

АНАЛИЗ КРИВОЙ ОБУЧЕНИЯ ХИРУРГА ПРИ ОСВОЕНИИ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ОБЪЕМНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

С.Э. Фариков*, Ю.Ю. Русецкий, Н.Д. Чучуева, А.В. Пашков, Д.Т. Хаддадин

ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, Москва

ASSESSMENT OF A SURGEON'S LEARNING CURVE IN MASTERING THE COCHLEAR IMPLANTATION UNDER VOLUME VISUALIZATION

S.E. Farikov*, Yu.Yu. Rusetsky, N.D. Chuchueva, A.V. Pashkov, D.T. Haddadin

Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia

* E-mail: seitmurat.f@mail.ru

Аннотация

Работа посвящена изучению показателей кривой обучения хирурга при освоении нового метода визуализации во время проведения этапов кохлеарной имплантации. Операции кохлеарной имплантации проводили с использованием 3D-экзоскопа в 50 последовательных наблюдениях. Изучены показатели индивидуальной кривой обучения хирурга для этапов задней тимпанотомии и установки электродной решетки. Для первого этапа плато кривой достигнуто на 25-й операции, а для второго этапа — на 13-й операции. Наше исследование показало, что скорость освоения навыков использования трехмерной визуализации на этапах кохлеарной имплантации является высокой. Таким образом, новая методика может быть быстро внедрена в клиническую практику.

Ключевые слова: кохлеарная имплантация, кривая обучения хирурга, объемная визуализация, 3D-экзоскоп.

Abstract

The present work studied parameters of the surgeon's learning curve in mastering a new imaging technique which is used at the staged cochlear implantation. Cochlear implantations were performed using a 3D exoscope in 50 consecutive cases. The researchers analyzed parameters of the surgeon's individual learning curve at the stages of posterior tympanotomy and at the placement of an electrode array. For the first stage, the plateau of the curve was reached in 25 surgical manipulations; for the second stage — in 13 manipulations. Our trial has shown that the speed of mastering skills on using 3D visualization at staged cochlear implantation is high. Thus, the new technique can be quickly introduced into clinical practice.

Key words: cochlear implantation, learning curve, volumetric imaging, 3D exoscope.

Ссылка для цитирования: Фариков С.Э., Русецкий Ю.Ю., Чучуева Н.Д., Пашков А.В., Хаддадин Д.Т. Анализ кривой обучения хирурга при освоении кохлеарной имплантации в условиях объемной визуализации. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2022; 3: 19–22

В хирургической практике при оценке скорости освоения уже известных и внедрения новых методик часто используют способ построения кривых обучения. График кривой обучения отражает зависимость сокращения временных затрат на однотипные манипуляции от накопленного опыта применения методики. Типичная кривая обучения состоит из двух составляющих. Начальная часть — параболический сегмент, строение которого при прочих равных условиях выполнения типичной манипуляции обусловлено постепенным сокращением длительности манипуляций по мере увеличения их количества. Вторая часть кривой обучения — отрезок в виде плато, когда разница в затраченном времени на операцию не является статистически значимой. Чем раньше кривая достигает плато, то есть чем круче параболический сегмент, тем быстрее наступает окончательное освоение навыков владения новой методикой [1].

В нашем случае мы исследовали проведение этапов кохлеарной имплантации у детей с помощью 3D-экзоскопа (трехмерного экзоскопа).

Новый метод визуализации представляет собой альтернативу операционному микроскопу. Производитель экзоскопа с функцией трехмерной визуализации заявляет о высоких технических характеристиках для получения качественного изображения и более высокой эргономике при проведении различных операций на голове и шее. Согласно первому опыту использования, описанному некоторыми отечественными и зарубежными авторами, 3D-экзоскоп не уступает по своим параметрам получения изображения операционному микроскопу, а в удобстве даже превосходит его [2–4]. Тем не менее исследование скорости освоения нового метода проведено не было.

Цель исследования — изучение параметров кривой обучения хирурга в освоении нового метода визуализации.

