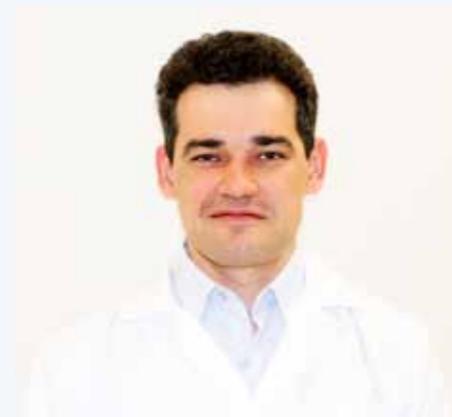




СИМУЛЯЦИОННОЕ
ОБУЧЕНИЕ В
НЕЙРОХИРУРГИИ



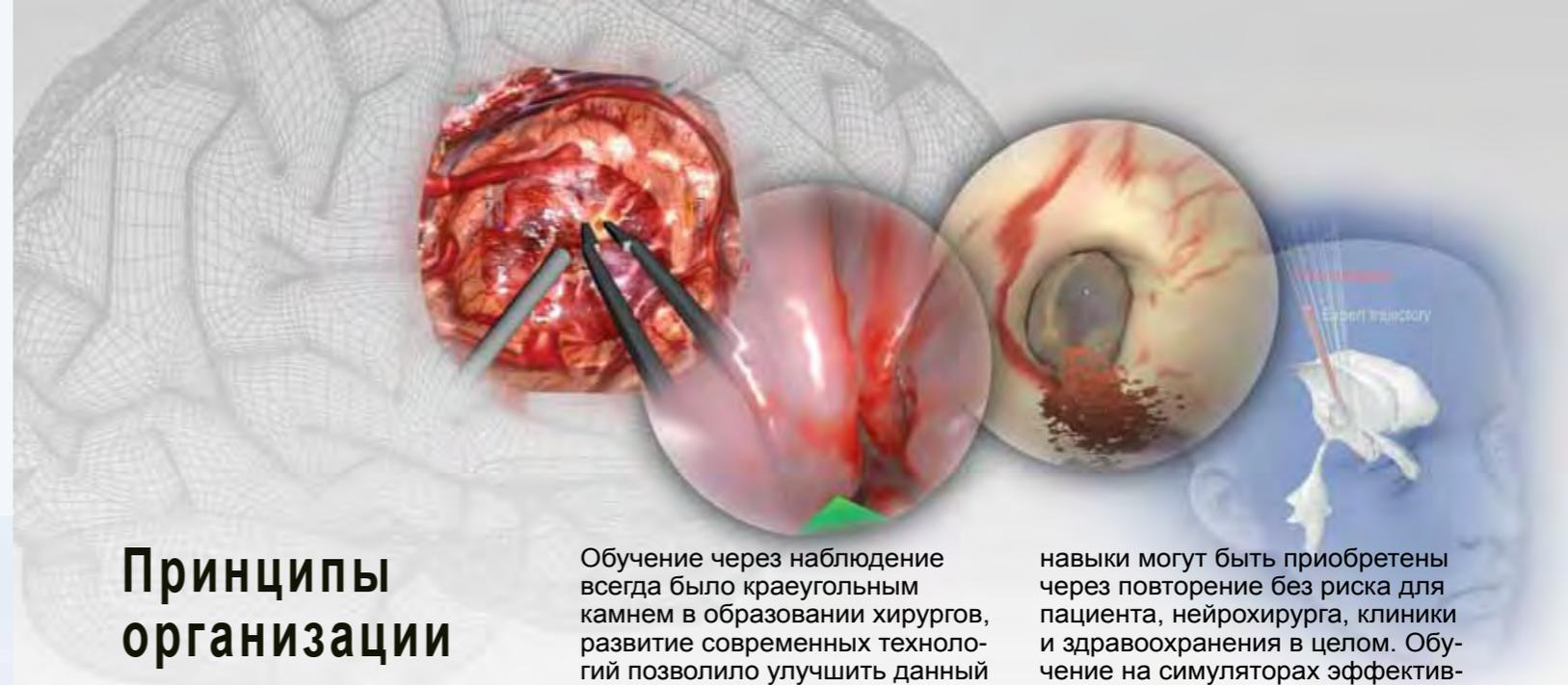
Суфианов Альберт Акрамович
 Главный врач Федерального центра
 нейрохирургии, профессор, доктор
 медицинских наук



