

*На правах рукописи*

**Асатрян Сирануш Вардановна**

**Структурно – функциональные особенности  
авитреального глаза**

14.01.07 – глазные болезни

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2020

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

**Научный руководитель:**

академик РАН, доктор медицинских наук,  
профессор

**Аветисов Сергей Эдуардович**

**Официальные оппоненты:**

**Шишкин Михаил Михайлович** – доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕН, Заслуженный врач РФ, ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения РФ, главный офтальмолог, заведующий кафедрой глазных болезней.

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

**Ведущая организация:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения РФ

Защита диссертации состоится 30 ноября 2020 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](http://www.niigb.ru) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт глазных болезней»

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук

**М.Н. Иванов**

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

## Актуальность темы и степень ее разработанности

Витреоретинальная патология занимает весомое место в структуре глазных заболеваний, являясь одной из причин слепоты и слабовидения в Российской Федерации (Либман Е.С., Калеева Э.В., 2010). Сочетанные патологические изменения сетчатки и стекловидного тела (СТ) требуют комплексного хирургического лечения в большинстве случаев. (Machemer R.J., 1998; Reuman J.P., 2000). Одной из наиболее востребованных операций в арсенале витреоретинальных вмешательств является витрэктомия (ВЭ). В течение последних лет показания к этой операции расширены в связи с появлением новых современных инструментов и минимизацией послеоперационных рисков (Oshima Y. и соавт., 2010). Необходимость полного или практически полного удаления измененного СТ возникает при отслойке сетчатки, диабетической ретинопатии, пролиферативной витреоретинопатии, макулярном отверстии (Machemer R. и Charles S., 1980). Таким образом, в настоящее время сформировалась достаточно объемная группа пациентов с авитреальными глазами.

В литературе имеются сведения, указывающие на тесную анатомическую связь между передней частью СТ и окружающими его структурами (Золотарев А.В. 1985, Леонов А.А., Пивоваров Н.Н. 1987). ВЭ как фактор индуцирующий нарушение данной связи может привести к закономерным морфофункциональным изменениям глазного яблока в целом.

Доказано, что после удаления СТ происходит сдвиг рефракции в сторону близорукости в пределах нескольких диоптрий. Помимо этого, изучено влияние ВЭ на состояние гидродинамики глаза, а также экстраокулярного, ретинального и хориоидального кровотока (Нероев В.В. и

соавт., 2012; Сдобникова С.В. и соавт., 2012; Шалдин П.И., 2012; Krepler K. И соавт, 2003; Sullu Y. И соавт., 2005; Kubicka-Trzaska A. и соавт., 2011).

В современной литературе подробно освещены вопросы структурно-функциональных особенностей заднего отрезка глазного яблока после ВЭ (Wolfgang J. Mayer, Clara Fazekas, Ricarda Schumann, Ozdemir H, Karacorlu M, Senturk F, Karacorlu SA, Uysal O, Mayer W.J. и соавт., 2015).

Детальное изучение структурно-функциональных изменений глаза после субтотального удаления СТ на основе современных методов исследования позволит не только минимизировать послеоперационные осложнения, но и ускорить восстановление зрительных функций.

**Целью** исследования явилось изучение структурно-функциональных особенностей авитреальных глаз на основе современных методов исследования.

В соответствии с указанной *целью* исследования в *работе* решали *следующие задачи*:

1. Оценивали влияние ВЭ на биомеханические параметры роговицы (корнеальный гистерезис, фактор резистентности роговицы).
2. Анализировали топографические характеристики переднего отрезка глаза, на основе сканирующей проекционной топографии после ВЭ.
3. Оценивали изменения линейных и угловых параметров структур переднего отрезка авитреальных глаз с помощью ультразвуковой биомикроскопии (УБМ).
4. Исследовали функциональные особенности аккомодационной системы глаза после удаления СТ.

5. Оценивали биометрические (линейные и объемные) характеристики хрусталика и полости СТ на основе трехмерного ультразвукового сканирования до и после ВЭ.

### **Научная новизна**

Впервые проведено комплексное исследование структурно-функциональных изменений авитреального глаза с использованием современных диагностических методов.

Впервые с помощью УБМ изучены изменения биометрических параметров структур переднего отрезка авитреальных глаз.

Впервые с помощью сканирующей проекционной топографии изучены изменения объема и глубины передней камеры глаза после ВЭ.

Проведена сравнительная оценка результатов УБМ и сканирующей проекционной топографии в оценке влияния ВЭ на структуры переднего отрезка глаза.

На основе трехмерного УЗ-сканирования получены акустические, объемные 3-D – модели авитреального глаза, а также его отдельных анатомических структур.

Впервые методом двунаправленной пневмоаппланации роговицы изучены изменения уровня ВГД и биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза после ВЭ.

Впервые проведена объективная оценка состояния аккомодации на основе анализа аккомодационного ответа после ВЭ.

## **Теоретическая и практическая значимость работы**

Комплексное исследование и предлагаемая система оценки структурно-функциональных изменений авитреального глаза позволяет объективно оценить качественные и количественные характеристики в различные сроки после ВЭ.

Представленная в работе совокупность статистически достоверных изменений линейных и объемных биометрических параметров переднего отрезка глаза по данным УБМ и сканирующей проекционной топографии может быть использована для профилактики и минимизации послеоперационных осложнений.

