

МЕТОД А-ЭХОГРАФИИ ДЛЯ БИОМЕТРИИ ГЛАЗА И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ОФТАЛЬМОПАТОЛОГИИ



ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ИМЕНИ ГЕЛЬМГОЛЬЦА» МИНЗДРАВА РОССИИ



ПОРТАЛ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МИНЗДРАВА РОССИИ

СТРУКТУРА УЧЕБНОГО СОДЕРЖАНИЯ

1. Определение метода
2. Принцип метода
3. Показания и противопоказания к исследованию
4. Виды А-эхографии
5. Методика исследования
 - 5.1. Подготовка к исследованию
 - 5.2. Подготовка ультразвукового прибора к исследованию
 - 5.3. Контактная А-биометрия: техника исследования
 - 5.4. Стандартизированная А-эхография: техника исследования
 - 5.5. Иммерсионная А-эхография: техника исследования
6. Контактная и иммерсионная А-биометрия
 - 6.1. Особенности контактной и иммерсионной А-биометрии
 - 6.2. Основные причины ошибок при А-биометрии



СТРУКТУРА УЧЕБНОГО СОДЕРЖАНИЯ

7. Стандартизированная А-эхография

7.1. Особенности метода

7.2. Клиническое применение метода

7.2.1. Деструкция стекловидного тела

7.2.2. Внутриглазное новообразование

7.2.3. Гемофтальм

7.2.4. Задняя отслойка стекловидного тела

7.2.5. Отслойка сетчатки

7.2.6. Техника дифференциальной диагностики задней отслойки стекловидного тела и отслойки сетчатки

7.2.7. Отслойка сосудистой оболочки



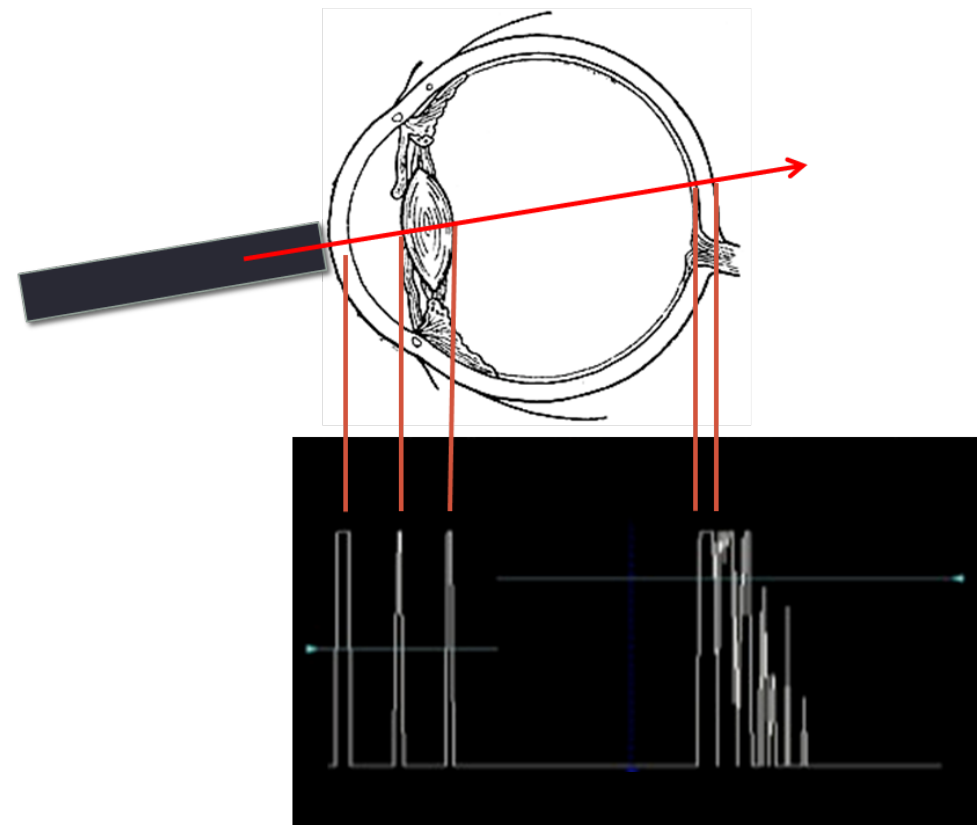
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДА



A-эхография

Метод, который позволяет в графическом режиме регистрировать отраженные ультразвуковые сигналы от поверхностей раздела сред с различным акустическим сопротивлением в виде амплитуд на экране диагностического прибора.

*Фридман Ф.Е., Гундорова Р.А., Кодзов М.Б.
Ультразвук в офтальмологии. – М.: Медицина, 1989*



Из архива авторов



ПРИНЦИП МЕТОДА



Принцип получения А-эхограммы

- Пьезоэлектрический элемент ультразвукового датчика посылает в направлении глаза короткий «зондирующий» импульс;
- при прохождении через границу раздела сред (контактная среда/роговица) часть ультразвукового сигнала отражается обратно, попадает на пьезоэлемент и преобразуется в электрический импульс – на экране появляется изображение амплитуды эхосигнала от передней поверхности роговицы;
- так как передняя камера глаза заполнена гомогенной жидкостью, ультразвуковая волна без отражения проходит через нее до передней поверхности хрусталика;
- аналогичным образом происходит отражение части ультразвуковых импульсов от передней и задней поверхности хрусталика, что отображается на эхограмме в виде двух отдельных эхосигналов.

Фридман Ф.Е. Ультразвуковая диагностика в офтальмологии // Клиническая ультразвуковая диагностика / под ред. Мухарлямова Н. – 1987. – С. 217



Принцип получения А-эхограммы

- Пройдя без отражения через гомогенное стекловидное тело, ультразвуковой импульс снова частично отражается от внутренней пограничной мембраны сетчатки и визуализируется на экране в виде максимального 100% по амплитуде эхосигнала.
- Эхограмму завершает комплекс амплитуд эхосигналов, возникающих в результате частичного отражения ультразвуковой волны от склеры и ретробульбарных структур.

Фридман Ф.Е. Ультразвуковая диагностика в офтальмологии // Клиническая ультразвуковая диагностика / под ред. Мухарлямова Н. – 1987. – С. 217



ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ИССЛЕДОВАНИЮ



Показания к исследованию

- Измерение биометрических параметров глаза: толщины роговицы, глубины передней камеры, толщины хрусталика, протяженности стекловидного тела, переднезадней оси и поперечного размера глазного яблока;
- исследование эхоструктуры тканей глаза и орбиты, проведение дифференциальной диагностики между различными патологическими состояниями органа зрения (стандартизированная А-эхография);
- динамическое наблюдение за пациентами после энуклеации и экзентерации орбиты при невозможности проведения В-сканирования;
- выявление и локализация в глазу инородных тел, в том числе клинически невидимых и рентгенонегативных, как в условиях амбулаторного приёма, так и интраоперационно.

*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей
под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



Противопоказания к исследованию

Абсолютные:

- необработанное открытое ранение глаза;
- язва роговицы с перфорацией или подозрении ем на нее;
- аллергическая реакция на анестетики.

Относительные:

- острый период инфекционных заболеваний переднего отрезка глаза;
- ранний послеоперационный период после первичной хирургической обработки ранения.

*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей
под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



ВИДЫ А-ЭХОГРАФИИ



Виды А-эхографии

Контактные методики:

- контактная А-биометрия (постановка датчика на роговицу),
- стандартизированная А-эхография (постановка датчика на склеру).

Иммерсионная методика:

- иммерсионная А-биометрия (между датчиком и глазной поверхностью находится водная среда – физиологический раствор).

