

УДК: 617.741-072.7

Логунов Д.В., Кузнецов С.Л., Анесян Ф.А.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ БИОМИКРОСКОПИИ ХРУСТАЛИКА

Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования» Минздрава России, г. Пенза

Цель работы – анализ способа получения цифровой информации со сканов ультразвуковой биомикроскопии (УБМ) хрусталика с помощью программы для автоматизированного проектирования и черчения «Autodesk AutoCAD v.2021». Выполняли УБМ (Accutome UBM Plus. USA). Протоколы сканов обрабатывали в программе для автоматизированного проектирования и черчения «Autodesk AutoCAD v.2021». Масштабировали изображение, выставляли контрольные точки по контуру капсулного мешка нативного хрусталика (КМХ) и измеряли длину замкнутой кривой акустического среза хрусталика. Моделировали послеоперационное положение интраокулярной линзы (ИОЛ) «Торсион» в КМХ. Способ позволил получить цифровую информацию о параметрах КМХ хрусталика до 0,001 мм. Субъективная погрешность при вводе данных не имеет существенного значения благодаря неограниченному числу контрольных точек для построения линий. Дистанция между дистальными концами гаптических элементов ИОЛ при моделировании ее положения в КМХ составила 6,77 мм. Хронометраж исследования составляет 7 - 10 мин. Способ позволяет расширить возможности УБМ и получить данные о структурах глаза, образованных кривыми линиями. Применение способа позволяет исследовать до и послеоперационные размеры КМХ, моделировать положение ИОЛ в КМХ. Способ может найти применение для определения персонализированного эффективного положения ИОЛ в КМХ и при разработке новых конструкций ИОЛ.

Ключевые слова: ультразвуковая биомикроскопия, капсулный мешок хрусталика, интраокулярная линза.

Logunov D.V., Kuznetsov S.L., Anesyan F.A.

METHOD FOR OBTAINING DIGITAL INFORMATION BY ULTRASOUND BIOMICROSCOPY (UBM) OF THE LENS

Penza Institute for Advanced Medical Studies – branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Russian Medical Academy of Postgraduate Education» of the Ministry of Health of Russia, Penza

Analysis of the method for obtaining digital information from ultrasonic biomicroscopy (UBM) scans of the lens, using the computer-aided design and drawing program Autodesk AutoCAD v.2021. UBM was performed (Accutome UBM Plus. USA). Scanning protocols were processed in the computer-aided design and drawing program Autodesk AutoCAD v.2021. The image was scaled, we set control points along the contour of the capsular bag of the lens (CB) and measured the length of the closed curve of the acoustic cut of the lens. The postoperative position of the “Torsion” intraocular lens (IOL) in the CB was simulated. Method is made it possible to obtain digital information about the parameters of the lens CB down to 0.001 mm. Subjective error is not significant thanks to unlimited number of control points for constructing lines. The distance between the distal ends of the haptic elements of the IOL was 6.77 mm when modeling its position in the CBL. The duration of the study is 7 - 10 minutes. Method allows expanding the capabilities of the UBM and obtaining data on the structures of the eye formed by curved lines. Application of the method allows to study before and after surgery dimensions of the IOL, simulate the position of the IOL in the CB. The method can find application in the development of new IOL designs, determining the personalized effective position of the IOL in the CB.

Key words: ultrasound biomicroscopy, capsular bag of the lens, intraocular lens.

УБМ является современным и высокоинформативным методом диагностики переднего отрезка глаза при самой различной патологии [1,2,3]. Метод позволяет объективно и точно оценить до и послеоперационные параметры различных структур глаза, в частности, хрусталика и его связочного аппарата [4,5,6]. Однако современные УБМ сканеры имеют ряд ограничений при обработке изображений. В стандартный набор сервисов для оценки параметров изображений входит возможность измерения нескольких прямых линий, угловых величин и площади анализируемой структуры глаза [7]. Вместе с тем, программное обеспечение офтальмологических УБМ сканеров не позволяет проводить измерение сканов структур глаза в виде кривых (замкнутых и не замкнутых линий), что заставляет исследователей самостоятельно заниматься решением данного вопроса с помощью различных технических средств и программных продуктов.

