

# Возможности симуляционного обучения в оториноларингологии



**Козлов Владимир Сергеевич**  
д.м.н., профессор, заведующий  
кафедрой оториноларингологии  
УНМЦ УД Президента Российской  
Федерации



**Лазаревич Ирина Леонидовна**  
к.м.н., доцент кафедры отори-  
ноларингологии УНМЦ УД Пре-  
зидента Российской Федерации,  
куратор симуляционного обуче-  
ния по оториноларингологии

e-mail: lis2009@yandex.ru  
Тел.: 89057451395



**Савлевич Елена Леонидовна**  
к.м.н., ассистент кафедры отори-  
ноларингологии УНМЦ УД Пре-  
зидента Российской Федерации,  
преподаватель симуляционного  
центра

## Возможности симуляционного обучения в ото- риноларингологии

На сегодняшний день существуют следующие типы тренажеров для освоения элементарных практических навыков и отработки сложных хирургических манипуляций: анатомические модели, фантомы органов и органокомплексов, виртуальные симуляторы (комбинированные с дополненной реальностью, виртуальные и виртуальные с тактильной чувствительностью). Безусловно, цена любого тренажера пропорциональна его реалистичности и колеблется от нескольких сот до сотен тысяч долларов. Низкие темпы развития симуляционных центров в России обусловлены, в первую очередь, высокой стоимостью реализации проекта. Между тем, экономическая эффективность и целесообразность подобных образовательных методик достоверно доказана. В данном обзоре представлены симуляционные программы и тренажеры, внедренные в образовательный процесс кафедры оториноларингологии «Учебно-научного медицинского центра» УД Президента РФ. Наш опыт использования подобных моделей обучения убедительно доказывает их высокую востребованность среди оториноларингологов, имеющих совершенно различный опыт в специальности: от ординаторов и интернов до врачей с многолетним стажем практической

деятельности. Результаты проводимого анонимного анкетирования курсантов, прошедших программу дополнительного совершенствования в симуляционном центре, свидетельствуют о достаточной эффективности обучения. При этом сами курсанты отмечают, что особенно важным результатом в практическом отношении является возможность незамедлительно внедрить полученные навыки в рабочую практику.

Следуя стратегии непрерывного профессионального образования, мы считаем важным и полезным регулярное прохождение курсов усовершенствования с использованием симуляционных технологий. Нами разработаны разнообразные образовательные программы продолжительностью от двух дней до двух недель.

В случае краткосрочных экспресс-курсов программа включает в себя лекционный материал с сильным практическим уклоном и занятия в симуляционном классе (при этом соотношение теории и практики составляет 1:3). Более продолжительные программы включают также просмотр учебных видеофильмов, on-line трансляции из операционной. Наибольшей востребованностью пользуются

Аттестационно-симуляционный  
медицинский центр УНМЦ УД Президента РФ  
Виртуальная клиника

краткосрочные курсы, которые позволяют получить большой объем новых знаний и умений без длительного отрыва от рабочего места.

Существенные возможности симуляционное оборудование открывает в области оценки профессиональных знаний учащихся. Специально разработанные алгоритмы при проведении экзамена позволяют максимально объективно оценить теоретические и особенно практические навыки. Мы используем симуляционное оборудование при оценке знаний клинических ординаторов, слушателей симуляционных курсов, при проведении экзамена на квалификационную категорию.

Современная оториноларингология, как и большинство хирургических специальностей, вступила на качественно новый этап своего развития. С одной стороны, хорошо изучены до мельчайших микроструктур анатомические особенности ЛОР органов, отработаны варианты хирургических доступов при различных патологических состояниях.

С другой – происходит внедрение в хирургию высоких технологий – навигации, эндоскопии, нового инструментария для малоинвазивных доступов, в связи с

чем у хирургов стали появляться дополнительные задачи: минимизация операционной травмы, сокращение кровопотери во время операции, сокращение времени госпитализации и реабилитации больного, уменьшение послеоперационного болевого синдрома как в раннем, так и в позднем послеоперационных периодах. Помимо стандартных эндоскопических процедур, появились методики, сочетающие эндоскопическую технику с навигацией и 3D-стереоскопическим изображением. Навигационное оборудование позволяет хирургу четко определить место локализации патологического процесса и рассчитать траекторию и точку введения инструмента, а 3D-технологии превращают плоское двухмерное изображение камеры эндоскопа в трехмерную картинку.