*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей
под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ



ПОРТАЛ НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО И
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ МИНЗДРАВА РОССИИ



ФГБУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ГЛАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ
ИМЕНИ ГЕЛЬМГОЛЬЦА» МИНЗДРАВА РОССИИ

1. Подготовка к исследованию



Подготовка к исследованию

- Для проведения А-эхографии используется ультразвуковая система, оснащенная стандартным датчиком с частотой ультразвука 8–11 МГц и диаметром сканирующей поверхности 3–5 мм;
- перед диагностической манипуляцией наконечник датчика обрабатывается раствором антисептика, например, изопропилового спирта;
- во избежание химического ожога ультразвуковое исследование осуществляется лишь после его полного высыхания;
- А-сканирование глаза выполняется контактным и иммерсионным способами после предварительной местной инстилляционной анестезии глаза.



2. Подготовка ультразвукового прибора к исследованию



Настройка параметров ультразвукового прибора перед исследованием. Выбор типа глаза

The screenshot shows the interface of an ultrasound biometry device. At the top, there are fields for 'Physician2: ID:' and 'Name:'. Below this, there are buttons for 'BIO', 'B', and 'PACHY'. The main display area shows 'Avg' measurements: Axial: 23.67 mm, ACD: 3.04 mm, Lens: 3.24 mm. Below this, there is a table of measurements for 10 different points, with an average and standard deviation (SD) row. The 'Eye Type' is set to 'Phakic', which is circled in red. The 'Mode' is set to 'Auto', 'Dense Cat' is 'ON', and 'Threshold' is 'Flat Low'. The 'Gain' is set to 60. At the bottom, there are buttons for 'Retina', 'Gate', 'ON', 'Select', 'Delete', and 'Clear'. The bottom bar contains buttons for 'OS/L', 'FREEZE', 'BIO', 'BIO/IOL', a USB icon, and 'Print'.

No.	Axial	ACD	Lens	Vit
1	23.67	3.06	2.14	18.47
2	23.70	3.10	3.34	17.26
3	23.68	3.08	3.40	17.20
4	23.63	3.27	2.87	17.49
5	23.70	2.95	3.50	17.25
6	23.67	3.01	3.58	17.08
7	23.67	3.01	3.58	17.08
8	23.67	2.95	3.60	17.12
9	23.61	3.01	3.22	17.38
10	23.65	2.99	3.16	17.50
* Avg	23.67	3.04	3.24	17.38
SD	0.03	0.09	0.43	0.39
OD/R	39.66	3.89	4.30	31.47

1. Тип глаза: **факичный** (наличие хрусталика); **афакичный** (отсутствие хрусталика); **псевдофакичный** (наличие интраокулярной линзы).

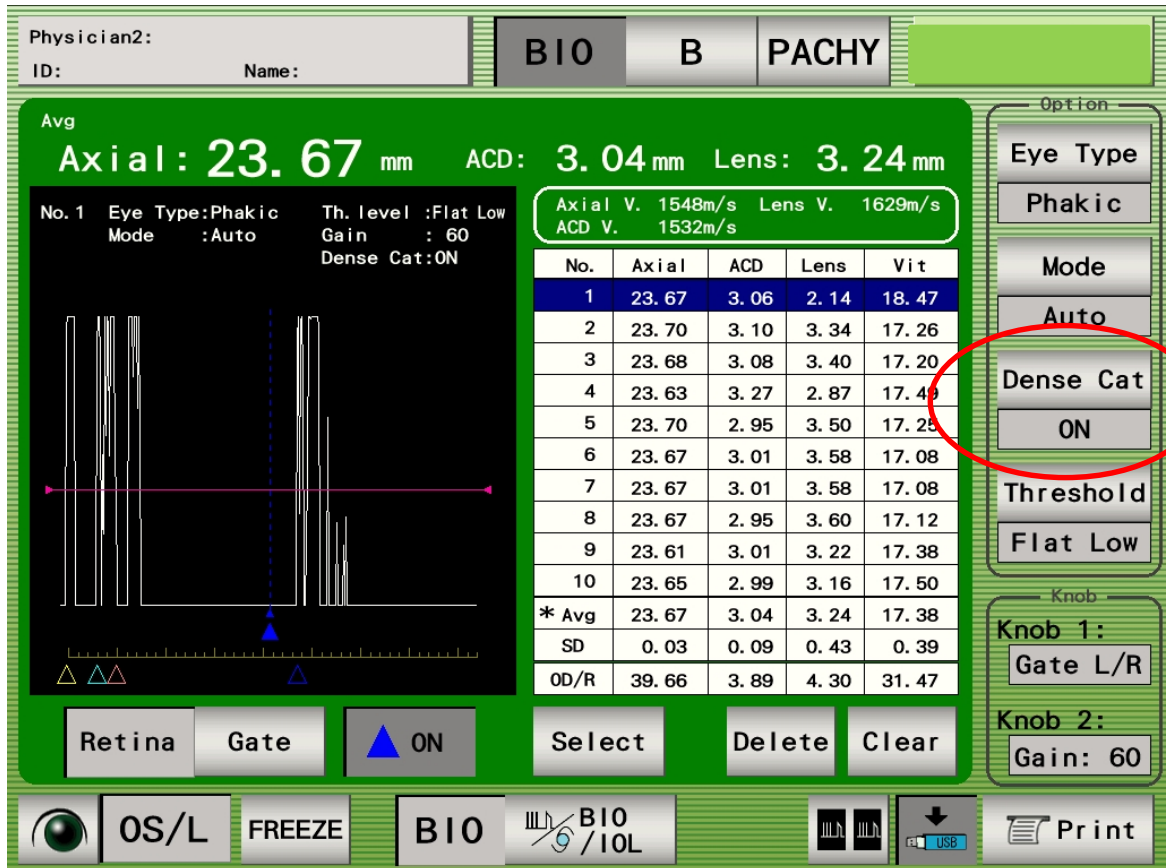
Поскольку скорость распространения ультразвука отличается в разных средах глаза, крайне важным является установка корректного статуса глаза.

Неверный выбор типа глаза приведет к ошибкам в измерениях как отдельных структур глаза, так и суммарного значения длины переднезадней оси глаза.

Holladay JT, Prager TC. Accurate ultrasonic biometry in pseudophakia. Am J Ophthalmol. 1993 Apr 15. 115(4):536-7

Из архива авторов

Настройка параметров ультразвукового прибора перед исследованием. Режим Dense Cataract



