

УДК 616.28-089:004.923
<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-6-38-41>

Трехмерная визуализация в отохирургии

Д. М. Кузьмин¹, А. А. Федотова¹

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, 191015, Россия

3D visualization in otosurgery

D. M. Kuz'min¹, A. A. Fedotova¹

¹ Mechnikov Northwest State Medical University, Saint Petersburg, 191015, Russia

Основной приоритет хирургии среднего уха – создание безопасного и оптимального обзора операционного поля, а также максимально точная визуализация анатомических структур, что является движущим фактором в эволюции отохирургии. Доказано, что дополнительная информация, получаемая трехмерным (3D) изображением, позволяет лучше понять анатомию височной кости и улучшает способность оператора оценивать связанные заболевания, тем самым оптимизировать хирургическую тактику. В представленной экспериментально-исследовательской работе описана новая методика визуализации хирургического поля, которая позволяет повысить качество работы оператора и расширить возможности хирургии среднего уха. На базе кафедры оториноларингологии СЗГМУ им. И. И. Мечникова создан дистанционный адаптер для эндоскопической трубки, который позволяет транслировать видеоизображение, получаемое с ее дистального конца, на очки виртуальной реальности. Для детального понимания принципа передачи информации в условиях новой трехмерной реальности нами использовались такие понятия, как диспаратность и стереопсис. Все результаты исследования оценивались по шкале NASA Task Load Index. На основе анализа итогов эксперимента в условиях трехмерной визуализации операционного поля был выявлен более низкий уровень субъективной рабочей нагрузки, что расценивалось как положительный эффект реализации феномена стереопсиса, при выполнении манипуляций на среднем ухе.

Ключевые слова: стереопсис, дистанционный адаптер, трехмерная визуализация, отохирургия.

Для цитирования: Кузьмин Д. М., Федотова А. А. Трехмерная визуализация в отохирургии. *Российская оториноларингология*. 2020;19(6):38–41. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-6-38-41>

The main priority of middle ear surgery is to create a safe and optimal view of the surgical field, as well as the most accurate visualization of anatomical structures, which is a driving factor in the evolution of otosurgery. The additional information provided by three-dimensional (3D) images has been proven to improve understanding of the temporal bone anatomy and improve the operator's ability to assess associated diseases, thereby optimizing surgical management. In the presented experimental research work, a new technique for visualizing the surgical field is described, which improves the quality of the operator's work and expands the possibilities of middle ear surgery. On the basis of the Chair of Otorhinology of the Mechnikov North-Western State Medical University a remote adapter for an endoscopic tube was created, which allows you to broadcast the video image received from its distal end to virtual reality glasses. For a detailed understanding of the principle of information transmission in a new three-dimensional reality, we used concepts such as disparity and stereopsis. All research results were evaluated according to the NASA Task Load Index scale. Analyzing the results of the experiment, in the conditions of three-dimensional visualization of the surgical field, a lower level of subjective workload was revealed, which was regarded as a positive effect of the realization of the phenomenon of stereopsis, when performing manipulations on the middle ear.

Keywords: stereopsis, remote adapter, three-dimensional reality, otosurgery.

For citation: Kuz'min D. M., Fedotova A. A. 3D visualization in otosurgery. *Rossiiskaya otorinologiya*. 2020;19(6):38–41. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2020-6-38-41>

Введение

Основным приоритетом хирургии хронических заболеваний уха является создание безопасного и оптимального обзора операционного

поля, что в настоящее время обеспечивается сочетанием использования микроскопической и эндоскопической техники [1]. Несмотря на значительный накопленный опыт в области отохи-

рургии, существует ряд ограничений, вследствие которых работа оператора остается осложненной различными техническими факторами.

До недавнего времени операции в оториноларингологии производились исключительно в двухмерной (2D) проекции изображения, которая имела ряд основных отрицательных свойств, таких как поэтапная настройка резкости и централизация изображения, отсутствие восприятия глубины операционного поля, длительное вынужденное положение хирурга, а также невозможность полного обзора труднодоступных микроанатомических структур [2]. В последние годы было доказано, что дополнительная информация, предоставляемая трехмерным (3D) изображениями, позволяет лучше понять анатомию височной кости и улучшает способность оценивать связанные заболевания, тем самым оптимизировать хирургическую тактику [3].

