

На правах рукописи

Щеголева Татьяна Андреевна

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА
НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО АНАЛИЗА**

14.01.07 — глазные болезни

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Москва - 2015

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт глазных болезней».

Научный руководитель:
доктор медицинских наук

Харлап Сергей Иванович

Официальные оппоненты:

Страхов Владимир Витальевич – доктор медицинских наук, профессор, ГБОУ ВПО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, заведующий кафедрой офтальмологии.

Шкворченко Дмитрий Олегович – кандидат медицинских наук, ФГАУ «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения РФ, заместитель главного врача по медицинской части.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней имени Гельмгольца» Министерства здравоохранения РФ.

Защита диссертации состоится «14» декабря 2015 г. в 14-00 на заседании диссертационного совета Д 001.040.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт глазных болезней» по адресу: 119021, г. Москва, ул. Россолимо, д. 11, корпус А, Б.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте www.niigb.ru Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт глазных болезней»

Автореферат разослан « _____ » _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор медицинских наук

М.Н. Иванов

Введение

Актуальность темы и степень ее разработанности. Ультразвуковое (УЗ) исследование является одним из самых доступных и информативных методов диагностики, используемых в различных областях клинической медицины. Оно является одной из наиболее востребованных и эффективных методик для выявления изменений внутренних сред глаза. Особенно это касается тех случаев, когда нельзя оценить состояние глаза из-за нарушения прозрачности преломляющих сред: роговицы, хрусталика, ВГЖ и стекловидного тела (СТ). Распознавание мелких структурных деталей при оценке изображения, воссозданного при помощи современных цифровых УЗ-технологий, достигло высокого уровня разрешения. Исследования (С.Э. Аветисов и С.И. Харлап, 2003, 2004; Д.В. Анджелова, 2009 и В.В. Нероев с соавт., 2009, 2010) показали высокую информативность, универсальность и безопасность акустической, мультипланарной, цифровой реконструкции и объемного трехмерного анализа глаза в условиях нормы и патологии. Такой подход может быть полезен при определении прижизненного состояния оболочек глаза, изменений переднего отрезка, а также СТ, его биометрических и морфологических параметров. Диагностическое акустическое цифровое изображение может быть воссоздано на основе анализа пространственных, биофизических и морфологических характеристик ткани. При его создании используется «серая шкала», обладающая широкой палитрой градации тонов черно-белого диапазона. Качественные и количественные характеристики, применяемые для расшифровки изображения, зависят от выбора «базового» метода оценки строения ткани. Анализ проводится посредством использования специфического набора признаков, применяемых для определения различных уровней детализации анатомических структур. Для этого были созданы программы количественной и графической оценки визуальных цифровых «образов», обладающих «полутоновой» текстурой рисунка, отражающих многокомпонентную структуру изучаемых тканей. Для их изучения используется автоматический анализ, который в специальной

литературе называется «машинным видением». Его применение позволяет оценить изображения наиболее высокого уровня сложности. Проанализировать пространственные изменения в СТ прижизненно другим, альтернативным УЗ-анализу способом, в настоящее время, весьма затруднительно. Подобная информация не заменима при проведении детальной клинической оценки СТ и оболочек глаза. Такой подход был предложен К.С. Аветисовым (2011) при изучении пространственных характеристик хрусталика человеческого глаза и С.Э. Аветисовым с соавторами (2013) для оценки состояния СТ при саркоидозе.

Цель исследования: оценка прижизненного состояния стекловидного тела по результатам акустического пространственного исследования в норме и при ряде патологических состояний.

Задачи исследования

1. Разработать алгоритм создания акустической цифровой 3D-модели глаза.
2. На базе разработанной модели изучить варианты диагностического изображения СТ и уточнить биометрические параметры передней камеры и хрусталика глаза.
3. При помощи пространственной (3D), акустической, цифровой модели глаза оценить изменения СТ при отслойке задней гиалоидной мембраны инволюционной природы.
4. При помощи пространственной (3D), акустической, цифровой модели глаза оценить состояние СТ при различных формах дислокации хрусталика
5. По результатам использования пространственной (3D), акустической модели оценить изменения СТ при тупых травмах глаза.

