

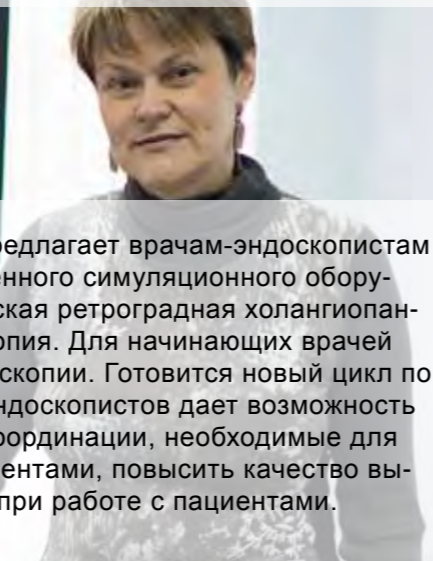
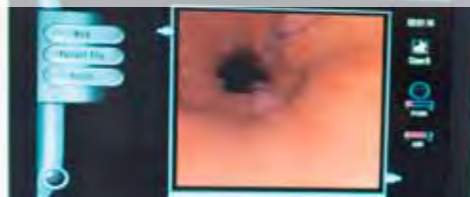
Симуляционное обучение в эндоскопии





Блашенцева Светлана Александровна

Блашенцева Светлана Александровна – заместитель директора ФГБУ «Учебно-научный медицинский центр» Управления делами Президента Российской Федерации, руководитель медицинского аттестационно-симуляционного центра, д.м.н., профессор кафедры хирургии по курсу эндоскопии.



Сегодня курс эндоскопии кафедры хирургии ФГБУ УНМЦ УДП РФ предлагает врачам-эндоскопистам пройти циклы повышения квалификации с использованием современного симуляционного оборудования по наиболее востребованным направлениям: эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография, хромозэндоскопия, капсульная эндоскопия, бронхоскопия. Для начинающих врачей организованы циклы по базовым навыкам гастр-, колоно- и бронхоскопии. Готовится новый цикл по эндосонографии. Использование симуляторов в обучении врачей-эндоскопистов дает возможность быстро и эффективно сформировать навыки зрительно-моторной координации, необходимые для точного манипулирования эндоскопом и вспомогательными инструментами, повысить качество выполнения процедуры, а, следовательно, снизить риски осложнений при работе с пациентами.

Нормативно-правовая база Российской Федерации, регулирующая подготовку врача-эндоскописта

Подготовка врачей по специальности «Эндоскопия» в РФ регламентируется целым рядом нормативно-правовых актов. Так, в приказе МЗСР РФ от 7.07.09 №415н «Об утверждении квалификационных требований к специалистам с высшим и послевузовским медицинским и фармацевтическим образованием в сфере здравоохранения» установлены требования об обязательном наличии высшего профессионального образования по специальностям «Лечебное дело» или «Педиатрия», а также послевузовского профессионального образования или дополнительного профессионального образования, полученного в клинической ординатуре по специальности «Эндоскопия», или при профессиональной переподготовке по специальности «Эндоскопия». Прописаны требования к дополнительному профессиональному образованию в виде повышения квалификации не реже одного раза в пять лет в течение всей трудовой деятельности.

Приказом МЗСР РФ от 23.04.09 №210н «О номенклатуре специальностей специалистов с высшим и послевузовским медицинским и фармацевтическим образованием в сфере здравоохранения РФ» определен перечень

основных специальностей, после которых возможна профессиональная переподготовка по эндоскопии. Сегодня в этот перечень включены следующие специальности: акушерство и гинекология, детская хирургия, общая врачебная практика (семейная медицина), педиатрия, терапия и хирургия. Это значит, что после окончания интернатуры (клинической ординатуры) по вышеназванным специальностям врач может пройти профессиональную переподготовку (не менее 500 академических часов) по специальности «Эндоскопия».

Получение сертификата специалиста по эндоскопии дает возможность работы по данной специальности в должности врача-эндоскописта в соответствии с приказом Минздравсоцразвития России от 25.07.11 г. N 801н «Об утверждении Номенклатуры должностей медицинского и фармацевтического персонала и специалистов с высшим и средним профессиональным образованием учреждений здравоохранения».

