



Научная статья

УДК 617.741-004.1

© Журавлев А.В., Стебнев В.С., Стебнев С.Д., Малов И.В., Низамудинова Л.М., 2024

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-1-6-10>

## Отдаленные результаты использования системы трехмерной визуализации в сравнении со стандартной аналоговой визуализацией в хирургии хрусталика

А.В. Журавлев<sup>1</sup>, В.С. Стебнев<sup>2</sup>, С.Д. Стебнев<sup>2</sup>, И.В. Малов<sup>2</sup>, Л.М. Низамудинова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

<sup>2</sup>ООО «Хирургия глаза», Самара, Россия

### РЕФЕРАТ

**Цель.** Оценка безопасности и эффективности хирургии хрусталика с использованием трехмерной визуализации на основе анализа отдаленных результатов операций.

**Материал и методы.** В исследовании участвовали 500 пациентов (500 глаз). Основную группу составили 250 пациентов с катарактой, прооперированных методом факоэмульсификации (ФЭК) с использованием системы трехмерной цифровой визуализации NGENUITY. Контрольную группу составили 250 пациентов с применением аналоговой визуализации, т.е. с использованием стандартных окуляров. Отдаленные результаты оценивались через 3, 6 и 12 месяцев после операции с применением таких параметров, как некорректируемая и максимальная корректируемая острота зрения, показатели рефрактометрии и плотности эндотелиальных клеток роговицы.

**Результаты.** В отдаленном периоде статистически значимых различий между достигнутыми показателями остроты зрения, рефрактометрии и плотности эндотелиальных клеток роговицы в основной и контрольной группах зафиксировано не было, однако их средние значения оказались все же несколько выше в группе пациентов, где в процессе ФЭК применялась трехмерная цифровая визуализация.

**Заключение.** Отдаленные результаты сравнительного исследования показателей остроты зрения, плотности эндотелиальных клеток, сферического и цилиндрического компонентов рефракции при использовании аналоговой и трехмерной цифровой визуализации в хирургии катаракты позволяют прийти к заключению, что последний метод все же более эффективен, чем стандартный. Все это в сочетании с большими эргономическими возможностями позволяет рекомендовать трехмерную цифровую визуализацию для более широкого распространения в клинической практике.

**Ключевые слова:** хирургия катаракты, трехмерная цифровая визуализация, стандартная аналоговая визуализация, острота зрения, рефракция, плотность эндотелиальных клеток

**Для цитирования:** Журавлев А.В., Стебнев В.С., Стебнев С.Д., Малов И.В., Низамудинова Л.М. Отдаленные результаты использования системы трехмерной визуализации в сравнении со стандартной аналоговой визуализацией в хирургии хрусталика. Точка зрения. Восток – Запад. 2024;11(1): 6–10. doi: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-1-6-10>

**Автор, ответственный за переписку:** Сергей Дмитриевич Стебнев, [stebnev2011@yandex.ru](mailto:stebnev2011@yandex.ru)

Original article

## Long-term results of using a three-dimensional imaging system in comparison with standard analog imaging in lens surgery

A.V. Zhuravlev<sup>1</sup>, V.S. Stebnev<sup>2</sup>, S.D. Stebnev<sup>2</sup>, I.V. Malov<sup>2</sup>, L.M. Nizamutdinova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Samara State Medical University, Department of Eye Diseases, Department of Eye Diseases IPO, Samara, Russian Federation

<sup>2</sup>Eye Surgery LLC, Samara, Russian Federation

### ABSTRACT

**Purpose.** Assessment of the safety and effectiveness of lens surgery using three-dimensional visualization based on the analysis of long-term results of operations.

**Material and methods.** The study involved 500 patients (500 eyes). The main group consisted of 250 patients with cataracts operated by phacoemulsification using the NGENUITY three-dimensional digital imaging system. The control group consisted of 250 patients using analog imaging, i.e. using standard eyepieces. Long-term results were evaluated 3, 6 and 12 months after surgery using parameters such as uncorrected and maximally corrected visual acuity, refractometry indicators and corneal endothelial cell density.

**Results.** Although in the long-term period we did not record statistically significant differences between the achieved indicators of visual acuity, refractometry and density of corneal endothelial cells in the main and control groups, their average values were still slightly higher in the group of patients where three-dimensional digital imaging was used in the FEC process.

