

КОНСТРУКТИВНАЯ ВАЛИДНОСТЬ СИМУЛЯЦИОННЫХ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ «ХИРУРГИЧЕСКИЙ ПИНЦЕТ» И «АНТИТРЕМОР НА ПЕРЕДНЕМ ОТРЕЗКЕ»

Сравнение резидентов и практикующих хирургов

Майкл А. Мар, (MD), Дэвид О. Ходж (MS)

Отделение офтальмологии, Мэйо Клиник, Рочестер, Миннесота, США

Construct validity of anterior segment anti-tremor and forceps surgical simulator training modules.

Attending versus resident surgeon performance

Michael A. Mahr, MD, David O. Hodge, MS

Department of Ophthalmology, Mayo Clinic, Rochester, Minnesota, USA

The purpose of the present study was to compare the performance of the anterior segment forceps and anti-tremor training modules of the EYESi surgical simulator by residents and experienced attending surgeons using the simulator for the first time. Twelve residents (4 per year) in the Mayo Clinic ophthalmology residency program and 3 experienced anterior segment surgeons participated. Each participant completed a total of 20 task trials on the EYESi forceps and anti-tremor level 4 training modules. Thus, the 15 participants completed a total of 300 task trials. The EYESi surgical simulator anterior segment forceps and anti-tremor modules showed significant ($P < .05$) construct validity.

РЕФЕРАТ СТАТЬИ (полный текст – см. на следующей странице)

ЦЕЛЬ: Сравнить качество выполнения упражнений, направленных на отработку навыков операций с использованием хирургического пинцета, и упражнений для снижения тремора рук врачами-резидентами и опытными практикующими врачами при работе впервые на тренажере АЙЗИ.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Отделение офтальмологии клиники Мэйо, г.Рочестер, штат Миннесота, США.

МЕТОДЫ: В исследовании принимали участие 12 хирургов-резидентов (по 4 с каждого курса резидентуры), проходящие резидентуру в офтальмологическом отделении клиники Мэйо, а также 3 опытных хирурга-офтальмолога, специализирующиеся на операциях на переднем отрезке глаза. Каждый участник выполнил всего по 20 упражнений, которые включали упражнения на тренажере АЙЗИ в рамках модулей «операции с хирургическим пинцетом» и «снижение тремора рук» 4 уровня. Таким образом, всего в исследовании приняли участие 15 хирургов, которые вместе выполнили на тренажере 300 упражнений.

РЕЗУЛЬТАТЫ: При выполнении упражнений в рамках модуля «операции с хирургическим пинцетом» опытные хирурги набрали значительно большее общее количество баллов ($P = .03$), показали меньшее общее время выполнения упражнений ($P = .007$), меньшее время нахождения инструментов в тканях глаза ($P = .006$).

При выполнении упражнений на снижение тремора рук опытные хирурги набрали значительно большее общее количество баллов ($P = .02$), показали меньшее общее время выполнения упражнений ($P = .04$), меньшее время нахождения инструментов в тканях глаза ($P = .02$). Кроме того, анализ ошибок свидетельствует о том, что опытные хирурги выполнили упражнения на снижение тремора рук на 76% более точно, чем резиденты ($P = .03$). Первые два упражнения в рамках обоих учебных модулей были выполнены менее качественно ($P < .05$) по всем параметрам, кроме следующих показателей: 1) сила нажима при разрезе для модуля на снижение тремора рук, 2) %ошибок, 3) средняя степень тремора рук.

Диапазон различий между результатами выполнения упражнений каждым опытным хирургом менее выраженный, чем у резидентов, в отношении обоих учебных модулей: модуля «хирургический пинцет» ($P = .05$) и модуля «анти-тремор рук» ($P = .03$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Учебные модули «хирургический пинцет» и «анти-тремор рук» на хирургическом тренажере АЙЗИ для отработки навыков операций на переднем отрезке глаза являются адекватными для отработки и оценки соответствующих навыков ($P < .05$).

(J Cataract Refract Surg 2008; 34:980–985 Q 2008 ASCRS and ESCRS)

АКТУАЛЬНОСТЬ

Первоначально тренажер АЙЗИ был создан как витреоретинальный хирургический тренажер (упражнения на заднем отрезке глазного яблока). Было установлено, что упражнение на отслаивание пограничной мембраны в заднем отрезке глаза является конструктивно валидным (адекватным для тренировки и анализа соответствующих навыков), и опытные хирурги допускают меньше ошибок при выполнении этого упражнения, в сравнении с новичками.