Научная новизна. По результатам цифрового УЗ-сканирования предложена новая форма клинической оценки состояния СТ. В ее основе лежит создание акустической виртуальной 3D-модели глаза. Впервые для оценки состояния ряда изменений СТ использовано пространственное диагностическое акустическое цифровое изображение. Разработан алгоритм

создания с его помощью объемного изображения глаза, а также отдельных его структур. Данное изображение представлено в виде объемной виртуальной модели. Эта модель вместе с результатами клинического и функционального исследования глаза может быть использована как «первичный» диагностический элемент. Информация такого рода полезна при оценке прижизненного состояния СТ и планировании оперативных вмешательств. На ее основе были созданы пространственные формы изображения условно «здорового» глаза, а также некоторых внутриглазных патологических изменений. В частности, впервые для прижизненной оценки были представлены объемные виртуальные модели различных пространственных (3D) вариантов изменений СТ и пограничной гиалоидной мембраны. По результатам проведенного исследования проанализированы варианты структурных изменений СТ инволюционной природы. Оценена степень деформации пространственных (3D) форм СТ, при его «отслолке» и нарушении целостности гиалоидной мембраны. На конкретных клинических примерах виртуальных пространственных изображений оценена их диагностическая значимость. Даны топографические и акустические характеристики этих изображений. Выявленные проявления могут быть сопоставлены с ранее определенными формами морфологического изменения гиалоидной мембраны, отслоенной от поверхности сетчатки (Горбань А.И. с соавторами, 1979). По результатам исследования уточнены параметры прижизненных взаимоотношений различных структур глаза и их акустическая характеристика. Для клинической оценки предложено использовать объемное акустическое цифровое изображение. Оценены изменения переднего и заднего отделов гиалоидной мембраны, а также целостности базиса СТ при различных формах дислокации хрусталика. Исследовано положение хрусталика внутри СТ при его дислокации и изучены пространственные изменения гиалоидной мембраны при ее протяженном разрыве на фоне тупой травмы глаза.

Теоретическая и практическая значимость работы:

1. Разработан новый метод оценки изменений СТ и определения положения и нарушения структуры дислоцированного хрусталика, основанный на анализе строения и топографических параметров объемного виртуального изображения глаза. Метод позволяет оценивать изменения пространственно, используя акустические проявления морфологических свойств той или иной глазной ткани.

2. Разработана и клинически апробирована методика акустического анализа состояния СТ. Рассмотрен ряд форм пространственного воспроизведения некоторых вариантов объемного изображения условно «здорового» и патологически измененного СТ. Оценены изображения различных видов прижизненной деформации структуры СТ в сочетании с изменениями хрусталика. Воспроизведены различные варианты пространственного изображения нарушения гиалоидной мембраны и структуры базиса СТ.

3. На основе созданных акустических моделей изучено статическое и динамическое состояние СТ в норме и при различных патологических процессах. Оценены изменения передней и задней частей гиалоидной мембраны, а также варианты деформации базиса СТ при различных формах дислокации хрусталика. Прослежены различные варианты пространственного смещения дислоцированного хрусталика относительно измененного СТ. Изучены пространственные изменения задней гиалоидной мембраны инволюционной природы, а также при ее протяженном разрыве на фоне тупой травмы глаза.

4. По результатам 3D-сканирования уточнены параметры объема глаза, СТ, хрусталика и передней камеры. Проведено изучение соотношения их объемов к объему глаза. Даны рекомендации по методике и алгоритму создания изображения СТ.

Методология и методы диссертационного исследования.

Методологической основой диссертации явилось применение комплекса методов научного познания. Диссертация была выполнена в дизайне ретроспективного, проспективного и одномоментного когортного открытого сравнительного исследования с использованием аналитических, клинических и статистических методов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Цифровое 3D УЗ-исследование является «методом выбора» для анализа структурных изменений СТ, а также для оценки сложных пространственных деформаций внутренних структур глаза, связанных с различными патологическими состояниями. Данный подход повышает достоверность и качество дифференциального диагностического анализа при изменениях прозрачности преломляющих сред.

2. Полученные нами варианты эхографических изменений на виртуальной модели объемного изображения глаза имеют прямую корреляцию с клиническими проявлениями той или иной глазной патологией

3. Относительная сложность компьютерной обработки «захваченного» для исследования акустического «материала» вполне оправдывается его информативностью после осуществления мультипланарного анализа. Пространственное виртуальное изображение измененного СТ может быть архивировано и использовано в дальнейшем.

Личный вклад автора в проведенное исследование состоит в проведении клинических исследований, апробации результатов, подготовке публикаций и докладов по теме работы. Обработка и интерпретация данных выполнена лично автором.

Степень достоверности и апробация результатов. Оценка степени достоверности научных результатов в диссертации опирается на достоверность данных исследования, точность методик исследования и проведенных расчётов. Исследование проведено в стандартизированных условиях с помощью современного оборудования.