Гизатуллин Марат Римович
 Врач-нейрохирург



Кудряшов Алексей Алексеевич
 Заведующий организационно-мето-
 дическим отделом, кандидат меди-
 цинских наук



Принципы организации симуляционного тренинга в нейрохирургии

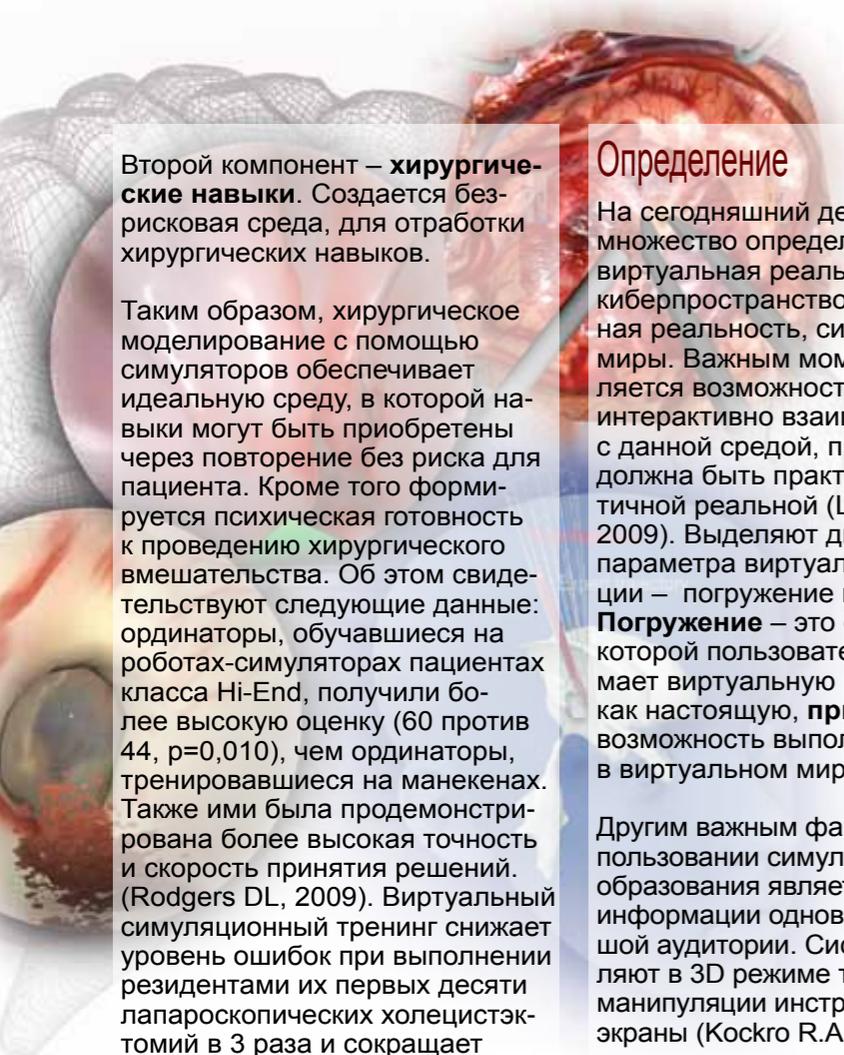
Обучение через наблюдение всегда было краеугольным камнем в образовании хирургов, развитие современных технологий позволило улучшить данный процесс (Aggarwal R., et al. 2005).

Использование симуляторов для обучения хирургов в общей хирургии уже давно заняло свое прочное место. В нейрохирургии из-за сложности модели использование симуляторов было ограничено. Тем не менее улучшение компьютерных технологий, графики, развитие устройств тактильной обратной связи позволило создать симуляторы нейрохирургических операций (Malone H.R., et al. 2010).