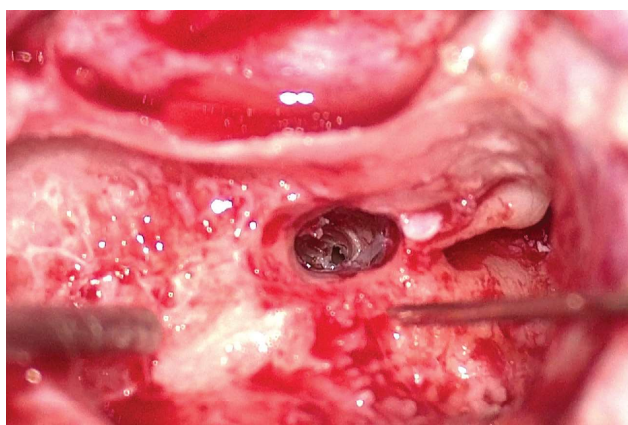


Рис. 1. Задняя тимпанотомия, сформированная кохлеостома

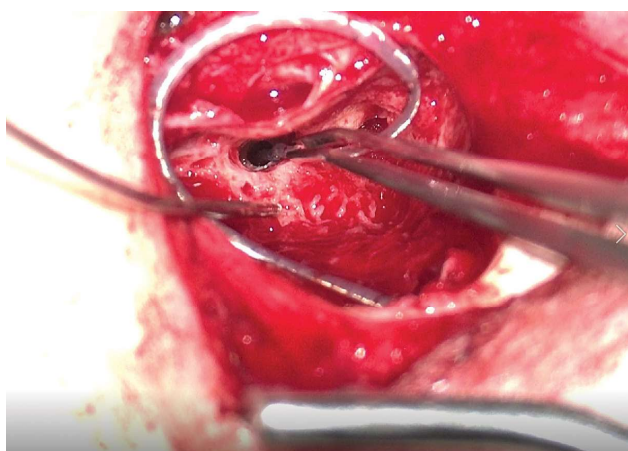


Рис. 2. Установка электродной решетки через кохлеостому

Материалы и методы

Для проведения исследования была сформирована группа из 50 последовательно набранных пациентов, поступивших в ЛОР-отделение НМИЦЗД в период с 2020 по 2021 г. В группу вошли дети в возрасте от 11 месяцев до 9 лет 2 месяцев, средний возраст пациентов составил 4 года 9 месяцев. Всем детям был проведен хирургический этап кохлеарной имплантации с использованием экзоскопа VITOM 3D (изготовитель – Karl Storz SE & Co. KG). Все хирургические вмешательства были выполнены в составе одной хирургической бригады.

Для построения и изучения показателей кривой обучения в нашем исследовании собраны и про-

анализированы следующие данные: продолжительность выполнения этапов кохлеарной имплантации с помощью метода пространственной визуализации и сведения об осложнениях, связанных с использованием 3D-экзоскопа. Ввиду того что метод визуализации является новым для проведения кохлеарной имплантации у детей, была предусмотрена возможность переключиться на стандартный метод визуализации – операционный микроскоп. Визуализацию 3D-экзоскопом проводили на этапах задней тимпанотомии и введения в улитку электродной решетки, техника этапов соответствовала таковой при операциях с использованием микроскопической техники.

Продолжительность этапа задней тимпанотомии отсчитывали с момента завершения выполнения мастоидотомии до выполнения кохлеостомы (рис. 1).

Продолжительность этапа установки электродной решетки – с момента начала введения до фиксации аутоканьями (рис. 2).

Время, затраченное на оцениваемые этапы кохлеарной имплантации, фиксировали в секундах.

В ходе каждой операции анализировали особенности проведения, учитывали осложнения, наличие визуализируемых во время вмешательства аномалий строения структур уха.

Для оценки эффективности и скорости освоения нового метода визуализации по полученным данным была выстроена кривая обучения хирурга.

Мы построили кривую обучения и график централизованного скользящего среднего значения для двух этапов с целью определения плато.

Использована стандартная формула кривой обучения: $Y = ax^b$,

где Y – кумулятивное среднее время, затраченное на этап операции; a – время, затраченное при выполнении первой операции; x – общее количество операций (этапов); b – индекс обучения ($b = \log$ скорости обучения / $\log 2$).

Результаты

Во всех случаях интраоперационная аудиологическая проверка работы импланта оказалась положительной, а данные рентгенограммы в послеоперационном периоде подтверждали наличие электродной решетки в улитке. Не было отмечено осложнений, и не возникла необходимость перехода на другой метод визуализации.

Были проведены расчеты средней продолжительности этапов кохлеарной имплантации с помощью объемной визуализации. С использованием выше-

Таблица 1

Данные кривой обучения для каждого исследуемого этапа

Показатель	Первый этап (задняя тимпанотомия)	Второй этап (установка электродной решетки)
Средняя продолжительность этапа, сек	532.58	157.76
Продолжительность этапов в первом наблюдении, сек	982	425
Индекс обучения	-0.156404547	-0.253325268
Скорость обучения, выраженная в долевого значении (%)	69.75823002	55.80520804



Рис. 3. Кривая обучения хирурга для первого этапа

указанной формулы вычисления показателей кривой обучения определены индекс обучения и скорость освоения навыков в долевого выражении (табл. 1).