С помощью трехмерного УЗ-сканирования отработан алгоритм исследования, обеспечивающий возможность определения таких параметров, как объем авитреального глаза, полости СТ, хрусталика и передней камеры.

Доказано, что проведение ВЭ в части случаев приводит к клинически значимой офтальмогипертензии и изменениям биомеханических свойств роговицы. Обоснована необходимость мониторингирования уровня ВГД после ВЭ в течение 6 месяцев.

## **Методология и методы диссертационного исследования**

Методологической основой диссертационной работы явилось применение комплекса методов научного познания. Диссертация выполнена в соответствии с принципами научного исследования и в дизайне проспективного сравнительного исследования с использованием клинических, инструментальных, аналитических и статистических методов.

## **Положения, выносимые на защиту**

Изменения биометрических параметров авитреальных глаз на основе комплексного применения современных ультразвуковых методов.

Влияние ВЭ на уровень внутриглазного давления и биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза.

Изменение клинической рефракции (миопизация) глаза после ВЭ.

Особенности аккомодационной системы глаза после удаления СТ.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность проведенных исследований и их результатов определяется репрезентативным объемом материала, достаточным для выполнения поставленных задач. В работе использовано современное сертифицированное офтальмологическое и общеклиническое оборудование.

Исследования проведены в стандартизированных условиях. Анализ материала и статистическая обработка полученных результатов выполнены с применением современных методов.

Материалы диссертации доложены на межрегиональной конференции офтальмологов с международным участием «Аккомодация: проблемы и решения» (Ярославль, Россия 2015) и конференции «Рефракционные чтения» (Москва, 2015). Внедрение результатов работы: результаты работы внедрены в клиническую практику ФГБНУ «НИИГБ».

**Личный вклад автора** состоит в непосредственном участии в выполнении данной диссертационной работы. Все исследования, апробация результатов, подготовка публикаций и докладов по теме работы, обработка и интерпретация полученных результатов выполнены лично автором.

### **Внедрение результатов работы**

Результаты настоящего исследования внедрены в клиническую практику в работе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт глазных болезней».

## **Публикации**

По теме диссертационной работы опубликовано 5 печатных работ, из них 4 – в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определённых Высшей аттестационной комиссией.

## **Структура и объем диссертационной работы**

Материал диссертационной работы изложен на 141 страницах машинописного текста, иллюстрирован 36 рисунками и 15 таблицами. Работа состоит из введения, обзора литературы, глав собственных исследований, заключения, выводов и списка литературы, включающего 172 источников (из них 127 зарубежных и 45 отечественных).

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материал и методы исследования**

Исследование было проведено в группе из 60 больных (50 женщин и 10 мужчин в возрасте от 26 до 78 лет) с витреоретинальной патологией (в частности, с идиопатическим эпиретинальным фиброзом и макулярным отверстием), находившихся на лечении с 2015 по 2017 г. в ФГБНУ <<НИИ глазных болезней>>. Средний возраст пациентов составил  $48,5 \pm 8$  лет. Критериями исключения из исследования были операции и травмы глаза в анамнезе, а также сопутствующие патологические изменения, способные повлиять на результаты исследования (помутнение и рубцы роговицы, глаукома, диабетическая ретинопатия, артефакция, состояние после операции по поводу отслойки сетчатки, астигматизм более 3 дптр). В зависимости от вида хирургического вмешательства были выделены 2 группы пациентов, распределение которых по возрасту и полу отражено в **табл. 1**. В 1-ю группу вошли 25 пациентов с идиопатическим эпиретинальным фиброзом, которым

после ВЭ полость СТ заполняли сбалансированным солевым раствором. Во 2-ю группу были включены 35 пациентов с идиопатическим макулярным отверстием и эпиретинальным фиброзом, которым после ВЭ полость СТ тампонируют газовой смесью или воздухом.

Таблица 1.

Общая характеристика материала исследования.

| Параметр                    | Группа         |                |
|-----------------------------|----------------|----------------|
|                             | 1-я            | 2-я            |
| Пол (м/ж)                   | 6/19           | 4/31           |
| Возраст, годы ( $M \pm m$ ) | 52,5 $\pm$ 1,7 | 58,5 $\pm$ 2,3 |

ВЭ выполняли с помощью витреоретинальной системы (Accurus Vitreoretinal System, Alcon, США), офтальмологического операционного стереомикроскопа Hi-R 900 (Haag Streit Muller – Wedel, Швейцария) со стандартным комплектом (инвертор изображения, широкоугольная система ВЮМ, хирургическая контактная линза для макулорексиса) и витреоретинальных инструментов для выполнения вмешательства.

В процессе операции после субтентановой анестезии выполняли 3 сквозных прокола фиброзной и внутренних оболочек глаза в 3,5 мм от лимба в верхненаружном, верхненижнем и нижненаружном квадрантах. В нижненаружном и верхненижнем квадрантах устанавливали порт 25G, в верхненаружном - 23G. Хирургическое вмешательство включало ВЭ с удалением задней гиаловидной и внутренней пограничной мембраны и/или эпиретинальной мембраны.