Одним из преимуществ эндоскопической хирургии околоносовых пазух по сравнению с традиционным методом является то, что при этом не требуется проведения хирургического разреза нормальных тканей. Метод характеризуется отсутствием наружного рубца, небольшим отеком после операции. При помощи эндоскопической техники достигается хорошая визуализация операционного поля, поэтому чрезвычайно важно для оториноларинголога понимать топографо-анатомиче-

ские взаимоотношения и хорошо ориентироваться во время проведения вмешательства.

Давно ушли времена, когда для проведения операции на среднем ухе использовались только молоток и медицинское долото. Удаление костных тканей с помощью долота требует приложения силы, напряжения мышц рук, что сопряжено с возможностью повреждения структур среднего уха, сигмовидного синуса и лицевого нерва.

Применение при операциях на среднем ухе микроскопа, микроинструментов, бормашины позволяет отказаться от радикализма. Санация среднего уха, щадящее отношение к слизистой оболочке и структурам уха, восстановление утраченных или удаленных структур позволяет добиться хороших функциональных результатов и быстрого заживления послеоперационной полости.

Современные инструменты и аппараты для диагностики, лечения и хирургической помощи в оториноларингологии требуют искусного владения ими и разработки новых соответствующих технологий обучения, тем более, что количество оперативных вмешательств неуклонно увеличивается с каждым годом. Современные выпускники высших медицинских

заведений, владея академическими знаниями по фундаментальным дисциплинам, не имеют практического опыта.

В оториноларингологии отработка мануальных навыков – едва ли не самая главная составляющая в процессе обучения. При проведении хирургических операций в современных условиях врач должен уметь использовать шейвер, хирургическую дрель, иметь понятия о применении навигации в хирургии ЛОР органов.

В процессе обучения у молодых врачей часто отсутствует возможность самостоятельно выполнить действие. Риск возникновения врачебной ошибки при освоении

мануальных навыков непосредственно на пациенте значительно возрастает, что может привести к ряду проблем как морального, так и юридического плана. При обучении на трупах или лабораторных животных часто возникают сложности финансового и организационного плана, кроме того, сохраняется риск заражения. К тому же, при работе на трупе в большинстве случаев будет отсутствовать изучаемая патология. В связи с этой ситуацией неоценимую помощь предоставляют виртуальные технологии.

## Симуляционное обучение в отологии

В симуляционном классе имеются трехмерные модели уха, манекены и виртуальные компьютерные программы по отологии. Отработка навыков диагностической и терапевтической отоскопии происходит на реалистичных головах-моделях. Сменные части этих тренажеров включают наружный слуховой проход и среднее ухо, имитирующие различные патологические состояния (перфорация барабанной перепонки, холестеатома и т.д.).

Сменные уши представлены в натуральную величину, кроме того, возможно изучение правого и левого уха. В комплекте имеется воск для имитации ушной серы, мелкие предметы для практики простейших терапевтических манипуляций, в частности, удаления инородного тела из наружного слухового прохода.

Илл. 1. Врач-курсант проводит отомикроскопию и шунтирование барабанной перепонки на симуляторе диагностической и терапевтической отоскопии