Долевое выражение скорости освоения навыков показывает соотношение времени, необходимого для выполнения следующей манипуляции, и продолжительности текущего наблюдения. В данном исследовании на первом этапе скорость обучения составила 69.76%, а на втором этапе – 55.81%.

По тем же полученным данным в ходе последовательных наблюдений построены графики кривой обучения хирурга для первого и второго этапов, наложена центрированная скользящая средняя (рис. 3, 4).

На первом этапе плато достигнуто на 25-й операции, на втором этапе – на 13-й операции (t-критерий, первый этап, задняя тимпанотомия – 0.49; 2-й этап, установка электродной решетки – 0.90).

Исследование проводили при выполнении типичных этапов кохлеарной имплантации. Это позволило более точно верифицировать данные по кривой обучения и получить ее графическое выражение. На основе полученных результатов мы считаем возможным получение навыков визуализации с помощью 3D-экзоскопа с аналогичной скоростью и при других вмешательствах на голове и шее. Изучение кривой обучения хирурга в случае менее типичных и стандартизированных операций затруднено множеством дополнительных факторов, влияющих на сам ход вмешательства.

Обсуждение

Методика объемной визуализации 3D-экзоскопом получает широкое распространение в нейрохирургии, хирургии головы и шеи [5]. Впервые свой опыт использования в клинической практике опубликовали нейрохирурги. 3D-экзоскоп является безопасной альтернативой для обычных операций на позвоночнике с уникальным преимуществом превосходного комфорта для хирургической бригады, но недостатком является все еще худшее качество визуализации/освещения по сравнению с операционным микроскопом при проведении



Рис. 4. Кривая обучения хирурга для второго этапа

более сложных вмешательств [6]. Однако в более развернутых исследованиях трудности в получении качественного изображения с течением времени практически не встречаются. В наших случаях использования объемной визуализации данные трудности возникали скорее в связи с недостаточностью накопленного опыта настройки самого экзоскопа.

Особый интерес вызывают работы с описанием первичного опыта использования в хирургии головы и шеи [7–11]. Такие операции отличаются по своей сложности в технике, глубине операционного поля. Отмечено, что при неглубоких операционных полях изначально лучше освещение и контрастность структур, чем при использовании микроскопа. Операции по выкраиванию свободного лоскута и наложению анастомозов с использованием 3D-экзоскопа практически сразу выделялись большим удобством и легкостью освоения [7, 8].

При проведении паротидэктомии авторы отметили снижение продолжительности операции, которая составила 149.4 мин с 3D-экзоскопом по сравнению с 221 мин с операционным микроскопом [9]. А среднее затраченное время на операцию трансоральной орофарингэктомии в группе экзоскопа составило 289 мин против 313 мин в группе микроскопа [10].

Несколько иначе обстояло дело с проведением комплексных операций на основании черепа. Здесь требовались более сложные решения в настройке изображения; более глубокое операционное поле и многозадачность вмешательств, вероятно, были решающими факторами в скорости освоения 3D-экзоскопа. Тем не менее не было выявлено статистически значимой разницы между экзоскопической и микроскопической группами ($p=0.61$) для более поздних операций на основании черепа [11].

При проведении отохирургических вмешательств пациентам с диагнозами «отосклероз» и «хронический средний отит» было отмечено, что 3D-экзоскоп дает превосходные, сильно увеличенные и хорошо освещенные изображения операционного

поля высокой четкости [12]. Однако авторы этой работы выявили несколько важных ограничений этой системы, в том числе снижение восприятия глубины в глубоких областях барабанной полости и снижение видимости в сложном операционном поле с последующей необходимостью переключения на операционный микроскоп в отдельных случаях. В данном исследовании не было упомянуто, было ли использовано в таких случаях дополнительное освещение, что технически возможно. Авторами отмечено, что случаи неудач зарегистрированы при наличии осложнений и особенностях анатомического строения. В нашем исследовании это были критерия исключения, так как могли существенно влиять на чистоту результата и не были репрезентативны для всей выборки.

