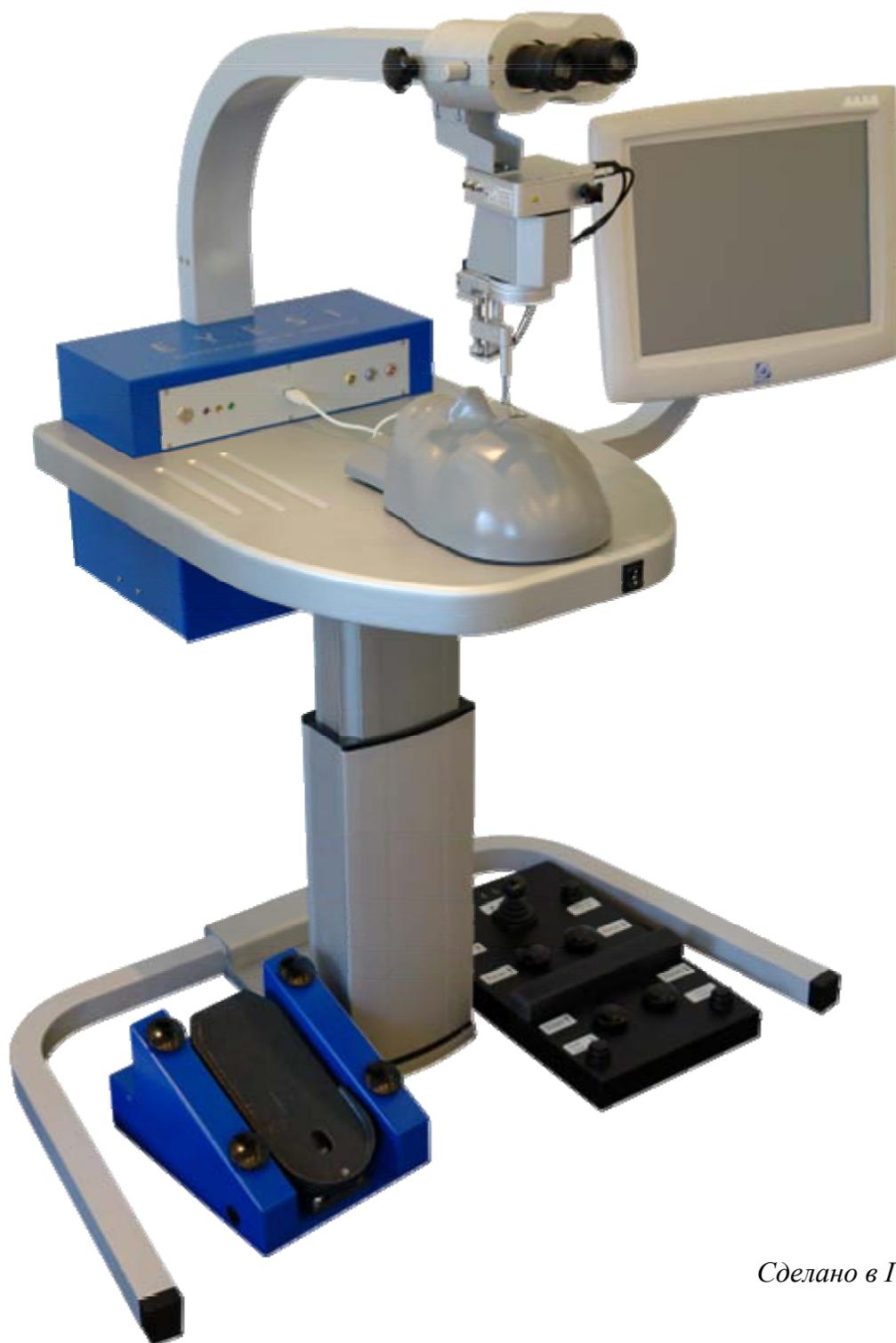


EYESI – Офтальмохирургический виртуальный симулятор



Сделано в Германии

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| <i>Почему Виртуальная Реальность?</i> | 3 |
| <i>Как это работает?</i> | 3 |
| <i>Какие вмешательства?</i> | 3 |
| <i>Что это дает?</i> | 4 |
| УСТРОЙСТВО ВИРТУАЛЬНОГО СИМУЛЯТОРА EYESI | 4 |
| <i>Интуитивное управление системой при помощи сенсорного экрана</i> | 4 |
| <i>Обучение на симуляторе EYESI</i> | 4 |
| <i>Реалистичные микрохирургические инструменты</i> | 5 |
| <i>Алгоритмы биомеханической симуляции</i> | 5 |
| <i>Объективная оценка умения</i> | 5 |
| <i>Маска и модель глаза</i> | 5 |
| <i>Стерео Микроскоп</i> | 5 |
| <i>Ножная педаль для микроскопа и инструментов</i> | 6 |
| <i>Регулируемый по высоте "операционный" стол</i> | 6 |
| <i>Возможность подключения Интранета и Интернета</i> | 6 |
| <i>"Включи-и-Работай"</i> | 6 |
| <i>Оptionальная система BIOM/SDI</i> | 6 |
| <i>Гибкость за счет модульности</i> | 6 |
| МОДУЛИ УПРАЖНЕНИЙ | 7 |
| <i>Модуль отработки навигации</i> | 7 |
| <i>Модуль антитреморных упражнений</i> | 7 |
| <i>Навык работы зажимом</i> | 7 |
| <i>Модуль Витрэктомии</i> | 8 |
| <i>Отсепаровка внутренней пограничной мембраны</i> | 8 |
| <i>Модуль отсепаровки эпиретинальной мембраны</i> | 8 |
| <i>Модуль Заднего гиалоида</i> | 8 |
| <i>Лазер-коагуляция</i> | 8 |
| <i>Тренинг Анти-Тремор Катаракта</i> | 9 |
| <i>Работа зажимом</i> | 9 |
| <i>Капсулорексис</i> | 9 |
| <i>Учебная факоэмульсификация</i> | 10 |
| ПРЕИМУЩЕСТВА | 10 |
| <i>Сочетание реалистичности обучения с безопасностью для пациента</i> | 10 |
| <i>Преимущества перед тренингом на глазах лабораторных животных</i> | 10 |
| <i>Без риска для пациента освоение сложного навыка</i> | 11 |
| <i>Дидактические материалы и система автоматических подсказок</i> | 11 |
| <i>Легко, удобно, доступно, эффективно</i> | 11 |
| <i>Документирование роста уровня практических хирургических навыков</i> | 12 |