Требования к руководителю структурного подразделения (в т.ч. эндоскопического) прописаны в приказе МЗСР РФ от 23.07.10 № 510н «Об утверждении единого

квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей работников в сфере здравоохранения». Так, данным приказом определена необходимость для руководителя подразделения наличия стажа работы по специальности не менее 5 лет.

Впервые требования о введении симуляционного обучения при подготовке специалистов в клинической ординатуре появились в 2011 году в приказе МЗСР РФ «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (ординатура)» (далее – федеральные государственные требования). Данным приказом определена необходимость прохождения клиническим ординатором по любой специальности обучающего симуляционного курса в объеме 108 академических часов.

Включение данного раздела в федеральные государственные требования предполагает наличие оборудованного симуляционного центра, имеющего все необходимые возможности для реализации симуляционного обучения.

Стандарты подготовки врача-эндоскописта

Стандарты подготовки врача-эндоскописта за рубежом прописаны в отдельных документах. В разных странах существуют специальные стандарты по эндоскопии.

Так, например, в Великобритании выпущен уже третий по счету стандарт по подготовке специалистов по гастроинтестинальной эндоскопии, который с 1999 года разрабатывается JAG (*Joint Advisory Group of Gastrointestinal Endoscopy*). Эти стандарты предлагают, как правило, общие требования к программам подготовки специалистов.

В разделе по общим рекомендациям подготовки специалиста указано, что обучение должно проводиться на современном оборудовании с обязательным наличием видеэндоскопов; эндоскопическое отделение, на базе которого проводится обучение, должно иметь необходимый штат; обработка оборудования должна проводиться в соответствии с требованиями Британского эндоскопического общества (БЭО); седация, мониторинг за пациентами должны соответствовать требованиям БЭО; обучение должно

проводиться в многопрофильных учреждениях, обеспечивающих возможность взаимодействия с гастроэнтерологами, хирургами, радиологами и патологами и т.д.

Американское общество детских гастроэнтерологов, гепатологов и нутрициологов (*NASPGHAN*) считает, что эндоскопические исследования в педиатрии должны выполняться детским гастроэнтерологом, который обязан владеть следующими техниками: эзофагогастродуоденоскопией, колоноскопией, ректороманоскопией, пищевой рН-метрией, импедансометрией и дыхательным тестом.

Разработкой требований по обучению эндоскопии в рамках данного общества занимается специальный комитет – *Training Committee*, который работает над требованиями к подготовке врачей с 1999 года.

В то же время в стандартах, определяющих требования к освоению\выполнению отдельных эндоскопических процедур, прописана необходимость симуляционного обучения. Например, SAGES подготовило стандарт по подготовке специалистов по ЭРХПГ (*Guidelines for Training in Diagnostic and Therapeutic Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography*), в котором указаны следующие требования к программе подготовки врача, претендующего на

выполнение процедуры ЭРХПГ: программа обучения должна включать в себя практические и методические указания относительно инструментов и аксессуаров; показаний и противопоказаний; диагностических и терапевтических техник; особенностей анестезиологического пособия; осложнений и мер их профилактики; краткосрочных и долгосрочных результатов.

При этом знание диагностической и терапевтической ЭРХПГ определяется как способность надежно выполнять селективную катетеризацию общего желчного и панкреатического протока; выполнять контролируемую сфинктеротомию; обеспечивать декомпрессию желчных протоков и / или протоков поджелудочной железы; иметь навык извлечения камней холедоха; навык остановки кровотечения, вызванного сфинктеротомией; навык эндоскопической баллонной дилатации; навык предварительного рассечения БДС для облегчения катетеризации; навык установки эндопротезов.

Все эти навыки сегодня могут быть приобретены с использованием симуляционных технологий. Поэтому программа обучения должна включать симуляционное обучение и приобретение непосредственного опыта по выполнению диагностических и терапевтических процедур.

Механические модели и тренажеры

Использование механических моделей для подготовки врача-эндоскописта было исторически первым. Сегодня имеются самые разнообразные механические тренажеры, удовлетворяющие требованиям любой эндоскопической техники.