Однако роль использования симуляторов в нейрохирургическом образовании до сих пор не определена, но она, без сомнения, является очень важной. Почему? Хирургическое моделирование с помощью симуляторов обеспечивает идеальную среду, в которой

навыки могут быть приобретены через повторение без риска для пациента, нейрохирурга, клиники и здравоохранения в целом. Обучение на симуляторах эффективно влияет на два очень важных компонента хирургии.

Первый – **этапы хирургического вмешательства**. У обучаемого формируется строгий порядок пошагового выполнения хирургической процедуры в зависимости от развивающегося сценария. Например, в процессе обучения обучаемый должен сделать А, затем сделать Б, затем сделать В, после чего получить результат, который симулятор оценивает. И в зависимости от результата (неблагоприятного или желаемого) обучаемый должен будет либо повторить манипуляцию АБВ, либо продолжить Г, затем Д, затем Е - и так до проведения полноценного хирургического вмешательства с благоприятным результатом.



Второй компонент – **хирургические навыки**. Создается безрисковая среда, для отработки хирургических навыков.

Таким образом, хирургическое моделирование с помощью симуляторов обеспечивает идеальную среду, в которой навыки могут быть приобретены через повторение без риска для пациента. Кроме того формируется психическая готовность к проведению хирургического вмешательства. Об этом свидетельствуют следующие данные: ординаторы, обучавшиеся на роботах-симуляторах пациентах класса Hi-End, получили более высокую оценку (60 против 44, $p=0,010$), чем ординаторы, тренировавшиеся на манекенах. Также ими была продемонстрирована более высокая точность и скорость принятия решений. (Rodgers DL, 2009). Виртуальный симуляционный тренинг снижает уровень ошибок при выполнении резидентами их первых десяти лапароскопических холецистэктомий в 3 раза и сокращает длительность операции на 58% (Ahlberg G. 2007).

До какой-то степени использование симуляторов в нейрохирургии может со временем стать аналогичным использованию авиатренажеров для пилотов: пока они не налетают часы на симуляторе, их не допускают к реальным полетам.

Определение

На сегодняшний день имеется множество определений: виртуальная реальность, киберпространство, искусственная реальность, синтетические миры. Важным моментом является возможность человека интерактивно взаимодействовать с данной средой, при этом она должна быть практически идентичной реальной (Lemole M. 2009). Выделяют два важных параметра виртуальной симуляции – погружение и присутствие. **Погружение** – это степень, до которой пользователь воспринимает виртуальную реальность как настоящую, **присутствие** – возможность выполнения задач в виртуальном мире.

Другим важным фактором в использовании симуляторов для образования является передача информации одновременно большой аудитории. Системы позволяют в 3D режиме транслировать манипуляции инструктора на экраны (Kockro R.A., et al. 2007).

Принцип

Построение виртуальной реальности хирургических моделей начинается с введения данных визуализации. Они включают использование комбинации магнитно-резонансной томографии, компьютерной томографии и цифровой ангиографии. Эти данные фиксируются и хранятся в

DICOM-формате, который получил широкое признание в радиологии. Этот формат позволяет исходные данные изображений из разных методов визуализации объединить и манипулировать с ними с помощью математических алгоритмов обработки. Это позволяет использовать данные возможности при планировании и визуализации нейрохирургической анатомии, патологии. А если к данным возможностям добавить методы математической обработки соприкосновения 2 различных визуализационных сред и возможность обратной тактильной обратной связи мы получим современный нейрохирургический симулятор.

Планирование и визуализация

Разработаны симуляторы позволяющие хирургу вводить индивидуальные данные пациентов (МРТ и КТ) в программу, после чего на искусственной голове просматривать плоскости сечения структур мозга. Одним из таких первых примеров стал интерфейс Университета Вирджинии «Реквизит» (Goble J., et al. 1997). В настоящее время возможно планирование и даже «репетиция» предстоящей операции на виртуальном пациенте, являющимся точной копией реального. Моделирование виртуального образа ведется на основе данных КТ/МРТ самого пациента, загруженных в симулятор (VoxelMap, Гамбург, Германия).