| <i>Возможна объективная оценка уровня навыков курсанта</i> | 12 |
| <i>Хирургическая помощь – изо дня в день на высочайшем уровне</i> | 12 |

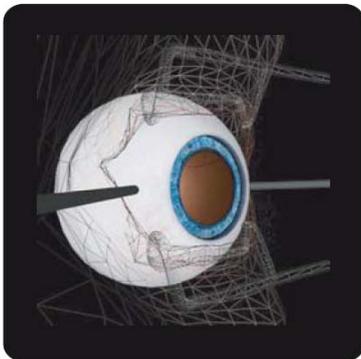
ВВЕДЕНИЕ

Почему Виртуальная Реальность?



Офтальмохирургия требует высокого профессионального мастерства, которое приобретается годами практики. Однако нельзя допустить, чтобы в ходе обучения от неумелых действий начинающих хирургов страдали реальные пациенты. Симуляторы виртуальной реальности обеспечивают отработку тех практических навыков, которые по этическим или экономическим соображениям не поддаются освоению в реальной ситуации. Как нельзя позволить пилоту разбить "для тренировки" два-три десятка самолетов, так и недопустимо дать хирургу "набить руку" на его первой сотне-другой пациентов!

Как это работает?



Виртуальный симулятор представляет собой имитацию рабочего места офтальмохирурга. На операционном столе, регулируемом по высоте, лежит маска с моделью глаза. Через две «склеротомии» вводятся разнообразные микроинструменты, кончики которых становятся видны в бинокулярный микроскоп. Это происходит благодаря высокоскоростной компьютерной графике, которая в режиме реального времени воспроизводит сгенерированное изображение тканей глаза и инструментов. В ходе выполнения «вмешательства» ткани глаза адекватно реагируют на манипуляции курсанта – возникновением кровотечения, отека, разрыва, помутнения и т.п. Это же изображение дублируется на плоском сенсорном экране, при помощи которого также осуществляется все управление виртуальным симулятором. Помимо стандартного стерео микроскопа с ножным управлением в распоряжении хирурга находится имитация широкоугольной бесконтактной системы наблюдения BIOM/SDI для витреоретинальной хирургии, набор инструментов для хирургии переднего и заднего отделов глаза, эндолазер, факоэмульсификатор и витреотом, что позволяет осваивать работу на этих современных глазных аппаратах. Подробнее см. раздел «Устройство».