Обучение на механических моделях требует обязательного наличия эндоскопической стойки, аналогичной тем, которые используются в клинической практике. Так, в медицинском аттестационно-симуляционном центре ФГБУ «Учебно-научный центр» УДП РФ обучение на механических тренажерах проводится на стойке «Olympus EXERA II» с функцией NBI.

Подготовка по освоению техники бронхоскопии может быть начата с использования механических моделей бронхов. Подобные тренажеры характеризуются анатомически правильным детализированным строением дыхательных путей вплоть до бронхов 4-го порядка. Используемые при обучении бронхоскопии механические модели, как правило, обеспечивают исключительную реалистичность внешних и внутренних деталей за счет применения передовых технологий изготовления.

Так, например, конструкция шеи в тренажере ЭйрСим Бронхи позволяет поворачивать голову и закреплять ее во множестве положений, начиная от стандартного «храпящего» положения, заканчивая более сложными. В тренажере предусмотрена реалистичная обратная связь во время выполнения процедур и очень точная анатомия, что необходимо для обучения бронхоскопии.

Медицинский аттестационно-симуляционный центр УДП РФ. Эндоскопический класс



Обучение врачей на механической модели толстой кишки



ЭйрСим Бронхи - модель интубации с возможностью проведения бронхоскопии



БронхоДжуниор - тренажер для обучения интубации и бронхоскопии





Механическая модель бронхиального дерева



Трахеобронхиальное дерево выполнено из силиконовой резины.



Внутренний вид бронхов модели бронхиального дерева



БронхоБой - тренажер гибкой и жесткой бронхоскопии

Механический тренажер *Бронхо-джуниор* представляет собой комбинированную модель для обучения интубации и бронхоскопии в педиатрии. С ним возможно использование как жесткого бронхоскопа (диаметр трубки 5 мм), так и гибкого бронхоскопа. Модель соответствует возрасту 4-5 летнего ребенка. Через носовой ход возможно проведение прибора с наружным диаметром рабочей части 4-5 мм.

Механическая модель бронхиального дерева предназначена для обучения проведению бронхоскопии с использованием как стандартного, так и ультратонкого бронхоскопа. Особая методика изготовления этого тренажера позволяет проводить бронхоскопию ультратонким бронхоскопом, поскольку в модели реалистично воспроизведены дистальные бронхи. Благодаря эластичности материала ощущения, возникающие при введении бронхоскопа, напоминают реальные, сопровождающие бронхоскопию у живого человека. Окраска внутренней поверхности бронхиального дерева приближена к натуральной.

Тренажер Скопин II (*БронхоБой*) представляет собой модель для обучения гибкой и ригидной бронхоскопии с доступами через носовой ход и ротоглотку. В тренажер входит флуоресцирующее бронхиальное дерево, которое изготовлено из материала, который при проведении эндоскопического исследования с белым светом позволяет визуализировать естественную красную окраску слизистой, а после замены флуоресцентным источником света появляется зеленое окрашивание слизистой. В тренажере представлены голосовые связки, трахея с бифуркацией, главные, долевого и сегментарные бронхи, субсегментарные бронхи до 5 порядка. При использовании режима аутофлуоресценции возможно выявление так называемых «холодных» пятен, что соответствует неопластическим процессам.

При освоении эзофагогастроскопии полезными для врача являются и простые анатомические модели, например, модель желудка. Также возможно использование многофункциональных моделей. Тренажер для выполнения эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии (ЭРХПГ) дает возможность обучаться навыкам работы с разными эндоскопами, последовательно проводя их через пищевод, желудок, двенадцатиперстную кишку до фатерова соска. Модель очень точно воспроизводит варикозное расширение вен пищевода, раннюю стадию рака, язву желудка и двенадцатиперстной кишки. Для подтверждения правильности идентификации анатомических ориентиров служит функция индикации: эндоскоп с помощью оптического волокна системы связан с датчиком, и при правильных внутрипросветных манипуляциях подаются аудио- и световые сигналы.

