. 2. Efficiency, safety and predictability of the FemtoLASIK procedure in the "Microscan Visum 1100 Hz" group

А.В. Дога, И.А. Мушкова, А.Н. Каримова, Е.В. Кечин, А.Е. Копылов

Контактная информация: Кечин Евгений Владимирович evgeny.kechin@gmail.com

Клинико-функциональные результаты операции ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных...

Таблица 2. Рефракционные и визуальные показатели до и после операции ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой импульсов более 1000 Гц (Me (Q25; Q75))**Table 2.** Refractive and visual outcomes of FemtoLASIK technology using with high-frequency excimer lasers: before and after operation results (Me (Q25; Q75))

Параметр / Parameter	Группа «Schwind Amaris 1050 Гц» / “Schwind Amaris 1050 Hz” group (n = 43/43)*	Группа «Микроскан Визум 1100 Гц» / “Microscan Visum 1100 Hz” group (n = 41/41)*	p-value**
До операции / Preoperative			
СЭ, дптр / SE, D	-3,375 (-4,75; -2,50) M ± SD: -3,48 ± 1,33	-3,50 (-4,375; -2,75) M ± SD: -3,50 ± 1,18	0,95***
Сфера, дптр / Sphere, D	-3,00 (-4,25; -2,00) M ± SD: -3,13 ± 1,28	-3,25 (-4,00; -2,25) M ± SD: -3,18 ± 1,19	0,88***
Цилиндр, дптр / Cylinder, D	-0,75 (-1,00; 0,00)	-0,50 (-0,75; -0,25)	0,51
НКОЗ / UDVA (decimal)	0,08 (0,05; 0,10)	0,05 (0,03; 0,10)	0,08
МКОЗ / CDVA (decimal)	1,00 (1,00; 1,00)	1,00 (1,00; 1,00)	0,39
1 месяц после операции / Postoperative 1 month			
СЭ, дптр / SE, D	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,85
Сфера, дптр / Sphere, D	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	1,00
Цилиндр, дптр / Cylinder, D	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,00)	0,85
НКОЗ / UDVA (decimal)	1,00 (1,00; 1,20)	1,00 (1,00; 1,00)	0,23
МКОЗ / CDVA (decimal)	1,00 (1,00; 1,20)	1,00 (1,00; 1,00)	0,31

Примечание: * — количество глаз до/через 1 месяц после операции. ** — сравнение между группами (U-критерий Манна — Уитни). *** — нормальное распределение данных, t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Различие данных до и после операции статистически достоверно ($p < 0,000$, МКОЗ — $p < 0,05$, критерий Уилкоксона). СЭ — сферический эквивалент.

Note: * — number of eyes before/1 month after surgery. ** — comparison between groups (Mann—Whitney U-test). *** — normal data distribution, Student's t-test for independent samples. The difference in the data before and after the operation was statistically significant ($p < 0.000$, CDVA — $p < 0.05$, Wilcoxon test). SE — spherical equivalent.

Таблица 3. Моделирование глубины эксимерлазерной абляции при операции ФемтоЛАЗИК с использованием стандартного алгоритма абляции на эксимерлазерных установках «Schwind Amaris 1050 Гц» (SCHWIND, Германия) и «Микроскан Визум 1100 Гц» (ООО «Опто-системы», Россия) (кератометрия 43 дптр, расчетная оптическая зона 6,0 мм)**Table 3.** Calculation of ablation depth for standard FemtoLASIK technology using Schwind Amaris 1050 Hz (SCHWIND, Germany) и Microscan Visum 1100 Hz (“Optosystems Ltd.”, Russia) excimer lasers (keratometry 43 D, planned optical zone 6,0 mm)

Величина аметропии, дптр / Ametropia value, D	Группа «Schwind Amaris 1050 Гц» / “Schwind Amaris 1050 Hz” group	Группа «Микроскан Визум 1100 Гц» / “Microscan Visum 1100 Hz” group
-1	13	18
-2	26	35
-3	39	52
-4	52	69
-5	65	85
-6	78	101
-7	91	116
-8	103	131
-9	116	145
-10	128	159

($p > 0,05$) (табл. 2). Прибавка одной и более строк МКОЗ через 1 месяц после ФемтоЛАЗИК наблюдалась в 14 % в группе «Schwind Amaris 1050 Гц» и в 12,2 % случаев в группе «Микроскан Визум 1100 Гц» ($p > 0,05$). Потери одной и более строк МКОЗ не отмечено ни в одном случае (рис. 1В и 2В). Операция у всех пациентов была проведена без осложнений.