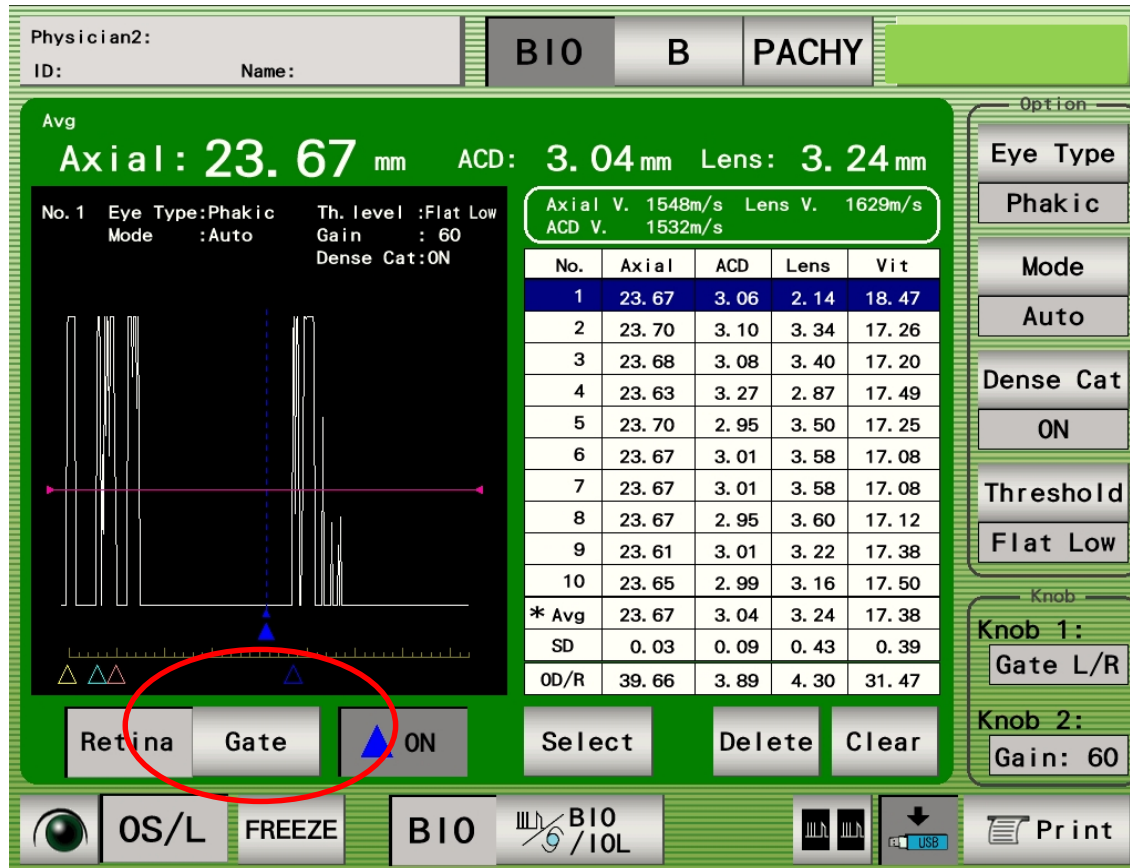
2. При измерении переднезадней оси глаза с плотной катарактой используют режим **Dense Cataract**.

Выбор данного режима у пациентов с зрелой катарактой позволяет увеличить точность полученных результатов.

Из архива авторов

Hoffer KJ. Ultrasound velocities for axial eye length measurement.
J Cataract Refract Surg. 1994 Sep; 20(5):554-62

Настройка параметров ультразвукового прибора перед исследованием. Режим Gate

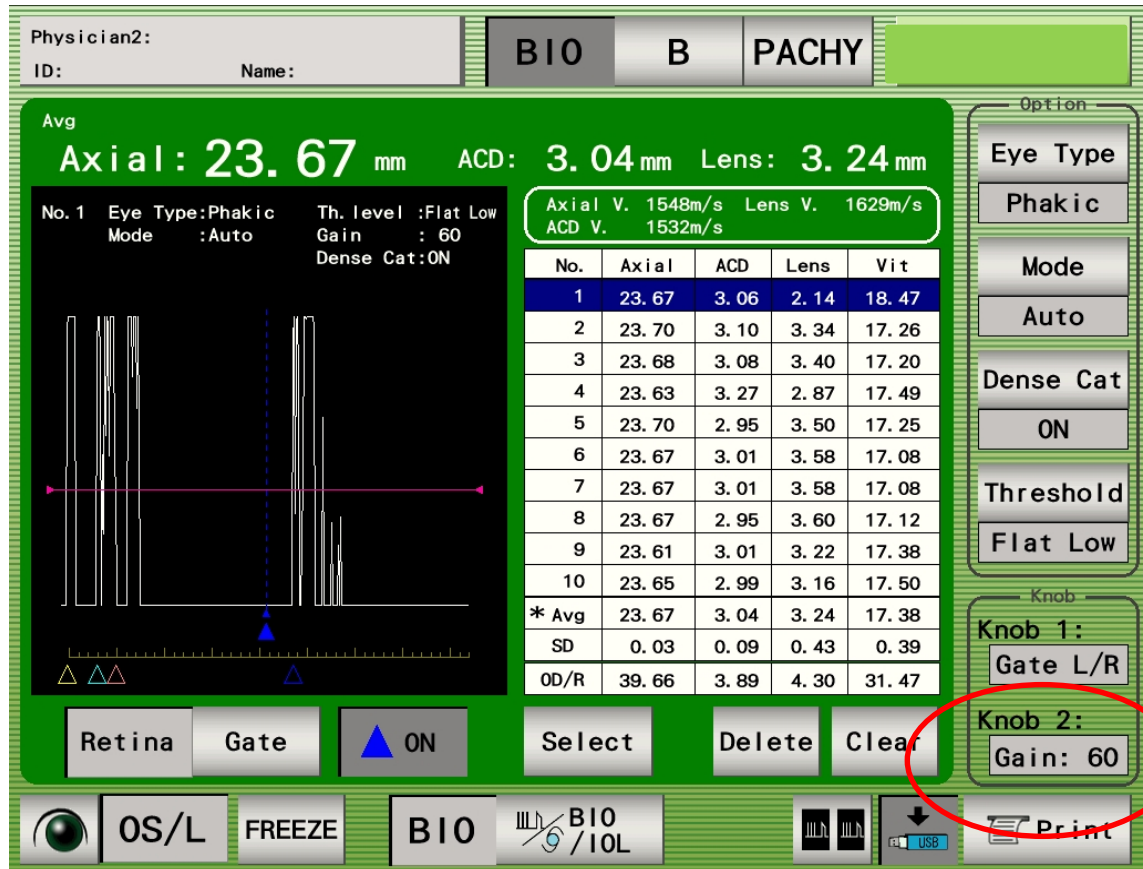


3. Установка параметров границ **Gate** (электронные маркеры на экране прибора) позволяет точно измерить расстояние между двумя или более точками, которые соответствуют анатомическим структурам глаза (роговица, передняя и задняя капсулы хрусталика, сетчатка).

При наличии патологических изменений в глазу (например, отслойка сетчатки) на эхограмме возникают дополнительные эхосигналы. Ручная корректная установка маркеров **Gate** на анатомических структурах глаза в таких случаях позволяет избежать ошибок в измерении.

Из архива авторов

Настройка параметров ультразвукового прибора перед исследованием. Режим Gain



4. Режим усиления **Gain** используется для регулировки мощности ультразвука.

Для получения эхограммы хорошего качества рекомендуемая мощность 60 – 70 дБ.

При Gain=100 дБ – эхосигналы от роговицы, капсул хрусталика, сетчатки и склеры могут образовывать единый комплекс – риск ошибок биометрии.

При наличии плотной катаракты для корректных измерений рекомендуется увеличить мощность ультразвукового сигнала.

При псевдофакии или афакии следует уменьшить Gain.

