

## ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ СИМУЛЯТОРОВ В ОБУЧЕНИИ ЭНДОХИРУРГОВ – ОБЗОР РОССИЙСКОГО И МИРОВОГО ОПЫТА

М.Д. ГОРШКОВ, А.И. НИКИТЕНКО

Нижегородская государственная медицинская академия,  
Нижегородский областной центр эндохирургии

### Review of Russian and world experience: usage of virtual simulators in training of endosurgeons

*M.D. Gorshkov, A.I. Nikitenko*

Medical Academy, Regional Endosurgery Center,  
Nizhny Novgorod

**Summary:** In the present modern high technology system acquisition of practical skills demands usage of modern virtual educational technologies which allows to increase efficiency of learning process, decrease time consuming, enables objective evaluation and give easier first independent steps in the OR.

В условиях современной высокотехнологичной хирургии приобретение адекватных практических навыков немислимо без использования виртуальных образовательных технологий. Их использование способно повысить эффективность учебного процесса, снизить трудозатраты преподавательского состава, дать возможность проведения объективной оценки практических навыков курсантов, обеспечить более легкое их вхождение в реальную хирургию.

#### Введение.

Современные компьютерные технологии позволяют с высокой достоверностью и скоростью моделировать реалистичные изображения, что нашло свое применение в самых различных областях – обучении летчиков, космонавтов, гонщиков, военных и др. В последние годы виртуальные симуляторы стали применяться и в медицинском образовании. Цель настоящей статьи – дать обзор использования виртуальных технологий в эндохирургическом тренинге.

#### Материалы.

Современная медицинская практика предъявляет высочайшие требования к профессиональному мастерству и уровню практических навыков. Все это достигается многими годами практики – необходимо выполнить 100-200 вмешательств под контролем преподавателя, чтобы достичь надлежащего уровня. К сожалению, неизбежно в ходе подобного обучения «на людях» от неумелых действий начинающих врачей страдают пациенты. В большинстве медицинских

ВУЗов России отработка практических навыков весьма затруднена – преподаватели стремятся минимизировать риск для больных, в результате чего страдает качество практического обучения. Единственная альтернатива – виварий – также не решает проблемы (организационные сложности, непроработанная законодательная база с наркотическими веществами, трудность и невозможность подбора подопытных моделей с необходимой патологией, целый штат вспомогательного персонала, протесты защитников прав животных и т.п.).



*Администрирование учебных модулей*

Новая мировая тенденция в медицинском образовании – внедрение виртуального обучения. В последнее десятилетие всё большее распространение в странах Европы, Северной Америки и Японии получают компьютерные симуляторы хирургических вмешательств. Виртуальный симулятор представляет собой имитацию рабочего места хирурга (уролога, гинеколога, эндоскописта и т.п.). В манекен вводятся инструменты, они становятся «видны» на экране монитора, в реальном времени компьютерная графика моделирует внутренние органы. Все действия хирурга просчитываются компьютером, поэтому ткани и органы пациента адекватно реагируют на манипуляции курсанта (кровотечение, разрыв и т.п.). После выполнения «вмешательства» можно повторно просмотреть видеозапись, провести анализ действий, выявить ошибки (ряд преимуществ виртуального тренинга приведен подробнее в Табл.1).

# BabySIM

## Робот-манекен МЕТИ BabySIM

- Симулятор младенца 3-6 мес.
- Нормальные и затрудненные для интубации дыхательные пути
- Дыхательная система
- Сердечно-сосудистая система
- Метаболизм
- Мочеполовая система
- Неврологическая симптоматика
- Разнообразные клинические сценарии
- Имитация травмы
- Фармакологические реакции
- Профили пациента
- Мониторинг жизненных параметров

### Принципиальное отличие роботов-симуляторов МЕТИ:

Автоматическая (без вмешательства наставника) реалистичная реакция на клинические манипуляции и введение лекарственных препаратов, специфичных для младенцев.

При отработке клинического сценария компьютером каждый раз моделируется уникальный индивидуальный отклик на действия курсантов, что делает обучение максимально правдоподобным.

### Клинические черты BabySIM

Манекен представляет собой младенца в возрасте от 3 до 6 месяцев, любого пола (сменные гениталии). Длина манекена 72 см, вес около 9 кг.



