

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И СТАНДАРТНОГО АНАЛОГОВОГО МИКРОСКОПА В ХИРУРГИИ ХРУСТАЛИКА

**А.В. Журавлев, В.С. Стебнев**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Россия)

**Для цитирования:** Журавлев А.В., Стебнев В.С. Сравнительный анализ использования системы трехмерной визуализации и стандартного аналогового микроскопа в хирургии хрусталика. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2022;22(2):31-34. doi: 10.55531/2072-2354.2022.22.2.31-34

### ▪ Сведения об авторах

Журавлев А.В. – аспирант кафедры глазных болезней ИПО. ORCID: 0000-0003-4536-8098 E-mail: a.v.zhuravlev@samsmu.ru

Стебнев В.С. – д-р мед. наук, профессор кафедры глазных болезней ИПО. ORCID: 0000-0002-4539-7334 E-mail: v.s.stebnev@samsmu.ru

Рукопись получена: 08.06.2022

Рецензия получена: 30.08.2022

Решение о публикации: 25.09.2022

### ▪ Аннотация

**Цель** – оценить безопасность, эффективность хирургии хрусталика с использованием 3D-технологий визуализации в сравнении со стандартным аналоговым методом визуализации.

**Материал и методы.** В исследовании участвовали 500 человек (500 глаз). Основную группу составили 250 глаз, прооперированных с помощью операционного микроскопа LEICA M844 с камерой NGENUITY вместо оптических окуляров, оснащенного хирургическими системами CONSTELLATION (Alcon) и MILLENNIUM (Bausch&Lomb). Контрольную группу составили 250 глаз, прооперированных с использованием того же микроскопа, но со стандартными окулярами. Всем пациентам выполнялась факоэмульсификация катаракты. Результат оценивали по максимально корригируемой остроте зрения у пациентов, а также времени проведения операции и количеству осложнений.

**Результаты.** У пациентов в основной группе в среднем была выше максимально корригируемая острота зрения после операции, а также меньше время проведения оперативного вмешательства.

**Выводы.** Технология трехмерной визуализации актуальна для выполнения операций на хрусталике и имеет перспективы для дальнейшего развития и исследования технологии, а также имеет перспективу в ближайшем будущем заменить аналоговые бинокуляры микроскопа.

▪ **Ключевые слова:** офтальмохирургия, катаракта, факоэмульсификация, трехмерная визуализация.

▪ **Конфликт интересов:** не заявлен.

Исследование прошло этическую комиссию (протокол заседания этической комиссии Биоэтического комитета СамГМУ № 220 от 21.03.2021).

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF A 3D IMAGING SYSTEM AND A STANDARD ANALOG MICROSCOPE IN LENS SURGERY

**Anton V. Zhuravlev, Vadim S. Stebnev**

Samara State Medical University (Samara, Russia)

**Citation:** Zhuravlev AV, Stebnev VS. Comparative analysis of the use of a 3D imaging system and a standard analog microscope in lens surgery. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2022;22(2):31-34. doi: 10.55531/2072-2354.2022.22.2.31-34

### ▪ Information about authors

Anton V. Zhuravlev – postgraduate student of the Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education.

ORCID: 0000-0003-4536-8098 E-mail: a.v.zhuravlev@samsmu.ru

Vadim S. Stebnev – PhD, Professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education. ORCID: 0000-0002-4539-7334

E-mail: v.s.stebnev@samsmu.ru

Received: 08.06.2022

Revision Received: 30.08.2022

Accepted: 25.09.2022

### ▪ Abstract

**Aim** – to evaluate the safety and efficacy of lens surgery using 3D imaging technologies in comparison with the standard analog imaging method.

**Material and methods.** The study involved 500 people (500 eyes). The main group of patients consisted of 250 eyes operated using a LEICA M844 operating microscope with an NGENUITY camera instead of optical eyepieces, equipped with both CONSTELLATION (Alcon) and MILLENNIUM (Bausch & Lomb) surgical systems. The control group consisted of 250 eyes operated on using the same microscope but with standard eyepieces. All patients underwent cataract phacoemulsification. The control points for the result evaluation were the maximum corrected visual acuity in patients, the time of operation and the number of complications.

**Results.** The patients in the main group, on average, had a higher maximum corrected visual acuity after surgery, as well as a shorter time for surgical intervention.

**Conclusion.** The technology of three-dimensional imaging is relevant for performing operations on the eye lens and has a potential for further development and research of the technology, and also has the prospect of replacing the analog microscope binoculars in the near future.

▪ **Keywords:** ophthalmosurgery, cataract, phacoemulsification, 3D imaging.

▪ **Conflict of interest:** nothing to disclose.