Изобретения в области программного и аппаратного исполнения тренажера позволили включить в тренажер учебные модули по отработке навыков операций на переднем отрезке. Они включают: упражнения с использованием хирургического пинцета, упражнения на снижение тремора рук при выполнении операций, капсулорексис, фактоэмульсификацию.

В рамках резидентуры в офтальмологических отделениях постоянно ведется поиск новых безопасных и эффективных решений и методов обучения, оценки и документирования компетенций хирургов-резидентов. С точки зрения обучающих программ в рамках ординатуры и аспирантуры коммерчески доступные хирургические симуляторы-тренажеры представляют огромный потенциал для достижения этих целей.

Тренажер АЙЗИ позволяет многократно выполнять и измерять качество выполнения стандартных хирургических упражнений, заданных инструктором. Программный и хирургический интерфейсы тренажера позволяют измерять и непрерывно записывать значения по контрольным показателям, на основе которых дается оценка хирургу по четырем следующим параметрам: эффективность работы хирурга, достижение цели операции, хирургические ошибки / повреждения тканей, обучение в течение выполнения упражнения (Руководство по эксплуатации офтальмохирургического тренажера АЙЗИ).

Чтобы адекватно оценить потенциал и эффективность учебных модулей «хирургический пинцет» и «анти-тремор» при выпол-

нении операций на переднем отрезке глаза для обучения хирургов и оценки компетенций, мы стремились оценить их конструктивную валидность.

УЧАСТНИКИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием тренажера АЙЗИ (программное обеспечение версии 2.2), доступного для приобретения, патентованного устройства, предназначенного для имитации хирургии глаза и оборудованного необходимым программным и хирургическим интерфейсом (Рис. 1).

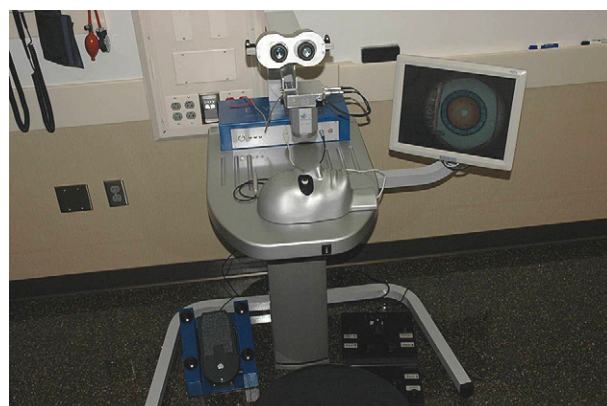


Рис. 1. Хирургический симулятор АЙЗИ.

Слева - многофункциональная педаль ногового управления факто-аппаратом и витректором, справа – педаль управления микроскопом, а также сенсорный контрольный экран. Виртуальный микроскоп позволяет получить стереоскопический вид; в набор тренажера входят две взаимозаменяемые головы с моделью глаза, укрепленные на платформе, положение которой можно регулировать.

В комплект тренажера входит стереомикроскоп с ножным управлением, набор инструментов соответствующего размера и формы, которые могут виртуально имитировать различные хирургические инструменты, две «головы» для выполнения упражнений на переднем и заднем отрезках глаза с моделью глаза, который при манипуляциях хирурга движется и поворачивается так же, как настоящий глаз. Программное и аппаратное обеспечение позволяют постоянно отслеживать положение кончиков инструментов в тканях глаза и переносит это на экран в виде виртуального

изображения глаза и внутриглазных тканей. Панель инструктора позволяет следить за выполнением упражнения в реальном времени, делать и пересматривать видеозапись упражнений, изменять настройки инструментов (например, настройки фако-аппарата или витректора), просматривать и загружать в программный интерфейс тренажера результаты выполнения аналогичных операций, выполненных ранее отдельным хирургом или группой.

В исследовании принимали участие 12 врачей-офтальмологов (по 4 с каждого курса обучения), проходящие ординатуру в клинике Мэйо, а также 3 опытных хирурга-офтальмолога, специализирующиеся на операциях на переднем отрезке глаза. Это исследование было одобрено комиссией клиники Мэйо, и было получено устное согласие каждого участника исследования.

Все упражнения в рамках исследования выполнялись участниками один раз. Участие в данном исследовании было первым опытом работы с учебными модулями «хирургический пинцет» и «снижения тремора рук» на тренажере АЙЗИ для всех участников, за исключением небольшого предыдущего опыта использования в демонстрационном режиме для оценки целесообразности покупки.