Из архива авторов

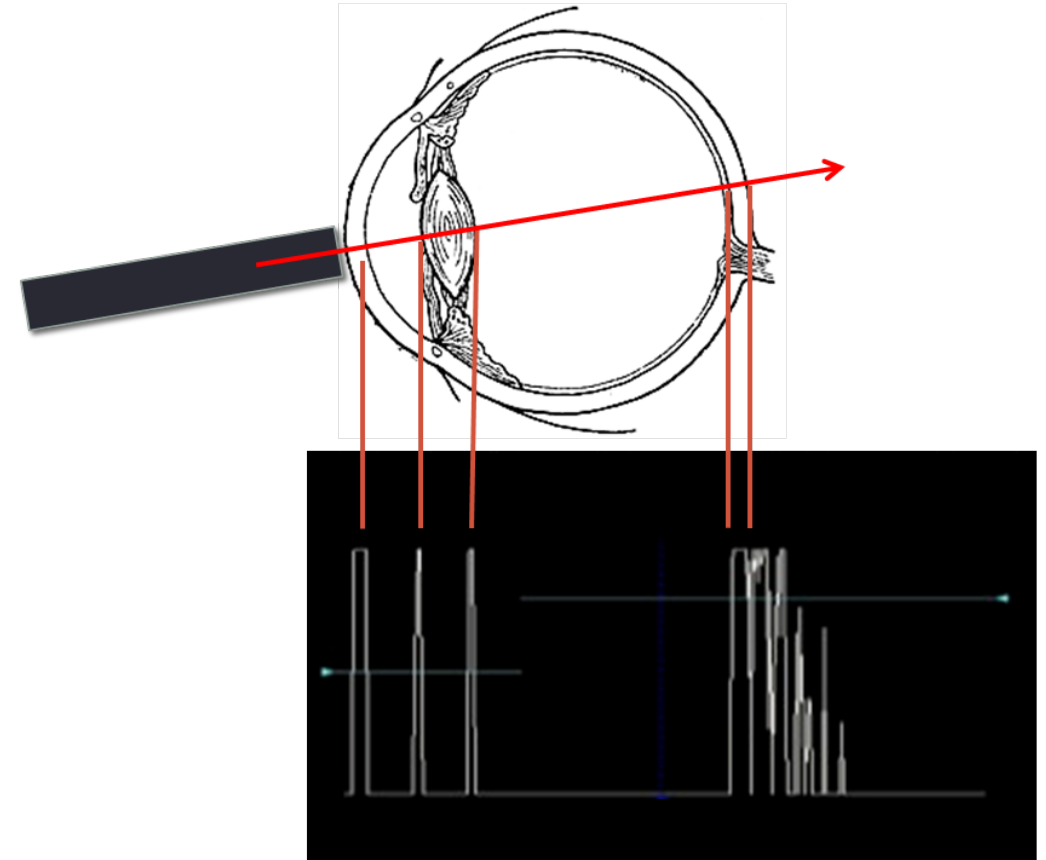
Byrne SF. Improving A-Scans. Ocul Surg News. 1994. 12(6):86-7

3. Контактная А-биометрия: техника исследования



Контактная А-биометрия: техника исследования

- Установить датчик на вершину роговицы до появления звукового сигнала ультразвукового прибора и эхосигналов на дисплее;
- ориентация датчика строго по зрительной оси в центре роговицы (взор пациента направлен прямо перед собой);
- после появления эхосигналов на дисплее избегать чрезмерного давления датчика на роговицу – риск ошибок в измерении;
- провести 2-3 серии по 5-10 измерений в каждой; удостовериться в корректности и сопоставимости полученных результатов.



Из архива авторов

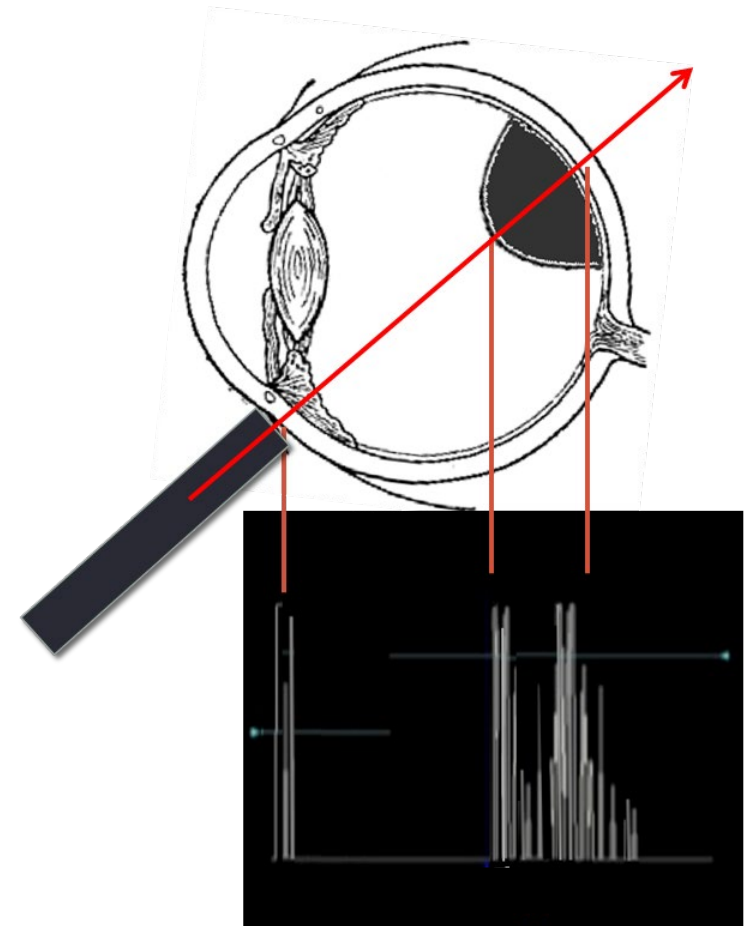


4. Стандартизированная А-эхография: техника исследования



Стандартизированная А-эхография: техника исследования

- Установка датчика на склере до появления звукового сигнала ультразвукового прибора и эхосигналов на дисплее,
- ориентация датчика в направлении зоны интереса (патологический очаг) перпендикулярно поверхности склеры,
- получение качественных, информативных эхограмм путем выбора оптимального направления датчика (ось сканирования должна быть перпендикулярна патологическому очагу) и регулировкой мощности сигнала Gain (минимизация артефактов).