**Conclusion.** The long-term results of a comparative study of visual acuity, endothelial cell density, spherical and cylindrical components of refraction when using analog and three-dimensional digital imaging in cataract surgery allow us to conclude that the latter method is still more effective than the standard one. All this, combined with great ergonomic capabilities, makes it possible to recommend three-dimensional digital visualization for wider dissemination in clinical practice.

**Key words:** cataract surgery, three-dimensional digital visualization, standard analog visualization, visual acuity, refraction, density of endothelial cells

**For citation:** Zhuravlev A.V., Stebnev V.S., Stebnev S.D., Malov I.V., Nizamutdinova L.M. Long-term results of using a three-dimensional imaging system in comparison with standard analog imaging in lens surgery. Point of view. East – West. 2024;11(1): 6–10. doi: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-1-6-10>

**Corresponding author:** Sergey D. Stebnev, [stebnev2011@yandex.ru](mailto:stebnev2011@yandex.ru)

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Одной из существенных проблем в сфере хирургии катаракты является ограниченность визуализации процесса. При использовании традиционных аналоговых микроскопов имеется много проблем, например, таких как ограниченный фокус и поле зрения; высокая мощность света микроскопа, которая может вызвать ретиальную фототоксичность; зависимость хирурга от бинокля микроскопа и, в связи с этим, повышенная нагрузка на глаза и мышцы спины и шеи. Кроме того, невозможна дополнительная информация к изображению.

Однако введение в клиническую практику систем трехмерной визуализации значительно улучшило ситуацию и позволило решить многие из этих проблем. Трехмерная визуализация (3D-технология) в хирургии катаракты оказалась не менее безопасна, чем традиционная аналоговая, а по эффективности даже превосходит ее. Одним из главных преимуществ улучшенной эргономики трехмерной цифровой визуализации является большая глубина резкости и контрастность изображения [1–4].

В офтальмохирургии применение трехмерной системы визуализации впервые было проведено R. Weinstock и соавт. [5]. Проводилось сравнение хирургии с использованием биноклярного микроскопа и микроскопа с трехмерной системой визуализации True Vision 3D Surgical System [6]. К этой системе были разработаны навигационные системы True guide и True Plan, позволяющие отказаться от мануальной разметки при имплантации торических интраокулярных линз (ИОЛ) [7]. В 2017 г. Y. Mohamed и соавт. [8] опубликовали статью с результатами первого опыта использования трехмерной системы визуализации Sony HD Medical Display System при проведении задней эндотелиальной кератопластики десцеметовой оболочки. В 2019 г. I. Namasaki и соавт. [9], использовавшие Ngenuity 3D Visualization System при малом количестве света для хирургии косоглазия, пришли к выводу, что данная технология снижает риск фототоксичности, а также сокращает количество необходимого физиологического раствора для орошения конъюнктивы и роговицы.

В 2010 г. в Чикаго (США) на съезде офтальмологов для визуализации витреоретинальных операций вместо бинокля микроскопа была представлена возможность использования 3D-дисплея [10]. Несмотря на мощный процессор, система Ngenuity имеет запаздывание около 80 мс. Задержка не критична для операций на заднем отделе глаза, но может быть заметна при операциях на

переднем отделе, где скорость действий хирурга в среднем выше [11].

## ЦЕЛЬ

Сравнительный анализ отдаленных результатов хирургии хрусталика с использованием трехмерной технологии визуализации и стандартным аналоговым ее методом.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под нашим наблюдением в течение года находились 500 пациентов (500 глаз) в возрасте 49–85 лет (295 женщин и 205 мужчин). Основная группа пациентов (250 глаз) была прооперирована с использованием трехмерной визуализации, контрольная группа пациентов (250 глаз) была прооперирована с использованием аналогового метода визуализации.

Всем пациентам выполняли факоэмульсификацию катаракты (ФЭК) с последующей имплантацией ИОЛ. У пациентов основной группы при необходимости контрастирования передней капсулы хрусталика применялся наш метод ее визуализации без использования красителя с помощью систем трехмерной визуализации и черно-белого светофильтра. У пациентов контрольной группы применялся классический способ визуализации передней капсулы с применением инвазивного красителя – трипанового синего.