Какие вмешательства?



Симулятор может быть укомплектован маской и набором инструментов для отработки хирургии сетчатки и стекловидного тела либо для освоения хирургии катаракты. Каждый из хирургических интерфейсов дополняется компьютерными программами для отработки набора упражнений. В хирургии катаракты предусмотрены модули: упражнение Анти-Тремор, работа зажимом, капсулорексис и факоэмульсификатор. Для витреоретинальных вмешательств это отработка интраокулярной навигации, работа зажимом, витрэктомия, упражнения на устранение тремора, отсепаровка внутренней пограничной мембраны, отсепаровка эпиретинальной мембраны, задний гиалоид и лазерная коагуляция. Подробнее см. раздел «Модули упражнений».

Что это дает?

Использование виртуальной образовательной системы EYESI в обучении офтальмохирургии имеет множество преимуществ:



- Реалистичное обучение без риска для пациента.
- Длительность учебного процесса не ограничена
- Расписание курса не зависит от работы оперблока и свободного времени у хирурга-наставника.
- Количество повторов неограниченно. Можно отрабатывать вмешательство сколь угодно долго и много, не зависимо от наличия в клинике пациентов.
- Более редкие вмешательства отрабатываются столь же эффективно, как и распространенные. Однобокий клинический опыт может быть дополнен виртуальными тренировками.
- Молодой хирург, уже первоначально освоившийся с микрохирургической техникой в виртуальной реальности, не будет испытывать такого стресса при своих первых реальных вмешательствах.
- Не требуется присутствие преподавателя – курсант следует указаниям компьютерной системы, выполняет упражнения, получает оценку и исправляет возникающие по ходу действий замечания.
- Объективная оценка действий курсанта, детализированный анализ уровня хирургического мастерства, возможность проведения тестирования, сертификации, экзаменов.



Устройство виртуального симулятора EYESI

Интуитивное управление системой при помощи сенсорного экрана

Сенсорный экран помогает легко задать необходимые параметры и начать учебную сессию. Никакой мыши, никакой клавиатуры. Разрешение сенсорного экрана таково, что выполняемые упражнения отображаются на нем также в превосходном качестве. Это позволяет дублировать на мониторе реальное изображение с микроскопа для его коллективного просмотра, а также повторно воспроизводить выполненное задание, что важно для работы над ошибками.

Обучение на симуляторе EYESI

Компьютерная система EYESI обеспечивает интерактивный мультимедийный учебный курс, сочетая практику с теорией: информация о патологических состояниях комбинируется с фрагментами микрохирургических вмешательств. При входе в систему под административным паролем возможно редактирование учебного материала, добавление собственного текста, фото и видео.



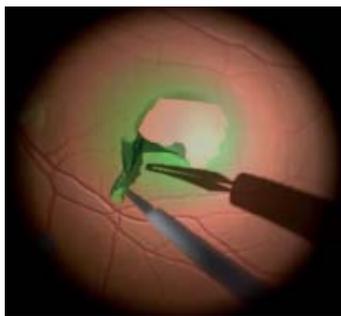


Реалистичные микрохирургические инструменты

При работе на симуляторе EYESI используются инструменты с реалистичными рукоятками. При введении в полость модели глаза кончик инструмента становится видимым в EYESI микроскопе. В ассортименте симулятора применяются различные инструменты - зажимы, каттер витреотома, пики и т.п.

Алгоритмы биомеханической симуляции

Сценарий выполнения операции не является заранее predetermined - каждое вмешательство индивидуально просчитывается компьютером в ходе его выполнения. Алгоритмы биомеханической симуляции, разработанные эксклюзивно для EYESI, обеспечивают реалистичную реакцию тканей на действия оператора. От легкого прикосновения, вследствие образования отека, сетчатка бледнеет, а если прикосновение было более агрессивным, возникает кровотечение.