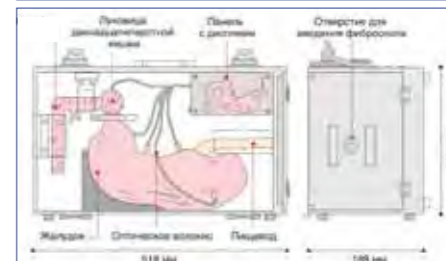
Тренажер для обучения эндоскопической диссекции в подслизистом слое (ЭПД) представляет собой футляр из мягкой резины по форме и тактильным свойствам сходный с человеческим желудком, в который вставляется желудок лабораторной модели (свиньи). За счет использования биологических тканей тренажер обеспечивает реалистичные ощущения при манипуляции, напоминающие реальную процедуру ЭПД. Конструкция дает возможность произвести перфорацию стенки желудка и, таким образом, смоделировать осложнения данной процедуры у реального пациента. Практические навыки по ЭПД возможны по передней и задней стенке выходного отдела желудка, большой и малой кривизне.

Тренажер для колоноскопии имеет подвижную гибкую трубку, имитирующую толстую кишку. «Пациент» может быть расположен на спине, на правом и левом боку. Предлагается 6 разных конфигураций расположения кишки. Также на данной модели возможно обучение однобаллонной и двухбаллонной энтероскопии.

Тренажер для выполнения эндоскопической ретроградной холангиопанкреатографии



Метки с указанием патологически измененных областей



Тренажер для обучения эндоскопической диссекции в подслизистом слое



Тренажер энтероскопии и колоноскопии с вариантами укладки толстой кишки



Виртуальные тренажеры эндоскопии

Виртуальные тренажеры (компьютерные модели) в эндоскопии представляют следующий этап освоения необходимых навыков.

Значение использования этих тренажеров чрезвычайно высоко, поскольку они существенно повышают эффективность обучения медицинских специалистов новым методикам, снижают число врачебных ошибок. Виртуальные симуляторы позволяют объективно оценить уровень полученных знаний за счет встроенных программ оценки качества выполненной процедуры.

Сегодня в обучении используются три модели виртуальных симуляторов внутрипросветной эндоскопии:

- *GI-Bronch Mentor* фирмы *Simbionix* (Израиль-США).
- *EndoVR* фирмы *CAE Healthcare* (Канада-США).
- *EndoSim* фирмы *Surgical Science* (Швеция).

Первые два из них имеются в нашем центре. Эти тренажеры предназначены для обучения основным эндоскопическим техникам и имеют сходный перечень модулей.

Гаптическое устройство симуляторов обеспечивает реалистичную тактильную чувствительность с обратной связью, что позволяет максимально точно имитировать ощущения эндоскопического вмешательства. Так, если в ходе упражнения объектив эндоскопа упирается в стенку органа, ощущается ее сопротивление, а поле зрения окрашивается красным. При использовании иглы для трансбронхиальной аспирационной биопсии требуется усилие для прокола, визуально наблюдается деформация ткани и последующее кровотечение.

Виртуальные «пациенты» физиологически точно реагируют на действия курсанта, а высокоскоростная компьютерная графика в реальном времени моделирует изображение на экране. Анатомия смоделирована на основании данных КТ и ЯМР реальных пациентов.

Мультимедийные дидактические материалы, учебные фильмы и трехмерные анатомические модели делают процесс обучения более наглядным и эффективным.

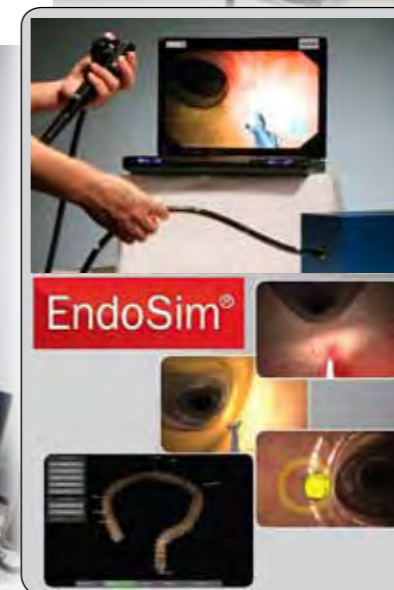
Удобный экспорт данных тренинга в стандартные офисные программы позволяет преподавателю впоследствии анализировать результаты обучения как отдельных курсантов, так и различных групп обучающихся, а также проводить научные исследования.