В случаях макулярного отверстия операцию завершали газовой смесью тампонадой (SF6 30%), а эпиретинального фиброза – полость СТ тампонируют воздухом или операцию завершали без применения тампонады, заполняя сбалансированным солевым раствором. Все больные были обследованы с помощью рутинных методов оф-

тальмологического исследования (визометрия, тонометрия, периметрия, биомикроскопия, гониоскопия, офтальмоскопия). Для оценки биомеханических свойств фиброзной оболочки использовали динамическую двунаправленную пневмоаппланацию роговицы (Ocular Response Analyser, США). Для определения различных биометрических показателей переднего отрезка глаза применяли: сканирующий проекционный топограф Pentacam, УБМ UBM Hi-scan Opticon и многофункциональную ультразвуковую систему VOLUSON 730 Pro Kretz, в ряде случаев для измерения переднезадней оси (ПЗО) глаза использовали оптическую биометрию ИОЛ-Мастер Zeiss Meditec. Оценку состояния аккомодационного аппарата глаза проводили с помощью компьютерной аккомодографии (Speedy-KverMF-1, Япония).

Осмотр пациентов проводили до операции, через 2–3 нед и 6 мес после вмешательства.

Результаты проведенных исследований обрабатывали методом вариационной статистики при помощи компьютерной программы SPSS Statistics 20. Результаты обработки данных были представлены в виде таблиц с описательными статистиками: средняя, медиана, максимум, минимум, нижний и верхний квартили, коэффициенты асимметрии и эксцесса. На основе первичного анализа и типов распределения данных, были выбраны соответствующие непараметрические критерии: анализ взаимосвязей переменных (расчет матриц корреляции по Спирмену); анализ изменения в указанные сроки обследования пациентов, анализ зависимых групп с повторным измерением (расчет критерия Фридмана), анализ сопоставимости показателей измерения приборов (метод Бленд-Алтмана). Различия показателей между измерениями в группах использовали критерия Уилкоксона Манна-Уитни (*U-test*). Для всех критериев был использован уровень значимости  $p < 0,05$  (5%).

Оборудование, использованное для проведения исследований в данной работе, сертифицировано и разрешено для клинического применения на территории Российской Федерации.

## **Результаты исследований**

### **Оценка влияния ВЭ на клиническую рефракцию глаза**

До операции сферический эквивалент рефракции находился в пределах (+) 4,5 – (-) 10 дптр. В 57 случаях (95%) непосредственно после операции отмечали сдвиг клинической рефракции в сторону миопии в среднем на  $(-)0,56 \pm 0,4$  дптр ( $p < 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона). Зависимости изменения рефракции от техники тампонады СТ выявлено не было.

Сдвиг рефракции в сторону гиперметропии наблюдали только у одного пациента, а у 2 человек она не изменилась. Индуцированного астигматизма после операции выявлено не было. В отдаленном послеоперационном периоде отмечено тенденция к усилению клинической рефракции (миопизации) как в 1-й, так и во 2-й группах в среднем на  $(-)2,14 \pm 1,2$  и  $(-)2,4 \pm 1,3$  дптр соответственно ( $p < 0,05$ ; Т-критерий Уилкоксона).

### **Оценка влияния ВЭ на величину переднезадней оси глаза**

До операции значения ПЗО глаза у пациентов 1-й группы находились в пределах 21,7–23,6 мм (в среднем 22,7мм). После операции статистически значимых изменений данного показателя выявлено не было ( $p > 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона).

У пациентов 2-й группы до ВЭ значения ПЗО находились в пределах 21,7–27,2 мм (в среднем 23,3 мм). Непосредственно после операции данный показатель в среднем составлял 23,4 мм (диапазон 22,2–27,4 мм). Указанная разница была статистически достоверна ( $p < 0,05$ , Т-критерий Вилкоксона). Это тенденция сохранилась и в отдаленном послеоперационном периоде: значения ПЗО глаза составляли в среднем 23,5 мм и находились в пределах 21,9–27,9 мм.

Учитывая, что подобные изменения могли быть обусловлены не только реальным увеличением ПЗО, но и погрешностью измерений (в том числе связанной с разницей коэффициентов поглощения ультразвукового излучения стекловидным телом и внутриглазной жидкостью, которые, по данным литературы, составляют 1346 и 1342 м/с соответственно) для верификации полученных данных измерение ПЗО было проведено с помощью оптической биометрии на основе инфракрасного лазерного излучения. Исследование было проведено у 25 пациентов (25 глаз) 2-й группы (18 женщин и 2 мужчин в возрасте от 56 до 68 лет). По данным оптической биометрии, в послеоперационном периоде также выявлено достоверное увеличение ПЗО в среднем на  $0,1 \pm 0,05$  мм ( $p < 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона).

### **Оценка влияния ВЭ на уровень внутриглазного давления и биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза**

Как в 1-й, так и во 2-й группах исследования отмечено достоверное повышение уровня ВГД относительно исходного значения непосредственно после операции в среднем на 1,72 и 2,42 мм рт. ст. соответственно ( $p < 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона). Это увеличение было статистически значимым, при этом после применения тампонады оно носило более выраженный характер ( $p < 0,05$ , ранговый дисперсионный анализ Фридмана). У 42 (72%) из 60 пациентов уровень ВГД, несмотря на повышение, непосредственно после операции сохранился в пределах нормальных возрастных значений. У 18 (28%) пациентов отмечали повышение значений ВГД до 22–26 мм рт.ст., которое купировали медикаментозно с помощью  $\beta$ -блокаторов или ингибиторов карбоангидразы. В отдаленном послеоперационном периоде колебания уровня ВГД были незначительными.