У пациентов основной и контрольной групп были проведены различные исследования глазных структур, включая оптическую биометрию и топографию роговицы. После операции пациентов наблюдали в течение 1 года и производили мониторинг таких показателей, как некорригированная и максимальная корригированная острота зрения (НКОЗ и МКОЗ), рефрактометрия и плотность клеток эндотелия роговицы.

Для статистической обработки данных использовались программы Statistica 13.3 и Microsoft Office Excel 2112. После создания базы данных по исследованию они были обработаны с помощью соответствующих модулей программ. Были определены среднее выборочное значение и стандартная ошибка среднего значения, использовали формулу Клоппера – Пирсона, а также t-критерий Стьюдента и Манна – Уитни.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Одним из основных функциональных показателей эффективности хирургии катаракты служили показатели

Таблица 1

**Показатели остроты зрения у пациентов с катарактой, оперированных с применением трехмерной цифровой и аналоговой визуализации**

Table 1

**Visual acuity indicators in cataract patients operated using three-dimensional digital and analog imaging**

Острота зрения и сроки наблюдения Visual acuity and follow-up time	Основная группа (трехмерная цифровая визуализация) The main group (three-dimensional digital visualization) n=250	Контрольная группа (аналоговая визуализация) The control group (analog visualization) n=250
НКОЗ через 3 мес. после операции UCVA 3 months after surgery	0,47±0,16	0,44±0,19
НКОЗ через 6 мес. после операции UCVA 6 months after surgery	0,48±0,18	0,46±0,14
НКОЗ 12 мес. после операции UCVA 12 months after surgery	0,47±0,19	0,47±0,21
МКОЗ через 3 мес. после операции MCVA 12 months after surgery	0,82±0,29	0,78±0,24
МКОЗ через 6 мес. после операции MCVA 12 months after surgery	0,83±0,25	0,81±0,27
МКОЗ через 12 мес. после операции MCVA 12 months after surgery	0,83±0,28	0,80±0,19

**Примечание:** n – число глаз; НКОЗ – некорригированная острота зрения; МКОЗ – максимальная корригированная острота зрения.

**Note:** n – the number of eyes; UCVA – uncorrected visual acuity; MCVA – the maximum corrected visual acuity.

Таблица 2

**Показатели плотности эндотелиальных клеток в динамике наблюдения за пациентами с катарактой, оперированных с использованием различных методов визуализации (кл/мм<sup>2</sup>)**

Table 2

**Indicators of endothelial cell density in the dynamics of observation of cataract patients operated using various imaging methods (cell/mm<sup>2</sup>)**

Сроки наблюдения Follow-up time	Основная группа (трехмерная цифровая визуализация) The main group (three-dimensional digital visualization) n=250	Контрольная группа (аналоговая визуализация) The control group (analog visualization) n=250
Через 3 мес. после операции 3 months after surgery	2401,69±403,76	2375,02±406,86
Через 6 мес. после операции 6 months after surgery	2398,03±400,79	2373,93±408,93
Через 12 мес. после операции 12 months after surgery	2398,01±405,86	2371,84±406,79

остроты зрения у пациентов с катарактой, прооперированных с помощью различных методов визуализации (табл. 1).

Как видно из данных таблицы 1, у всех пациентов основной и контрольной групп были достигнуты стабильно высокие показатели НКОЗ и МКОЗ. Хотя статистически значимых различий между достигнутыми показателями остроты зрения в основной и контрольной

группах зафиксировано не было, их средние значения оказались все-таки выше в группе пациентов, где в процессе ФЭК применялась трехмерная цифровая визуализация.