Из архива авторов

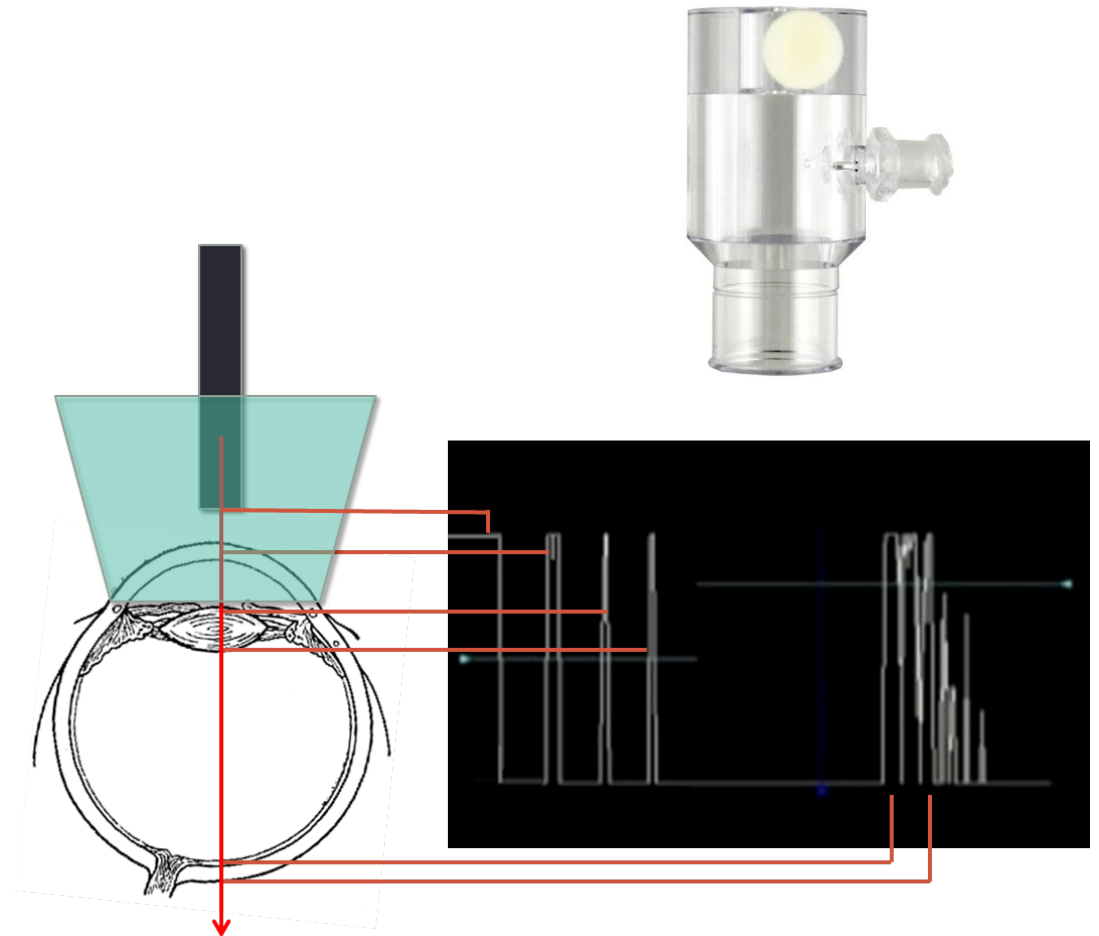


5. Иммерсионная А-эхография: техника исследования



Иммерсионная А-эхография: техника исследования

- Установка на глазное яблоко специальной иммерсионной камеры с фиксированным в ней ультразвуковым датчиком;
- ориентация датчика строго по зрительной оси (взор пациента направлен на световую метку на контактной поверхности датчика);
- заполнение камеры физиологическим раствором до уровня контактной поверхности датчика;
- автоматическая регистрация измерений.



Из архива авторов



КОНТАКТНАЯ И ИММЕРСИОННАЯ А-БИОМЕТРИЯ



1. Особенности контактной и иммерсионной А-биометрии

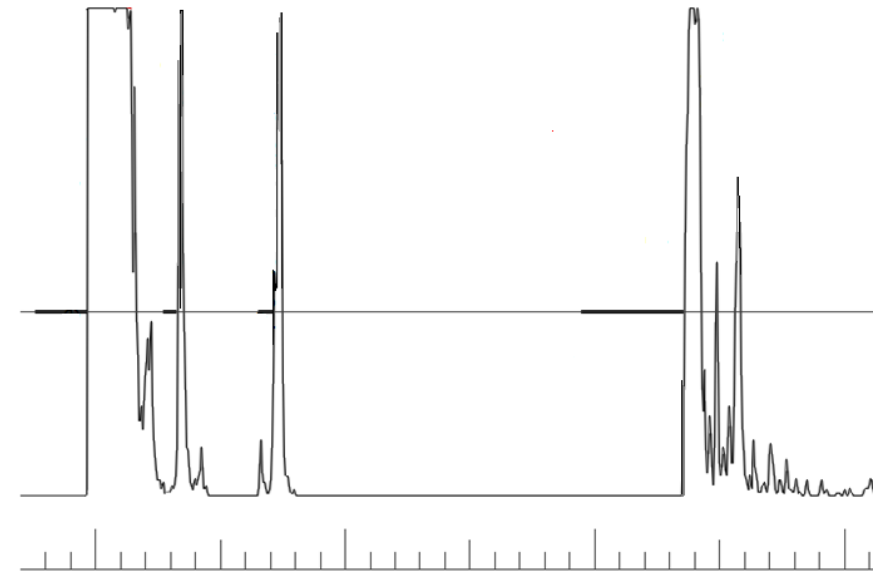


A-биометрия

Метод ультразвукового исследования, направленный на получение линейных биометрических характеристик его структур (толщины роговицы, глубины передней камеры, толщины хрусталика, протяженности стекловидного тела и длины переднезадней оси глаза).

Показания к применению A-биометрии:

- динамика прогрессирования миопии/гиперметропии,
- оценка переднезадней оси при субатрофии/буфтальме,
- дифференциальная диагностика истинного и ложного экзофтальма/энофтальма,
- расчет оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ).



*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для
врачей под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*



Сравнение контактной и иммерсионной А-биометрии

Недостатки контактной А-биометрии

- отсутствие контроля степени компрессии датчика на роговицу,
- контактность метода (противопоказания),
- отсутствие точной ориентации датчика относительно макулы.

Основные преимущества **иммерсионного А-сканирования** по сравнению с контактным методом:

- отсутствие компрессии роговицы рабочей поверхностью датчика,
- более точное попадание оси сканирования в область макулы (пациент смотрит на световую метку на поверхности датчика).

*Киселева Т.Н. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: Руководство для врачей
под редакцией Нероева В.В., Киселевой Т.Н. Москва: Икар; 2019*

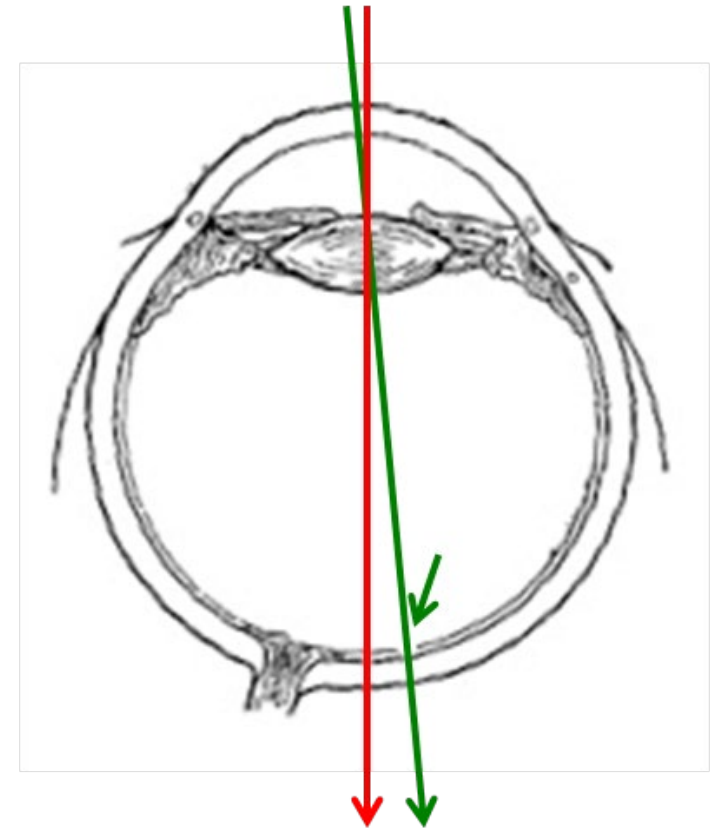
2. Основные причины ошибок при А-биометрии