В рамках модуля «операции с хирургическим пинцетом на переднем отрезке глаза» задача хирурга – захватить 6 объектов, расположенных по периферии передней камеры глаза, и поместить их в выделенную область в центре (Рис. 2). Качество выполнения упражнения оценивается по таким параметрам, как время выполнения задания, ятрогенные повреждения роговицы и/или хрусталика, степень усилия сжатия, процент успешного выполнения упражнения.

Цель учебного модуля «хирургический пинцет» - тренировать умение захватить пинцетом отделенную часть передней капсулы хрусталика при капсулорексисе, не сместив при этом положения глаза и не повредив роговицу и хрусталик.

В рамках модуля «антитремор» (снижение тремора рук при операциях на переднем отрезке глаза) задача хирурга переместить небольшой шарик на поверхности передней капсулы точно по кругу (Рис. 3).

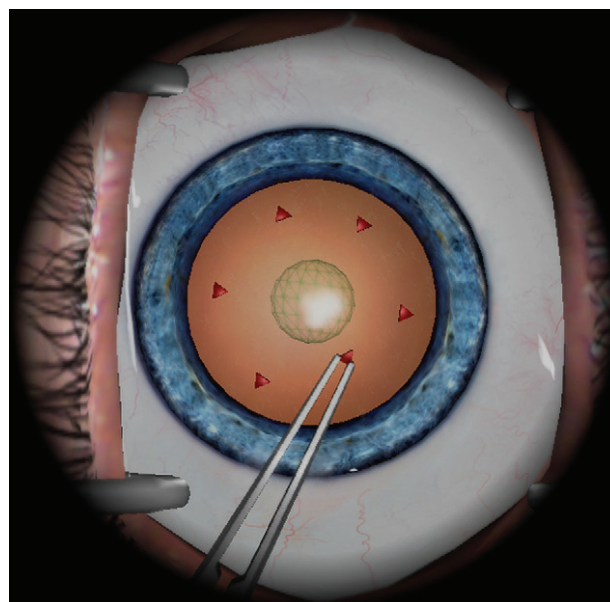


Рис. 2. Модуль «операции с использованием хирургического пинцета» на хирургическом тренажере АЙЗИ. Цель упражнения – с помощью виртуального пинцета переместить 5 объектов с периферии передней камеры в выделенную центральную область передней камеры.

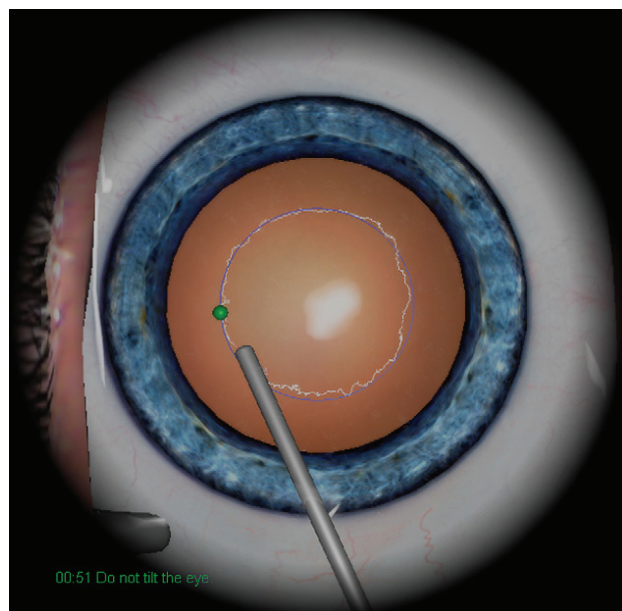


Рис. 3. Модуль «антитремор» на хирургическом виртуальном тренажере АЙЗИ.

Упражнения считаются выполненными качественно, если отклонение от намеченной траектории является очень незначительным (меньше миллиметра), а также при минимальной силе нажима и минимальном повреждении хрусталика и роговицы.

Цель этого модуля – развивать и оценивать способность хирурга выполнить капсулорексис по максимально ровной круговой линии, не сместив при этом положения глаза и не повредив роговицу и хрусталик.

Задача упражнения – переместить шарик по часовой стрелке на 360° по кругу (синему кольцу). Траектория движения инструмента хирурга показана белой линией. В левом нижнем углу показывается предупреждение «не смещать положение глаза».

В интересах исследования шарик при выполнении этого упражнения необходимо двигать по часовой стрелке.

Формат исследования был одинаковым для всех участников исследования, все упражнения контролировались одним инспектором (М.А.М.). Все участники были предупреждены о том, что необходимо избегать приема кофеина в течение 12 часов до выполнения упражнений.