Объективная оценка умения

По окончании упражнения выставляется объективная оценка - сумма баллов по различным параметрам: длительность выполнения задания, сочетание скорости и точности движений, диапазон тремора, степень повреждения тканей и пр.



Маска и модель глаза

Виртуальный пациент всегда готов к вмешательству. Инструменты вводятся в модель глаза EYESI сквозь два небольших отверстия, имитирующих склеротомии. Для смены направления обзора возможно вращение глаза при помощи инструментов. Глаз размещен в маске лица человека для придания большего реализма тактильным ощущениям в ходе операции.



Стерео Микроскоп

Графика хирургической сцены в режиме реального времени генерируется компьютером и воспроизводится в микроскопе EYESI. Использование самых новейших технологий в области цифрового воспроизведения изображения гарантирует его выдающееся качество. Изображения отдельно рассчитываются для правого и левого глаза хирурга, обеспечивая превосходную стереоскопическую "микроскопию". Сходство изображения в микроскопе системы EYESI с реальным просто поразительное.





Ножная педаль для микроскопа и инструментов

Во время выполнения симуляции все необходимые функции микроскопа и инструментов контролируются при помощи двух отдельных ножных педалей: для микроскопа и для дополнительной аппаратуры (витреотом, факоэмульсификатор, лазер). Педалью управляют такие функции микроскопа, как фокусировка, перемещение в пространстве, зум. Инструментальная педаль контролирует скорость витреотомии и/или вакуум инструмента витреотома.



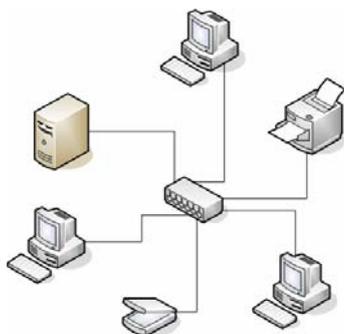
Регулируемый по высоте "операционный" стол

Подобно реальной операционной стол регулируется по высоте, "пациент" лежит лицом кверху. Регулировка позволяет придать рукам оператора удобное, привычное для него положение.

Возможность подключения Интранета и Интернета

EYESI снабжен сетевыми интерфейсами, которые обеспечивают различные сетевые функции. При работе в режиме "мастер-помощник", мастер-станция может быть использована для контроля за инструментами на других компьютерах в демонстрационных целях. Оценочная ведомость может отображаться на всех взаимосвязанных терминалах,

а при отработке сценария классной комнаты, каждый вошедший в сеть под определенным именем обнаружит свои индивидуальные настройки.



"Включи-и-Работай"

Использование системы EYESI интуитивно, как и несложна ее подготовка к работе. Просто надо включить систему в сеть и можно начинать работать. А после окончания работы - достаточно ее выключить из сети!

Опциональная система BIOM/SDI

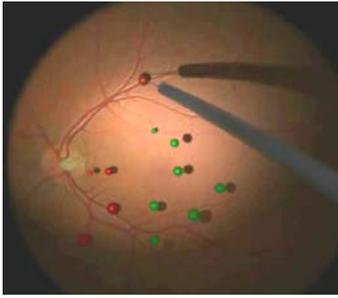
Микроскоп симулятора EYESI может быть дополнительно оборудован широкоугольной бесконтактной системой наблюдения BIOM/SDI для витреоретинальной хирургии, что обеспечивает еще больший реализм виртуального вмешательства. Создается полная иллюзия работы на настоящем высокотехнологичном операционном микроскопе.



Гибкость за счет модульности

Для отработки хирургии сетчатки и стекловидного тела виртуальный симулятор EYESI комплектуется витреоретинальным хирургическим интерфейсом. Отработка же навыков хирургии катаракты идет при помощи, соответственно, катарактального хирургического интерфейса. Оба интерфейса присоединяются к одной и той же платформе. Их смена занимает считанные секунды. Таким образом, возможно приобретение симулятора, снабженного как обоими интерфейсами, так и любого из двух по выбору заказчика.





Модули упражнений

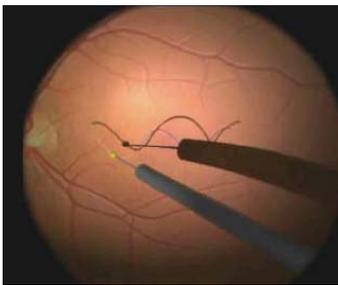
Модуль отработки навигации

Модуль отработки навигации обучает технике работы микроинструментами внутри глаза под контролем микроскопа. В ходе упражнения необходимо перемещать кончик иглы, попадая в несколько небольших целей. Распределение целей и их размер могут меняться в зависимости от сложности модуля.