Ошибки при проведении А-биометрии

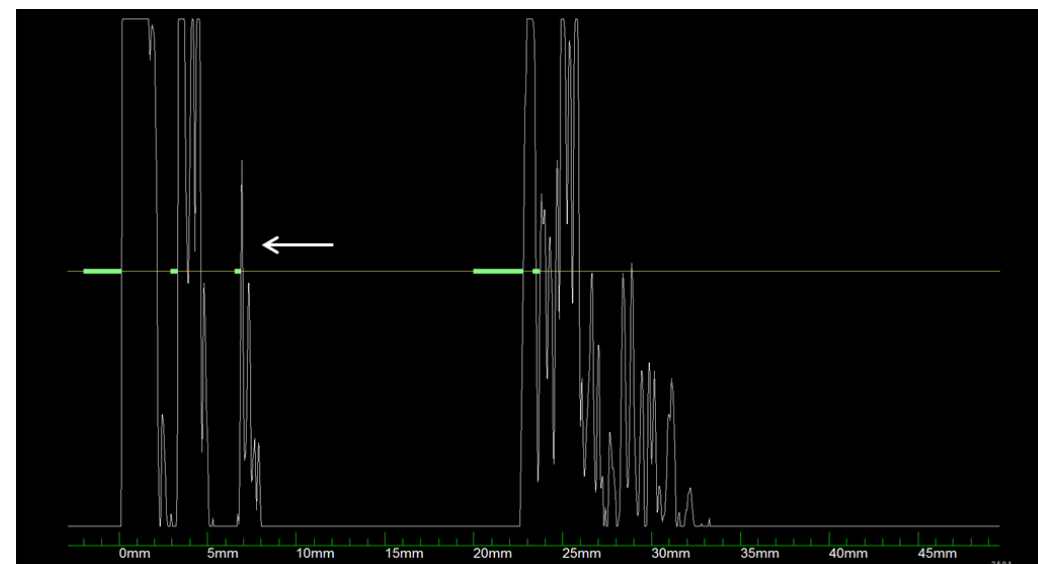
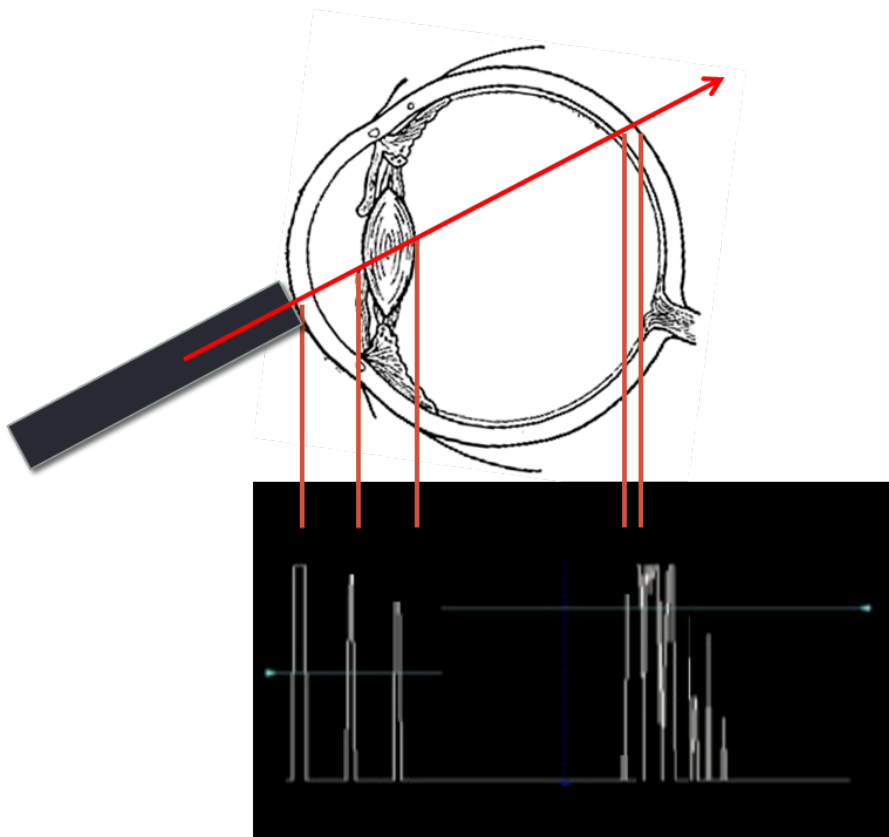
Основной причиной ошибок в измерении переднезадней оси глаза при проведении А-биометрии является отклонение оси сканирования (красная стрелка) от зрительной оси глаза (зеленая стрелка).

Однако анализ полученных эхограмм позволяет выявить определенные признаки отклонения оси сканирования от зрительной оси.



Из архива авторов

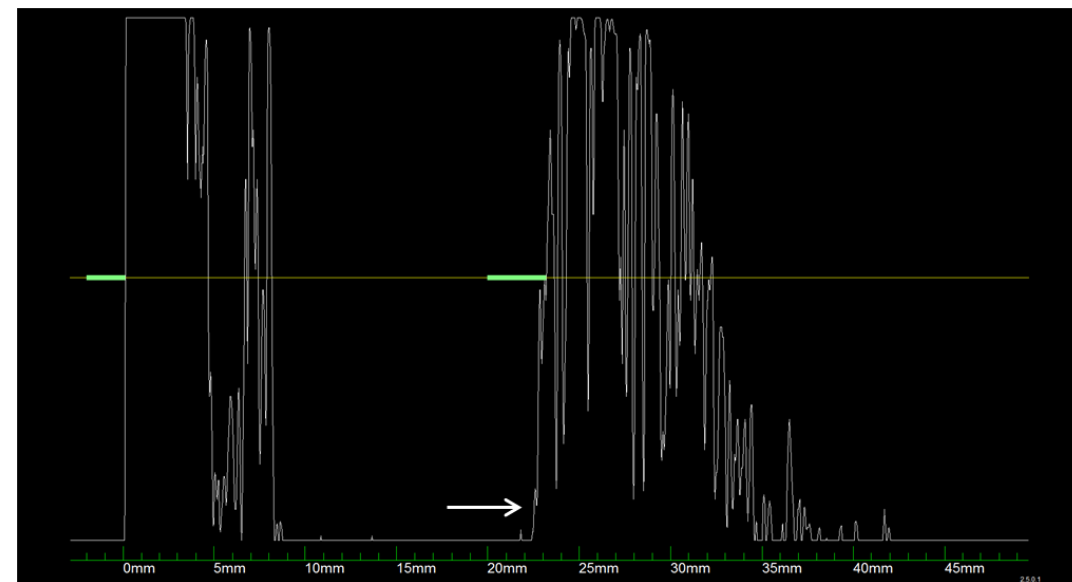
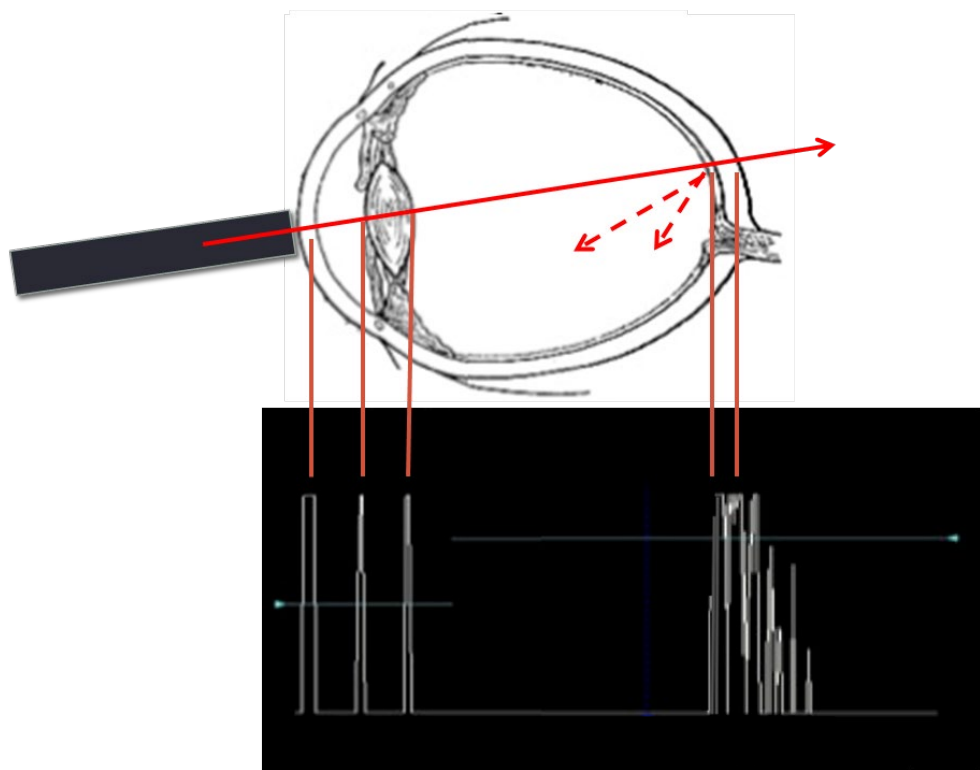
Отсутствие 100% по амплитуде эхосигналов от передней или задней капсулы хрусталика