Изменение корнеального гистерезиса (КГ) после ВЭ отмечено у всех пациентов. Выявлено статистически достоверное уменьшение КГ

непосредственно после операции у пациентов 1-й группы в среднем на 1,0 мм рт.ст. ( $p < 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона). В отдаленные сроки наблюдения отмечена тенденция к нормализации значения КГ. При анализе результатов исследования регистрировали статистически значимое уменьшение КГ в раннем послеоперационном периоде у пациентов 2-й группы в среднем на 0,46 мм рт.ст. ( $p < 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона). Однако в отдаленные сроки наблюдения величина данного параметра возвращалась к исходной.

Таким образом, установлено, что у пациентов после применения тампонады КГ изменялся в меньшей степени, чем в случаях ее отсутствия. Статистически значимого изменения значения фактора резистентности роговицы (ФРР) как в 1-й, так и во 2-й группах исследования в течение всего срока наблюдения выявлено не было ( $p > 0,05$ , ранговый дисперсионный анализ Фридмана).

Независимо от техники вмешательства коэффициент корреляции Спирмена между КГ и ФРР до и после ВЭ составлял 0,7 и 0,6 соответственно ( $p < 0,05$ ).

### **Оценка влияния ВЭ на биометрические параметры структур переднего отрезка глаза**

Биометрические параметры структур переднего отрезка глаза оценивали с помощью УБМ, сканирующей проекционной топографии и трехмерного УЗ-сканирования. На основе сканирующей проекционной топографии переднего отрезка глаза и 3D анализа определяли центральную глубину (ЦГПК), объем (ОПК) и ширину угла передней камеры (УПК) глаза. В 10 (40%) случаях в 1-й группы ЦГПК в послеоперационном периоде уменьшилась по сравнению с исходной, а в 15 (60%) наблюдениях отмечали незначительные колебания данного показателя. Статистически значимых изменений ЦГПК непосредственно в послеоперационном периоде, по данным сканирующего проекционного топографа выявлено не было ( $p >$

0,05, критерий рангов Уилкоксона). Однако, через 6 мес после ВЭ отмечено статистически достоверное увеличение ЦГПК в среднем на 0,17 мм ( $p < 0,05$ , критерий рангов Уилкоксона), что, возможно, объясняется изменением топографии иридохрусталиковой диафрагмы. Аналогичные изменения были отмечены и во 2-й группе (табл.2).

**Таблица 2. Изменения ЦГПК до и после ВЭ.**

| Показатель                  | 1-я группа  |                |           | 2-я группа  |                |           |
|-----------------------------|-------------|----------------|-----------|-------------|----------------|-----------|
| Глубина передней камеры, мм | до операции | после операции |           | до операции | после операции |           |
|                             |             | 2–3 нед        | 6 мес     |             | 2–3 нед        | 6 мес     |
| Среднее                     | 2,84        | 2,81           | 3,01      | 2,68        | 2,69           | 2,97      |
| Медиана                     | 2,82        | 2,75           | 3,0       | 2,76        | 2,77           | 2,9       |
| Минимум                     | 2,27        | 2,3            | 2,33      | 1,77        | 1,78           | 1,94      |
| Максимум                    | 3,54        | 3,5            | 3,6       | 3,52        | 3,51           | 3,59      |
| 25% квартиль                | 2,46        | 2,4            | 2,85      | 2,4         | 2,3            | 2,74      |
| 75% квартиль                | 3,1         | 3,11           | 3,2       | 2,98        | 2,96           | 3,26      |
| 95% Доверительный интервал  | 2,6 – 3,01  | 2,6 – 3,01     | 2,8 - 3,2 | 2,2 – 2,7   | 2,3 – 2,7      | 2,7 – 3,1 |
| Коэффициент асимметрии      | 0,2         | 0,3            | -0,4      | -0,03       | -0,08          | -0,4      |
| Коэффициент эксцесс         | -1,3        | -1,2           | -0,3      | -1,3        | -1,2           | -0,3      |

\*– статистически достоверно

Статистически значимых изменений ОПК и УПК в обеих группах в течение всего периода наблюдения не было выявлено ( $p > 0,05$ , ранговый дисперсионный анализ Фридмана). Отмечена значительная прямая корреляция между ГПК и ОПК как до, так и через 2–3 нед и 6 мес после ВЭ

( $r = 0,69$ ;  $0,7$  и  $0,6$  соответственно,  $p < 0,05$ ; коэффициент корреляции Спирмена). В анализе нуждается отсутствие изменений ОПК, несмотря на достоверное увеличение ее глубины, измеряемой в центральной зоне. Данный факт может быть объяснен неравномерностью изменений глубины, в частности, возможно некоторым уменьшением глубины в периферических участках передней камеры.

С помощью УБМ измерены биометрические параметры структур переднего отрезка глаза и иридоцилиарной зоны: трабекулоцилиарная дистанция (ТЦД), максимальная глубина презонулярного пространства (МГПЗП), объем презонулярного пространства (ОПЗП), длина волокон цинновой связки (ДВЦС), толщина хрусталика (ТХ) до и после ВЭ. Статистически значимых различий показателя ЦГПК между 1-й и 2-й группы выявлено не было, в связи с чем ниже результаты этих данных представлены в обобщенном виде ( $p > 0,05$ , дисперсионный анализ ANOVA повторных измерений). Установлено достоверное увеличение значения ЦГПК от исходного уровня через 6 мес после операции по данным УБМ в среднем на  $0,11$  мм ( $p < 0,05$ , дисперсионный анализ Фридмана).