The study was approved by the ethical commission (Protocol of the meeting of the ethical commission of the Bioethical Committee of the Samara State Medical University No. 220 dated March 21, 2021).

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Одной из актуальных проблем в хирургии катаракты на сегодня остается визуализация процесса. Появление в клинической практике систем 3D-визуализации позволило решить большое количество проблем, возникавших при использовании стандартных аналоговых микроскопов, таких как ограниченный фокус и поле зрения, необходимость использования большого количества света, увеличивающего риск возникновения ятрогенной ретиальной фототоксичности, привязанность хирурга к бинокулярным микроскопам и, как следствие, большая нагрузка на зрительный аппарат хирурга при использовании окуляров, мышцы спины и шеи, а также невозможность добавлять дополнительную информацию к изображению.[1–5] Одной из передовых и широко используемых систем 3D-визуализации на сегодня является совместная разработка компаний Alcon и Truevision 3D Surgical под названием NGENUITY® 3D Visualization System, официально презентованная в 2016 году [2, 6]. Эта система активно используется офтальмологами в хирургическом лечении витреоретиальной патологии, однако данных об использовании этой системы в хирургии хрусталика недостаточно. Система NGENUITY® также включает в себя программное обеспечение Data Fusion и хирургические системы Constellation и Verion, позволяющие добавлять к изображению в режиме реального времени предрасчитанные данные разметки, ось имплантации ИОЛ [3–5].

## ЦЕЛЬ

Оценить безопасность, эффективность хирургии хрусталика с использованием технологий 3D-визуализации в сравнении со стандартным аналоговым методом визуализации.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основную группу пациентов составили 250 глаз, прооперированных в клинике «Хирургия глаза» г. Самары с помощью операционного микроскопа LEICA M844 с камерой NGENUITY вместо оптических окуляров, оснащенного хирургическими системами CONSTELLATION (Alcon) и MILLENNIUM (Bausch&Lomb). Основные критерии включения в группу исследования: установленный диагноз «возрастная катаракта», сохранность связочного аппарата хрусталика, возможность послеоперационного осмотра и наблюдения пациента. Основные критерии исключения пациентов из группы исследования: декомпенсация сопутствующей патологии и наличие сопутствующей соматической патологии пациента, не гарантирующей безопасного проведения оперативного вмешательства, наличие аллергических реакций к анестетикам и другим фармакологическим препаратам, используемым в ходе оперативного вмешательства.

Пациентам из контрольной группы (250 глаз) выполнялось хирургическое вмешательство с использованием того же микроскопа, но со стандартными окулярами. Отбор пациентов в основную и контрольную группу производился методом рандомизации. Всем пациентам выполнялась факоэмульсификация катаракты по методике Phaco Chop с последующей имплантацией ИОЛ Alcon AcrySof IQ. При неэффективности медикаментозного мидриаза использовался четырехугольный ирис-ретрактор (ЭТП «Микрохирургия глаза»). Все оперативные вмешательства были выполнены одним хирургом с использованием местной анестезии. За час до оперативного вмешательства производился медикаментозный мидриаз раствором мидримакса. Эпibuльбарно вводился раствор инокаина, операционное поле обрабатывалось водным раствором повидон-йода 10%. Зона операционного поля покрывалась стерильной офтальмологической салфеткой с липким слоем и карманом, для расширения век использовался блефаростат. Использовались вискоэластики Viscoat и ProVisc (Alcon, США), а также сбалансированный физиологический раствор BSS+. По окончании оперативного вмешательства выполнялась инстилляционная глазного антисептика окомистин.

У пациентов основной и контрольной группы проводились сбор жалоб, анкетирование, микропериметрия, визометрия, биомикроскопия переднего и заднего отрезков глаза, оптическая биометрия, пахиметрия, пневмотонометрия, кераторефрактометрия, эндотелиальная микроскопия, топография роговицы, оптическая когерентная томография макулярной зоны, а также исследование на диагностической системе VERION Image Guided System. Период наблюдения после операции составил 3 месяца.

В результате оценивались и анализировались такие параметры, как максимально корригируемая острота зрения, затраченное на операцию время, количество интра- и послеоперационных осложнений.

Для статистической обработки материала использовалось программное обеспечение STATISTICA 13.3, а также приложение пакета Microsoft Office Excel, версия 2112. Когда была сформирована статистически значимая база данных по исследованию, данные были обработаны модулями указанных программ. Определялось среднее выборочное значение и стандартная ошибка среднего значения. При расчете использовалась формула Клоппера – Пирсона, а также t-критерий Стьюдента и критерий Манна – Уитни.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Основная и контрольная группы исследования не имели статистически значимых различий по категориям диагноза, возрастно-половым характеристикам и длительности послеоперационного наблюдения. Средний возраст пациентов основной группы составил  $63 \pm 4,1$  года, пациентов контрольной группы –  $64 \pm 3,7$  года. Основная группа исследования

состояла на 48% (120 человек) из мужчин и на 52% (130 человек) из женщин. Контрольная группа состояла на 46,4% (116 человек) из мужчин и на 53,6% (134 человека) из женщин.