Кроме того, резиденты были предупреждены о том, что результаты выполнения упражнений не будут использованы при оценке их работы и обучения как резидентов. Была записана следующая информация в отношении каждого участника: возраст, пол, праворукость / леворукость. Все упражнения в рамках исследования были выполнены в марте 2007 года.

В начале исследования все участники прошли базовое обучение по использованию тренажера, включающее настройку микроскопа, правильное положение тела при работе на тренажере, использование ножного управления. Затем, каждый врач выполнил по 1 разу упражнение по использованию пинцета уровень 1 (самый простой уровень) и упражнение по снижению тремора рук уровень 1 для того, чтобы ознакомиться с хирургическим интерфейсом

тренажера и чтобы немного ориентироваться в виртуальной среде. Результаты выполнения этих «ознакомительных» упражнений не фиксировались, и никто из участников не имел возможности получить дополнительное обучение или дополнительную тренировку по работе на тренажере, после этого было начато исследование.

Каждый участник выполнил по порядку 4 упражнения на переднем отрезке глаза: с использованием пинцета (уровень 4) для правой руки, с использованием пинцета (уровень 4) для левой руки, упражнение для снижения тремора рук (уровень 4) для правой руки, упражнение для снижения тремора рук (уровень 4) для левой руки. Каждое упражнение было выполнено 5 раз, таким образом, каждый участник выполнил всего 20 упражнений:

- 5 упражнений с пинцетом для правой руки,
- 5 упражнений с пинцетом для левой руки,
- 5 упражнений для снижения тремора рук для правой руки и
- 5 упражнений для снижения тремора рук для левой руки.

Порядок упражнений мог меняться в зависимости от того, какой рукой упражнения выполнялись в первую очередь. Задания и упражнения были одинаковы для всех участников.

Общее количество баллов, которое можно было получить за выполнение одного упражнения, - от 0 до 100. Общее количество баллов за упражнение было получено путем начисления баллов за процент успешного выполнения каждого упражнения и вычитания из этого количества баллов за определенные неточности и ошибки. Подсчет общего количества баллов за упражнение производился таким образом:

Общее количество баллов за упражнение с использованием пинцета =

- количество не перемещенных объектов (0=+100 баллов)
- превышение времени, данного на выполнение упражнения
- сила нажима при разрезе
- повреждения роговицы
- степень смещения хрусталика
- число неточных движений инструментов
- помещение или извлечение из глаза пинцета в положении с не прижатыми друг к другу концами.

Общее количество баллов за упражнение для снижения тремора рук =

- процентное количество завершённой траектории перемещения шарика (100=+100 баллов)
- превышение времени, данного на выполнение упражнения
- сила нажима при разрезе
- повреждения роговицы
- степень смещения хрусталика
- количество неточных движений инструментов
- процентное количество неточных движений вне допустимых пределов.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Каждый параметр, используемый для анализа качества выполнения упражнения и подсчёта общего количества баллов, анализировался с точки зрения различий конкретных значений по этому параметру.

Для оценки различий использовался трехфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями по 2 параметрам. Три фактора, влияющие на вариативность значений, - опыт врача (сравнение результатов резидентов и опытных хирургов), порядковый номер упражнений (от 1 до 5 для каждой руки), а также рука, которой выполнялось упражнение (левая или правая, также учитывалась леворукость/праворукость). Результаты статисти-

ческого анализа были адаптированы для множественных сравнений с помощью метода Стьюдента-Ньюмана-Кейлса. В отношении обоих учебных модулей количество неточных движений инструментов и повреждений роговицы и хрусталика было слишком мало для достоверного статистического анализа. Результаты выполнения упражнений сравнивались по параметру: порядковый номер упражнения (меньше порядковый номер – раньше выполнено упражнение) для определения возможной зависимости между очередностью упражнений и качеством выполнения упражнений. Для адаптации к множественным сравнениям эти сравнения были выполнены с использованием метода Стьюдента-Ньюмана-Кейлса.

Метод Стьюдента-Ньюмана-Кейлса также использовался для адаптации к множественным сравнениям результатов по параметру: рука, которой выполнялось упражнение, и леворукость / праворукость. Все параметры оценивались с точки зрения значительных различий ($P < .05$), обусловленных тем, какой рукой выполнялось упражнение (правой или левой), и тем, какая рука является доминантной (леворукость / праворукость). Для измерений различий по параметру опыт и квалификация хирурга сравнивались отклонения общего количества баллов для обоих модулей у опытных хирургов и резидентов. Это было выполнено путем подсчёта отклонения каждого участника и критерия суммы рангов.