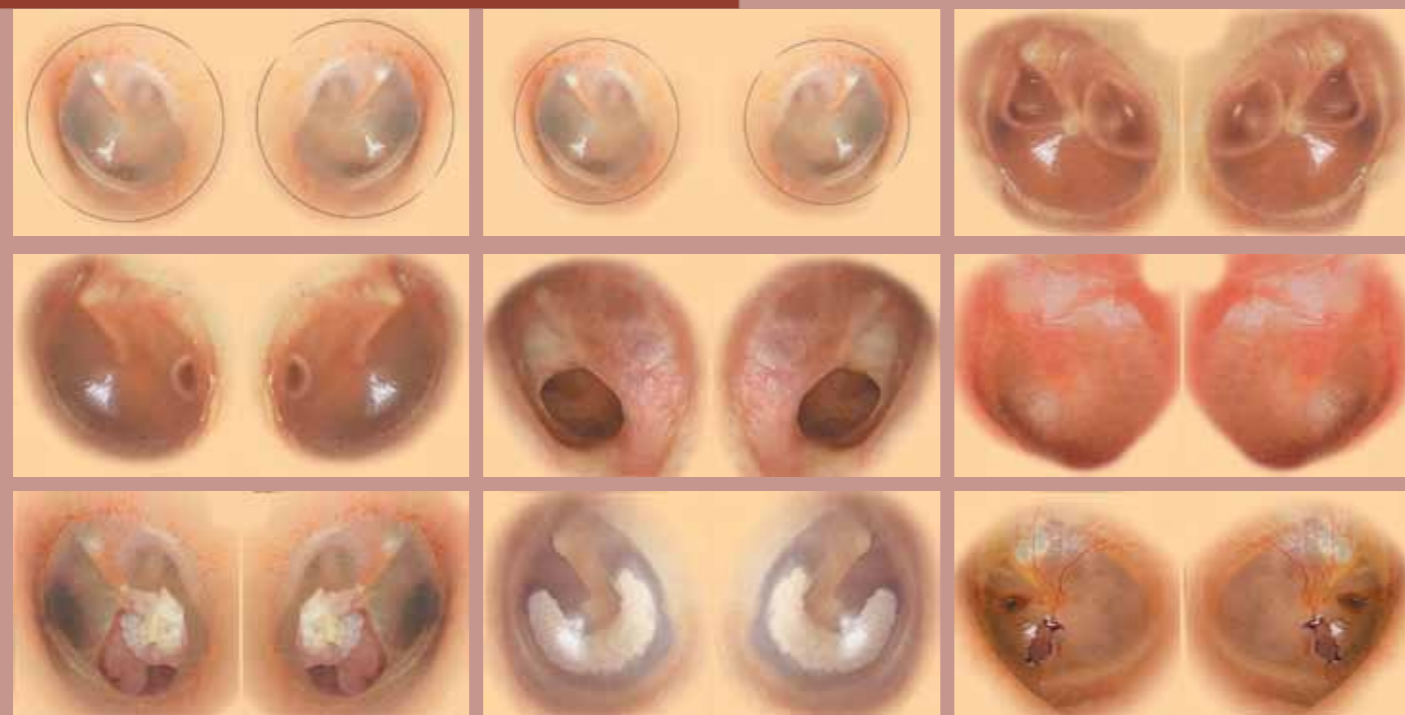




Положение тренажера можно изменять (горизонтальное, вертикальное), чтобы освоить проведение отоскопии при любом положении пациента.

Самое ценное в этих манекенах является то, что с их помощью можно освоить такие необходимые медицинские приемы, как отомикроскопия, отоэндоскопия и практические навыки, например, туалет наружного слухового прохода, проведение мириготомии, шунтирования барабанной перепонки.