Независимо от техники операции статистически значимого изменения толщины роговицы в течение всего периода исследования не отмечали в обеих группах ( $p > 0,05$ , дисперсионный анализ Фридмана). Кроме этого, по данным УБМ не отмечено достоверных изменений параметров ОПК и УПК в исследуемых группах ( $p > 0,05$ , дисперсионный анализ ANOVA повторных измерений).

ТЦД до ВЭ у пациентов 1-й группы колебалась в пределах  $0,86 - 1,21$  мм (в среднем  $1,09$  мм). После операции данный параметр увеличился на  $0,06$  мм (в среднем  $1,15$  мм) ( $p < 0,05$ ; Т-критерий Уилкоксона). Указанная тенденция сохранилась в отдаленном послеоперационном периоде.

У пациентов 2-й группы до операции ТЦД колебалась в пределах  $1,07 - 1,16$  мм (в среднем  $1,09$  мм). Выявлено статистически достоверное

увеличение значения ТЦД непосредственно в после операции периоде в среднем на 0,04 мм (диапазон 1,1 – 1,3 мм,  $p < 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона).

Через 6 мес после ВЭ отмечена тенденция к увеличению данного показателя в среднем на 0,13 мм (диапазон 0,99-1,21 мм,  $p < 0,05$ ; Т-критерий Уилкоксона). При этом во 2-й группе увеличение ТЦД имело более выраженный характер.

МГПЗП до операции у пациентов 1-й группы колебалась в пределах 0,52–0,7 мм (в среднем 0,63 мм). Достоверных изменений значения МГПЗП после операции не было выявлено ( $p > 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона). В отдаленном послеоперационном периоде данный показатель варьировал в пределах 0,58–0,72 мм (в среднем 0,66 мм), а увеличение этого показателя оказалось статистически достоверным ( $p < 0,05$ ; Т-критерий Уилкоксона).

МГПЗП у пациентов 2-й группы до ВЭ находилась в пределах 0,52–0,75 мм (в среднем 0,63 мм). Непосредственно и через 6 мес после ВЭ данный параметр увеличился в среднем на 0,03 и 0,08 мм соответственно ( $p < 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона). В отдаленном послеоперационном периоде изменения МГПЗП после ВЭ у пациентов этой группы имели более выраженный характер.

До операции значения ОПЗП у пациентов 1-й группы колебались в пределах 0,53–1,24 мм<sup>2</sup> (в среднем 0,94 мм<sup>2</sup>). При сравнении данного показателя установлено статистически достоверное увеличение в среднем на 0,13 мм<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона). В отдаленном послеоперационном периоде указанная тенденция сохранилась и данный показатель увеличился в среднем на 0,16 мм<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ; Т-критерий Уилкоксона).

У пациентов 2-й группы дооперационная величина ОПЗП составляли в среднем 0,94 мм<sup>2</sup> и находилась в пределах 0,72–1,35 мм<sup>2</sup>. Статистически значимых изменений значения ОПЗП выявлено не было ( $p > 0,05$ , Т-критерий Уилкоксона). По данным УБМ через 6 мес после операции отмечено тенденция к увеличению данного параметра в среднем на 0,21 мм<sup>2</sup>.

Статистически значимой разницы в показателях длины, толщины цилиарного тела, толщины радужки в корнеальной и зрачковой зонах у пациентов обеих групп в течение всего периода наблюдения выявлено не было ( $p > 0,05$ , дисперсионный анализ Фридмана).

У пациентов 2-й группы увеличение ДВЦС имели более выраженный характер по сравнению с аналогичным параметром у пациентов 1-й группы через 6 мес после ВЭ (на 53 и 31 %, соответственно).

Статистически значимая разница в значениях ТХ между обеими группами отмечена уже после операции и сохранялась на протяжении всего периода наблюдения. У пациентов 1-й группы изменение этого показателя в отдаленном послеоперационном периоде были более выраженными (в среднем на 0,11 мм).

По данным трехмерного УЗ-сканирования статистически достоверных изменений объема передней камеры, глаза и полости СТ в течение всего периода наблюдения выявлено не было ( $p > 0,05$ , дисперсионный анализ Фридмана).

У пациентов 1-й группы до ВЭ показатели объема хрусталика (ОХ) колебались в пределах 0,14-0,37 мм<sup>3</sup> (в среднем 0,2 мм<sup>3</sup>). Достоверного изменения данного параметра непосредственно в послеоперационном периоде выявлено не было ( $p > 0,05$ ; Т-критерий Уилкоксона). В отдаленном же периоде выявлено статистически значимое увеличение в среднем на 0,05 мм<sup>3</sup> через 6 мес после ВЭ ( $p < 0,05$ ; Т-критерий Уилкоксона) (диапазон в пределах 0,11 - 0,26 мм<sup>3</sup>).

У пациентов 2-й группы этот показатель до операции составлял в среднем 0,21 мм<sup>3</sup>. Достоверного изменения в раннем послеоперационном периоде выявлено не было, а через 6 мес после операции отмечено достоверное увеличение данного показателя в среднем на 0,02 мм<sup>3</sup> (диапазон колебаний составил 0,16-0,45 мм<sup>3</sup>).