Основные положения работы доложены: 1) на XVII Международном конгрессе «Белые ночи», (Санкт -Петербург, Россия, май - июнь, 2011); 2) на VI Всероссийском конгрессе эндокринологов (Москва, Россия, 27-31 мая, 2012); 3) на V Всероссийском семинаре - «Круглом столе» с международным участием - «Макула 2012» (Ростов-на-Дону, май, 2012); 4) на XVIII Международном конгрессе «Белые ночи» (Санкт-Петербург, Россия, май-июнь, 2012); 5) на IV Окружной научно-практической конференции «Высокие технологии офтальмологической помощи- северным регионам России» (Ханты-Мансийск, Россия, 20-21 сентября, 2012); 6) на VI Всероссийском семинаре - «Круглом столе» с международным участием- «Макула 2014» (Ростов-на-Дону, май, 2014).

Внедрение результатов работы. Исследования осуществлены на базе ФГБНУ «НИИ глазных болезней». Результаты работы внедрены в клинических подразделениях института и используются в профессиональном обучении ординаторов и аспирантов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ, из них 6 работ в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 150 страницах машинописного текста и состоит из введения, глав, отражающих результаты собственных исследований, заключения, общих выводов, списка литературы, включающего 78 отечественных и 67 зарубежных источника.

Работа иллюстрирована 115 рисунками и 3 таблицами.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования. В основу работы положены результаты акустического обследования 464 пациента (696 глаз), находившихся на обследовании и лечении в ФГБНУ «НИИГБ» и кафедре глазных болезней I МГМУ им. И.М. Сеченова в период с 2009 по 2013 год в возрасте от 21 года до 92 лет (средний возраст пациентов составил 56,6 лет). Среди пациентов преобладали женщины – 56%, мужчины составляли 44 %. Всем пациентам на основе добровольного согласия и в соответствии с

существующим регламентом, было осуществлено стандартное офтальмологическое исследование: остроты зрения, полей зрения, рефрактометрия, тонометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия и др., а также цифровое акустическое исследование. Была исследована однородная, в антропологическом отношении, группа из 30 условно здоровых людей (60 глаз) в возрасте от 21 до 31 год с «неизменным» СТ (табл.1). Для создания диагностической виртуальной 3D модели СТ использовались «общеклинические» УЗ системы Voluson 730 Pro (Kretz), Voluson E8. Исследования осуществлялись с учетом необходимых требований безопасности в «В» и «3D» режимах.

Статистические методы исследования. Данные были внесены в базу данных Microsoft Excel. Статистическая обработка результатов проводилась в пакете программ SPSS. Для определения достоверности различий среднего по группам использовались критерии Стьюдента и дисперсионный анализ (ANOVA). Для сравнения результатов применялся непараметрический сравнительный анализ независимых групп ANOVA, Манна-Уитни.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА ПРИ ПОМОЩИ ЦИФРОВОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО СКАНИРОВАНИЯ

Алгоритмы цифрового, акустического, пространственного изображения глаза. Создание объемного виртуального изображения основано на использовании ряда особенностей морфологических и биофизических характеристик тканей. Для осуществления акустического исследования были предложены специальные схемы – алгоритмы. Данные схемы фактически являлись особыми предписаниями и рекомендациями, которые необходимо выполнять в определенной последовательности. Они осуществляются посредством определенных манипуляций, необходимых для эффективной реализации поставленной цели. Заданную последовательность необходимо исполнять для воспроизведения адекватного акустического изображения. В качестве базовых элементов при получении изображения СТ были использованы собственные разработки, а также рекомендации, предложенные

И.Ю. Насниковой с соавторами (2004), Т.А. Ручко (2007), С.Э. Аветисовым и С.И. Харлапом (2008), а также изложенные в работе К.С. Аветисова (2011).

Табл. 1 Общее количество исследованных пациентов по данным УЗ исследования

Исследованные варианты состояния структуры гиалоидной мембраны и базиса стекловидного тела	Количество пациентов	Количество глаз
Клинически и акустически неизмененное стекловидное тело	30	60
Дефекты гиалоидной мембраны «инволюционной» природы или развившиеся в результате исхода ряда заболеваний	372	568
Изменение стекловидного тела при подвывихе и дислокации хрусталика	47	51
Изменения стекловидного тела в результате тупой травмы глаза	15	17
Итого:	464	696

Предварительные критерии оценки цифрового акустического изображения глаза при формировании его объемной модели. В режиме серой шкалы изображение оболочек глаза воспроизводится в виде слоистого, сферичного, несколько вытянутого гипоэхогенного контура. Рисунок каждого слоя определяется с разной степенью интенсивности проявления структуры изображения. Использование полутонной текстуры изображения и цифрового анализа позволило провести дифференцирование этих слоев относительно друг друга. Выделение необходимого участка осуществляли посредством использования цветового контрастирования хориоидального кровотока в проекции заднего отрезка глаза. В ряде случаев это дает возможность различить тончайший срез сетчатки, располагающийся между вогнутой цветовой картой хориоидеи и акустически прозрачным СТ.