Результаты представлены в виде +/-CO (стандартное отклонение).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследовании приняли участие 12 врачей-резидентов (по 4 с каждого курса обучения) и 3 опытных хирурга, специализирующиеся на операциях на переднем отрезке глаза.

В таблице 1 ниже представлены характеристики участников.



АЙЗИ

ВИРТУАЛЬНЫЙ СИМУЛЯТОР ДЛЯ ОФТАЛЬМОХИРУРГИИ



- БАЗОВЫЕ НАВЫКИ
- ХИРУРГИЯ КАТАРАКТЫ
- ВИТРЕОРЕТИНАЛЬНАЯ
ОФТАЛЬМОХИРУРГИЯ

ООО «ИНТЕРМЕДИКА»
603005, Нижний Новгород,
ул. Семашко, дом 20
тел. +7 (831) 419 62 38 (39)
факс +7 (831) 419 62 24
office@intermedica.nnov.ru



АЙЗИ - УПРАЖНЕНИЯ

Возможна индивидуальная **комплектация** виртуального симулятора: как любым из описанных ниже блоков модулей, отдельными модулями, либо полным набором упражнений.

БЛОК УПРАЖНЕНИЙ ХИРУРГИИ КАТАРАКТЫ

Контроль тремора является одним из главных базовых навыков в хирургии катаракты. Малое пространство передней камеры и отсутствие трехмерного восприятия осложняет задачу.

Модуль **работы зажимом** помогает отработать эффективную работу, без касания капсулы хрусталика или эндотелия роговицы.

Требуется 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.

Учебный модуль **факоэмульсификации** позволяет освоить работу аппарата на разных его режимах, с постепенным усложнением задач от уровня к уровню.

БЛОК ВИТРЕОРЕТИНАЛЬНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

При **отработке навигации** осваивается как техника работы микроинструментами под контролем микроскопа, так и управление осветителем и самим микроскопом – фокусировка, зум, перемещение в пространстве.

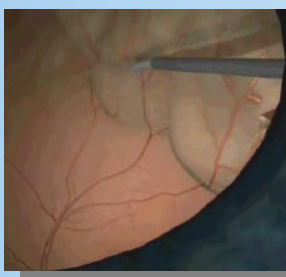
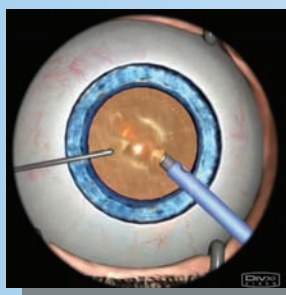
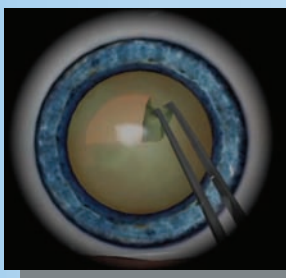
Упражнения **«анти-тремор»** позволяют отработать высокую точность движений инструментов.

Освоение навыка работы **зажимом** помогает освоиться с работой в ограниченном пространстве полости глаза.

В ходе выполнения упражнений с **витреотомом** выполняется настройка параметров аппарата, ведется наблюдение за воздействием разной частоты и вакуума при взаимодействии с удаляемыми объектами.

Ряд упражнений посвящен работе с отдельными структурами заднего отрезка глаза: **внутренней пограничной мембраной** (работа с применением техники «индоцианин зеленый»), **эпиретинальной мембраной** – как, например, при диабетической ретинопатии или эпиретинальном глиозе, **задней гиаловидной мембраной**.

Модуль **лазерной коагуляции** предназначен для обучения настройки параметров и правильному использованию эндолазера для выполнения точных и безопасных лазер-коагуляций ретинальных перфораций.



ООО «ИНТЕРМЕДИКА»

603005, Нижний Новгород,
ул. Семашко, дом 20
тел. +7 (831) 419 62 38 (39)
факс +7 (831) 419 62 24
office@intermedica.nnov.ru

Таблица 1. Характеристики опытных хирурги и резидентов.		
Характеристика	Резиденты	Опытные хирурги
Количество	12	3
Пол (%)		
Мужчин	6 (50)	3(100)
Женщин	6 (50)	0
Возраст (лет)		
Средний возраст	30.0	44.7
Диапазон	28–31	37–51
Доминантная рука (%)		
Правая	9 (75)	2 (67)
Левая	3 (25)	1 (33)

Опыт и квалификация

В таблице 2 представлены результаты выполнения упражнений в рамках модуля с использованием пинцета и модуля для снижения дрожи рук с разделением по критерию опыт и квалификация хирурга (результаты резидентов и опытных хирургов). Каждый участник выполнил по 10 упражнений в каждом модуле.