Виды симуляционного тренинга

Возможные применения включают отработку эндоскопии (транскентрикулярная, трансназальная), визуализации анатомии, радиохирургии, роботизированной хирургии, открытой нейрохирургии, в частности, хирургии височной кости, нейроонкологии и гемостаза, эндоваскулярных вмешательств (Albani J.M., 2007; Ford E., 2008; Riva G. 2003).

Преимущества симуляции

- **Без риска для пациента** приобретается практический опыт в виртуальной среде.
- **Повторы не ограничены**, любой навык можно методично оттачивать до необходимого уровня.
- **Не зависит от работы клиники**, тренинг может проводиться в удобное для обучаемого время и в удобном месте, в том числе и дома.
- **Объективная оценка мастерства** возможна за счет точного измерения параметров движений и результатов действий.
- **Редкие патологии, состояния, вмешательства** могут воспроизводиться столь же часто, как и рутинных и поэтому так же эффективно отрабатываться.
- **Не требуется контроль преподавателя**, обучение может вестись самостоятельно, под руководством и контролем виртуального наставника.

- **No stress**, при первых самостоятельных вмешательствах снижено негативное влияние непривычной, незнакомой среды, снижен стресс. (Горшков М.Д., 2012)

Цели симуляционного тренинга

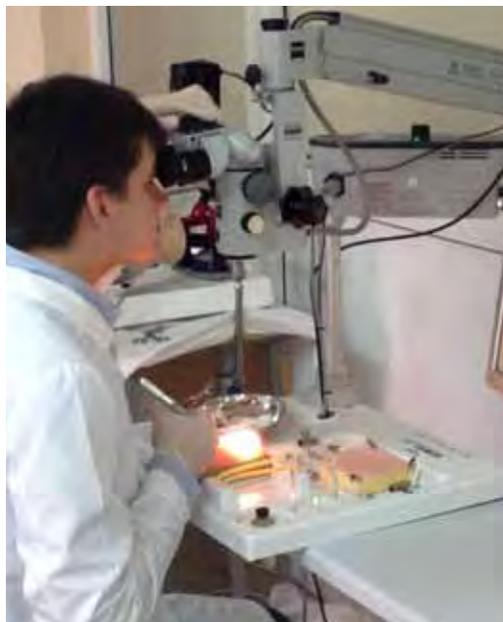
Цели симуляционного тренинга:

- оценить начальные моторные навыки кандидатов на специализацию по нейрохирургии;
- повысить уровень уже имеющихся нейрохирургических навыков, улучшить пространственную ориентацию;
- сформировать правильные нейрохирургические навыки необходимые для выполнения сложных нейрохирургических вмешательств до выполнения их на пациентах;
- создать ситуации, максимально приближенные к реальным;
- провести виртуальные операции у конкретного пациента до выполнения реального вмешательства.

Задачи тренинга

1. Выделить спектр нейрохирургической патологии и определить методики оперативного лечения, требующие отработку мануальных навыков на симуляционном оборудовании.

2. Найти группу специалистов, в совершенстве владеющих оперативными навыками в выбранных нозологиях, либо использовать готовый программный продукт.
3. Подготовить регламент симуляционных циклов, включающих в себя:
 - разработку стандартов порядка допуска к выполнению манипуляции (знание топографической анатомии);
 - разработку графика работы на симуляторе с оценкой эффективности обучения.
4. Комплексная оценка качества подготовки курсанта (ординатор, нейрохирург) для решения вопроса о допуске к ассистированию на пациенте в клинических условиях.
5. Анализ эффективности подготовки нейрохирурга с использованием симуляционного оборудования по результатам клинической работы обучаемого:
 - число операций по конкретной нозологии;
 - степень сложности операции;
 - количество осложнений;
 - функциональные исходы после оперативного лечения;
 - результаты субъективной самооценки мануальных навыков и психологической готовности проведения оперативного лечения на пациенте обучаемого;
 - рекомендательное письмо куратора.
6. Совершенствование симуляционного тренинга на основе приобретенного опыта.