При изучении акустической структуры здорового глаза и последующем анализе ее состояния у всех 30 добровольцев (60 глаз) были определены характерные признаки изображения в режиме серой шкалы:

1) во всех случаях поверхность УЗ среза, внутреннего пространства глаза, соответствующая площади, ограниченной внутренним контуром оболочек и задней капсулой хрусталика, была гомогенной и имела анэхогенную, акустически «прозрачную» текстуру.

2) при осуществлении динамической пробы в результате инерционного смещения базиса СТ происходило формирование линейного или вогнутого гипоехогенного изображения гиалоидной мембраны в местах ее плотного соприкосновения с хрусталиком и сетчаткой.

Алгоритм цифрового акустического исследования изменений стекловидного тела. Для достоверного отражения УЗ изображения изменений и выявления деформации «анэхогенных» по своей структуре СТ и хрусталика необходимо определить критерии их качественной и количественной оценки. Было выявлено, что в условно здоровом глазу, СТ имеет определенные акустические характеристики. Параметры этих характеристик таковы, что в нормальных условиях они не позволяют при помощи УЗ исследования проявить его структуру. Было предположено, что при ряде патологических состояний происходит изменение «структурно–акустического» баланса, в результате чего на изображении начинают проступать видимые признаки «структуризации», а также дефектов ткани. Данные проявления свидетельствуют об изменении мембранных образований гиалоидных трактов, а также могут указывать и на некоторые условно нормальные характеристики строения СТ. Это выражается, например, в появлении в области задней гиалоидной мембраны, в местах проекции диска зрительного нерва и макулярной области гипоехогенных элементов, в виде колец неправильной формы.

Анализ структуры стекловидного тела. В качестве первичного элемента изучения пространственной акустической картины СТ была выбрана оценка «правильности» пространственного соотношения внутреннего, округлого контура оболочек глаза и изображения плоскостной или объемной проекции анэхогенного внутреннего пространства глаза. Разработан алгоритм создания объемного УЗ изображения стекловидной камеры глаза, сопоставимой с объемным изображением условно «нормального» СТ. Исследование осуществлялось, как в статическом положении, так и при движении глаз, в режиме реального времени. В

статическом положении, исследуемого объекта, в положении пациента лежа на спине, при закрытых глазах и неподвижном взоре, добивались высокой степени четкости воспроизведения изображения глаза и проекции СТ. Таким образом, определяли степень его «сохранности».

Алгоритм пространственного диагностического исследования, направленный на получение и анализ акустически прозрачных структур глаза, состоит из нескольких основных этапов:

1 этап – ультразвуковое пространственное исследование осуществляли через веки. Плоскость среза, представляющую изображение максимальной по площади срединной проекции глаза, ориентировали определенным образом. В нее должны были попасть все основные структуры. Данный срез является «первичным элементом» пространственного акустического анализа.

2 этап – после этого определяли структурную однородность «плоского» акустического контура УЗ среза глаза и его внутренних элементов. Далее, осуществлялось инерционное смещение СТ относительно оболочек глаза. В местах его плотной фиксации отмечалось формирование линейного, чуть вогнутого горизонтального рисунка. Изображение задней гиалоидной мембраны проявлялось в виде нечеткой гипозхогенной линии.

В пределах изучаемой плоскости внутренних контуров полости глаза при помощи денситометрического анализа определяли области с различными значениями акустических характеристик. Максимальную по размеру «зону опроса» помещали в каждую из них. После этого осуществляли автоматический денситометрический анализ. Данная функция позволяла графически и количественно отобразить распределение различных оттенков серого цвета в текстуре области «зоны интереса» поверхности изучаемого среза. На основе максимально четкого УЗ среза той или иной выделенной анэхогенной области формировали объемное изображение. На этом этапе обследование непосредственно пациента завершалось. Вся последующая работа осуществлялась с виртуальным «материалом». 3D копия участка ткани обрабатывалась после исследования и помещалась в «архив».