Всего на тренажере в рамках исследования было выполнено 300 упражнений (120 упражнений выполнено резидентами и 30 - опытными врачами для каждого модуля). Результаты упражнений в рамках обоих учебных модулей говорят о том, что опытные врачи набрали значительно более высокое общее количество баллов (модуль с использованием пинцета – $P=.03$, модуль на снижение тремора рук - $P=.02$), затратили меньше времени на выполнение упражнений, а также инструменты находились в тканях глаза меньшее количество времени (значения P = от 0.04 до 0.006).

Таблица 2. Результаты резидентов и опытных хирургов при выполнении упражнений в рамках модуля с пинцетом и для снижения тремора рук на тренажере АЙЗИ.						
Параметр	Модуль с хирургическим пинцетом			Модуль для снижения тремора рук		
	Среднее значение +/- СО			Среднее значение +/- СО		
	Резиденты (количество упражнений =120)	Опытные хирурги (количество упражнений = 30)	Значение P	Резиденты (количество упражнений =120)	Опытные хирурги (количество упражнений = 30)	Значение P
Общее количество баллов	89.6 +/- 9.52	97.5 +/- 3.7	.03*	55.7 +/- 30.6	88.6 +/- 10.4	.02*
Общее время выполнения упражнения (мин)	1:39 +/- 0:32	0:58 +/- 0:12	.007*	1:19 +/- 0:20	1:03 +/- 0:13	.04*
Вычитенные баллы за лишнее время	-3.3 +/- 1.8	-1.0 +/- 0.7	.008*	-2.4 +/- 0.8	-1.8 +/- 0.6	.07*
Время нахождения инструментов в тканях глаза (мин)	1:22 +/- 0:29	0:42 +/- 0:08	.006*	1:02 +/- 0:18	0:46 +/- 0:09	.02*
Сила нажима	2.3 +/- 3.5	0.4 +/- 0.7	.12	1.8 +/- 4.0	0.1 +/- 0.2	.17
Вычитенные баллы за чрезмерную силу нажима	-5.9 +/- 7.3	-0.9 +/- 2.4	.08	-4.4 +/- 7.1	-0.1 +/- 0.3	.05
Количество неточных движений	NA	NA	NA	19.9 +/- 16.0	4.7 +/- 5.2	.03*
Вычитенные баллы за процент неточных движений	NA	NA	NA	-38.9 +/- 29.8	-9.5 +/- 10.5	.03*
Средняя степень тремора	NA	NA	NA	36.6 +/- 3.9	37.5 +/- 5.1	.69
NA=не применимо						
*статистически значимое отличие ($P<.05$)						

Кроме того, опытные хирурги были более точны и допустили меньше ошибок при выполнении модуля на снижение тремора рук, о чем свидетельствует меньшее процентное количество неточных движений ($P = .03$). По параметрам сила нажима при разрезе или средняя степень тремора рук, не было выявлено существенных различий между опытными врачами и резидентами.

Анализ результатов упражнения в зависимости от очередности упражнений.

При выполнении модуля с использованием пинцета было обнаружено несколько статистически значимых различий. Общее количество баллов за упражнение 1 (85.4 ± 12.4) значительно отличалось от остальных упражнений ($P=.02$). Общее количество баллов при выполнении упражнений 2 (89.5 ± 9.0), 3 (92.8 ± 7.8), 4 (94.2 ± 6.2) и 5 (93.8 ± 6.9) незначительно различалось. Общее время выполнения упражнения 1 (минут:секунд) существенно отличалось от времени выполнения упражнений 2 ($1:34 \pm 0:29$), 3 ($1:27 \pm 0:25$), 4 ($1:20 \pm 0:21$) и 5 ($1:14 \pm 0:18$) ($P<.001$). Время выполнения упражнения 2 также существенно отличалось от времени выполнения упражнения 4 и 5. Время выполнения упражнения 3 существенно отличалось от времени выполнения упражнения 5. Время нахождения инструментов в тканях глаза (минут:секунд) для упражнения 1 ($1:37 \pm 0:43$) и упражнения 2 ($1:19 \pm 0:29$) существенно различалось между собой и отличалось от других упражнений. Время нахождения инструментов в тканях глаза для упражнений 3 ($1:09 \pm 0:24$), 4 ($1:05 \pm 0:20$), 5 ($0:59 \pm 0:17$) различалось несущественно ($P Z .09$).