На основе регрессионного анализа были проанализирована корреляционная связь между изменениями различных параметров структур

переднего отрезка глаза и изменениям ПЗО глаза (которую измеряли с помощью трехмерного УЗ-сканирования).

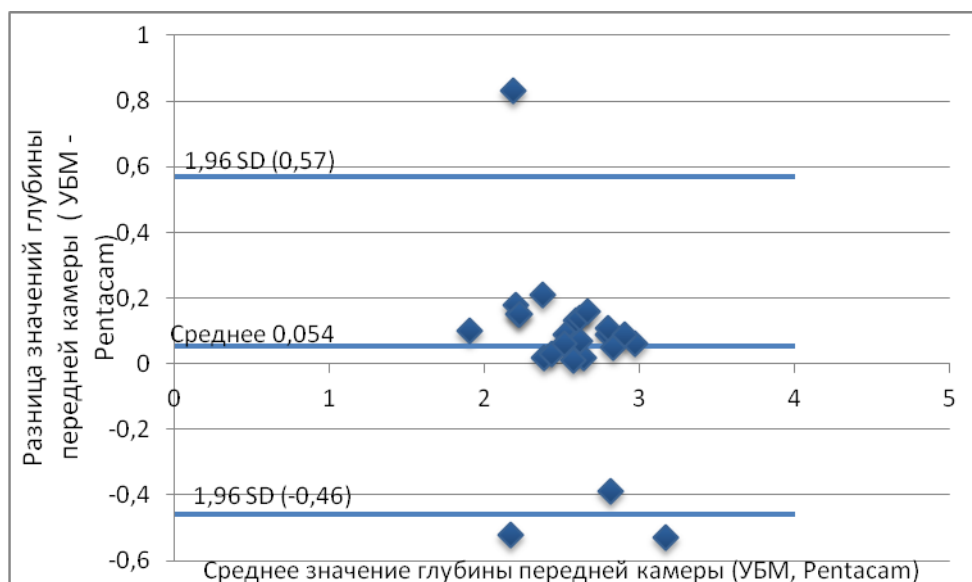
**Таблица 3.** Результаты регрессионного анализа различных биометрических параметров глаза по данным трехмерного УЗ-сканирования, сканирующей проекционной топографии и УБМ.

| Ранговая корреляция Спирмена<br>Выделенные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$ |               |              |             |              |               |                |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|---------------|----------------|
|                                                                                    | $\Delta$ ЦГПК | $\Delta$ ПЗО | $\Delta$ ОХ | $\Delta$ ТЦД | $\Delta$ ДВЦС | $\Delta$ МГПЗП |
| $\Delta$ ЦГПК                                                                      | 1,000         | 0,65         | 0,43        | 0,4          | 0,5           | 0,4            |
| $\Delta$ ПЗО                                                                       | 0,65          | 1,000        | 0,32        | 0,2          | 0,2           | 0,5            |
| $\Delta$ ОХ                                                                        | 0,43          | 0,32         | 1,000       | -0,2         | 0,3           | 0,028          |
| $\Delta$ ТЦД                                                                       | 0,4           | 0,15         | - 0,2       | 1,000        | 0,6           | 0,6            |
| $\Delta$ ДВЦС                                                                      | 0,5           | 0,2          | 0,3         | 0,6          | 1,000         | 0,3            |
| $\Delta$ МГПЗП                                                                     | 0,4           | 0,5          | 0,028       | 0,6          | 0,3           | 1,000          |

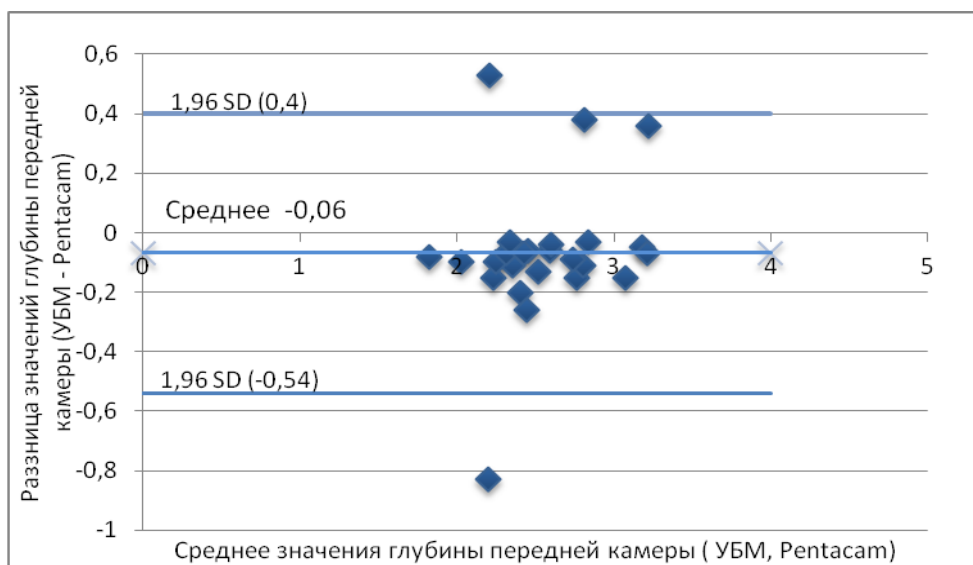
В таб. 3 дельта ( $\Delta$ ) – это разница между средним значением показателя через 6 мес после ВЭ и средним значением показателя до операции. Была изучена связь между дельтой ЦГПК, ТЦД, МГПЗП, ОХ, ДВЦС по данным УБМ и сканирующей проекционной топографии и дельтой ПЗО по данным трехмерного УЗ-сканирования. Проведенный корреляционный анализ показал, что наиболее высокая прямая корреляция выявлена между показателями ПЗО глаза и ЦГПК в течение всего периода наблюдения ( $r = 0,7$  ;  $0,78$  и  $0,6$  ), следовательно значения ПЗО глаза необходимо рассматривать как наиболее важный и доминирующий биометрический параметр глаза.