Стандартно этапы кохлеарной имплантации выполняются с использованием хирургического микроскопа [13]. Обучение самой операции также неотъемлемо связано с использованием микроскопа. Именно поэтому отдельных исследований по освоению техники микроскопии в операциях кохлеарной имплантации в литературе не встречается. В нашем исследовании мы анализировали кривую обучения хирурга, уже владеющего операцией кохлеарной имплантации. Таким образом, данное исследование отражает скорость освоения навыков использования 3D-экзоскопа, а не собственно обучения технике вмешательства. В исследовании, где описаны две кривые обучения хирургов кохлеарной имплантации с микроскопом, минимальное количество случаев, которое должно накопиться на этапе обучения, должно составлять около 30 [14]. Однако не было упомянуто, имели ли испытуемые опыт работы с микроскопом ранее, и ничего не сказано про доклинический этап подготовки данных хирургов. Даже с учетом приведенных данных можно утверждать, что освоение 3D-экзоскопа при проведении кохлеарной имплантации проходит быстрее.

Заключение

Методика трехмерной визуализации при проведении этапов кохлеарной имплантации опытным хирургом является быстро осваиваемой. График кривой обучения имеет выраженный параболический сегмент, что свидетельствует о высокой скорости приобретения навыков. Из этого следует, что новый метод визуализации можно относительно быстро внедрить в клиническую практику.

Литература

1. Семченко А.Н. и др. Индивидуальные кривые обучения микрохирургической реваскуляризации миокарда (с комментарием) // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2017. – № 4. – С. 11–18. [Semchenko A.N. et al. Individual learning curves for microsurgical myocardial revascularization // *Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova (Pirogov Russian Journal of Surgery)*. – 2017. – № 4. – P. 11–18. In Russian].
2. Мейтель И.Ю. и др. Применение эндоскопа на этапах хирургического лечения хронического гнойного среднего отита (обзор) // Российская оториноларингология. – 2018. – № 6. – С. 104–110. [Meytel I.Y. et al. The use of endoscope for surgical treatment of chronic otitis media // *Rossiiskaya otorinolaringologiya (Russian Otorhinolaryngology)*. – 2018. – № 6. – P. 104–110. In Russian].
3. Фариков С.Э. и др. Роль новой технологии объемной визуализации в оториноларингологии // Российская оториноларингология. – 2021. – № 2. – С. 85–90. [Farikov S.E. et al. Role of new volumetric imaging technology in otorhinolaryngology // *Rossiiskaya otorinolaringologiya (Russian Otorhinolaryngology)*. – 2021. – № 2. – P. 85–90. In Russian].
4. Garneau J.C. et al. The use of the exoscope in lateral skull base surgery: advantages and limitations // *Otol Neurotol*. – 2019. – V. 40. – № 2. – P. 236–240.
5. Fiani B. et al. The role of 3D exoscope systems in neurosurgery: an optical innovation // *Cureus*. – 2021. – V. 13. – № 6. – P. e15878.
6. Siller S. et al. A high-definition 3D exoscope as an alternative to the operating microscope in spinal microsurgery // *J Neurosurg Spine*. – 2020. – № 10. – P. 1–10.
7. Grammatica A. et al. Application of a 3D 4K exoscopic system to head and neck reconstruction: a feasibility study // *Eur J Plast Surg*. – 2019. – V. 42. – № 6. – P. 611–614.
8. Ahmad F. et al. Application of the ORBEYE three-dimensional exoscope for microsurgical procedures // *Microsurgery*. – 2020. – V. 40. – № 4. – P. 468–472.
9. Carta F. et al. Three-dimensional, high-definition exoscopic parotidectomy: a valid alternative to magnified-assisted surgery // *Br J Oral Maxillofac Surg*. – 2020. – V. 58. – № 9. – P. 1128–1132.
10. Crosetti E. et al. 3D exoscopic surgery (3des) for transoral oropharyngectomy // *Front Oncol*. – 2020. – № 31. – P. 10–16.
11. Rubini A. et al. 3D exoscopic surgery of lateral skull base // *Eur Arch Otorhinolaryngol*. – 2020. – V. 277. – № 3. – P. 687–694.
12. Wierzbicka M. et al. Otosurgery with the high-definition three-dimensional (3D) exoscope: advantages and disadvantages // *J Clin Med*. – 2021. – V. 10. – № 4. – P. 777.
13. Hafez A. et al. Comparison of operating microscope and exoscope in a highly challenging experimental setting // *World Neurosurg*. – 2021. – № 147. – P. 468–475.
14. Tang J. et al. Investigate of the learning curve of cochlear implantation // *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. – 2014. – V. 49. – № 8. – P. 649–653.