Обучение на виртуальных симуляторах построено по модульному принципу. В эндоскопии для начинающих врачей очень важна отработка навыка **координации «глаз-рука»**, поэтому тренинг начинается именно с этого модуля. Он предусматривает учебные ситуации вне анатомической картины с расширенной системой проработки навыков зрительно-моторной координации, необходимых для точного манипулирования эндоскопом и эндоскопическими инструментами. Упражнения идут с нарастающей сложностью, а непосредственная обратная связь дает возможность самостоятельно оценить точность выполнения задания.

Учебный класс эндоскопии УНМЦ УДП РФ



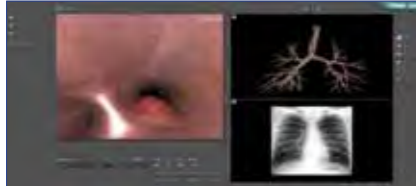
Виртуальный симулятор GI/Bronch Mentor, Израиль-США



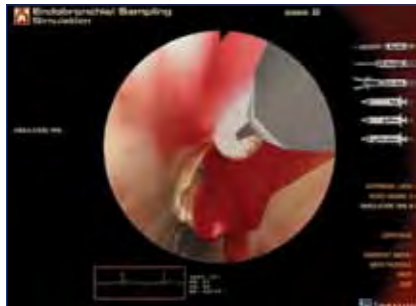
Виртуальный симулятор EndoSim, Швеция

Виртуальный симулятор EndoVR, США-Канада

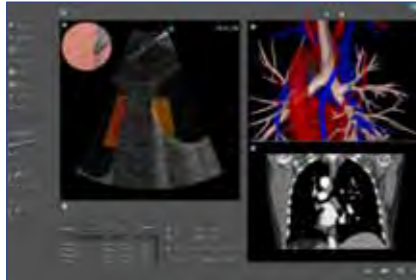




Базовый модуль бронхоскопии с дидактическими подсказками



Взятие пробы цитологической щеткой



Модуль отработки EBUS, эндобронхиальной ультрасонографии



Модуль отработки TBNA, трансbronхиальной аспирационной биопсии



Голосовая щель ребенка, модуль педиатрических дыхательных путей

Виртуальная бронхоскопия

Освоение отдельных эндоскопических техник в виртуальной реальности построено по модульному принципу. В разделе **Бронхоскопия**, например, имеются модули по анатомии (изучение анатомических вариантов строения трахеобронхиального дерева у взрослых и детей), диагностической и неотложной бронхоскопии, бронхоскопической ультрасонографии с трансbronхиальной тонкоигольной биопсией под контролем ультразвука, бронхоальвеолярного лаважа.

При выполнении модуля **анатомии** курсантом приобретает уверенность ориентировки в анатомии трахеобронхиального дерева, идет освоение навыков, необходимых для выполнения бронхоскопии, включая владение бронхоскопом, взятие материала для гистологического и цитологического анализа с помощью вспомогательных инструментов (биопсийные щипцы, цитологическая щетка, аспирационная игла).

Далее эти навыки более углубленно отрабатываются в модуле **«Диагностическая бронхоскопия»** на клинических ситуациях с особенностями анатомии и патологии, причем в каждой требуется взятие образцов материала вспомогательными инструментами.

Следующий модуль посвящен **неотложным состояниям** в бронхоскопии, что позволяет курсантам получить практический опыт выполнения срочных вмешательств при проведении бронхоскопии в виртуальной среде, без риска для пациента (шесть клинических ситуаций с различными особенностями анатомии и патологии, в том числе остановка кровотечения и извлечение инородного тела).

Работа с модулем **«Ультрасонография»** включает взятие биопсии аспирационной иглой (TBNA). В ходе симуляций возможно орошение дыхательных путей физиологическим раствором или лидокаином, аспирировать содержимое бронхов. Виртуальный «пациент» дышит, кашляет, у него меняются жизненные параметры, а слизистая дыхательных путей реагирует на введение внутривенных, газообразных или местных анестетиков.