Варианты нормы и патологии, представленные на симуляторе отоскопии



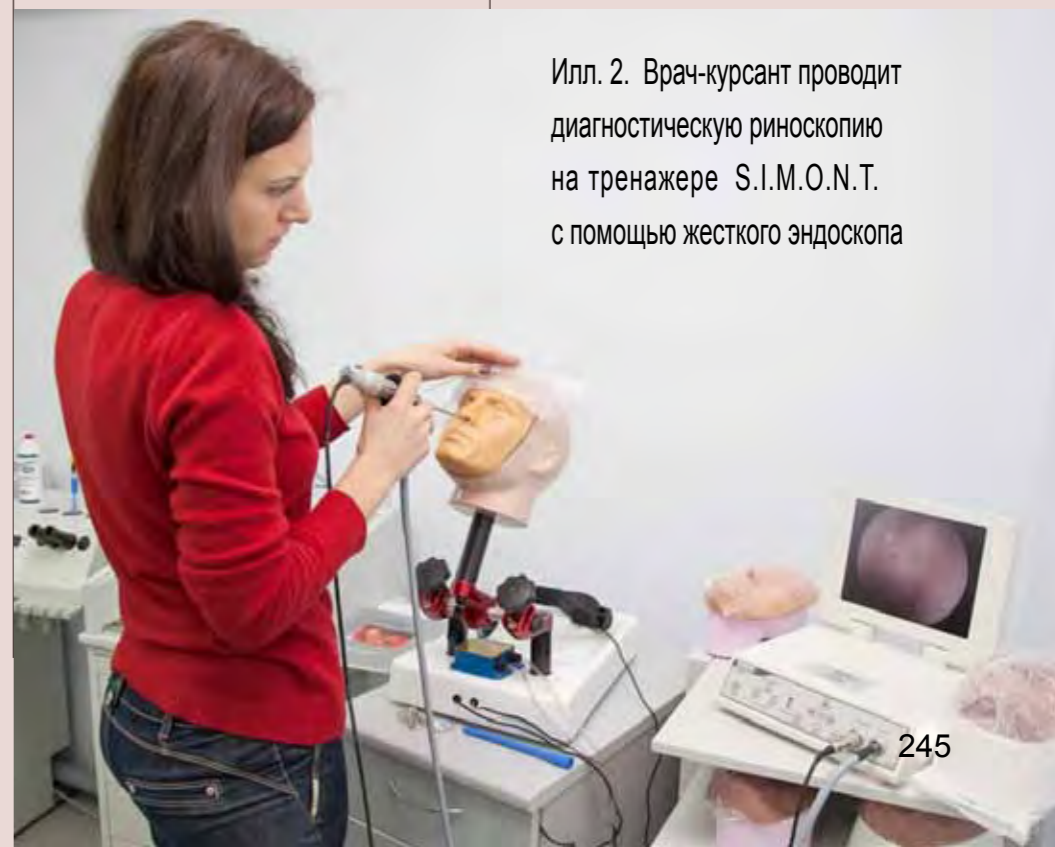
## Симуляционное обучение в ринологии

Обучение навыкам эндоскопической диагностики, эндоскопических ринохирургических и нейрохирургических вмешательств проводится на тренажере S.I.M.O.N.T. (Sinus Model Otorhino-Neuro Trainer - илл. 2). В комплект входят сменные блоки (головы), реалистично имитирующие различные патологические состояния полости носа и околоносовых пазух. В ходе эндоскопического исследования могут быть обнаружены воспалительные изменения, кисты, новообразования полости носа. Для изготовления тренажера использован инновационный материал Neoderma, имитирующий тактильные ощущения, как при контакте с человеческими тканями. Каждая модель выполнена по реальному анатомическому образцу и достоверно имитирует внутриносовые структуры. Симулятор предоставляет широкие возможности для изучения анатомии полости носа и среднего носового хода одновременно с усовершенствованием мануальных навыков проведения эндоскопии носа. С помощью тренажера возможна отработка целого

ряда как диагностических манипуляций (пункции гайморовой пазухи, удаление инородных тел полости носа), так и хирургических вмешательств: расширение соустья верхнечелюстной и клиновидной пазух, удаление кисты гайморовой пазухи, вскрытие решетчатой буллы, Agger nasi, удаление аденомы гипофиза. Кроме того, возможно выполнение баллонной синус-пластики.

Преимуществом данного тренажера является возможность обучения с использованием реального набора хирургических инструментов, который имеется в нашем симуляционном классе.

Оценка эффективности применения тренажера S.I.M.O.N.T. среди оториноларингологов с различным опытом в ринохирургии показала многообещающие результаты. Перед обучением на тренажере курсанты изучали технику выполнения эндоскопических операций по пособиям и просматривали видео с демонстрацией предстоящего вмешательства. Большинство курсантов отметили улучшение знаний анатомии после прохождения занятий.