В контрольной и основной группах интраоперационных и послеоперационных осложнений не возникло. В процессе всех хирургических вмешательств в основной группе необходимости к возврату к оптическим окулярам микроскопа не возникало, используемая система трехмерной визуализации позволяла выполнить весь запланированный объем оперативного вмешательства, ориентируясь на изображение с камер.

Все пациенты, участвовавшие в исследовании, осматривались на следующий день после операции, на 7-й день, через 1 месяц и через 3 месяца. Послеоперационный период в обеих группах протекал гладко, без осложнений. Необходимости в применении субконъюнктивных и парабульбарных инъекций в послеоперационном периоде не возникло ни у одного пациента основной и контрольной групп.

Рефракция цели была достигнута у 98,5% пациентов в основной группе и у 97,3% пациентов в контрольной группе. Среднее время операции составило  $15.2 \pm 10.1$  мин в основной группе и  $17.1 \pm 10.4$  мин в контрольной группе. В среднем максимальная корригируемая острота зрения в основной группе составила  $0.32 \pm 1.5$  – до операции и  $0.91 \pm 0.07$  – после операции, в контрольной группе –  $0.31 \pm 1.4$  до операции и  $0.87 \pm 0.09$  после операции. Обе группы исследования имели сходную остроту зрения до операции и показали значительное улучшение остроты зрения после операции ( $p < 0,001$ ).

Несмотря на то что статистически значимого различия в максимально корригированной остроте зрения после операции, а также в длительности хирургического вмешательства выявлено не было ( $p < 0,05$ ), в среднем длительность хирургического вмешательства в основной группе была ниже, а максимально корригированная острота зрения после операции выше, чем в контрольной группе. Отсутствие интраоперационных и послеоперационных осложнений в основной группе, а также эргономические преимущества системы позволяют судить о безопасности и эффективности метода цифровой трехмерной визуализации.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Цифровые трехмерные технологии визуализации появились в офтальмохирургии сравнительно недавно, но сейчас активно используются офтальмологами, особенно широкое распространение они получили у витреоретинальных хирургов [4–8]. Хирургия переднего отдела глаза имеет ряд особенностей, в частности меньшее пространство для манипуляций в сравнении с витреоретинальной хирургией. Однако, имея очевидные преимущества в эргономике, глубине резкости, контрастности, возможности

добавления дополнительной информации к изображению и использования малого количества света, трехмерные технологии визуализации способны значительно облегчить, улучшить и оптимизировать также и хирургические вмешательства на хрусталике.

Ряд авторов в своих работах отмечает, что использование трехмерной визуализации дает вышеописанные преимущества офтальмохирургам как при выполнении витреоретинальных вмешательств, так и при операциях на переднем отрезке глаза [1, 2, 3, 9].

Несмотря на увеличенную по сравнению с аналоговым методом визуализации глубину резкости изображения, трехмерная система визуализации очень чувствительна к фокусировке изображения, что может вызвать дополнительные трудности у хирурга. С. Eckardt и E.V. Paulo в своей работе указывают, что сохраненная аккомодация у хирурга может помочь с фокусировкой изображения и быть частью оптической системы при аналоговом методе визуализации [11]. Однако чувствительность к фокусировке у систем трехмерной визуализации компенсируется отсутствием периферического дефокуса, присущего стандартным бинокулярам [1–3].

Отличия в посадке, рабочей позе и манипуляциях с использованием трехмерной системы визуализации требуют от хирурга определенного времени адаптации к данной системе. R.J. Weinstock и соавт. впервые апробировали систему трехмерной визуализации в 2009 году в хирургии переднего отрезка глаза. В своей работе они указывают, что возникли определенные сложности с адаптацией после аналогового метода визуализации, что было связано с 80-миллисекундным временем отклика в более ранних системах трехмерной визуализации, что вызывало небольшую задержку изображения на экране, которая мешала в проведении таких этапов операции, как капсулорексис. Однако, несмотря на эту задержку, результаты в группах, прооперированных с помощью аналогового метода и системы трехмерной визуализации, получились сравнимыми. В более поздних работах R.J. Weinstock отмечает, что операции с использованием трехмерной системы визуализации не уступали в безопасности, скорости проведения хирургического вмешательства и количестве осложнений аналоговому методу визуализации, сохраняя при этом свои преимущества, такие как большая глубина резкости, отсутствие необходимости использования большого количества света, возможность добавления дополнительной информации к изображению. По сравнению с системой трехмерной визуализации True Vision в современных системах, таких как NGENUITY (Alcon), время отклика было значительно снижено [9, 14].