Также происходит отработка навыка управления осветителем для использования тени в качестве ориентира, избегая при этом световой интоксикации сетчатки. Микроскоп управляется ножной педалью. Овладение навыками фокусировки, зума, перемещения в пространстве с удержанием зоны вмешательства в поле зрения.

В ходе выполнения упражнения возможно возникновение осложнений: кровотечение сетчатки или развитие катаракты при случайном ее прикосновении.

"Удивительно, насколько быстро забываешь, что это всего лишь симуляция. Повреждение сетчатки вызывает настоящее беспокойство!"



Модуль антитреморных упражнений

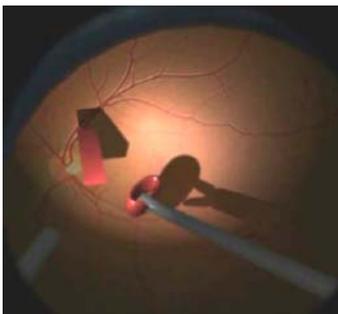
В микрохирургии большое значение имеют точные движения инструментов, например, при работе в непосредственной близости от сетчатки, в макулярной зоне, при выполнении отсепаровки внутренней пограничной мембраны. Данная группа упражнений позволяет отработать контроль за инструментами и высокую точность их движений.

Задача в том, чтобы следовать заданной траектории в полости глаза кончиком иглы. Также, на определенных уровнях модуля требуется подталкивать сферу вдоль заданной траектории. На других - сфера движется и ей необходимо точно следовать. Чем длиннее траектория, тем сложнее удерживать кончик иглы внутри допустимой зоны. После выполнения задания компьютером выставляется объективная оценка с учетом точности движения инструмента и амплитудой его тремора.

Навык работы зажимом

Упражнение освоения навыка работы зажимом предполагает манипуляцию ригидным инородным телом в полости глаза. При этом в упражнении используются два инородных тела, одно из которых требуется ввести вовнутрь другого. Упражнение позволяет освоиться в ограниченном пространстве.

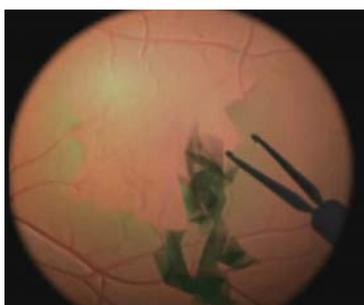
В реальных вмешательствах также часто возникает задача ориентировки инородного предмета в полости глаза - либо для его извлечения через разрез в склере, либо для удобного рассечения на отдельные фрагменты.





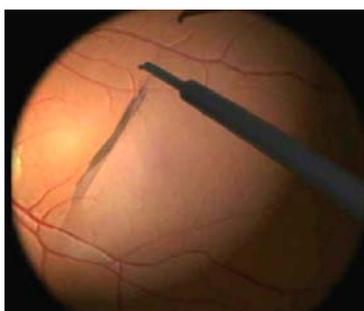
Модуль Витрэктомии

В ходе выполнения упражнений данного модуля происходит знакомство с Витреотомом. Выполнение настройки параметров аппарата. Наблюдение за эффектом высокой/низкой частоты и высокого/низкого вакуума при взаимодействии с небольшими объектами, удаляемыми при помощи витреотома.



Отсепаровка внутренней пограничной мембраны

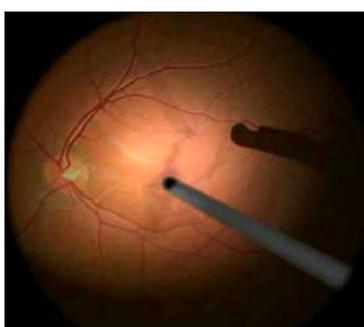
Отсепаровка внутренней пограничной мембраны выполняется в ряде вмешательств по поводу ретиальной патологии - в хирургии макулярной области, при макулярном отеке и т.п. Упражнение знакомит курсанта с техникой ИЦЗ-ассистированной отсепаровки (ИЦЗ - индоцианин зеленый). Для отсепаровки применяется зажим с захватывающими рабочими браншами.