Отработка под микроскопом сосудистого шва на тренажере БОСС

Этапы симуляционного тренинга

1 этап. Отработка базовых диагностических манипуляций, применяемых в нейрохирургии (люмбальная, вентрикулярная пункции; оборудование: фантом-симулятор люмбальной пункции, фантом офтальмоскопии, отоскопии), общехирургических манипуляций (ПХО раны, наложение швов; оборудование: набор моделей ран, тренажер BOSS, симулятор оценки наложения шва, имитатор биологических навыков).

2 этап. Отработка навыков экстренных нейрохирургических манипуляций (краниотомия, удаление гематомы на имитаторе травмы головы Mr.Hurt), отработка навыков эндоскопических операции на головном мозге и позвоночнике (тренажер SIMONT, операционный микроскоп, симулятор трансназальной хирургии VoxelMan SINUS, симулятор гемостаза в нейрохирургии NeuroTouch, симулятор удаления опухоли головного мозга NeuroTouch, виртуальные тренажеры эндоваскулярных вмешательств).

Учебная программа

Учебная программа реализуется согласно разработанной этапности подготовки специалиста:

Базовые общеврачебные и хирургические манипуляции отрабатываются в симуляционных центрах высших медицинских учебных образовательных учреждений под руководством профильных специалистов.

Нейрохирургические манипуляции отрабатываются в симуляционной лаборатории на клинической базе, имеющей нейрохирургические отделения, и осуществляются под руководством нейрохирургов, имеющих практический опыт применения данных манипуляций.

Методическое руководство за осуществлением интеграции полученных навыков нейрохирургических манипуляций в практическое здравоохранение и контроль качества подготовки специалистов осуществляется под руководством ассоциации нейрохирургов субъекта Российской Федерации.



Тренажер S.I.M.O.N.T (Sinus Model Otorhino-Neuro Trainer) обеспечивает отработку навыков синускопии, удаления аденомы гипофиза

Виртуальный тренинг

В программу виртуального тренажера **VOXEL-MAN TempoSurg** заложены хирургические инструменты, эндоскоп, компьютерные томограммы височных костей и околоносовых пазух носа. Обучение проводится методом «step by step», от простого к сложному.

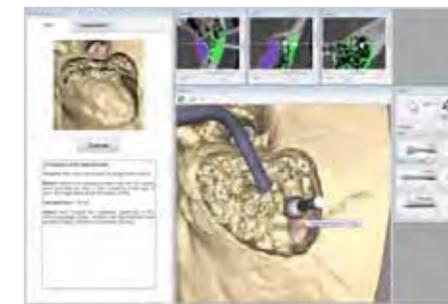
Для освоения принципов работы тренажера существуют обучающие программы, где учащийся осваивает использование хирургической дрели. Выпиливая геометрические фигуры или свое имя, формируются мануальные навыки, приходит понимание в ориентировании в трехмерном изображении.

Следующим этапом идет изучение анатомических структур полости носа и околоносовых пазух. При этом движения эндоскопа аналогичны 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 также будет полезным при выполнении подобных манипуляций в реальной операционной.

Наибольшей ценностью тренажера-симулятора **VOXEL-MAN TempoSurg** является программа диссекции височной кости. Основным принципом проведения операций при фиброзных дисплазиях является доскональное знание анатомии височной кости.

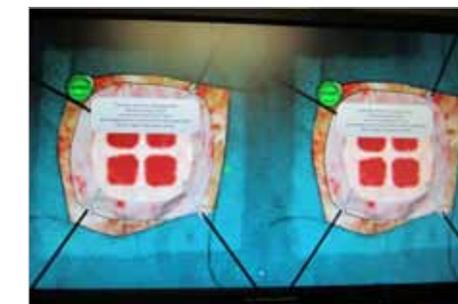
Препарируя хирургической дрелью разные участки препарата, можно проследить уровни расположения сигмовидного синуса, лицевого нерва, твердой мозговой оболочки. При выполнении операций при приближении к этим структурам подается звуковое и визуальное предупреждение об угрозе их повреждения и оставшемся 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.