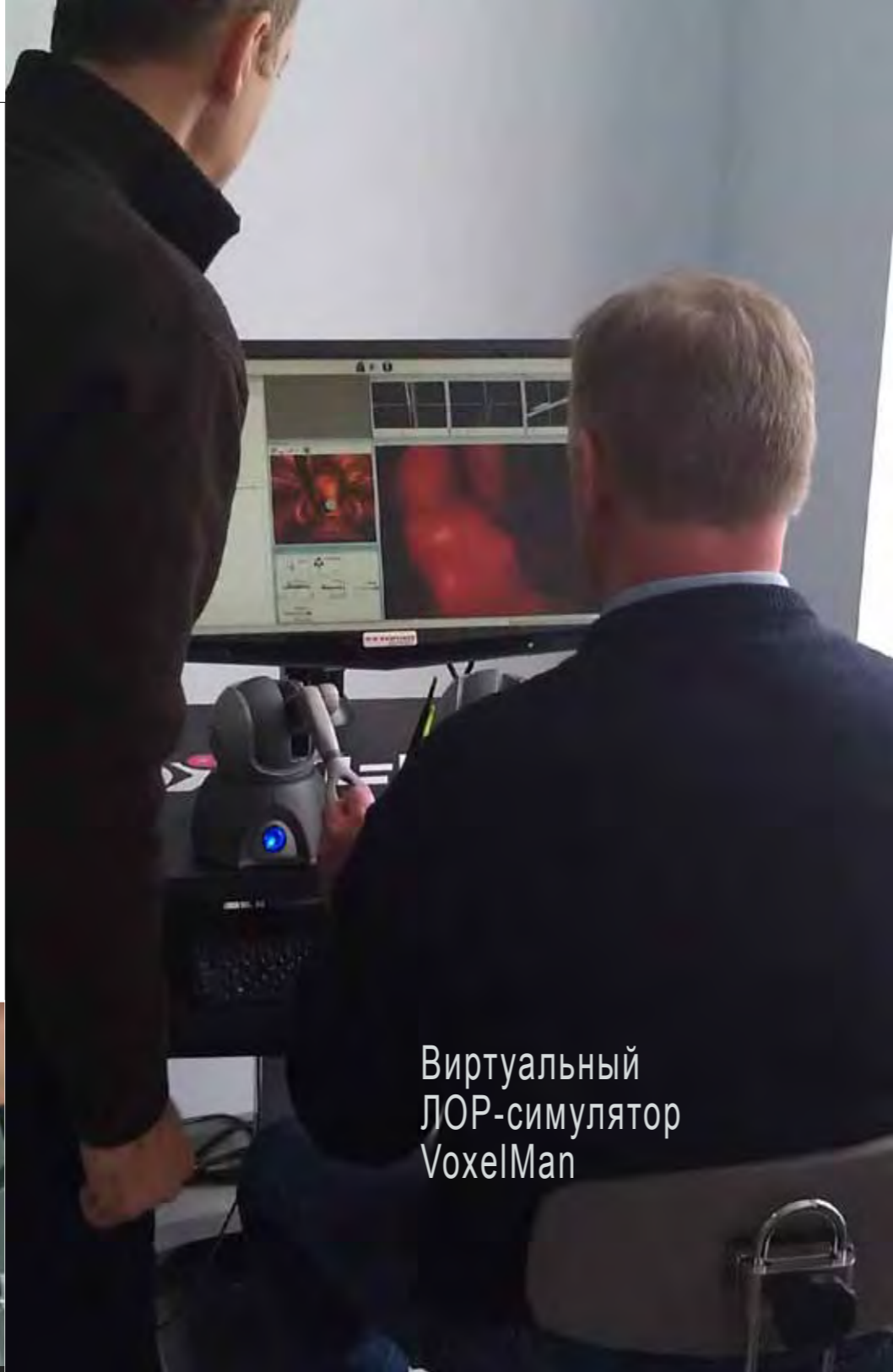


Илл. 2. Врач-курсант проводит диагностическую риноскопию на тренажере S.I.M.O.N.T. с помощью жесткого эндоскопа

## Симуляционное обучение в ларингологии

Для изучения строения гортани, наиболее сложного для понимания из ЛОР органов, используется трехмерная анатомическая модель. Более сложные модели тренажеров для обучения манипуляциям на гортани предназначены для отработки крико- и трахеостомии (илл. 3). В этих моделях учтены все анатомические особенности организма (прощупываются щитовидный и перстневидный хрящи), имеются сменные детали хрящей взрослого и ребенка. Тренажер трахеостомии также имитирует ткани гортани. Анатомические ориентиры легко обнаруживаются при пальпации. В комплекте сменные заменяемые части многократного использования (каждый комплект может быть использован до 18 раз).

Илл. 3. Тренажер трахеостомии



Виртуальный ЛОР-симулятор VoxelMan

## Виртуальные 3D-технологии в оториноларингологии

Современные виртуальные технологии позволяют имитировать различные клинические ситуации для освоения определенного этапа хирургического вмешательства без всякого риска для пациента. Симулятор дает возможность курсанту повторить ту или иную процедуру необходимое количество раз, при этом происходит детализация в понимании мануального навыка. В симуляционном классе оториноларингологии проходит тренинг на виртуальном тренажере-симуляторе *VOXEL-MAN Tempo*, в программу которого заложены реальные хирургические инструменты, эндоскоп, компьютерные томограммы височных костей и околоносовых пазух носа.