Из архива авторов

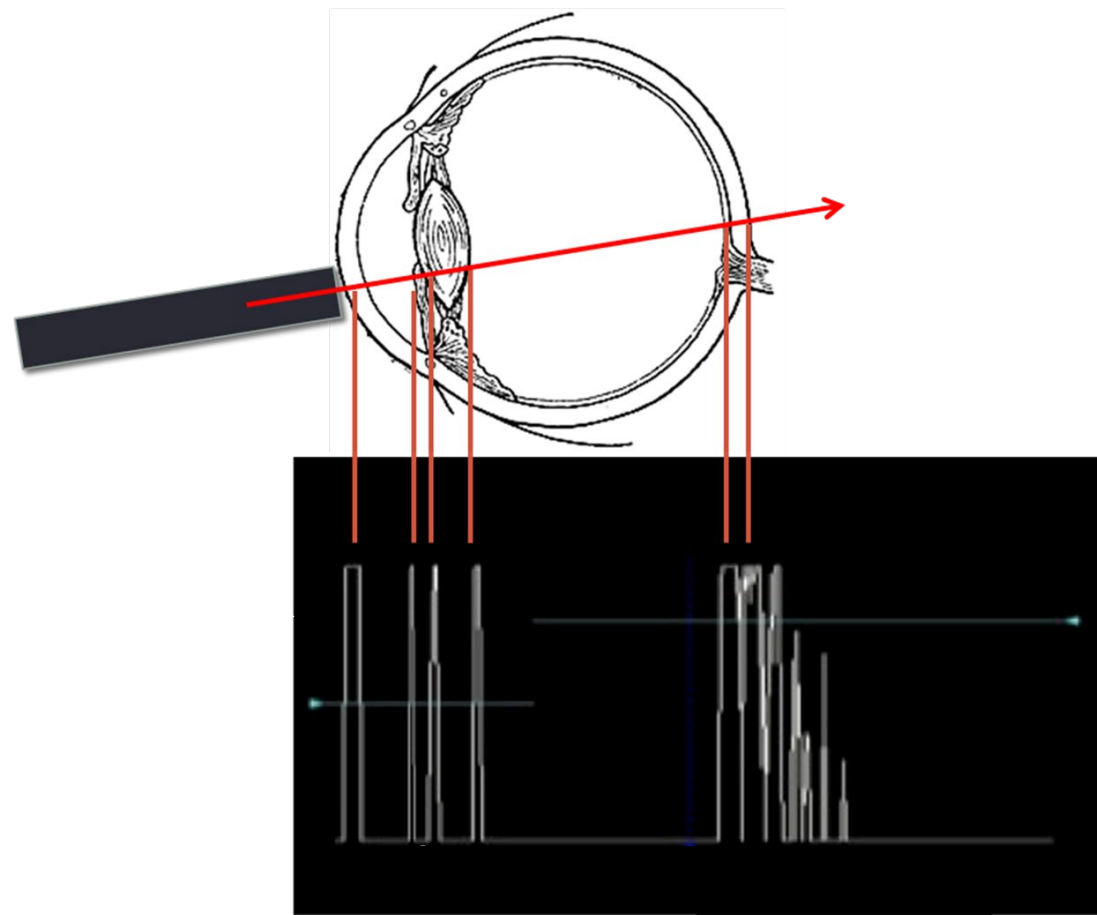


Отсутствие прямого угла между изолинией и эхосигналом от сетчатки



Из архива авторов

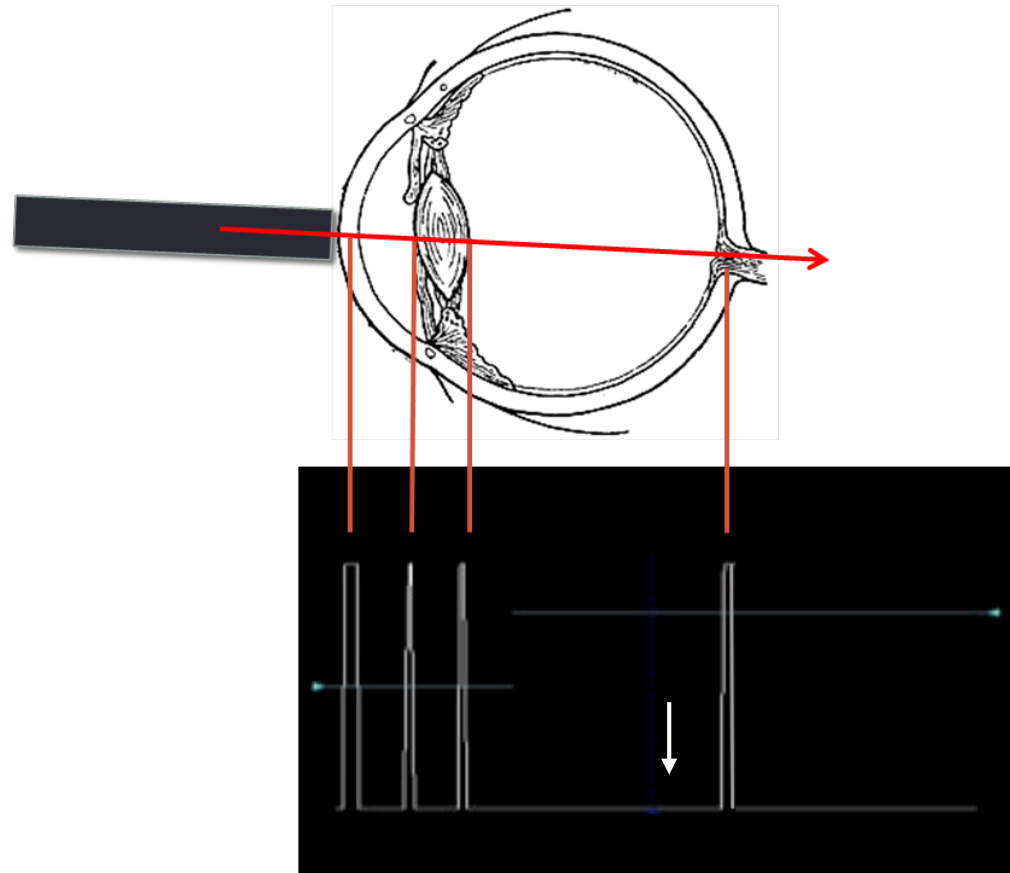
Появление дополнительного эхосигнала от радужки при смещении датчика относительно центра



Из архива авторов



Отсутствие эхосигналов от ретробульбарной клетчатки при сканировании через область диска зрительного нерва



Из архива авторов

СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ А-ЭХОГРАФИЯ



1. Особенности метода



Стандартизированная А-эхография

Комплекс методов ультразвуковой диагностики глаза и орбиты, предложенный **К. Ossoinig** на основании результатов обследования более **25 тысяч пациентов** с различной офтальмопатологией в течение **16 лет**.