Наше внимание привлекла возможность изучения индивидуальных параметров сканограммы КМХ, представляющего собой плоскую фигуру, образованную замкнутой кривой, на основе получения цифровой информации с изображений его акустического среза при УБМ. Определение данного параметра позволит дооперационно определить размеры КМХ и моделировать положение ИОЛ с известными параметрами в КМХ с учетом его индивидуальных особенностей. Решению данного вопроса и посвящена наша работа.

Цель работы

Анализ способа получения цифровой информации с УБМ изображений сканов хрусталика с помощью программы для автоматизированного проектирования и черчения «Autodesk AutoCAD v.2021».

Материал и методы

Работа выполнена на клинической базе кафедры офтальмологии ПИУВ, которой является ГБУЗ «Пензенская областная офтальмологическая больница». Материалом для разработки и анализа способа получения цифровой информации сканограммы хрусталика на основе данных УБМ являлись дооперационные исследования глаз пациентов с катарактой.

Этапы исследования: в условиях эпибульбарной анестезии в заданной плоскости выполняли прямое аксиальное и меридиональное УБМ сканирование переднего отрезка глаза на УЗИ-сканере Accutome UBM Plus (США) [7]. Частота УЗ-излучения составляла 48 МГц.

- Изображение акустического среза нативного хрусталика, представляющего из себя плоскую фигуру, образованную замкнутой кривой, фиксировали в меридиане, соответствующему его диаметру. Для этого под визуальным контролем определяли изображение в меридиане с максимальным размером зрачка.
- Определяли размер изображения акустического среза КМХ нативного хрусталика по линии, соответствующей его экватору (рис. 1), (желтая горизонтальная линия),

а также измеряли дистанцию от вершины роговицы до задней капсулы хрусталика (голубая линия). При перпендикулярном положении линий определяли изображение как корректное для дальнейшей обработки сканограммы.

- Протоколы с изображениями сканов обрабатывали с помощью программы для автоматизированного проектирования и черчения Autodesk AutoCAD v.2021 [8,9]. Для этого последовательно производили масштабирование изображений и измеряли длину замкнутой кривой, образующей плоскую фигуру акустического среза нативного хрусталика.
- Моделировали послеоперационное положение объемозамещающей ИОЛ «Торсион» с известными параметрами в капсулном мешке хрусталика.

Клинический пример

На рис. 1 представлен протокол дооперационного УБМ исследования пациента Б. (53 года) с диагнозом: Незрелая катаракта левого глаза, начальная катаракта правого глаза, обработанный в программе «Autodesk AutoCAD v.2021». С помощью программы последовательно производили масштабирование изображения в соответствии с реальными параметрами УБМ скана. Измерение сечения КМХ осуществляли путем построения его изображения в виде плоской фигуры, образованной замкнутой кривой линией, которая формировалась программой путем соединения контрольных точек (синие элементы), выставленных оператором по контурам изображения акустического среза КМХ. Программа не ограничивает количество точек для формирования кривой, что позволяет достаточно точно произвести измерение размеров листков КМХ и построить его изображение. Длина замкнутой кривой составила 23,302 мм.