Обучение проводится методом *step by step*, от простого к сложному. Для освоения принципов работы тренажера существуют обучающие программы, где учащийся осваивает использование хирургической дрели. Выпиливая определенные геометрические фигуры или свое имя, формируются мануальные навыки, приходит понимание в ориентировании в

трехмерном изображении. Следующим этапом идет изучение анатомических структур полости носа и околоносовых пазух. При этом необходимо проводить движения эндоскопом, аналогичные тем, которые выполняются при осмотре реального пациента. При неправильном действии учащегося, которое приводит к «травме» пациента, программа подает звуковой сигнал. Если инструмент или эндоскоп упирается в какую-либо анатомическую структуру, обучающий ощущает реальное препятствие в руках, что вынуждает его скорректировать действия. При использовании шейвера, костных щипцов и других инструментов симулятор также позволяет почувствовать сопротивление тканей, что, в свою очередь, будет полезным при выполнении подобных манипуляций в реальной операционной.

В перспективе обучающая программа данного тренажера будет дополняться разнообразными задачами для изучения особенностей анатомии остиомеатального комплекса, расширится количество клинических задач; появится возможность выполнить хирургическое вмешательство при различных патологических состояниях околоносовых пазух носа. Отдельное внимание будет уделено профилактике повреждения орбиты и мозговых структур при выполнении FESS.

Наибольшей ценностью тренажера-симулятора *VOXEL-MAN Tempo* является программа диссекции височной кости. Основным принципом проведения отомикрохирургических операций является доскональное знание анатомии височной кости.

Препарируя хирургической дрелью разные участки препарата, можно проследить уровни расположения сигмовидного синуса, лицевого нерва, твердой мозговой оболочки. В ходе выполнения операций при приближении к этим структурам подается звуковое и визуальное предупреждение об угрозе их повреждения и оставшемся до них расстоянии в миллиметрах. Одновременно навигационной системой проводится сопоставление картины с «операционного поля» с компьютерными томограммами височных костей, что является еще одной дополнительной опцией в процессе обучения.

Набор инструментов позволяет использовать фрезы разного размера и типа, а также регулировать скорость вращения. Учащемуся предлагается выполнить операцию в разных клинических условиях – при склеротическом изменении височной кости, предлежании сигмовидного синуса и др.

После завершения каждого задания система выставляет оценку, указывает процент выполнения, проводит описание недочетов, ошибок. Система регистрации результатов выполнения фиксирует целый ряд параметров, позволяющих всесторонне оценить экономичность манипуляций работающего на тренажере. Учитывается время, потраченное на выполнения задания, фиксируются моменты, когда инструменты оказываются вне поля зрения. Автоматически производится запись всех проводимых манипуляций с возможным просмотром для анализа допущенных ошибок.

Для улучшения освоения мануальных навыков перед началом самостоятельной работы учащиеся просматривали образовательный фильм о технике оперативных вмешательств с последующей демонстрацией этих навыков преподавателем непосредственно на симуляторах. В ходе выполнения модуля преподаватель оказывает поддержку курсанту, по возможности, без личной субъективной оценки.

## Дебрифинг

Основной задачей дебрифинга является обмен мнениями между курсантами и преподавателем. В

режиме диалога преподаватель пытается помочь курсантам связать их опыт работы с симуляторами с реальными клиническими ситуациями, осознать пользу времени, проведенного в симуляционном классе для своей дальнейшей профессиональной деятельности. Для снятия эмоционального напряжения дебрифинг проводится в другом помещении.

## Сложности и перспективы симуляционного обучения в оториноларингологии

Особенностью ЛОР-хирургии является работа на малом операционном поле в окружении жизненно важных структур, сосудов, нервов. Кроме того, анатомическая организация ЛОР-органов весьма сложна и переменчива. Поэтому воспроизведение этих особенностей на муляжах, тренажерах и компьютерных моделях представляет серьезные технические сложности.

Освоение техники хирургии гортани и, особенно, фонохирургии весьма затруднено, поэтому к этой области проявляется большой интерес со стороны производителей симуляционного оборудования.

На сегодняшний день разработана специальная модель для хирургии гортани, снабженная голосовыми складками. Работа на этом тренажере подразумевает использование реального набора необходимых хирургических инструментов, в т.ч. и микроскопа. Результаты отработки хирургической техники с помощью данного симулятора позволят уменьшить количество ошибок, повреждение окружающих тканей, а также сократить время проведения процедуры.