Согласно последним научным исследованиям известно, что 3D-компьютерные изображения все чаще используются для лучшей демонстрации анатомии и патологических состояний среднего уха. Данные предоперационной компьютерной томографии помогают предварительно определить способ и стратегию дальнейшего лечения, поэтому целесообразно применение 3D-визуализации хирургического поля как в предоперационной диагностике, так и в процессе операции на основе уже известной трехмерной анатомической модели пациента [4].

Трехмерная (3D) методика визуализации расширяет возможности более точной передачи деталей хирургического поля за счет эффекта стереопсиса, который отсутствует при использовании стандартного микроскопа или эндоскопического монитора. Новое пространственное измерение обеспечивает максимальное удобство, которое достигается за счет естественной оси «рука – глаз», т. е. использования таких геометрических соотношений, при которых рабочее или операционное поле находится между хирургом и видеомонитором, при этом ось оптической трубки параллельна оптической оси зрения оператора. Обеспечение наведения изображения в трехмерном (3D) формате приводит к более быстрой и точной навигации хирурга, тем самым нивелирует количество рецидивов и осложнений [5].

Анализируя последние литературные источники, следует отметить, что 3D-симуляционное обучение является более эффективным в сравнении с традиционными методиками усвоения информации [6]. На основе результатов недавних исследований пластичности коры головного мозга установлено, что умственные тренировки, поддерживаемые зрительной и сенсорной обратной связью, могут вызвать структурную и функциональную перестройку сенсомоторной коры,

что приводит к изменению и усилению функции, связанной с контролем движений, выполняемых верхними конечностями [7]. Эффект полного стереоскопического погружения в виртуальную реальность, при отработке практических навыков, позволяет детально воспринимать анатомические структуры, неограниченно повторять манипуляции, а также обеспечивает безопасность для пациента. Более того, содержание подобной симуляционной модели финансово более эффективно, чем поддержание открытых лабораторий для кадаверной диссекции [8].

Цель исследования

Экспериментальное создание инновационного метода визуализации хирургического поля при выполнении микрохирургических операций на ушах на основе использования феномена стереопсиса, основанного на принципе радиочастотной передачи сигнала с трансляцией видеоизображения в режиме реального времени.

Материалы и методы исследования

На базе кафедры оториноларингологии СЗГМУ им. И. И. Мечникова создан дистанционный адаптер для эндоскопической трубки, который позволяет транслировать видеоизображение, получаемое с ее дистального конца, на очки виртуальной реальности. При этом картина объемного оптического пространства хирургического поля поступает на каждый зрительный анализатор в отдельности, что создает эффект стереопсиса. Стереопсис – сенсорный процесс, возникающий при бинокулярном зрении как психофизическая реакция на сетчаточную горизонтальную диспаратность, в результате чего оператор интраоперационно ощущает разделение изображения по глубине, а также имеет обзор боковых и труднодоступных микроструктур операционного поля.

Суть эксперимента заключалась в том, что каждому из восьми участников было предложено выполнить одинаковые задания на симуляционном и кадаверном материале, используя два различных метода визуализации. Задача включала установку шунта барабанной полости и трансканальную отслойку меатотимпанального лоскута с выделением рукоятки молоточка. Сначала оперирующий хирург выполнял предоставленное упражнение при помощи стационарного микроскопа, далее те же действия повторялись им при помощи предлагаемого нами нового метода визуализации.

При выполнении заданий предложенным методом каждый хирург надевал очки виртуальной реальности, удерживая в руках эндоскопическую трубку с дистанционным адаптером (рис. 1), благодаря которому видеоизображение, поступаю-

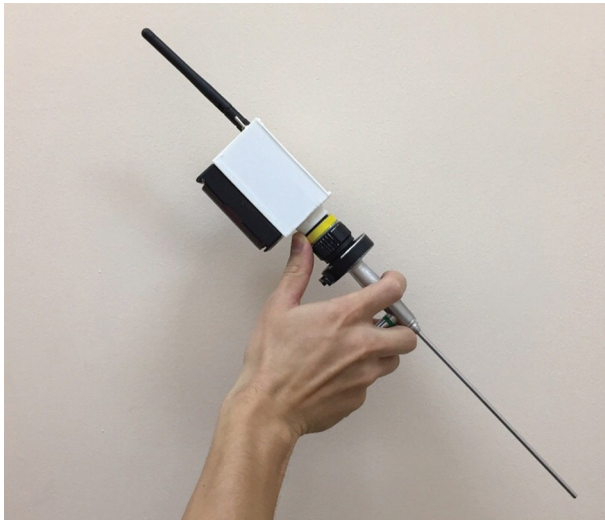


Рис. 1. Эндоскопическая трубка с дистанционным адаптером.
Fig. 1. Endoscopic tube with a remote adapter.