Модуль отсепаровки эпиретинальной мембраны

Модуль дает цельное представление о данном вмешательстве, выполняемое, например, при диабетической ретинопатии или эпиретинальном глиозе.

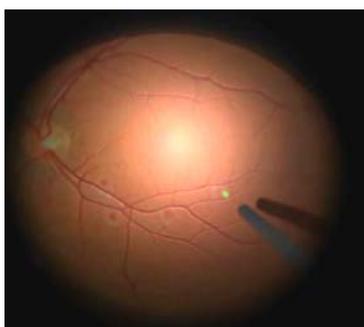
Для удаления мембран предоставляется возможность выбора среди большого разнообразия инструментов: зажимов, ножниц, пик, витреотома. Также возможны различные доступы к сетчатке для отсепаровки от нее мембраны. В списке осложнений есть повреждение сетчатки, перфорации, кровотечения.



Модуль Заднего гиалоида

Задняя гиалоидная мембрана представляет собой промежуточный слой между стекловидным телом и окружающей тканью. Это уплотнение коллагеновых волокон стекловидного тела и базальной пластины прилегающих ресничных эпителиальных клеток Мюллера. Разъединение заднего гиалоида от внутренней пограничной мембраны, которое клиницистами определяется как состояние задней отслойки стекловидного тела (posterior vitreous detachment - PVD), является, как правило, последним этапом витрэктомии.

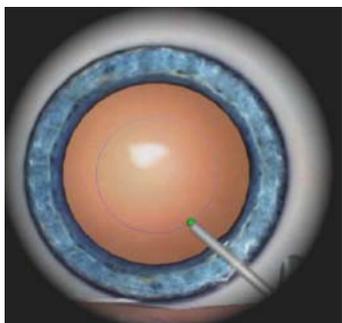
В учебном модуле описываются различные хирургические приемы. Наиболее часто используемыми являются аспирация заднего гиалоида при помощи гибкой силиконовой канюли или непосредственно при помощи витреотома.



Лазер-коагуляция

Модуль лазерной коагуляции предназначен для обучения настройки параметров и правильному использованию эндолазера. Несколько ретиальных перфораций должны быть фиксированы с помощью эндолазера.

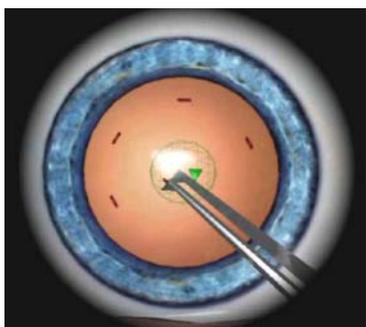
Изначально должны быть правильно выбраны параметры прибора и лазер должен быть активирован. Кровеносные сосуды не должны быть затронуты лазерным лучом, а избыточная лазерная энергия, длительно приложенная к одной точке, активирует сигнал тревоги. Система цветовых подсказок помогает выбрать область перфорации и указывает на ошибочные зоны коагуляции.



Тренинг Анти-Тремор Катаракта

Хирургия катаракты представляет собой набор сложных движений и маневров, необходимых выполнить в малом пространстве - в переднем отрезке глаза. Таким образом, контроль тремора является одним из главных базовых навыков.

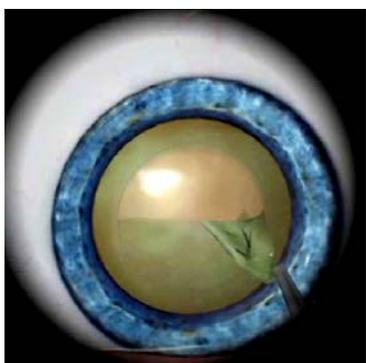
Целью упражнения является отработка контроля тремора в ходе вмешательств на переднем сегменте. Упражнение заключается в том, чтобы подхватить кончиком иглы маленький пузырь и провести его вдоль указанной траектории. Пузырь способен двигаться лишь вдоль данной траектории и будет следовать кончику иглы лишь в том случае, если он расположен очень близко. Малое пространство передней камеры и отсутствие трехмерного восприятия еще больше осложняет задачу. С правой стороны экрана индикатор показывает вертикальную позицию кончика инструмента. Индикатор становится красным, когда инструмент подходит критически близко к роговице или хрусталику. На более высоких сложных уровнях такой индикатор отсутствует.