### Грудная клетка

Манекен младенца был специально разработан с возможностью проведения широкого круга клинических вмешательств. Его функциональные особенности позволяют отрабатывать конкретные учебные задачи:

- Билатеральные дыхательные экскурсии
- Детское парадоксальное дыхание
- Билатеральные дыхательные звуки
- Синхронизированные звуки сердцебиения (как нормальный, так и ненормальный ритм)
- Сдавление грудной клетки
- ЭКГ в 3/5 отведениях
- Кардиостимуляция
- Mono- и двухфазная дефибрилляция
- Синхронизированная кардиоверсия
- Внутривенный доступ



**Таблица 1.** Сравнение виртуального и реального тренинга.

<i>Параметр</i>	<i>Реальный тренинг</i>	<i>Виртуальный тренинг</i>
Количество ошибок у начинающих хирургов.	Высокий процент ошибок	Курсанты, предварительно освоившие навыки на виртуальных симуляторах, допускают в 2,0-2,5 раза меньше ошибок, чем при обучении традиционным способом.
Длительность учебного процесса.	Зависит от режима работы оперблока, наличия свободного времени у наставника и т.п.	Не зависит от внешних факторов, определяется самим курсантом и его наставником.
Количество повторов для отработки навыка	Лимитировано внешними факторами, выживаемостью лабораторного животного и т.п.	Количество повторов неограниченно. Можно отрабатывать вмешательство сколь угодно долго и много, независимо от пациентов или лабораторных животных.
Отработка редкой патологии	Лечение редких заболеваний или патологических состояний лимитировано частотой их выявления.	Более редкие вмешательства отрабатываются столь же эффективно, как и распространенные. Встретив в практике редкую патологию хирург будет более подготовлен к борьбе с ней.
Первичный стресс	При своих первых реальных вмешательствах начинающий хирург испытывает сильный стресс	После первоначального освоения навыка на виртуальном тренажере курсант испытывает меньший стресс от первых реальных вмешательств.
Присутствие преподавателя в ходе учебного	Необходимо для обучения, контроля и подстраховки действий курсанта.	Постоянного присутствия преподавателя не требуется – курсант выполняя упражнения следует указаниям компьютерной системы, которая оценивает его действия и по ходу упражнений делает учебные замечания.
Объективная оценка действий курсанта	Невозможна. Уровень практического мастерства оценивается приблизительно и субъективно.	Объективная оценка действий курсанта, детализированный анализ уровня хирургического мастерства, возможность проведения тестирования, сертификации, экзаменов.
Общества защиты животных. Проверки. Законодательство.	При использовании вивариев в подготовке хирургов организуют акции протеста. Строгий контроль надзорных органов (содержание животных, использование наркотических средств и т.п.)	Протестов нет. Лицензирование отсутствует. Сложностей с законом о сильнодействующих и психотропных средствах нет.

В последние 10 лет виртуальные симуляторы стали активно включаться в программу подготовки хирургов в Западных странах для отработки практических навыков эндохирургии. Поскольку зарубежные учебные программы существенным образом отличаются от Российских, то первым шагом определения целесообразности применения симуляторов в медицинском образовании является установление их «очевидной валидности» (face validity) – экспертного предварительного суждения.

На X съезде Российского общества эндоскопических хирургов (Москва, 2007) и на Международной конференции «Проблемы обучения, безопасности и стандартизации в хирургии» (Санкт-Петербург, 2007) была установлена очевидная валидность (целесообразность) применения виртуальных симуляторов для подготовки эндохирургов (2).



*Гинекологическая виртуальная операция*

В настоящее время (на сентябрь 2008), по данным сайта МЕДСИМ.РУ (1) в Российской Федерации эксплуатируется 9 виртуальных лапароскопических симуляторов 3 различных типов.

Их работа осуществляется в государственных учебных и лечебно-профилактических заведениях, а также в рамках учебных программ компаний-производителей медицинского оборудования (см. Табл. 2).

**Таблица 2.** Виртуальные симуляторы, эксплуатируемые в Российской Федерации

Тип симулятора	Государственное УЗ и ЛПУ	Корпоративное УЗ
<b>ЛапСим</b> , Швеция	1. Москва. Федеральный Учебный Центр по Эндохирургии. Больница Центросоюза	нет
<b>СимСургери</b> , Норвегия	2. Санкт-Петербург, СПбГУ, медицинский факультет 3. Ханты-Мансийск. Окружная клиническая больница 4. Новокузнецк, НГИУВ, каф. хирургии, урологии, эндоскопии и оперативной хирургии. 5. Москва, РУ Дружбы Народов, медицинский факультет, каф. хирургии 6. Москва, РУ Дружбы Народов, медицинский факультет, каф. акушерства и гинекологии	1. Москва. Учебный центр фирмы ГИММИ, Германия
<b>ЛАП Ментор</b> , США-Израиль	1. Казань. Федеральный учебный центр высоких технологий в медицине	1. Москва. Учебный центр фирмы "Джонсон и Джонсон"

На еще более высоком уровне (из расчета на душу населения) представлены виртуальные образовательные технологии эндохирургии в Республике Казахстан – в начале 2007 года было централизовано закуплено шесть виртуальных симуляторов, которые применяются в учебном процессе медицинских ВУЗов Актыбинска, Алматы, Астаны, Караганды, Семипалатинска и Чимкента.