3 этап – каждое «первичное» объемное изображение представляло собой «копию» виртуально выделенного блока тканей, исследованного при помощи цифрового сканирования, включавшего глаз и некоторые орбитальные структуры. Использование полутонных оттенков серой шкалы давало возможность оценить акустическую структуру этих тканей. Эта структура по основным пространственным параметрам соответствовала их морфологическому строению. Воссоздание «отдельного», виртуального объемного изображения глаза, а также выделение пространства передней камеры, хрусталика или СТ в пределах 360° , осуществляли путем пространственного «контурирования» *наружной* или *внутренней* поверхности каждой из последовательных проекций и ротации изображения с шагом в $6-9-15-30^\circ$ (рис.1,2). Границы контуров объема оценивали посредством его мультипланарного анализа в трех проекциях: горизонтальной, вертикальной и фронтальной. В каждом из виртуальных «пространственных» окон было возможно оценить текстуру, однородность и форму контуров выделенного изображения. Для «послойного анализа» виртуального объема ткани проводили смещение плоскости фокуса по глубине. Наблюдение за пространственными окнами позволяло определить его топографическое положение и выявить степень акустической «прозрачности» изучаемого объема. Для контроля использовался точечный пространственный маркер. Во всех трех плоскостях положение маркера одновременно контролировалось по глубине. При оптимальном увеличении виртуальной объемной модели осуществляли ее ротацию и осмотр.

4 этап – при помощи специальных алгоритмов пространственного исследования каждый тканевой объем, в виде виртуальной акустической модели, может быть автономно проанализирован следующим образом:

1) осуществлялся анализ структуры и рельефа поверхности изображения виртуальной 3D модели исходно оптически прозрачных структур глаза в режимах максимальной и минимальной интенсивности проявления внутреннего пространства, а также в «рентгенографическом» режиме.

2) осуществлялась оценка объемных акустических моделей, изучаемых структур посредством их измерения и денситометрического анализа (3D гистограмма и др.). Результаты изучения плоскостных и пространственных объемных акустических параметров некоторых элементов глазного яблока условно «здоровых» пациентов представлены в табл. 2.

Создание 3D виртуальной модели позволяло оценить форму, объем и акустическую структуру изучаемого объекта. «Обработка» виртуально выделенного материала, проводимая при помощи использования программ выделения проекций «максимальной интенсивности текстуры поверхности» и определения «регулируемой прозрачности» по глубине, давала возможность выделять и анализировать характерные структурные особенности каждого объемного акустического изображения.

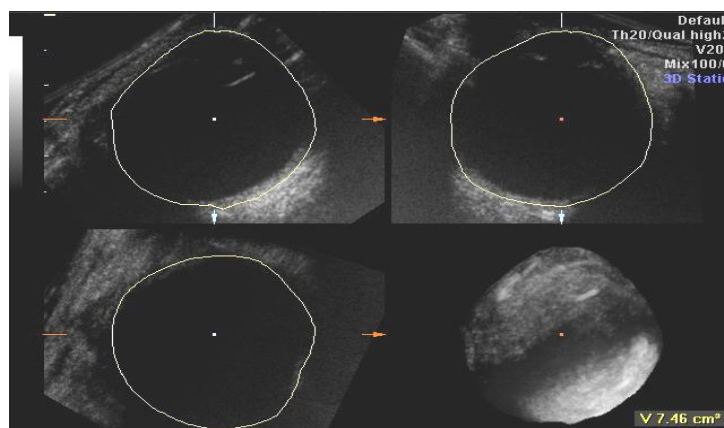


Рис. 1 Объемная акустическая, «прозрачная» модель глаза. Мультипланарный анализ. Пространственный маркер в проекции пространства стекловидной камеры глаза.

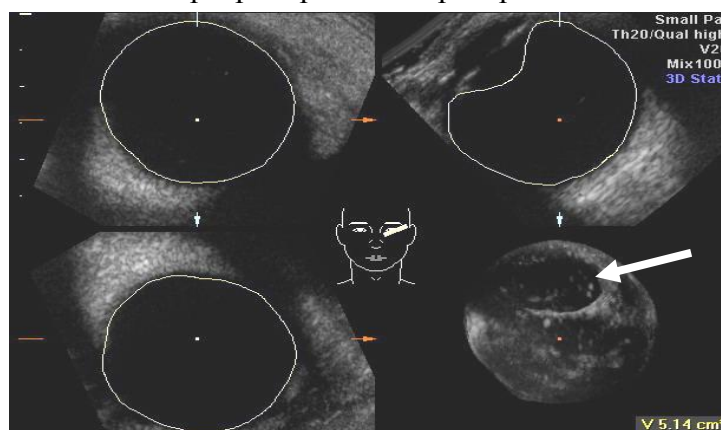


Рис. 2 Объемная виртуальная модель оптически прозрачного пространства стекловидной полости глаза. Модель воссоздана посредством специальной программы обработки поверхности акустически прозрачного объемного изображения. Анализ кривизны поверхности СТ. Выделена проекция «fossa patellaris»