Работа зажимом

Аккуратная работа и точные движения зажимом (пинцетом) в малом объеме передней камеры являются весьма важными. Данный модуль помогает отработать эффективную работу зажимом, без касания капсулы хрусталика или эндотелия роговицы.

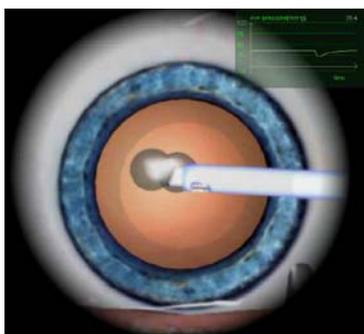
Для выполнения упражнения требуется подхватить зажимом искусственные объекты, рассредоточенные в различных частях передней камеры и собрать их в указанной зоне. Сложность заключается в том, чтобы избежать прикосновения к хрусталику или роговице и при этом оказывать минимально возможное давление на зону разреза. Выполнение этих упражнений вырабатывает у курсанта пространственную ориентацию в передней камере



Капсулорексис

Капсулорексис - это сложный маневр, требующий интенсивной отработки навыка. Перед курсантом ставится задача выполнить капсулорексис в малом объеме передней камеры глаза в различных условиях, не касаясь радужки или роговицы, оказывая при этом минимально возможное давление на зону разреза.

До начала манипуляции в глаз для стабилизации переднекамерного давления при помощи канюли вводится вискоэластик. Первоначальный капсулярный разрез уже выполнен и уже видны два искусственных лоскута. Это позволяет выполнять капсулорексис по часовой и против часовой стрелки. На начальных,

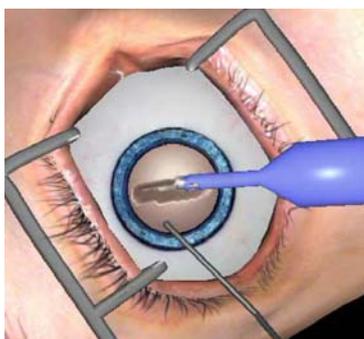


легких уровнях имеется визуальная циркулярная подсказка, диаметр которой меняется по мере усложнения задачи. Капсулярный разрыв, который уходит вне поля зрения обозначается красным миганием глаза.

Учебная факоэмульсификация

С технической точки зрения факоэмульсификатор среди всех аппаратов для глазной микрохирургии является одним из наиболее сложных устройств. Чтобы его эффективно использовать, необходимо четко понимать функциональность данного устройства и владеть его различными режимами.

Учебный модуль позволяет освоить работу фако-аппарата на разных его режимах. Твердость объектов повышается по мере усложнения уровня, показывая, насколько сложным может оказаться факоэмульсификация твердой ткани без нанесения случайной ультразвуковой травмы.



ПРЕИМУЩЕСТВА

Сочетание реалистичности обучения с безопасностью для пациента.

Требуется много времени для приобретения опыта в офтальмохирургии. Как и в обучении пилотов, Виртуальная Реальность может значительно ускорить процесс обучения. В симуляторах полётов летчики обучаются не только летать, но и справляться с критическими ситуациями без риска для пассажиров. Тогда как в прежние времена недостаточная мощность компьютеров тормозила развитие симуляторов в области медицины, в наши дни их возможности все более и более впечатляют! Так, в абдоминальной хирургии используется более дюжины разнообразных виртуальных систем, созданных по всему миру.

“Обучение в виварии далеко от реальности, а обучение в операционной далеко от гуманизма!”



Преимущества перед тренингом на глазах лабораторных животных.

Начинающий хирург может для отработки базовых хирургических навыков использовать трупный материал либо лабораторных животных. Однако такого рода тренинг реалистичен до определенных пределов! Глаза свиней плохо сопоставимы по анатомии с человеческими и абсолютно лишены важных человеческих патологий. При помощи симулятора EYESI может быть воспроизведен широчайший спектр заболеваний глаза. Их список постоянно пополняется и система в любой момент может быть обновлена новыми модулями. Патологии, которые недоступны на глазах лабораторных животных, могут быть

виртуально воссозданы в компьютерном симуляторе и служить объектом хирургических занятий!