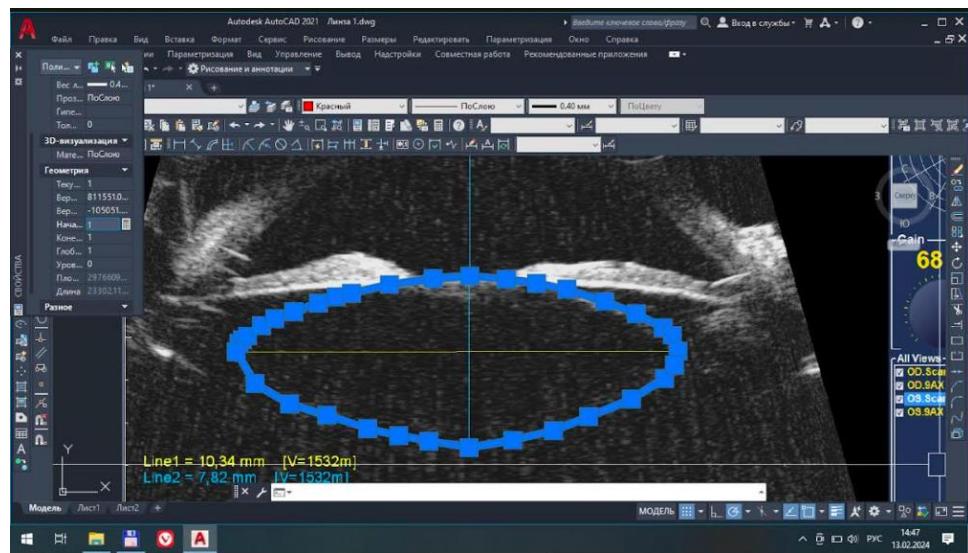


Рис. 1. Протокол УБМ сканограммы факичного глаза в программе «Autodesk AutoCAD v.2021».

Используя полученное, обработанное и измеренное изображение экваториального среза КМХ (красная линия на рис. 2) осуществляли дооперационное моделирование

положения объемозамещающей ИОЛ «Торсион» (ООО предприятие «Репер-НН», г. Н. Новгород) в КМХ.

ИОЛ имеет размеры по продольной оси равные 16,4 мм. От вертикальной линии голубого цвета (рис. 1), представляющей ось симметрии и соединяющей вершину роговицы с центром заднего листка КМХ (красная линия), от точки их пересечения в обе стороны по заднему листку КМХ отмеряли 8,2 мм (желтая линия). Получали схематическое изображение расположения ИОЛ в КМХ, что позволяло оценить расположение гаптических элементов ИОЛ и измерить расстояние между ними. Дистанция между дистальными концами гаптических элементов ИОЛ «Торсион» (синяя линия) составила 6,77 мм.

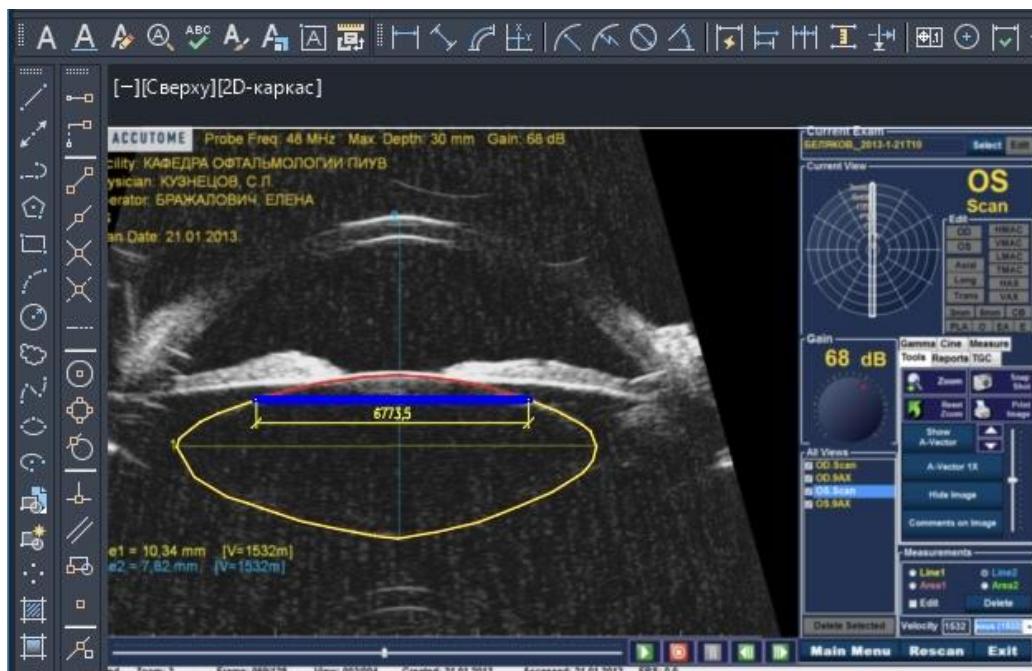


Рис. 2. Протокол УБМ сканограммы факичного глаза в программе «Autodesk AutoCAD v.2021» после обработки изображения (красная линия) и моделирования положения ИОЛ в КМХ (желтая линия).