Табл. 2 Акустические пространственные параметры различных отделов эмметропического глаза (30 пациентов, 60 глаз - n)

Пространственные и акустические параметры	Передняя камера	хрусталик	Стекловидное тело	Оболочки глаза	Глазное яблоко
Размер по продольной оси, мм	3.20±0.09	3.12±0.01	16.55±0.32		22.87±0.14
Объем, мм³	0.16±0.06	0.19±0.01	4.54±0.29	2.95±0.22	7.84±0.21
MG (УЕ)	0.5±0.12	0.78±0.12	1.26±0.23	3.50±0.21	3.44±0.38
*Процентное СО	2%	3%	57%	38%	100%

***Индекс соотношения объемов структурных элементов к объему глаза**

Подобные методические приемы позволяли воссоздать 3D изображение тех или иных видов деформации СТ и хрусталика, которые не могли быть выявлены при стандартном УЗ исследовании.

Анализ текстуры изображения позволял проследить характерные структурные черты каждого из объемных объектов, которые могли проявляться теми или иными морфологическими особенностями:

- 1) изменением структуры базиса стекловидного тела в виде его коллапса (сокращения объема) и деструкции гиалоидных трактов и мембраны;
- 2) формированием пространственных дефектов трактов стекловидного тела и гиалоидной мембраны;
- 3) смещением хрусталика в стекловидное тело и вне его проекции;
- 4) деформацией (нарушением целостности) хрусталика и стекловидного тела.

Инволюционные изменения задней гиалоидной мембраны

Изучены пространственные особенности акустического изображения различных видов регматогенной отслойки гиалоидной мембраны. Данные проявления возникли в результате инволюционных изменений, а также в результате наиболее часто встречающихся «естественных» причин. Изменения структуры и объема СТ возникали на фоне развития частичного или полного «центрального» дефекта или разрыва гиалоидной мембраны. У пациентов первой и второй подгрупп были выявлены «центральные»

дефекты задней гиалоидной мембраны в виде изображения одного или двух гипоехогенных колец неправильной формы,

У всех пациентов данной группы на основании анализа пространственной структуры СТ было определено три формы изменения акустического изображения пограничной гиалоидной пластины. По аналогии с результатами исследований А.И. Горбаня и соавт. (1979), а также G. Eisner (1989), они были обозначены, как: а) преретинальная форма расслоения гиалоидной мембраны; б) интрафибрилярная форма расслоения гиалоидной мембраны; в) эпивитреальная форма расслоения гиалоидной мембраны.

Преретинальное отслоение задней гиалоидной мембраны было отмечено у 168 пациентов (203 глаза). В нашей интерпретации этот вид отслоения задней пограничной пластины имел текстуру рисунка акустического изображения стекловидного тела, воспроизводившуюся в виде узкого, равномерного, умеренно извитого, протяженного гипоехогенного контура. Изображение проявлялось ближе к внутренней проекции поверхности сетчатки внутри акустически прозрачного пространства, находящегося за хрусталиком. При данном виде отслойки задней гиалоидной пластины, в большинстве случаев, отмечалось сохранение условно «неповрежденной» наружной поверхности. Общий пространственный контур отслоенного СТ на большей части своей поверхности воспроизводился в виде единого конгломерата. В его заднем отделе не было обнаружено изменений, напоминающих нарушение структуры. Нарушение целостности мембраны в виде контура кольца неправильной формы отмечались в области диска зрительного нерва или в проекции макулярной области. Изменения имели признаки частичного коллапса СТ.

Интрафибрилярная форма отслоения гиалоидной мембраны. Данный вариант расслоения внутренней пограничной мембраны (114 пациентов, 200 глаза) при его пространственном, мультипланарном анализе отличала неравномерность воспроизведения толщины акустического изображения задней гиалоидной мембраны. В местах истончения ее гипоехогенного узкого

контура наблюдали множественные, неравномерные по площади и степени выступающие зоны пролапса витреального содержимого. Они проявлялись в виде округлых или овальных областей неправильной формы, были направлены к поверхности сетчатки и напоминали «виноградную гроздь».

Эпивитреальное расслоение гиалоидной мембраны. Для этой формы изменения (90 пациентов, 165 глаза) были характерны два основных изменения заднего отдела СТ, которые определялись на плоскостном и объемном изображении в виде характерных изменений.