При выполнении модуля для снижения тремора рук также было обнаружено несколько статистически значимых различий результатов упражнений. Общее время выполнения упражнения 1 ($1:29 \pm 0:23$) (минут:секунд) существенно отличалось от времени выполнения упражнений 2 ($1:18 \pm 0:23$), 3 ($1:13 \pm 0:17$), 4 ($1:09 \pm 0:13$) и 5 ($1:10 \pm 0:16$) ($PZ.01$).

С точки зрения очередности упражнений существенных различий между результатами упражнений, выполняемых в 1/2/3/4 либо 5 очередь, по параметрам сила нажатия при хирургическом разрезе, процент неточных движений, средняя степень тремора рук не было выявлено при выполнении модуля на снижение тремора рук.

Различия результатов при выполнении упражнения правой / левой рукой, в случае леворукости / праворукости

Статистически значимые различия между результатами упражнений наблюдались по параметру среднее значение тремора рук при выполнении модуля для снижения тремора рук.

Было выполнено сравнение результатов 75 упражнений, выполненных правой рукой, и 75 упражнений, выполненных левой рукой. При этом было установлено, что степень тремора руки больше при выполнении упражнения левой рукой (37.7 ± 3.8), чем при выполнении упражнения правой рукой (35.9 ± 4.3) ($P!.001$). При сравнении результатов упражнений, выполненных доминантной рукой (36.5 ± 4.1) и не доминантной (37.1 ± 4.2), не было выявлено существенных различий по степени тремора рук ($P Z .72$).

Вариативность результатов резидентов и опытных хирургов

В таблице 3 показано сравнение коэффициентов вариативности результатов (различия по общему количеству баллов) резидентов и опытных хирургов при выполнении упражнений в рамках обоих учебных модулей.

При выполнении обоих модулей результаты резидентов (количество баллов) в значительно большей степени различались между собой, чем у опытных хирургов (модуль с использованием пинцета - $P Z .05$, для снижения тремора рук - $P Z .03$).

Таблица 3. Вариативность результатов опытных хирургов и резидентов по общему количеству баллов.			
Среднее отклонение по общему количеству баллов			
			Критерий суммы рангов
Модуль	Резиденты	Эксперты	Значение Р
Пинцет	71.2	9.9	.05*
Анти-тремор	598.0	79.9	.03*
*статистически значимый			

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования учебных модулей «с использованием хирургического пинцета» и «для снижения тремора рук» офтальмохирургического тренажера АЙЗИ для выполнения упражнений на переднем отрезке глаза была подтверждена конструктивная валидность этих модулей (т.е. они были признаны адекватными для тренировки и оценки соответствующих навыков) путем сравнения результатов опытных хирургов и врачей-резидентов.

Анализ результатов упражнений в рамках модуля «с использованием пинцета» свидетельствует о том, что опытные хирурги показали результаты лучше на 41% (общее время выполнения упражнений) до 49% (время нахождения инструментов в тканях глаза). Хирургические ошибки (повреждения роговицы, хрусталика, неточность движений) были слишком редки, и данных для статистического анализа в отношении хирургических ошибок недостаточно. Существенных различий между группами участников по параметру сила нажима при разрезе обнаружено не было (модуль «с использованием пинцета» - $P = .12$, «модуль для снижения тремора рук» - $P = .17$), хотя наблюдалась тенденция более сильного нажима при разрезе у резидентов. Модуль «с использованием хирургического пинцета» является надежным и эффективным упражнением для формирования и отработки навыков навигации между видами и осуществления хирургических манипуля-

ций на переднем отрезке глаза, цель обучения по этому модулю – максимально увеличить эффективность выполнения операции и полностью исключить хирургические ошибки (повреждения роговицы и/или хрусталика). В настоящий момент нет более точного критерия оценки качества выполнения упражнения и инструмента более точного отслеживания движений хирургических инструментов внутри глаза.

Анализ результатов упражнений в рамках модуля «для снижения тремора рук» свидетельствует о том, что опытные хирурги показали результаты лучше на 76% в отношении количества неточных движений, на 20% в отношении общего времени выполнения упражнения, и на 20 % в отношении времени нахождения инструментов в тканях глаза. Модуль «для снижения тремора рук» формирует навыки точных движений внутри глаза, и позволяет адекватно оценить точность хирургических движений внутри глаза. Тренировки на данном модуле особенно полезны при развитии навыков выполнения капсулорексиса. Этот модуль имитирует реальные условия операции, в которых скорость может негативно отразиться на точности движений и на достижении цели операции.