Предсказуемость

Статистически достоверной разницы по предсказуемости результата через один месяц после операции

в пределах $\pm 0,5$, $\pm 1,0$ дптр относительно целевой рефракции (эметропия) между обеими группами не отмечено ($p > 0,05$) (рис. 1С, D, Е и 2С, D, Е).

Моделирование глубины абляции роговицы при расчете параметров операции

Выявлена большая глубина абляции в группе «Микроскан Визум 1100 Гц» при использовании стандартного алгоритма по сравнению с группой «Schwind Amaris 1050 Гц» при сопоставимых параметрах расчета операции (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на безболезненность процедуры лазерного воздействия, для психологического комфорта пациента в течение операции необходимо максимально минимизировать время ее проведения. Ряд исследований, направленных на определение субъективной оценки состояния пациента после проведенной лазерной коррекции, выявил, что для психоэмоциональной стабильности в момент операции пациенту важна быстрая скорость ее выполнения. При увеличении длительности лазерного воздействия снижается концентрация внимания пациента и существенно увеличивается частота отклонений глаза от заданного направления, в результате этого происходит снижение качества проведенного лазерного вмешательства [4–6, 8].

Кроме того, при увеличении длительности абляции происходит значительная дегидратация стромы роговицы, что впоследствии отрицательно сказывается на полученных клиничко-функциональных результатах, повышая вероятность развития послеоперационных помутнений. В связи с этим лазерную абляцию следует проводить в течение 30–60 секунд, чтобы избежать высыхания роговицы и снижения способности пациентов фиксировать взгляд при слишком длительном времени воздействия [10, 11].

Для решения задачи максимального уменьшения времени операции действия разработчиков по усовершенствованию эксимерных установок направлены на создание более быстрых лазерных систем. Развитие рефракционной хирургии связано с постоянным усо-

вершенствованием как диагностического, так и лазерного оборудования. Современные эксимерные установки позволяют проводить лазерное воздействие с высокой частотой повторения импульсов, что дает возможность сократить время абляции и тем самым повысить ее точность, а это, в свою очередь, приводит к улучшению клиничко-функциональных результатов лазерной коррекции [8, 10, 12].

Анализ клиничко-функциональных результатов, полученных в настоящей работе, показал высокую эффективность, безопасность и предсказуемость операций ФемтоЛАЗИК, выполненных с использованием отечественной и зарубежной эксимерлазерной установки с частотой импульсов более 1000 Гц. Результаты проведенного исследования находятся в диапазоне данных, полученных зарубежными авторами при использовании аналоговых эксимерлазерных установок [7, 8, 12–15].