В первом случае, изображение гиалоидной мембраны приобретало сглаженный, зубчатый контур. При движении глаз, оно воспроизводилось в виде неровной, «лоскутной» поверхности с несвязанными между собой элементами. Во втором случае, базис СТ имел выраженные признаки структурной дезорганизации, которая выглядела в виде двух-трех «рукавов» с закругленными, неправильной формы, периферическими частями. При движении глаз, эти «вертикальные» элементы, которые, предположительно, можно было определить как отдельные элементы гиалоидных трактов, воспроизводились как гипозхогенные, неровные на протяжении, складчатые структуры. Акустическое пространственное изображение контура данных изменений напоминало профиль медузы.

Изменения стекловидного тела при дислокации хрусталика

Обследовано 47 пациентов (51 глаз) с дислокацией хрусталика в возрасте от 59 до 89 лет. Изменения были вызваны инволюционными причинами и сопровождались нарушением целостности передней и задней гиалоидной мембраны, их отслойкой и дефектами гиалоидных трактов. В четырех случаях это сопровождалась «разрушением» хрусталика.

По результатам исследования посредством виртуальной ротации, полученного трехмерного объекта – «стекловидное тело - хрусталик», осуществлялся осмотр измененных элементов внутри глаза, их взаимоположение со всех сторон через условно «прозрачную» склеру. Последовательно воспроизведенные изображения в различных режимах

пространственной «проработки» текстуры его виртуального объема позволили охарактеризовать макроскопическую картину их сочетанных патоморфологических изменений.

Предварительная оценка различных видов пространственного изображения смещенного хрусталика дала возможность различить возникшие комбинированные изменения и подразделить их на основные подгруппы, характеризующиеся следующими проявлениями:

а) подвывих хрусталика с элементами частичного нарушения целостности цинновой связки и передней гиалоидной мембраны;

б) отрыв хрусталика от области естественной фиксации в пределах двух третей окружности проекции цилиарного тела с формированием дырчатого, рваного дефекта передней гиалоидной мембраны и нарушением структуры передних отделов центрального гиалоидного тракта;

в) смещение хрусталика в стекловидную камеру с признаками разрушения передней и, в ряде случаев, задней гиалоидной мембраны и сохранением морфологической связи хрусталика с ее отдельными участками;

г) полное смещение хрусталика в ретровитреальное пространство с разрушением передней и задней гиалоидной мембраны;

д) нарушение целостности капсулы хрусталика, передней гиалоидной мембраны и структуры гиалоидных трактов со смещением измененных элементов хрусталика в проекцию стекловидной камеры.

Изменение гиалоидной мембраны при тупой травме глаза

Во всех наблюдаемых случаях у пациентов с различными формами нарушения основания стекловидного тела, отслойкой и деструкцией гиалоидной мембраны отмечались характерные проявления, которые можно было определить как:

а) отслойка стекловидного тела от внутренней оболочки глаза вплоть до экватора и уменьшение его объема относительно пространства стекловидной камеры глаза, коллапс и потеря жидкого компонента;

- б) наличие изменений в отслоившейся части задней гиалоидной мембраны в виде ее значительного акустического уплотнения;
- в) наличие дефектов неправильной формы в проекции мест «естественной» фиксации гиалоидной мембраны, в местах проекции диска зрительного нерва и макулярной области;
- г) наличие признаков дезорганизации гиалоидных трактов в области базиса стекловидного тела.

Заключение

Современные ультразвуковые цифровые технологии существенно расширяют объем информации о прижизненной морфологии глаза. При помощи использования пространственного (3D), акустического анализа глаза была создана «галерея» виртуальных диагностических моделей (образов), которые способствовали правильной оценке морфологических изменений при различных патологических состояниях. Разработанный нами методологический подход по своим возможностям занимает промежуточное положение между клиническим способом изучения изменений СТ, включающим различные виды «оптического» обследования, и морфологическим исследованием. Пространственное исследование позволяет оценить положение дислоцированного хрусталика и проанализировать структуру комбинированных изменений СТ. Учитывая относительно высокий уровень «тканевого разрешения» диагностического изображения, целесообразно представлять результаты цифрового УЗ исследования в виде виртуальных объемных акустических моделей. Эти модели могут быть архивированы и впоследствии использованы для сравнения или подтверждения структурных морфологических изменений СТ и других структур, а также оценки «правильности» и эффективности проводимого лечения.

ВЫВОДЫ

1. Впервые на основе цифрового ультразвукового клинического исследования 30 здоровых пациентов (60 глаз) и 434 пациентов (636 глаза) с изменениями стекловидного тела инволюционной природы, возникшими при дислокации измененного хрусталика, а также вследствие травматического воздействия, предложен новый вид клинического и прижизненного морфологического анализа изменений глаза.