Экран виртуального симулятора ВокселМэн ТемпоСург (Германия) во время выполнения вмешательства на височной кости

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

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



Экран виртуального симулятора НейроТач (Канада) во время выполнения нейрохирургического вмешательства на головном мозге

Эндоваскулярная симуляция

Нами используется симулятор Simbionix. Данный симулятор дает возможность ощутить различную анатомию сосудов, использовать различные катетеры, при этом ощутить их механические свойства. Также симулируются введение контраста и все фазы контрастирования. Непосредственный плюс симулятора состоит в том, что обучаемый и пациент не подвергаются облучению.

Эндоваскулярная симуляция хорошо проводится в связи с необходимостью лишь двухмерного изображения в симуляторах. Поэтому данные симуляторы уже несколько лет существуют во многих центрах и позволяют освоить основные навыки эндоваскулярной хирургии.

Дебрифинг в нейрохирургии

Особенностью дебрифинга в нейрохирургии является одновременное проведение тренинга с обсуждением тактики во время манипуляции. Вторая особенность - это возможность выявления взаимосвязи между дефектом исполнения симуляционного сценария и дефектом знаний топографической анатомии, что позволяет адресно восполнить недостающие знания и навыки. Современное симуляционное оборудование позволяет не только отрабатывать навыки, но и изучать анатомию в 3D и 4D режиме.

Проблемы тренинга

Ряд симуляционного оборудования включает только стандартные клинические ситуации у моделей с нормальной анатомией.

Отсутствие нормативной базы, позволяющей нейрохирургическим отделениям иметь на своих базах симуляционное оборудование. Высокая стоимость оборудования для перекрытия спектра по всему профилю оказываемой нейрохирургической помощи.

Высокий дефицит обученных кадров, имеющих опыт использования симуляционного оборудования для подготовки нейрохирургов.



Будущее тренингов

Организация лаборатории для интеграции знаний, полученных резидентом или оперирующим хирургом в результате работы на трупном материале, 3D изображениях, нейрохирургических виртуальных симуляторах и операций на пациентах с целью объединения в единую и непрерывную систему подготовки нейрохирургов.

Наша база

В настоящее время на базе Федерального центра нейрохирургии и Тюменской медицинской Академии существует симуляционный класс, включающий в себя индивидуальное рабочее место курсанта. Одно рабочее место - это специальный стол с микроскопом (CARL ZEISS), компьютер, симулятор хирургических ран, симулятор экстренных состояний. В ближайшее время планируется проведение мастер-классов по нейроэндоскопии на муляжах и сосудистому микроанастомозу на крысах (WetLab), открытие лаборатории по обучению наложению микроанастомозов, введение курса изучения анатомии головного мозга.