Результаты и обсуждение

Использование программы для автоматизированного проектирования и черчения «Autodesk AutoCAD v.2021» позволило получить цифровую информацию о параметрах КМХ нативного хрусталика с точностью обработки значений до 0,001 мм. Дистанция между дистальными концами гаптических элементов объемозамещающей ИОЛ при моделировании ее положения в КМХ составила 6,77 мм. Возможная субъективная погрешность при вводе данных, связанная с работой оператора, не имеет существенного значения благодаря достаточной информативности изображений сканов и неограниченному числу контрольных точек, используемых программой для построения кривых линий.

Способ получения цифровой информации позволяет получить данные как о параметрах акустического среза КМХ в целом, так и о его листках по отдельности. Способ может найти

применение в точном определении персонализированного эффективного положения ИОЛ в КМХ и при разработке новых конструкций линз. Хронометраж исследования зависит от объема параметров измеряемых объектов, технических возможностей компьютерного оборудования, навыков оператора и составляет после периода освоения от 7 до 10 мин. Дальнейшее развитие способа представляется авторам путем математической обработки данных по известной площади плоской фигуры, определение которой входит в стандартный набор функций современных УБМ сканеров или автоматизации процесса при машинной обработке изображений.

Заключение и выводы

1. Способ получения цифровой информации при анализе УБМ сканов переднего отрезка глаза с помощью программы для автоматизированного проектирования и черчения «Autodesk AutoCAD v.2021» позволяет расширить возможности УЗ биометрии и получить точные данные о структурах, представляющих из себя фигуры, образованные кривыми линиями.
2. Применение данного способа позволяет исследовать до и послеоперационные персонализированные размеры капсулы хрусталика, состояние его связочного аппарата и моделировать послеоперационное положение ИОЛ в КМХ.
3. Способ может найти применение в определении персонализированного эффективного положения ИОЛ в КМХ, а также при разработке новых конструкций линз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисов, С.Э. Высокочастотная ультразвуковая биомикроскопия: современный метод визуализации переднего отрезка глаза / С.Э. Аветисов, А.Р. Амбарцумян // Российский медицинский форум — 2006: «Фундаментальная наука и практика». Тезисы докладов. Москва, 18-20 октября 2006 г. М: ГЕОС, 2006. С. 4-5.
2. Тахчиди Х.П., Егорова Э.В., Узунян Д.Г. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии переднего сегмента глаза. М.: ФГУ МНТК "Микрохирургия глаза", 2007. 126 с.
3. Pavlin, C.J. Ultrasound biomicroscopy of the eye / C.J. Pavlin, F.S. Foster // NY: Springer Verlag, 1995. Т. 214.
4. Аветисов, С.Э. Ультразвуковая биомикроскопия в оценке условий для проведения вторичной имплантации интраокулярной линзы при афакии / С.Э. Аветисов, А.Р. Амбарцумян // Вестник Офтальмологии. 2011. Т. 127. С. 25-30.
5. Аветисов, С.Э. Диагностические возможности ультразвуковой биомикроскопии в факохирургии / С.Э. Аветисов, А.Р. Амбарцумян, К.С. Аветисов // Вестник Офтальмологии. 2013. Т. 129(5). С. 32-42.
6. Амбарцумян, А.Р. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике вторичной глаукомы в артифактических глазах / А.Р. Амбарцумян // Глаукома. 2012. № 1. С. 26-30.
7. UBM Plus [Электронный ресурс] URL: <https://www.accutome.com/ubm-plus> (дата обращения: 14.02.2024).

8. AUTODESK [Электронный ресурс] URL: <https://www.autodesk.com/community> (дата обращения: 16.02.2024).
9. System requirements for AutoCAD 2023 including Specialized Toolsets.

Сведения об авторах статьи:

1. **Логунов Дмитрий Владимирович** – врач-офтальмолог, ассистент кафедры офтальмологии ПИУВ, филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Пенза, dmitrylog89@gmail.com
2. **Кузнецов Сергей Леонидович** – к.м.н., доцент, заведующий кафедрой офтальмологии ПИУВ, филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Пенза.
3. **Анесян Феся Ааратовна** – врач-офтальмолог, ассистент кафедры офтальмологии ПИУВ, филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Пенза.