Регрессионная модель подтверждает корреляционную зависимость между переменными  $\Delta$ ПЗО и  $\Delta$ ЦГПК,  $\Delta$ ТЦД,  $\Delta$ МГПЗП,  $\Delta$ ДВЦС,  $\Delta$ ОХ ( $r = 0,65$ ,  $0,2$ ,  $0,5$ ,  $0,2$  и  $0,32$  соответственно ; коэффициент корреляции Спирмена,  $p < 0,05$ ) (табл. 3).

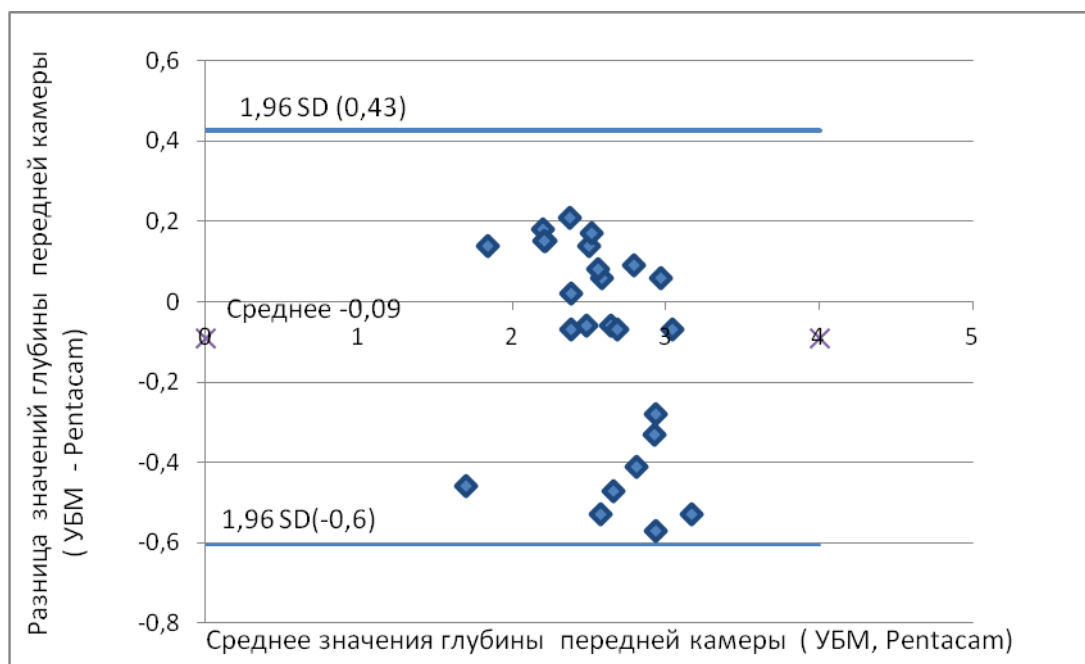
На примере измерения ЦГПК была анализирована согласованность данных, полученных с помощью метода УБМ и сканирующей проекционной топографии (применен метод Bland-Altman Plot). Сравнивали ЦГПК по данным УБМ, сканирующей проекционной топографии до и после витрэктомии (рис. 1-3).



**Рис.1. Оценка согласованности измерений ЦГПК методом Bland-Altman Plot для УБМ и сканирующей проекционной топографии до ВЭ.**



**Рис.2. Оценка согласованности измерений ЦГПК методом Bland-Altman Plot для УБМ и сканирующей проекционной топографии после ВЭ.**



**Рис.3. Оценка согласованности измерений ЦГПК методом Bland-Altman Plot для УБМ и сканирующей проекционной топографии через 6 мес после ВЭ.**

Полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой информативности УБМ и сканирующей проекционной топография в плане измерения ЦГПК, что согласуется с данными литературы.

### **Оценка влияния ВЭ на состояния аккомодации**

Оценка состояния аккомодации на основе анализа коэффициента аккомодационного ответа проведена у 11 пациентов из 1-й группы и у 2 – из 2-й группы, у которых уровень остроты зрения позволял полностью осуществить данное исследование.

Значения коэффициента аккомодационного ответа глаза по данным компьютерной аккомодографии до ВЭ находились в пределах 0,4–1,0 в среднем составив 0,72. Непосредственно в послеоперационном периоде

данный показатель составил в среднем 0,56 и колебался в пределах 0,3–0,77. Во всех случаях отмечена тенденция к уменьшению данного показателя.