ще отдельно на каждый глаз, создавало эффект объемного оптического пространства хирургического поля.

Оценка выполнения поставленных задач производилась при помощи анкеты NASA Task Load Index [9], где учитывались такие параметры, как умственное истощение, физическое напряжение, темп выполнения поставленной задачи, удовлетворенность результатом предложенной методики, субъективная оценка индивидуальных достижений, разочарование предложенным методом. Критерии безошибочного выполнения поставленных задач включали сохранение целостности меатотимпанального лоскута при его отслойке от рукоятки молоточка, подвижности цепи слуховых косточек, а также фиксация устанавливаемого шунта на барабанной перепонке без его прободения.

Результаты исследования

У каждого оператора, при выполнении одной и той же задачи, но с использованием разных методик визуализации хирургического поля полу-

чены средневзвешенные значения по шести параметрам (рис. 2).

У участников эксперимента показатель «умственное истощение» при выполнении поставленных задач в условиях трехмерной визуализации хирургического поля превышал альтернативный метод на 20%. Данный феномен связан с поступлением исчерпывающего потока информации в головной мозг, который при двухмерной визуализации поступает в ограниченном объеме. Таким образом, большие детализация и глубина хирургического поля требуют более сложного ментального анализа, что положительно сказывается на показателе «усилие». Соотношение уровня «физической активности» при выполнении задач было статистически не значимо при использовании двух методов визуализации. Темп выполнения работы при использовании очков виртуальной реальности замедлялся вследствие дополнительной траты времени на обучение новому методу и адаптацию к условиям трехмерной среды. Тем не менее в трехмерном пространстве все участники эксперимента успешно справились с поставленными задачами.

Согласно результатам анкетирования большинство хирургов работали с большим усилием (умственным и физическим) при выполнении поставленных задач с использованием очков виртуальной реальности, а также показали высокий уровень удовлетворенности полученными результатами.

Хирурги, принимающие участие в эксперименте, отмечали положительные стороны трехмерной визуализации операционного поля: отсутствие вынужденного положения тела, более детальный обзор анатомических структур, что позволило им выполнить работу максимально качественно. Сохранение естественной оси между зрительным анализатором и рукой оператора обеспечило удобный угол обзора. Отсутствие необходимости поэтапной настройки изображения рабочего поля привело к снижению показателя

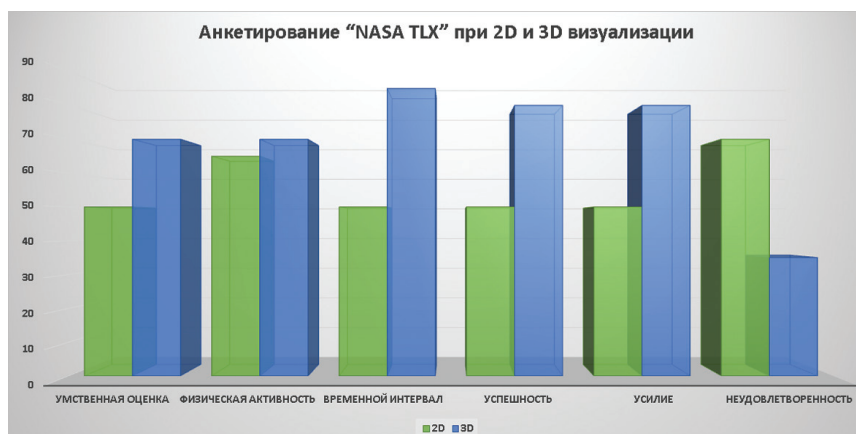


Рис. 2. Результаты исследования.
Fig. 2. Research results.

физического напряжения в сравнении с уровнем умственной нагрузки. Но, тем не менее, время, затраченное на выполнение задания в условиях трехмерной визуализации, оказалось больше, чем при использовании стандартной методики. Умственное напряжение также оценено как высокое за счет увеличенного потока информации, поступающего на сетчатку глаза, и расширенного проецирования операционного поля.

По результатам исследования в условиях трехмерной визуализации операционного поля получен более низкий уровень оценки субъективной рабочей нагрузки. Данный фактор необходимо рассматривать как положительный эффект применения феномена стереопсиса, позволяющий воспринимать пространственную глубину раны, тем самым расширить возможности хирургического вмешательства и улучшить производительность оператора.