Достоверных сведений об эксплуатируемых в Беларуси или Украине виртуальных образовательных системах у нас не имеется.

Все упомянутые симуляторы имеют в своем пакете программ группу упражнений для отработки базовых навыков (координация рук, навигация камерой и т.п.), а также модулей эндоскопического шва и выполнения основного этапа лапароскопической холецистэктомии. Помимо относительно сходных упражнений, в каждом виртуальном симуляторе предлагается ряд других, более сложных заданий, имитирующих те или иные эндохирургические вмешательства (грыжа, межкишечный анастомоз, желудочный шунт и пр.).

Надо сказать, что эти цифры отражают мировые тенденции. Так, по данным "Ассоциации виртуального обучения в медицине" в мире уже в 2005 году функционировало свыше 600 медицинских учебных центров, применявших в своей деятельности виртуальные симуляторы. Практически на каждом медицинском факультете любого Европейского университета имеется центр по виртуальному тренингу

практических навыков в медицине. Разумеется, ведущие корпоративные и коммерческие эндохирургические учебные центры также широко используют виртуальные технологии во время тренингов. Так, Европейский Хирургический Институт (European Surgical Institute), Гамбург, Германия оснащен десятью симуляторами ЛАП Ментор и ЛапСим, Международный Центр Эндоскопической Хирургии (CICE – Centre International de Chirurgie Endoscopique), Клермон-Феран, Франция имеет 8 аппаратов СимСургери, в Центре Хирургических Технологий (Centrum voor Heelkundige Technologieën) в бельгийском г. Лейвен, используются 2 симулятора ЛАП Ментор.

В настоящее время целый ряд Европейский стран начинают на законодательном уровне вводить неременным условием для перехода к этапу освоения практических навыков в операционной (ассистенций и самостоятельных операций) получение сертификата о прохождении виртуального тренинга и достижения определенного уровня навыков. Многочисленные работы хирургов многих стран убедительно доказывают, что эффективность виртуального тренинга высока и позволяет в разы снизить количество ошибок начинающих врачей в операционной (2, 7, 10, 11, 12). Подобные призывы о необходимости повсеместного внедрения виртуальных технологий в учебные программы подготовки эндохирургов можно слышать и из уст отечественных специалистов (3, 4, 5, 6).

## Заклучение.

В условиях современной высокотехнологичной хирургии приобретение адекватных практических навыков немислимо без использования виртуальных образовательных технологий. Их использование способно повысить эффективность учебного процесса, снизить трудозатраты преподавательского состава, дать возможность проведения объективной оценки практических навыков курсантов, обеспечить более легкое их вхождение в реальную хирургию.

## Литература.

1. МЕДСИМ.РУ, интернет-сайт (www.medsim.ru)
2. Альберг Гуннар (Gunnar Ahlberg MD, PhD). ОТРАБОТКА ХИРУРГИЧЕСКИХ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. Материалы международной конференции "Проблемы обучения, безопасности и стандартизации в хирургии". СПб.: 2007.
3. Никитенко А.И., Горшков М.Д. ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИХ СИМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЭНДОХИРУРГОВ. "Современные вопросы хирургии – 2007", сборник материалов межрегиональной конференции хирургов. М.: Ремедиум, 2007.
4. Борисов А. Е. и соав. ОПЫТ ПОСЛЕДИПЛОМНОЙ ПОДГОТОВКИ ВРАЧЕЙ ПО ЭНДОВИДЕОХИРУРГИИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЙ МЕДИЦИНСКОЙ АКАДЕМИИ ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ. Каф. хирургии СПб МАПО. МЕДСИМ.РУ
5. Петров С.В. и соав. ПЕРВЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ. Материалы международной конференции "Проблемы обучения, безопасности и стандартизации в хирургии". СПб.: 2007.
6. Стрижелецкий В.В. и соав. ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ ЦЕНТРОВ ПО ОБУЧЕНИЮ ЭНДОВИДЕОХИРУРГИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ. Материалы международной конференции "Проблемы обучения, безопасности и стандартизации в хирургии". СПб.: 2007.
7. Ahlberg G et al. Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies. Am J Surg. 2007 Jun; 193(6): 797-804.
8. Aggarwal R et al. Virtual reality simulation can improve technical skills during laparoscopic salpingectomy for ectopic pregnancy. BJOG 2006; 113: 1382-1387.
9. Buznik S.N. et al., DELFT, The Netherlands. O060 CAMERA NAVIGATION AND TISSUE MANIPULATION, ARE THEY RELATED? Сборник тезисов 15 Международного конгресса Европейской Ассоциации Эндоскопических Хирургов, Стокгольм, 2008.
10. Hassan I et al. Simulation of laparoscopic surgery – four years' experience at the Department of Surgery of the University Hospital Marburg. Wien Klin Wochenschr. 2008 Feb; 120(3-4): 70-76.
11. Larsen CR et al. Objective assessment of gynecologic laparoscopic skills using the LapSimGyn virtual reality simulator. Surg Endosc. 2006 Sep; 20(9): 1460-1466.
12. Lucas S. et al. Virtual Reality Training improves simulated Laparoscopic Surgery Performance in Laparoscopy Naive Medical Students. J Endourol. 2008 May;22(5):1047-51.
13. Newmark J et al. Correlating virtual reality and box trainer tasks in the assessment of laparoscopic surgical skills Am J Obstet Gynecol. 2007 Nov; 197(5): 546.e1-4.
14. Stefanidis D et al. Challenges during the implementation of a laparoscopic skills curriculum in a busy general surgery residency program. J Surg Educ. 2008 Jan-Feb;65(1):4-7.
15. Yamaguchi S. et al. Construct validity for eye-hand coordination skill on a virtual reality laparoscopic surgical simulator. Surg Endosc. 2007 May 4