В таблице 2 представлена сравнительная характеристика плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) роговицы в динамике наблюдения за пациентами, кото-

Таблица 3

## Сравнительные показатели сферического и цилиндрического компонентов рефракции в сравниваемых группах в динамике наблюдения

Table 3

## Comparative indicators of spherical and cylindrical refraction components in the compared groups in the dynamics of observation

Показатель Indicator	Основная группа (трехмерная цифровая визуализация) The main group (three-dimensional digital visualization) n=250	Контрольная группа (аналоговая визуализация) The control group (analog visualization) n=250
Сферический компонент рефракции через 3 мес. после операции Spherical component of refraction 3 months after surgery	-0,08±0,71	-0,11±0,79
Сферический компонент рефракции через 6 мес. после операции Spherical component of refraction 6 months after surgery	-0,08±0,79	-0,10±0,83
Сферический компонент рефракции через 12 мес. после операции Spherical component of refraction 12 months after surgery	-0,08±0,70	-0,10±0,69
Цилиндрический компонент рефракции Cylindrical component of refraction Угол в градусах через 3 мес. после операции Angle in degrees 3 months after surgery	-0,41±0,35	-0,42±0,48
	80,2±40,1	82,9±41,2
Цилиндрический компонент рефракции Cylindrical component of refraction Угол в градусах через 6 мес. после операции Angle in degrees 6 months after surgery	-0,41±0,37	-0,42±0,51
	80,3±40,7	82,2±47,7
Цилиндрический компонент рефракции Cylindrical component of refraction Угол в градусах через 12 мес. после операции Angle in degrees 12 months after surgery	-0,39±0,34	-0,41±0,4
	80,2±39,6	81,1±41,1

рым была выполнена ФЭК с использованием трехмерной цифровой и аналоговой визуализации.

Как видно из данных *таблицы 2*, начиная с 3-го месяца после операции ПЭК роговицы значимо не изменялась. Тем не менее в среднем ПЭК была все же ниже в контрольной группе, что можно связать с действием красителя трипанового синего на эндотелий роговицы.

Характеристика сферического и цилиндрического компонентов рефракции в сравниваемых группах в динамике наблюдения отражена в *таблице 3*.

Как видно из *таблицы 3*, показатели сферического и цилиндрического компонентов рефракции после ФЭК в сравниваемых группах статистически значимо также не изменялись в изученные сроки. И все же средние показатели в основной группе, хоть и незначительно, были лучше, чем в контрольной.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отдаленные результаты сравнительного исследования показателей остроты зрения, ПЭК, сферического и цилиндрического компонентов рефракции при использовании аналоговой и трехмерной цифровой визуализации в хирургии катаракты позволяют прийти

к заключению, что последний метод все же более эффективен, чем стандартный. Все это в сочетании с большими возможностями открывает простор для более широкого применения трехмерной визуализации в практике.

### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Freeman WR, Chen KC, Ho J, et al. Resolution, depth of field, and physician satisfaction during digitally assisted vitreoretinal surgery. *Retina*. 2019;39(9): 1768–1771. doi: 10.1097/iae.0000000000002236
- Chang DF. An embarrassment of riches. *Cataract & Refractive Surgery Today*. 2008; May 8: 7–10.
- Haeussler-Sinangin Y, Dahlhoff D, Schultz T, Dick HB. Clinical performance in continuous curvilinear capsulorhexis creation supported by a digital image guidance system. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(3): 348–352. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.12.027
- Dhimitri KC, Jr McGG, McNeal SF, et al. Symptoms of musculoskeletal disorders in ophthalmologists. *Am J Ophthalmol*. 2005;139(1): 179–181. doi: 10.1016/j.ajo.2004.06.091
- Weinstock RJ. Operate with your head up. *Cataract Refract. Surg. Today*. 2011. Available at: <https://crstodayeurope.com/articles/2011-apr/operate-withyour-head-up/> (accessed 27 Januar 2022).
- Weinstock RJ, Diakonis VF, Schwartz AJ, Weinstock AJ. Heads-up cataract surgery: complication rates, surgical duration,