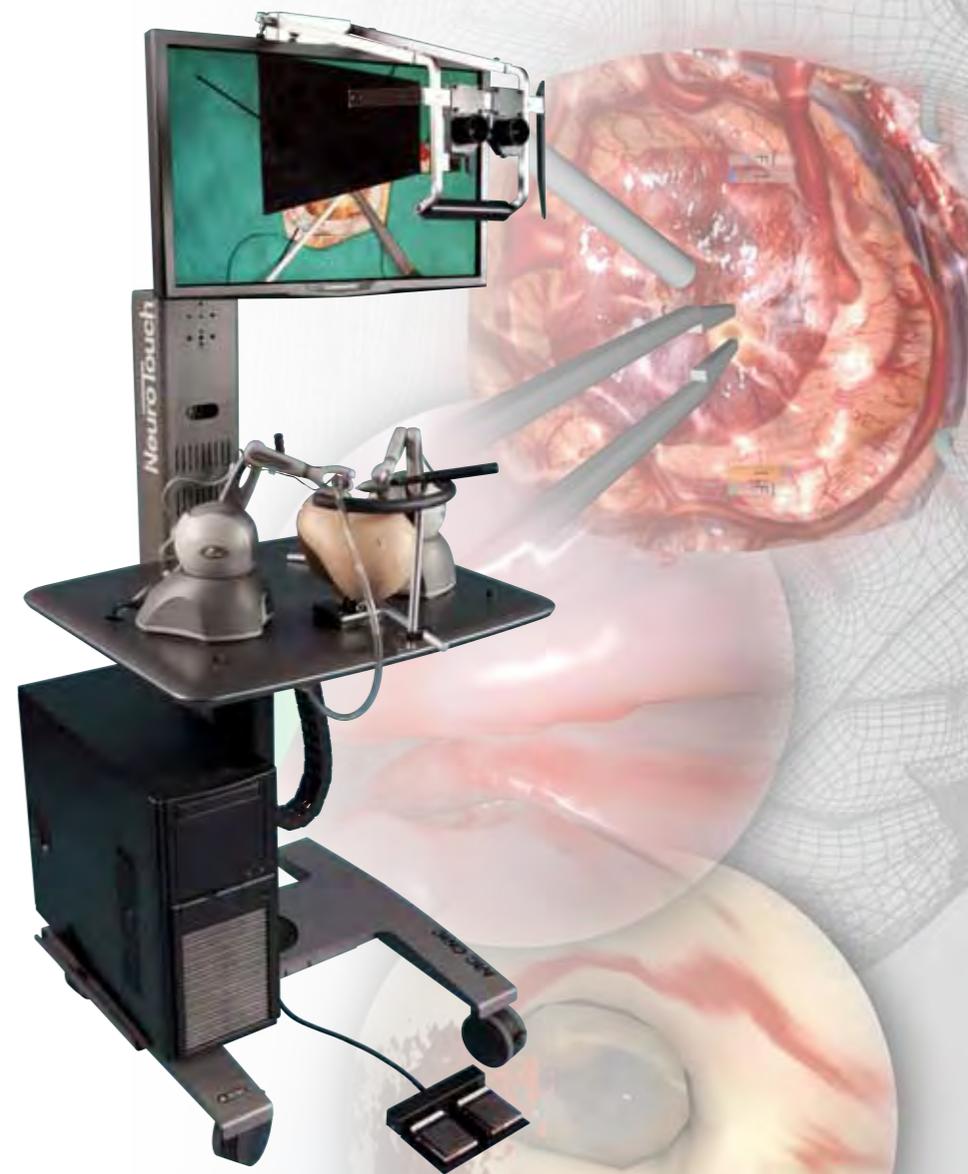
Рабочее место курсанта оснащено операционным микроскопом Carl Zeiss, компьютером, симулятором хирургических ран, симулятором экстренных состояний

Литература

1. Aggarwal R, Darzi A. Organising a surgical skills centre. *Minim Invasive Ther Allied Technol* 2005;14:275-9
2. Malone HR, Syed ON, Downes MS, D'Ambrosio AL, Quest DO, Kaiser MG. Simulation in neurosurgery: a review of computer-based simulation environments and their surgical applications. *Neurosurgery*. 2010 Oct;67(4):1105-16.
3. Lemole M. Virtual reality and simulation in neurosurgical education. *XIV World Congress Of Neurological Surgery*. 2009
4. Kockro RA, Stadie A, Schwandt E, Reisch R, Charalampaki C, Ng I, et al. A collaborative virtual reality environment for neurosurgical planning and training. *Neurosurgery* 2007;61:379-91
5. Goble J, Hinckley K, Snell J, Pausch R, Kassell N. Two-handed spatial interface tools for neurosurgical planning. *IEEE Comput* 1995;20
6. Hinckley K, Pausch R, Downs JH, Profott D, Kassell NF. The prop-based interface for neurosurgical visualization. *Stud Health Technol Inform* 1997;39:552-62
7. Albani JM, Lee DI. Virtual reality-assisted robotic surgery simulation. *J Endourol* 2007;21:285-7.
8. Ford E, Purger D, Tryggestad E, McNutt T, Christodouleas J, Rigamonti D, et al. A virtual frame system for stereotactic radiosurgery planning. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;72:1244-9.;
9. Riva G. Applications of virtual environments in medicine. *Methods Inf Med* 2003;42:524-34
10. Горшков М.Д. Симуляционный тренинг и сертификация в хирургии // Материалы Совещания главных W Российской Федерации, 13 февраля 2012, Москва

Реклама

Виртуальный тренажер отработки нейрохирургических вмешательств на головном мозге NeuroTouch, Канада



www.virtumed.ru