## Эндоскопический виртуальный симулятор EndoVR , США

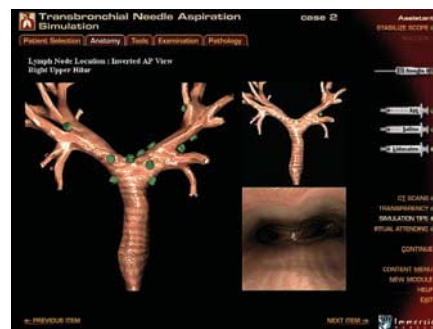
EndoVR® - единственный в мире виртуальный симулятор внутрисветной эндоскопии верхнего и нижнего отделов желудочно-кишечного тракта и бронхиальной системы с обратной тактильной связью.

Роботизированное устройство обеспечивает реалистичную тактильную чувствительность с обратной связью, что позволяет максимально точно имитировать ощущения эндоскопического вмешательства. Виртуальные пациенты физиологически точно реагируют на действия курсанта, а высокоскоростная компьютерная графика в реальном времени моделирует изображение на экране.

### Отличительные особенности

- Точное воспроизведение видеоскопов
- Модульный дизайн эндоскопического симулятора – комплектация одним или несколькими модулями на выбор:
  - Блок учебных модулей **гастроскопии**
  - Блок учебных модулей **колоноскопии**
  - Блок учебных модулей **бронхоскопии**

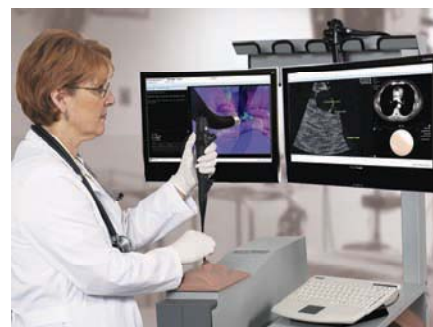
- Патентованная технология TouchSense® обеспечивает координацию тактильной чувствительности и изображения, смоделированного на экране – инструмент при контакте с виртуальной тканью испытывает настоящее сопротивление
- Реалистичная анатомия смоделирована на основании данных КТ и ЯМР реальных пациентов
- Мультимедийные дидактические материалы, учебные фильмы и трехмерные анатомические модели



## Учебные программные модули

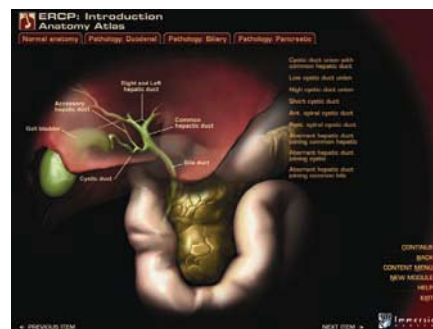
### БРОНХОСКОПИЯ

- Отработка навыков выполнения бронхоскопии.
- Трансбронхиальная аспирация иглой под контролем ультразвука (Transbronchial Needle Aspiration - TBNA).
- Бронхоальвеолярный лаваж и взятие биопсии.
- Трудные педиатрические дыхательные пути (возраст: от новорожденных до подростков).



### ГАСТРОДУОДЕНОСКОПИЯ

- Навыки эзофагогастродуоденоскопии
- Отработка навыков выполнения Эндоскопической Ретроградной Холангиопанкреатографии (ЭРХПГ)



### КОЛОНОСКОПИЯ И СИГМОИДСКОПИЯ

- Отработка навыков выполнения колоноскопии
- Отработка навыков сигмоидоскопии
- Выполнение полипэктомии и взятие биопсии