- and comparison with traditional microscopes. *J. Refract Surg.* 2019;35(5): 318–322. doi: 10.3928/1081597X20190410-02
7. Leica Microsystems. IOL Guidance Systems. IOLcompass & 3D TrueGuide. Available at: [https://downloads.leica-microsystems.com/IOLcompass/Brochures/IOL%20guidance%20brochure\\_en.pdf](https://downloads.leica-microsystems.com/IOLcompass/Brochures/IOL%20guidance%20brochure_en.pdf) (accessed 5 Nov. 2022).
  8. Mohamed YH, Uematsu M, Inoue D, Kitaoka T. First experience of nDSAEK with heads-up surgery: a case report. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(19): e6906. doi: 10.1097/MD.00000000000006906
  9. Hamasaki I, Shibata K, Shimizu T, et al. Lights-out surgery for strabismus using a heads-up 3D vision system. *Acta Med Okayama*. 2019;73(3): 229–233. doi: 10.18926/AMO/56865
  10. Mendez BM, Chiodo MV, Vandevender D, Patel PA. Heads-up 3D microscopy: an ergonomic and educational approach to microsurgery. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2016;4(5): e717. doi: 10.1097/GOX.0000000000000727
  11. Yoshihiro Y. Seeing the world through 3-D glasses: Grab some pearls for the coming world of 3-D heads-up surgery. *Retina Today*. Available at: [https:// assets.bmctoday.net/retinatoday/pdfs/1016RT\\_Cover\\_Yonekawa.pdf](https://assets.bmctoday.net/retinatoday/pdfs/1016RT_Cover_Yonekawa.pdf)

#### Информация об авторах

**Антон Владимирович Журавлев**, аспирант кафедры глазных болезней ИПО СамГМУ, zhuranton@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4536-8098>

**Вадим Сергеевич Стебнев**, д.м.н., профессор Медицинского университета «Реавиз», vision63@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4539-7334>

**Сергей Дмитриевич Стебнев**, д.м.н., профессор Медицинского университета «Реавиз», директор клиники «Хирургия глаза», stebnev2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5497-9694>

**Игорь Владимирович Малов**, д.м.н., профессор, Медицинский университет «Реавиз», i.v.malov@samsmu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2874-9585>

**Лиля Мансуровна Низамудинова**, аспирант кафедры глазных болезней ИПО СамГМУ, nizamudinova191094@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2420-2793>

#### Information about the authors

**Anton V. Zhuravlev**, postgraduate student of the Department of Eye Diseases of the IPO SamSMU, zhuranton@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4536-8098>

**Vadim S. Stebnev**, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Medical University «Reaviz», vision63@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4539-7334>

**Sergey D. Stebnev**, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Medical University «Reaviz», Director of the clinic «Eye Surgery», stebnev2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5497-9694>

**Igor V. Malov**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Medical University «Reaviz», i.v.malov@samsmu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2874-9585>

**Lilia M. Nizamudinova**, postgraduate student of the Department of Eye Diseases of the IPO SamSMU, nizamudinova191094@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2420-2793>

#### Вклад авторов в работу:

**А.В. Журавлев:** редактирование текста, окончательное утверждение версии, статистическая обработка данных.

**В.С. Стебнев:** разработка концепции и дизайна работы, написание текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

**С.Д. Стебнев:** существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, редактирование текста.

**И.В. Малов:** редактирование текста, окончательное утверждение версии, статистическая обработка данных.

**Л.М. Низамудинова:** сбор, анализ и обработка материала, редактирование текста, окончательное утверждение версии.

#### Author's contribution:

**A.V. Guravlev:** text editing, final version approval, statistical data processing.

**V.S. Stebnev:** development of the concept and design of the work, writing the text, final approval of the version to be published.

**S.D. Stebnev:** significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, text editing.

**I.V. Malov:** text editing, final approval of the version, statistical data processing.

**L.M. Nizamudinova:** collection, analysis and processing of material, text editing, final version approval.

**Финансирование:** Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

**Конфликт интересов:** Отсутствует.

**Financial transparency:** Authors have no financial interest in the submitted materials or methods.

**Conflict of interest:** There is no conflict of interest.

Поступила: 29.11.2023

Переработана: 04.12.2023

Принята к печати: 20.12.2023

Originally received: 29.11.2023

Final revision: 04.12.2023

Accepted: 20.12.2023



УФИМСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ  
ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России



### ПРЕДЛАГАЕТ

## Устройство для ионофореза роговицы «ИОН»

Устройство предназначено для трансэпителиального насыщения стромы рибофлавином посредством ионофореза при выполнении УФ кросслинkingа роговицы.



Регистрационное удостоверение  
№ РЗН 2019/8901



Применение устройства «ИОН» позволяет сохранять эпителий и дооперационную толщину роговицы.

450008, г. Уфа, ул. Пушкина, 90 тел. +7 (347) 272-08-52 e-mail: niimarketing@yandex.ru www.ufaeyeinstitute.ru