Виртуальная эндоскопия верхних отделов ЖКТ

Эндоскопия верхних отделов желудочно-кишечного тракта представлена **разделами**:

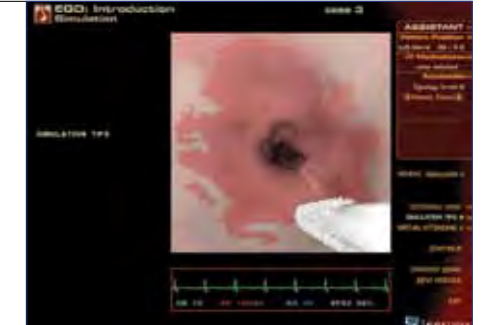
- эзофагоскопия;
- гастроскопия, в том числе желудочные кровотечения;
- дуоденоскопия;
- эндоскопическая ретроградная панкреатохолангиография;
- эндоскопическая ультрасонография.

На экран симулятора могут быть выведены различные параметры, например, использование элеватора, рентгенологическая картина при введении контрастного вещества, флуороскопические снимки под разным углом, селективная катетеризация протоков, физиологические параметры, электрокардиограмма. В ходе выполнения упражнения наблюдается реалистичная физиологическая реакция виртуального «пациента» на вмешательство и введение препаратов, с ним поддерживается голосовой контакт. Возможно моделирование таких **осложнений**, как перфорация, повреждение протоков, чрезмерная седация, введение гастроскопа в трахею.

Целью модулей является освоение диагностических и хирургических навыков при эндоскопии верхних отделов желудочно-кишечного тракта. Все модули состоят из задач с различными клиническими ситуациями и индивидуальными особенностями анатомии, основанными на данных КТ и МРТ реальных пациентов. Разнообразная анатомическая картина и особенности каждого виртуального пациента позволяют ознакомиться со всеми наиболее часто встречающимися клиническими случаями.

Раздел по эндоскопической **ультрасонографии** для эффективного обучения разделен на 2 части: обучение с подсказками и самостоятельное определение видимых анатомических структур. Представлен как линейный, так и радиальный обзор.

Пищевод Баррета, цитологическая щетка



Дидактические визуальные подсказки, трехмерная анатомия



Выполнение ЭРХПГ, введение контраста



Кровотечение из язвы желудка





Диагностическая колоноскопия



Отработка полипэктомии



Отработка биопсии при язвенном колите



Модуль сигмоидоскопии

Виртуальная колоно- и сигмоскопия

Так же как и предыдущие модули, раздел «Виртуальной эндоскопии нижних отделов желудочно-кишечного тракта» построен по принципу нарастания сложности упражнений, многочисленных дидактических подсказок и объективной оценки в реальном времени умений и навыков курсанта.

Учебные **модули** эндоскопии нижних отделов желудочно-кишечного тракта включают освоение навыков:

- сигмоидоскопии;
- колоноскопии;
- биопсии толстой кишки;
- полипэктомии.

Обширный **атлас** содержит анатомические и эндоскопические изображения - как в норме, так и при различной патологии. Видеофрагменты различных этапов и текстовые дидактические материалы поясняют правильную технику выполнения манипуляций. Имеется возможность включения режима визуальных подсказок, появляющихся по ходу вмешательства, что позволяет курсанту самостоятельно отрабатывать упражнения.

По завершению задания автоматически генерируются видеофайл и итоговый отчет, где указаны объективные параметры выполненного упражнения: длительность процедуры и ее отдельных этапов, глубина введения эндоскопа, перечень возникших осложнений и другие показатели.

Клинические случаи расположены по нарастанию степени сложности их выполнения. Виртуальный «пациент» реагирует на манипуляции курсанта, жалуется на боль или дискомфорт при неловких действиях. Возможно нажатие на живот при формировании петли, изменение положения пациента для продвижении эндоскопа, формирования изгиба или петли. Тренажер предусматривает симуляцию различных вариантов петель при прохождении сигмовидной кишки – N-петли, альфа-петли и обратной альфа-петли.

Использование животных (WetLab)

Одним из ведущих европейских центров, активно использующих обучение эндоскопии на *мини-пигах*, является эндоскопический тренинговый центр в Страсбурге (Франция), чей опыт мы планируем использовать в УНМЦ.

Для обучения используют как животных, находящихся в состоянии наркоза, так и их отдельные органы и ткани (модели *Ex vivo*). Преимущественно такие модели применяются для обучения ЭРХПГ, эндоскопической ультрасонографии (ЭУС), эндоскопической резекции слизистой и эндоскопической диссекции в подслизистом слое.