2. На основании результатов цифрового пространственного (3D), акустического исследования глаза разработан алгоритм создания акустической диагностической, виртуальной модели стекловидного тела, передней камеры и хрусталика, определены и уточнены их акустические «тканевые» характеристики и пространственные параметры;

3. Впервые, воспроизведена виртуальная, пространственная (3D), акустическая модель «деформированного» стекловидного тела инволюционной природы. Акустический цифровой анализ видов регматогенной отслойки задней гиалоидной мембраны позволил выделить и оценить различные виды ее морфологического изменения, определенные нами как: а) форма «преретинального расслоения»; б) форма «интрафибриллярного расслоения»; в) форма «эпивитреального расслоения»;

4. Впервые, на основании виртуальной, пространственной (3D), акустической, цифровой модели оценены различные формы прижизненных морфологических изменений стекловидного тела, возникших при дислокации инволюционно измененного хрусталика, также произведена оценка состояния структуры хрусталика, проанализировано топографическое положение отдельных элементов разрушенного хрусталика;

5. Впервые, на основании виртуального, пространственного (3D), акустического, цифрового изображения, осуществлен мультипланарный акустический анализ состояния гиалоидной мембраны при исходе тупой травмы глаза, также прослежено взаимоотношение различных отделов измененного, «спавшегося» стекловидного тела.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Насникова И.Ю., Харлап С.И., Анджелова Д.В., Аветисов К.С., Щеголева Т.А., Эксаренко О.В. Основы акустического анализа глаза и особенности формирования ультразвукового диагностического изображения // **Кремлевская Медицина. Клинический вестник.** - 2010, № 4. - С.32 – 38.
2. Харлап С.И., Эксаренко О.В., Вашкулатова Э.А, Щеголева Т.А., Разумова И.Ю. Диагностические, акустические ориентиры при «глазном саркоидозе» по результатам пространственного ультразвукового цифрового исследования // **Высокие технологии офтальмологической помощи – северным регионам России: V окружная научно–практ. конф.:** Сб. ст. – Х.-М., 2012. – С.29-36.
3. Щеголева Т.А., Толкачева А. А., Липатов Д.В., Харлап С.И., Эксаренко О.В., Вашкулатова Э.А. Ультразвуковое исследование состояния структур глаза после эндовитреального введения препарата луцентис // **Высокие технологии офтальмологической помощи – северным регионам России: V окружная научно–практ. конф.:** Сб.ст.– Х.-М., 2012.–С.37-43.
4. Харлап С.И., Щеголева Т.А., Анджелова Д.В., Фахрудинова А.Ф. Морфофункциональные особенности стекловидного тела // **Вестн. Офтальмол.** – 2012. – Т. 128, № 3. – С.48 – 54
5. Эксаренко О.В., Харлап С.И., Щеголева Т.А., Вашкулатова Э.А. Саркоидоз: этиология, факторы риска, генетика // **Вестн. офтальмол.** – 2012. – Т.128, № 5. – С.54-60.
6. Харлап С.И., Липатов Д.В., Толкачева А.А., Аветисов К.С., Щеголева Т.А. Оценка состояния хрусталика, стекловидного тела, витреоретинальных и неоваскулярных изменений при сахарном диабете по результатам цифрового, пространственного ультразвукового анализа // В книге: VI Всероссийский конгресс эндокринологов Сборник тезисов. ATTD, Barselona, 2012. С. 236.

7. Толкачева А.А., Щеголева Т.А., Аветисов К.С., Липатов Д.В., Харлап С.И. Цифровой пространственный акустический анализ хрусталика, стекловидного тела, витреоретинальных и неоваскулярных изменений при сахарном диабете // В книге: VI Всероссийский конгресс эндокринологов Сборник тезисов. АТТД, Barselona, 2012. С. 222.
8. Харлап С.И., Щеголева Т.А., Насникова И.Ю., Аветисов К.С., Филоненко И.В., Анджелова Д.В., Вашкулатова Э.А., Фахрутдинова А.Ф. Особенности строения стекловидного тела при регматогенной отслойке гиалоидной мембраны // **Вестн. офтальмол.** – 2012. – Т.128, № 6. – С.6 – 14
9. Анджелова Д.В., Щеголева Т.А., Петровская Я.В. Роль ультразвуковых методов исследования в офтальмологии (история вопроса), обзор // **Катарактальная и рефракционная хирургия.** – 2012. – 12, № 3 – С. 4 – 6.
10. Харлап С.И., Воронин Г.В., Щеголева Т.А., Аветисов К.С., Липатов Д.В., Десюпова А.Р., Толкачева А.А. Нарушение структуры стекловидного тела при дислокации хрусталика // **Вестн. офтальмол.** – 2015. – Т. 131, № 4. – С.21 – 31.