### **Выводы**

1. Впервые в группе из 60 пациентов (60 глаз) детально изучены структурно-функциональные особенности авитреального глаза на основе исследования рефракционных показателей (включая результаты аккомодометрии), линейных и объемных биометрических параметров структур переднего отрезка и глаза в целом, биомеханических свойств фиброзной оболочки.
2. В раннем послеоперационном периоде в авитреальных глазах отмечен достоверный сдвиг клинической рефракции в сторону миопии как при применении тампонады, так и без нее (в среднем на (-)0,68 и (-)0,44 дптр соответственно). В отдаленные сроки после вмешательства выявлено усиление клинической рефракции глаза в среднем на (-)2,4 и (-)2,14 дптр соответственно.
3. В 28% случаев после витрэктомии отмечено транзиторное, требовавшее назначения местной гипотензивной терапии, повышение роговично-компенсированного внутриглазного давления (в среднем на 4,8 мм рт. ст.), более выраженное при использовании тампонады полости стекловидного тела.
4. По данным двунаправленной пневмоаппланации роговицы после витрэктомии и тампонады полости стекловидного тела значимых изменений биомеханических свойств роговицы отмечено не было. Отсутствие тампонады сопровождалось статистически значимым уменьшением корнеального гистерезиса в среднем на 9% ( $p=0,05$ ).
5. По данным сканирующей проекционной топографии в отдаленные сроки после вмешательства независимо от наличия или отсутствия элемента

тампонады полости стекловидного тела выявлено статистически значимое увеличение глубины камеры глаза на 10,1 % ( $p < 0,05$ ).

6. По данным ультразвуковой биомикроскопии структур переднего отрезка глаза после витрэктомии во всех случаях в отдаленные сроки после вмешательства имело место значимое увеличение трабекуло-цилиарной дистанция (8%, 0,1мм), максимальной глубины презонулярного пространства задней камеры (9,3 %, 0,06 мм), объема презонулярного пространства задней камеры (21,7%, 0,18 мм<sup>2</sup>), длины волокон цинновой связки (42%, 0,2мм) и толщины хрусталика (2,4%, 0,1мм).

7. Результаты трехмерного ультразвукового сканирования свидетельствуют о статистически значимом увеличении переднезадней оси глаза после витрэктомии (при использовании тампонады полости стекловидного тела на 1,1 %, 0,1мм). Кроме этого, во всех случаях в отдаленные сроки наблюдения отмечено статистически достоверное ( $p < 0.05$ ) увеличение объема хрусталика в среднем на 22%, а статистически значимых изменений акустических объемных показателей полости стекловидного тела, передней камеры и глазного яблока выявлено не было.

8. По данным аккомодографии, до- и послеоперационное проведение, которой оказалось возможным в 13 случаях, отсутствие стекловидного тела сопровождалось снижением коэффициента аккомодационного ответа в среднем на 0,16.

### **Практические рекомендации**

Результаты УЗ исследования в виде виртуальных объемных моделей позволяет выявлять изменения структуры всего комплекса внутриглазных элементов авитреального глаза. Создание 3D модели позволяет оценить форму изучаемого объекта, его объем и акустическую структуру. Современные диагностические методы позволяют оценить функциональные особенности авитреального глаза - возникновение миопизации и изменение аккомодации. Согласно нашему исследованию, после витрэктомии в течение

6 мес. необходим динамический контроль над уровнем офтальмотонуса, до его нормализации.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Асатрян С.В., Сургуч В.К., Харлап С.И., Щеголева Т.А. Биометрические параметры авитреальных глаз // **Вестник офтальмологии.** - 2016. – Т. 132(5). – с. 49-53.
2. Асатрян С.В., Салихова А. Р. Структурно-функциональные особенности авитреального глаза // **Вестник офтальмологии.** – 2016 – Т. 132(6). – с. 117-122.
3. Аветисов С.Э., Асатрян С.В., Сургуч В.К., Щеголева Т.А., Карапетян А.Т. Авитрия - модель изучения потенциальных изменений аккомодационного аппарата?! // Тезисы докладов. VIII Российский общенациональный офтальмологический форум. Москва, 2015. – с. 753-754.
4. Сдобникова С. В., Козлова И. В., Асатрян С. В., Сидамонидзе А.Л., Сурнина З. В. Анализ результатов двунаправленной пневмоапланации роговицы и электронной тонографии у пациентов после витрэктомии // **Офтальмология.** - 2017;. – Т. 14(4). – с. 335-340.
5. Бубнова И. А., Асатрян С. В. Биомеханические свойства роговицы и показатели тонометрии // **Вестник офтальмологии.** – 2019. – Т. 135(4). – с. 27-32.

### **Список сокращений**

ВЭ – витрэктомия

СТ – стекловидное тело

ВГД – внутриглазное давление

ВГДрк – роговично-компенсированное внутриглазное давление

УПК – угол передней камеры

УЗИ – ультразвуковое исследование

ДЗН – диск зрительного нерва

ПЗО – переднезадняя ось глаза

КГ – корнеальный гистерезис

ФРР – фактор резистентности роговицы

ОХ – объем хрусталика

ПГМ – передняя гиалоидная мембрана

ТЦД – трабекулоцилиарное дистанция

МГПЗП – максимальная глубина презонулярного пространства

ОПЗП – объем презонулярного пространства

ДВЦС – длина волокон цинновой связки

ТХ – толщина хрусталика

мес – месяц

нед – неделя