Исследование было организовано таким образом, что можно на основе результатов упражнений построить кривые результатов. По кривым результатов для модуля «хирургический пинцет» очевидно, что после первых двух упражнений результаты стабилизируются по всем параметрам на непродолжительное время. В отношении модуля «для снижения тремора рук» стабилизация результатов менее выражена.

Эти данные поддерживают такой тип тестирования с целью оценки уровня мастерства хирурга в рамках обоих учебных модулей, который позволяет обучаемому выполнить минимум 3 упражнения с возможностью удалить результаты первых 2 упражнений. В то же время для оценки максимальных способностей хирурга (горизонтальный отрезок кривой) целесообразно учитывать результаты лучших 3 из 5 упражнений.

В ходе исследования не было обнаружено каких-либо существенных различий ($P < .05$), зависящих от того, какой рукой выполнялись упражнения, или от того, какая рука является доминантной, между результатами упражнений по всем параметрам за следующим исключением: колебания руки при выполнении упражнений в рамках модуля «анти-тремор» были значительно выше при выполнении упражнения левой рукой, чем правой ($P < .001$), хотя существенных различий, основанных на леворукости / праворукости, не обнаружено.

Мы не можем однозначно и достоверно объяснить такой феномен, но это может быть связано с тем, что при выполнении модуля «для снижения тремора рук» и левой, и правой рукой необходимо было двигать шарик по часовой стрелке. При выполнении этого же упражнения против часовой стрелки могут быть получены данные, которые могут прояснить ситуацию. Интересно отметить, что большинство участников ожидали более низких результатов при выполнении упражнений не доминантной рукой. В конце исследования многие участники были приятно удивлены своими высокими результатами, полученными при выполнении упражнений не доминантной рукой.

Несмотря на то, что обычно хирурги неточно выполняют операции внутри глаза не доминантной рукой (например, капсулорексис), данные нашего исследования предполагают, что при выполнении операций не доминантной рукой возможно эффективное выполнение как опытными хирургами, так и новичками. Еще одно возможно объяснение предполагает, что при выполнении операции не доминантной рукой требуется больше концентрации, что обуславливает большую точность хирургических действий, но в то же время требует больших усилий хирурга, которые, возможно, следовало бы потратить на другие элементы операции. В исследовании Kageyama et al.,⁸ врачи-резиденты показали неожиданно высокие результаты при выполнении факоэмульсификации не доминантной рукой. Результаты этого исследования поддерживают наши наблюдения. Кроме того, возможно также и то, что наше исследование было ненадлежащим обра-

зом организовано для того, чтобы выявить малозаметные, но клинически значимые различия, основанные на леворукости / праворукости. Различия между результатами опытных хирургов и «новичков» часто заключаются не в способности достичь цель операции, а в том, что эксперты, как правило, показывают более однородные результаты. Коэффициент вариативности при выполнении обоих модулей показывает, что опытные хирурги выполняли упражнения с более постоянными, однородными результатами (модуль «с использованием пинцета» - $P = .05$, модуль «для снижения тремора рук $P = .03$). Стандартные отклонения общего количества баллов среди опытных хирургов были на 63% ниже, чем среди резидентов для обоих учебных модулей. При дальнейших оценках навыков хирурга низкая вариативность результатов должна считаться важным критерием компетенции хирурга.

Список литературы

1. Rossi JV, Verma D, Fujii GY, Lakhanpal RR, Wu SL, Humayun MS, de Juan E Jr. Virtual vitreoretinal surgical simulator as a training tool. *Retina* 2004; 24:231–236
2. O'Day DM. Assessing surgical competence in ophthalmology training programs [editorial]. *Arch Ophthalmol* 2007; 125:395–396
3. Binenbaum G, Volpe NJ. Ophthalmology resident surgical competency; a national survey. *Ophthalmology* 2006; 113:1237–1244
4. Lee A. Teaching and assessing surgical competency in ophthalmology [letter]. *Ophthalmology* 2006; 113:2380–2381
5. Khalifa YM, Bogorad D, Gibson V, Peifer J, Nussbaum J. Virtual reality in ophthalmology training. *Surv Ophthalmol* 2006; 51:259–273
6. Downing SM. Validity: on meaningful interpretation of assessment data. *Med Educ* 2003; 37:830–837
7. Dunn WF. Simulators in Critical Care and Beyond. Des Plaines, IL, Society of Crit. Care Medicine, 2004; 126–127
8. Kageyama T, Yaguchi S, Metori Y, Chida M, Koizumi K, Onishi T, Ayaki M. Visual results and complications of temporal incision phacoemulsification performed with the non-dominant left hand by junior ophthalmologists. *Br J Ophthalmol* 2002; 86:1222–1224