ВЫВОДЫ

ФемтоЛАЗИК с использованием эксимерлазерных установок с частотой импульсов более 1000 Гц позволяет добиться высоких клиничко-функциональных послеоперационных результатов у пациентов с миопией слабой и средней степеней.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Дога А.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование;
Мушкова И.А. — концепция и дизайн исследования, редактирование;
Каримова А.Н. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование;
Кечин Е.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста;
Копылов А.Е. — сбор и обработка материала.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Дога А.В., Мушкова И.А., Каримова А.Н., Кечин Е.В. Клиничко-функциональные результаты коррекции миопии слабой и средней степеней методом ФемтоЛАЗИК с использованием отечественной и зарубежной фемтолазерных установок. *Вестник офтальмологии*. 2019;5(135):13–23. [Doga A.V., Mushkova I.A., Karimova A.N., Kechin E.V. Clinical and functional outcomes of correcting low to moderate myopia with FemtoLASIK performed with Russian and Swiss femtolasers platforms. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2019;5(135):13–23 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma201913505113
2. Дога А.В., Вартанов С.К., Мушкова И.А., Костенев С.В., Майчук Н.В., Каримова А.Н. Лазерная кераторефракционная хирургия. *Российские технологии*. М.: Офтальмология; 2018. 114 с. [Doga A.V., Vartanov S.K., Mushkova I.A., Kostenov S.V., Maychuk N.V., Karimova A.N. Laser keratorefractive surgery. Russian technology. Moscow: Ophthalmology; 2018. 114 p. (In Russ.)].
3. Пожарицкий М.Д., Трубилин В.Н. Фемтоласик. М.: Апрель; 2012. 96 с. [Pozharickij M.D., Trubilin V.N. Femtolasik. Moscow: April; 2012. 96 p. (In Russ.)].
4. Khoramnia R., Salgado J.P., Wuellner, Donitzky C. Safety, efficacy, predictability and stability of laser in situ keratomileusis (LASIK) with a 1000 Hz scanning spot excimer laser. *Acta ophthalmologica*. 2012;90(6):508–513. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2010.02052.x
5. Ortueta D., Arba-Mosquera S., Magnago T. High-speed recording of thermal load during laser trans-epithelial corneal refractive surgery using a 750 Hz ablation system. *Journal of Optometry*. 2019;12(2):84–91. DOI: 10.1016/j.optom.2018.05.002
6. Sandoval H.P., Donnenfeld E.D., Kohnen T., Lindstrom R.L., Potvin R., Tremblay D.M., Solomon K.D. Modern laser in situ keratomileusis outcomes. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2016;42(8):1224–1234. DOI: 10.1016/j.jcrs.2016.07.012
7. Moshirfar M., Shah T.J., Skanchy D.F. Meta-analysis of the FDA reports on patient-reported outcomes using the three latest platforms for LASIK. *Journal of Refractive Surgery*. 2017;33(6):362–368. DOI: 10.3928/1081597X-20161221-02
8. Shanyfelt L.M., Dickrell P.L., Edelhauser H.F. Effects of laser repetition rate on corneal tissue ablation for 193-nm excimer laser light. *Lasers Surg. Med.* 2008;40:483–493. DOI: 10.1002/lsm.20656
9. Дога А.В., Мушкова И.А., Каримова А.Н., Кечин Е.В., Копылов А.Е. Сравнительная оценка клиничко-функциональных результатов операции ФемтоЛАЗИК, выполненной на различных эксимерлазерных установках, у пациентов с миопией слабой и средней степеней. *Офтальмохирургия*. 2019;2:38–43. [Doga A.V., Mushkova I.A., Karimova A.N., Kechin E.V., Kopylov A.E. Comparative evaluation of the FemtoLASIK visual outcomes in low to moderate myopia using different excimer lasers. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery = Oftal'mohirurgiya*. 2019;(2):38–43 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/0235-4160-2019-2-38-43
10. D'Arcy F., Kirwan C., Qasem Q., O'Keefe M. Prospective contralateral eye study to compare conventional and wavefront-guided laser in situ keratomileusis. *Acta ophthalmologica*. 2012;90(1):76–80. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2009.01845.x
11. Sajjadi V., Ghoreishi M., Jafarzadehpour E. Refractive and Aberration Outcomes after Customized Photorefractive Keratectomy in Comparison with Customized Femtosecond Laser. *Medical hypothesis, discovery & innovation ophthalmology journal*. 2015;4(4):136–141.
12. Anderle R., Ventruha J., Skorkovská S. Comparison of visual acuity and higher-order aberrations after standard and wavefront-guided myopic femtosecond LASIK. *Czech and Slovak Ophthalmology*. 2015;71(1):44–50.
13. Kymionis G.D., Kontadakis G.A., Grentzelos M.A., Panagopoulou S.I., Stojanovic N., Kankariya V.P., Henderson B.A., Pallikaris I.G. Thin-flap laser in situ keratomileusis with femtosecond-laser technology. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2013;39(9):1366–1371. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.03.024
14. Torky M.A., Al Zafiri Y.A., Khattab A.M., Farag R.K., Awad E.A. Visumax femtolasik versus Moria M2 microkeratome in mild to moderate myopia: efficacy, safety, predictability, aberrometric changes and flap thickness predictability. *Biomed central ophthalmology*. 2017;17(1):125. DOI: 10.1186/s12886-017-0205-5
15. Yu C.Q., Manche E.E. Comparison of 2 wavefront-guided excimer lasers for myopic laser in situ keratomileusis: one-year results. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2014;40(3):412–422. DOI: 10.1016/j.jcrs.2013.08.050

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Дога Александр Викторович
доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора по
научно-клинической работе.
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Мушкова Ирина Альфредовна
доктор медицинских наук, заведующая отделом лазерной рефракционной хирур-
гии
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Каримова Аделя Насибуллаевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела лазерной рефракцион-
ной хирургии
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

ФГАУ «НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Кечин Евгений Владимирович
кандидат медицинских наук, научный сотрудник организационно-методическо-
го отдела
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-6732-1226>

Тамбовский филиал «НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н.
Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Копылов Андрей Евгеньевич
врач-офтальмолог
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Doga Alexander V.
MD, Professor, deputy main director on scientific-clinical work
Beskudnikovsky blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Mushkova Irina A.
MD, head the of Refractive laser surgery department
Beskudnikovsky blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Karimova Adelya N.
PhD, researcher of the Refractive laser surgery department
Beskudnikovsky blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Kechin Evgeny V.
PhD, researcher of the Organizational and methodological department
Beskudnikovsky blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6732-1226>

Tambov branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Kopylov Andrey E.
ophthalmologist
Rasskazovskoe highway, 1, Tambov, 392000, Russian Federation