Выводы

На данном этапе развития технологий современные методы обучения включают применение трехмерного изображения в процессе отработки хирургических навыков молодых операторов. Но реальная хирургическая практика осуществляется при использовании стационарных плоскостных и микроскопов, что обесценивает приобретенный ранее опыт и вынуждает молодых хирургов приспосабливаться к ранее не отработанным условиям проведения оперативного вмешательства. Предложенная нами методика трехмерной визуализации хирургического поля с применением эффекта стереопсиса, дает возможность проведения операций в усовершенствованной обстановке, а также применить ранее накопленные и отработанные навыки.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Bennett M. L., Zhang D., Labadie R. F., Noble J. H. Comparison of Middle Ear Visualization With Endoscopy and Microscopy. *Otology & Neurotology*. 2016; 37(4):362–366. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000988>
- Anschuetz L., Niederhauser L., Wimmer W., Yacoub A. Comparison of 3- vs 2-Dimensional Endoscopy Using Eye Tracking and Assessment of Cognitive Load Among Surgeons Performing Endoscopic Ear Surgery. *JAMA Otolaryngology Head Neck Surgery*. 2019; 838–845. <https://doi.org/10.1001/jamaoto>.
- Диаб Х. М., Гулямов Ш. Б., Корвяков В. С., Коробкин А. С., Пашчинина О. А., Кондратчиков Д. С. Особенности диагностики изолированных аномалий среднего уха. *Российская оториноларингология*. 2019;(4)30–38. [Diab Kh. M., Gulyamov Sh. B., Korvyakov V. S., Korobkin A. S., Pashchinina O. A., Kondratchikov D. S. The specific features of diagnostics of isolated anomalies of middle ear. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2019;(4)30–38 (in Russ.). <https://doi.org/10.18692/1810-4800>
- Nakasato T., Nakayama T., Nakayama M., Ehara S., Ohtsuka H., Sato H. Minor ossicular anomalies in the middle ear: role of submillimeter multislice computed tomography. *Journal of Computer Assisted Tomography*. 2014;38:655–661. <https://doi.org/10.1097/RCT.0000000000000093>
- Bennett M. L., Zhang D., Labadie R. F., Noble J. H. Comparison of Middle Ear Visualization With Endoscopy and Microscopy. *Otology and Neurotology*. 2016;37(4)362–366 <https://doi.org/10.1097/MAO>
- Kim Y., Kim H., Kim Y. O. Virtual Reality and Augmented Reality in Plastic Surgery: A Review. *Archives of Plastic Surgery*. 2017;44(3)179–187. <https://doi.org/10.5999/aps.2017.44.3.179>
- Kurzynski M., Jaskolska A., Marusiak J., Wolczowski A., Bierut P., Szumowski L., Witkowski J., Kisiel-Sajewicz K. Computer-aided training sensorimotor cortex functions in humans before the upper limb transplantation using virtual reality and sensory feedback. *Computers in Biology and Medicine*. 2017;(87):311–321. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2017.06.010>
- Andersen S. A. W., Guldager M., Mikkelsen P. T., Sørensen M. S. The effect of structured self assessment in virtual reality simulation training of mastoidectomy. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2019;1–8. <https://doi.org/10.1007/s00405-019-05648-6>
- NASA Task Load Index <https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/tlx/>

Информация об авторах

Кузьмин Денис Михайлович – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры оториноларингологии, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова (191015, Санкт-Петербург, Россия, Пискаревский пр., д. 47); тел. +7 (951) 668-13-81, e-mail: kuzmindenis1985@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3728-2692>

✉ **Федотова Анастасия Александровна** – клинический ординатор кафедры оториноларингологии, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова (191015, Санкт-Петербург, Россия, Пискаревский пр., д. 47); тел.: +7-903-825-61-94, e-mail: vaka.713@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-66647-2866>

Information about authors

Denis M. Kuz'min – PhD (Medicine), Teaching Assistant of the Chair of Otorhinology, Mechnikov North-Western State Medical University (47, Piskarevsky Prospect, St. Petersburg, 190015, Russia); phone +7 (951) 668 13 81, e-mail: kuzmindenis1985@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3728-2692>

✉ **Anastasiya A. Fedotova** – Resident Physician of the Chair of Otorhinology, Mechnikov North-Western State Medical University (47, Piskarevsky Prospect, St. Petersburg, 190015, Russia); phone +7 (903) 825 61 94, e-mail: vaka.713@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-66647-2866>