Поросята в возрасте 3-4 месяцев, весящие около 75 фунтов (около 40 кг), считаются наиболее пригодными для использования в процессе обучения с применением стандартных эндоскопов и инструментов. При этом введение катетера в желчные пути представляет некоторые затруднения вследствие

анатомических различий. Тем не менее свинья модель для ЭРХПГ лучше всего удовлетворяет требованиям, которые позволяют использовать ее для обучения сфинктеротомии, эндопротезированию и манометрии эндоскопистами с предшествующим опытом панкреатобилиарной эндоскопии. Этот тип моделей используется также для обучения ЭУС.

Для моделей *Ex vivo* используют свежезаготовленные органы животных. Примером приспособлений является *EASIE*-тренажер (*The Erlangen Active Simulator for Interventional Endoscopy*). Данный тренажер для инвазивной эндоскопии состоит из пластмассового герметичного корпуса, имеющего форму туловища человека, в ко-

торый помещаются висцеральные органы свиньи. Его конструкция позволяет имитировать артериальное пульсирующее кровотоечение. С помощью данного устройства отрабатывается эндоскопический гемостаз, полипэктомия, сфинктеротомия, эндопротезирование и другие эндоскопические процедуры. В настоящее время, живые модели на основе животных обеспечивают самое точное воспроизведение процесса эндоскопической процедуры, но существующие ограничения связаны с анатомическими различиями по сравнению с людьми и отсутствием возможности воспроизведения патологии, в то время как модели *Ex vivo* с использованием органов животных позволяют воспроизводить ряд патологических изменений.



Применение тканей животных для обучения эндоскопии (WetLab)

Оценка эффективности обучения курсантов

Важным этапом симуляционного обучения является возможность объективной оценки работы стажера, которую предоставляют компьютерные симуляторы: по окончании виртуальной процедуры можно просмотреть ее видеозапись, объективный отчет о качестве проведенной манипуляции, проанализировать улучшение эффективности работы стажера в ходе серии упражнений. В связи с этим обучение на эндоскопическом виртуальном симуляторе является **обязательной частью** курса по сертификации и непрерывному медицинскому образованию врачей-эндоскопистов, обучающихся в медицинском аттестационно-симуляционном центре УДП РФ.

Оценке эффективности симуляционного обучения в эндоскопии

уделяется большое внимание. Так, в рандомизированном контролируемом исследовании со случайной выборкой, выполненном в отделении внутренней медицины Венского университета (Ferlisch A. et al, 2010), было показано, что виртуальные тренажеры значительно влияют на техническую точность в ранних и в средних стадиях эндоскопического обучения. Отмечено, что обучение новичков эндоскопии в виртуальной реальности снижает время, которое им потребовалось, чтобы вникнуть в суть дела, по сравнению с показателем при стандартном обучении (без использования симулятора). В этом исследовании впервые был рассмотрен среднесрочный эффект обучения и, что особенно важно, «устойчивый эффект от обучения на симуляторе отмечал-

ся даже после проведения 60-ти эндоскопических обследований» (Endoscopy 2010; 42: 1049-1056).

Оценку эффективности симуляционного обучения в целом мы предлагаем проводить с учетом «пирамиды Киркпатрика» в модификации Кьюранн и соавторов (Cugann, Fleet, 2005). В соответствии с данной иерархией выделяют **четыре уровня** оценки эффективности обучения:

- Уровень 1 – изменение реакции обучающихся;
- Уровень 2 – модификация отношения или восприятия знаний и/или умений;
- Уровень 3 – изменение в поведении или эффективности;
- Уровень 4 – благоприятные последствия для пациентов или клинического исхода.

Модель оценки эффективности обучения - «Пирамида Киркпатрика»

Пирамида Джосера, Египет, XVII век д.н.э.

Results (Результат): улучшение показателей медицинской помощи

Behavior (Поведение): выполнение диагностических и лечебных манипуляций на более высоком уровне

Learning (Обучение): совершенствование практических навыков и умений курсантов

Reaction (Реакция): субъективная оценка курсантов о пользе обучения

Оценку следует производить через несколько месяцев после окончания учебного цикла.

Реклама



Виртуальный симулятор EndoVR, США-Канада (на илл. изображена модель 2013 года)

www.virtumed.ru