Более физиологичная осанка и рабочая поза офтальмохирургов при использовании систем трехмерной визуализации позволяют снизить нагрузку на мышцы шеи и спины и снизить вероятность развития хронических заболеваний мышц шеи и спины,

связанных с вынужденной позой при работе за хирургическим микроскопом [13].

Немаловажным является и тот аспект, что при таком методе визуализации возможность видеть ход операции предоставляется не только хирургу и ассистенту, но и всем присутствующим в операционной комнате, что делает эту систему полезной в том числе и в образовательной сфере [5, 8–12]. Относительная новизна данной технологии открывает возможности для ее более подробного исследования на практике.

## Выводы

Использование трехмерной визуализации в хирургии катаракты позволяет реализовать преимущества данной системы относительно стандартного аналогового метода визуализации. Большая глубина резкости и контрастность изображения при использовании трехмерной визуализации в сравнении с аналоговой визуализацией позволяют получить лучшие результаты, а также упрощают проведение хирургом таких сложных этапов операции, как капсулорексис. Хирургические системы Constellation и диагностический модуль Verion значительно облегчают имплантацию ИОЛ, особенно мультифокальных, упраздняя необходимость мануальной предоперационной разметки. Немаловажным фактом является и то, что при использовании этой системы снижается нагрузка на мышцы спины и шеи хирурга [13].

Таким образом, трехмерная визуализация может рассматриваться для применения в хирургии хрусталика и в перспективе заменить традиционную аналоговую визуализацию.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## 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
- 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
- Yoshihiro Y. Seeing the world through 3-D glasses: Grab some pearls for the coming world of 3-D heads-up surgery. *Retina Today*. 2016 October:54-60. doi: 10.3928/1081597x-20190510-03
- Chang DF. An embarrassment of riches. *Cataract & Refractive Surgery Today*. 2008; May 8. CRSToday | An Embarrassment Of Riches
- Yonekawa Y, Thomas BJ, Hassan TS. New self-retaining sutureless cellulose flanged disposable contact viewing system for vitreoretinal surgery. *Retina*. 2015;35(4):834-837. doi: 10.1097/iae.0000000000000522
- Marra KV, Yonekawa Y, Papakostas TD, Arroyo G. Indications and techniques of endoscope assisted vitrectomy. *J Ophthalmic Vis Res*. 2013;8:282-290.
- Fotouhi J, Fuerst B, Lee SC, et al. *Interventional 3D augmented reality for orthopedic and trauma surgery*. June 2016 Conference: 16th Annual Meeting of the International Society for Computer Assisted Orthopedic Surgery (CAOS). (PDF) Interventional 3D Augmented Reality for Orthopedic and Trauma Surgery (researchgate.net)
- Perritt RA. The Operating Microscope in practice. *Bibl Ophthalmol*. 1968;77:21-50. PMID: 5723321
- Weinstock RJ, Diakonis VF, Schwartz AJ, et al. Heads-up cataract surgery: complication rates, surgical duration, and comparison with traditional microscopes. *J Refract Surg*. 2019;35(5):318-22. doi: 10.3928/1081597x-20190410-02
- Dutra-Medeiros M, Nascimento J, Henriques J, et al. Three-dimensional head-mounted display system for ophthalmic surgical procedures. *Retina*. 2017;37(7):1411-1414. doi: 10.1097/IAE.0000000000001514
- Eckardt C, Paulo EB. Heads-up surgery for vitreoretinal procedures: an experimental and clinical study. *Retina*. 2016;36(1):137-147. doi: 10.1097/IAE.0000000000000689
- Chhaya N, Helmy O, Piri N, Palacio A, Schaal S. Comparison of 2D and 3D video displays for teaching vitreoretinal surgery. *Retina*. 2018;38:1556-61. doi: 10.1097/IAE.0000000000001743
- 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, Desai N. *Heads-up cataract surgery with the True Vision 3D display system*. In: Surgical Techniques in Ophthalmology—Cataract Surgery. New Dehli, India: Jaypee Medical Publishers. 2010;124-7.

### ■ Автор для переписки

Журавлев Антон Владимирович  
Адрес: ул. Песчаная, 6, г. Кинель, Самарская область, Россия, 446430.

### ■ Corresponding Author

Anton V. Zhuravlev  
Address: 6 Peschanaya st., Kinel, Samara region, Russia, 446430.

E-mail: zhuranton@inbox.ru