“Удобство, неограниченное количество подходов, любой учебный график - хоть 24 часа в сутки ... чего еще больше можно желать!?”



Без риска для пациента освоение сложного навыка.

Поскольку отработка навыков на трупах или лабораторных животных не отвечает требованиям учебного процесса, курсанты переносят свои занятия в реальную операционную, где объектом их учебных упражнений становятся живые пациенты. Это, несомненно, сказывается на их безопасности, на уровне осложнений. Отсутствие наработанных навыков в лечении редко встречающейся патологии заставляет переадресовывать пациентов в специализированные центры. Система EYESI обеспечивает реалистичную отработку оперативного пособия даже редко встречающихся патологий глаза. Кроме того, реакция тканей, развитие интраоперационных осложнений - все это напрямую связано с действиями курсанта.

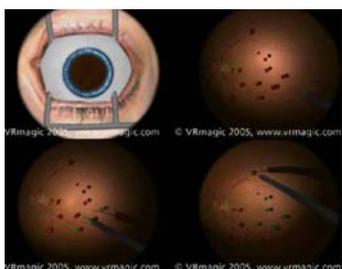
“С помощью данной системы можно минимизировать как риски, связанные с обучением наших курсантов на реальных пациентах, так и тот стресс, который они испытывают, проводя интраокулярные вмешательства без должного опыта и навыков...”



Дидактические материалы и система автоматических подсказок.

Система EYESI обеспечивает мультимедийную информацию в соответствии с тренировочными заданиями. Администратор курса может присоединить также свои собственные видеоклипы, добавить текстовые комментарии, объясняющие специфические требования к действиям курсанта непосредственно в данный момент выполнения задания. Это позволяет объединить задачи теоретического образования с практическими упражнениями, экономить время как преподавателя, так и все операционной бригады.

“... Повторять по сто раз одну и ту же фразу человеку нелегко. Для киберучителя же это ничего не стоит - он готов давать одно и то же предостережение многократно, стоит лишь курсанту выйти за зону безопасного манипулирования ...”



Легко, удобно, доступно, эффективно.

Процесс обучения зависит от множества факторов - расписание операций, поток пациентов, график отпусков преподавателей ... При помощи встроенного дидактического материала и неограниченного числа подходов к выполнению задания система EYESI обеспечивает многократное повышение эффективности практического тренинга в глазной клинике.



“Не зная перерывов на обед, на смену пациента, на генеральную уборку - виртуальная система EYESI готова в любой момент предоставить в распоряжение курсанта операционное поле с нужной патологией...”

Документирование роста уровня практических хирургических навыков.

Каждое учебное вмешательство, выполненное курсантом, можно затем повторно воспроизвести. Каждое его действие во время выполнения задания оценивается. Все эти данные хранятся в памяти компьютера и могут быть использованы для оценки успеваемости, сертификации навыков курсанта, итоговой аттестации.

“Особую пользу приносит самооценка - когда повторно наблюдаешь на экране монитора за своими же действиями, учишься на своих же ошибках...”



Возможна объективная оценка уровня навыков курсанта.

При помощи тренажера EYESI можно объективно проверить уровень хирургической квалификации! Система предоставит объективный и детализированный анализ уровня хирургического мастерства, что позволит сфокусировать усилия на конкретном навыке, умении, этапе. Зная объективный уровень квалификации опытных хирургов, при помощи симулятора EYESI можно проводить тестирование потенциальных кандидатов на должность, проводить сертификацию или экзамены.

“Уровень практических навыков можно косвенно оценить по ряду объективных показателей, которые легко поддаются цифровой оценке - траектория движения инструмента, тремор, скорость, точность и т.д. Все эти показатели, в целом, создают объективную и точную картину индивидуальной квалификации микрохирурга...”



Хирургическая помощь – изо дня в день на высочайшем уровне.

Система EYESI обеспечивает реалистичную обучающую среду, а ее легко реализуемые функции документирования и сертификации обеспечивают на постоянной основе тренинг хирургов, поддерживая их тем самым в постоянной отличной профессиональной форме.

“Одно и то же вмешательство может быть отработано десятки или сотни раз - и теперь даже самые редкие патологии хирург встречает с уверенностью старого знакомого...”