Существуют также компьютерные программы для виртуальной хирургии гортани с симуляцией движения голосовых складок для освоения фонохирургии.

Для освоения навыков субтотальной тонзилэктомии разработан 3D-симулятор, позволяющий манипулировать на тканях небных миндалин, отсепаровать и удалить при помощи коблатора.

Недостатком данного прибора является отсутствие кровотечения из миндалинковой ниши и разных вариантов строения ткани миндалин, что в дальнейшем будет разрабатываться производителями.

## Выводы

Активное внедрение в практику врача-оториноларинголога современных технологий, в том числе эндоскопии, требует нового взгляда на программу образования, освоения новых практических навыков и алгоритмов.

Традиционное обучение, включающее лекции и семинарские занятия, не отвечает в полной мере потребностям специалистов. Отработка практических умений на пациентах, трупном материале имеет ряд организационных, этических и других проблем.

Новым форматом являются образовательные симуляционные программы, важное преимущество которых – акцент на формировании специфических прикладных навыков. Для освоения диагностических и хирургических методик в области ринологии, отохирургии разработаны модели и симуляторы различных уровней сложности и реалистичности. Современные симуляционные технологии обладают большим потенциалом для обучения в оториноларингологии.

Внедрение программ с использованием виртуальных тренажеров позволит улучшить подготовку специалистов, повысить эффективность обучения, особенно в области освоения практических навыков.

## Литература

1. Agus M., Giachetti A., Gobbetti E., Zanetti G., Zorcolo A. Real-time haptic and visual simulation of bone dissection. *Presence*. 2003;12:110–122.
2. Fried M.P., Uribe J.I., Sadoughi B. The role of virtual reality in surgical training in otorhinolaryngology. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2007;15:163–169
3. Hadwiger M., Sigg C., Scharsach H., Buhler K., Gross M. Real-time ray-casting and advanced shading of discrete isosurfaces. *Computer Graphics Forum*. 2005;24:303–312.
4. Lakare S., Kaufman A. Anti-aliased volume extraction. *Proceedings of the Symposium on Data Visualization*. 2003:113–122.
5. Lehmann P., Saliou G., Brochart C., Page C., Deschepper B., Vallée J.N., Deramond H. 3T MR imaging of postoperative recurrent middle ear cholesteatomas. *American Journal of Neuroradiology*. 2009;30:423–427.
6. McNeely W.A., Puterbaugh K.D., Troy J.J. Six degree-of-freedom haptic rendering using voxel sampling. *Proceedings of SIGGRAPH*. 1999:401–408.
7. Morris D., Sewell C., Barbagli F., Salisbury K., Blevins N.H., Girod S. Visuohaptic simulation of bone surgery for training and evaluation. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2006;26:48–57.
8. Pflesser B., Petersik A., Tiede U., Höhne K.H., Leuwer R. Volume cutting for virtual petrous bone surgery. *Computer Aided Surgery*. 2002;7:74–83.
9. Roettger S., Guthe S, Weiskopf D, Ertl T, Straßer W. Smart hardware-accelerated volume rendering. *Proceedings of the Symposium on Data Visualization*. 2003:231–238.
10. Salisbury K., Tarr C. Haptic rendering of surfaces defined by implicit functions. *ASME Dynamic Systems and Control Division*. 1997:61–67.
11. Tolsdorff B., Petersik A., Pflesser B., Pommert A., Tiede U., Leuwer R., Höhne K.H. Individual models for virtual bone drilling in mastoid surgery. *Computer Aided Surgery*. 2009;14:21–27.
12. Wiet G.J., Stredney D., Sessanna D., Bryan J.A., Welling D.B., Schmalbrock P. Virtual temporal bone dissection: An interactive surgical simulator. *Otolaryngology—Head & Neck Surgery*. 2002;127:79–83.
13. Stredney D., Wiet G.J., Bryan J.A., Sessanna D. Temporal bone dissection simulation - an update. *Stud Health Technol Inform* 2002; 85:507-513.
14. K-e.A. Abou-Elhamd, A.I. Al-Sultan, U.M. Rashad (2010) Simulation in ENT medical education. *The Journal of Laryngology & Otology*, 124: 237–241
15. Ruthenbeck G.S. (2010) Interactive Soft Tissue for Surgical Simulation. PhD Thesis. Flinders University of South Australia.