- В основе метода лежит стандартизация технических характеристик ультразвуковых систем и методологии проведения А-эхографии.
- Стандартизированная А-эхография позволяет выполнять **качественную** и **количественную** оценку отражающей способности и поглощения ультразвука тканью, обеспечивая возможность точной дифференцировки тканей глаза и орбиты.

Ossoinig KC. Standardized echography: basic principles, clinical applications, and results. Int Ophthalmol Clin. 1979 Winter. 19(4):127-210
Ossoinig KC. Standardized Ophthalmic Echography of the Eye, Orbit, and Periorbital Region. A Comprehensive Slide Set and Study Guide. 3rd ed. Goodfellow, Iowa City:1985:12



Стандартизированная А-эхография

При стандартизированной А-эхографии оцениваются:

- **топография объекта** (локализация, форма, распространенность).
- **количественные характеристики**, включая отражающую способность, однородность и звукопоглощение.

Отражающая способность или рефлексивность структуры определяется по высоте сигнала на А-эхограмме и помогает оценить состояние различных патологических внутриглазных изменений (помутнения, инородные тела, мембраны, тяжи и объемные новообразования).

Однородность структуры очага определяют по варибельности амплитуд эхосигналов, расположенных внутри образования. Минимальная разница между амплитудами эхосигналов или ее отсутствие свидетельствует о гомогенной структуре образования, неоднородная внутренняя структура отмечается в случае высокой варибельности амплитуд.



Стандартизированная А-эхография

Звукопоглощение возникает, когда звуковая волна рассеивается, отражается или поглощается тканями, что определяется снижением интенсивности акустического сигнала внутри структуры или позади нее.

Звукопоглощение определяется на А-эхограмме в виде снижения высоты амплитуд эхосигналов.

Такие структуры, как костная ткань, кальций, инородные тела, как правило, поглощают и/или отражают ультразвук.



2. Клиническое применение метода



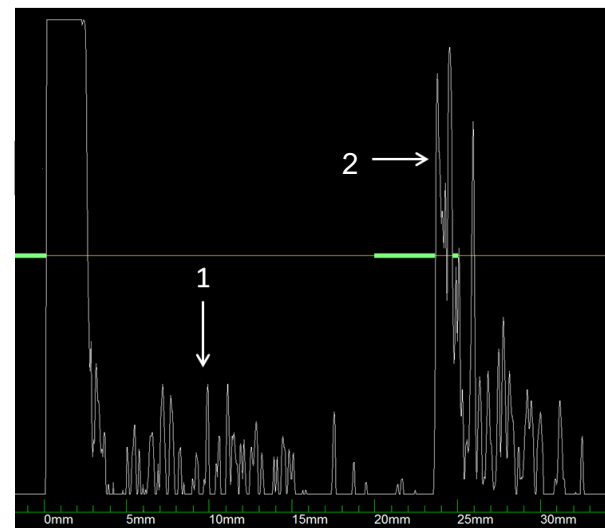
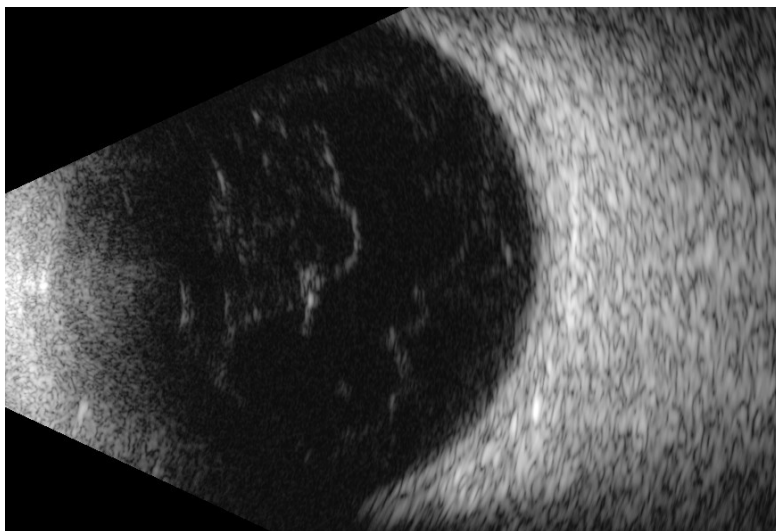
2.1. Деструкция стекловидного тела



Деструкция стекловидного тела

1 – низкоамплитудные пики – деструкция стекловидного тела (низкая рефлексивность);

2 – 100% пик – сетчатка (высокая рефлексивность).



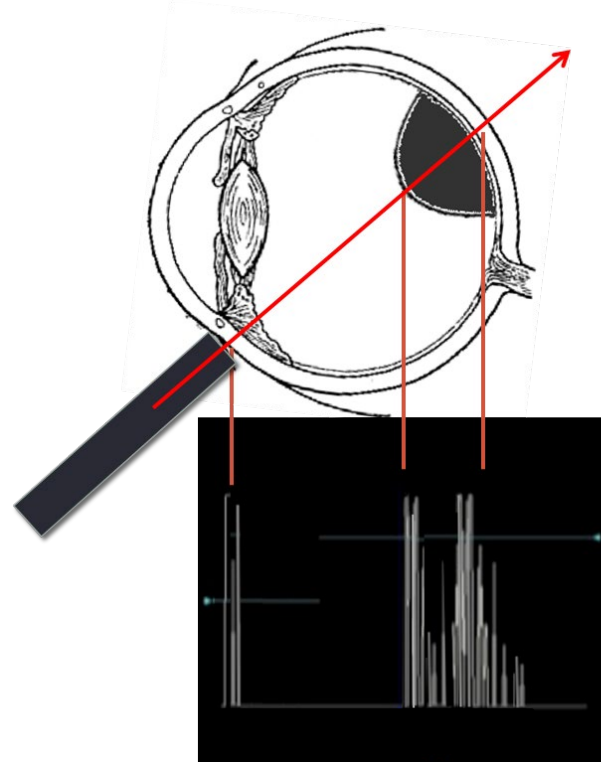
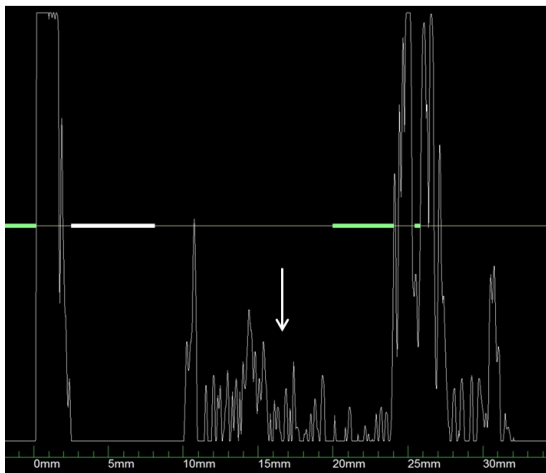
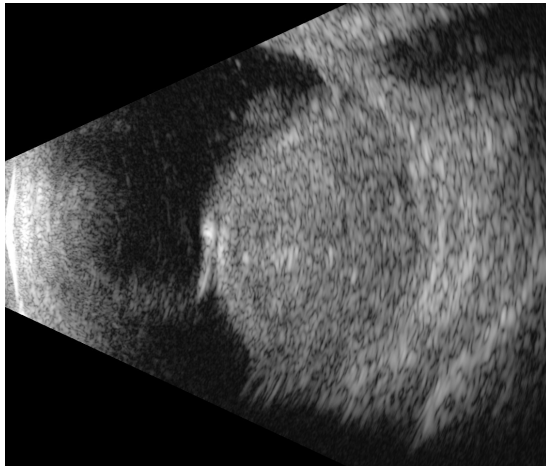
Из архива авторов



2.2. Внутриглазное новообразование



Внутриглазное новообразование



Из архива авторов

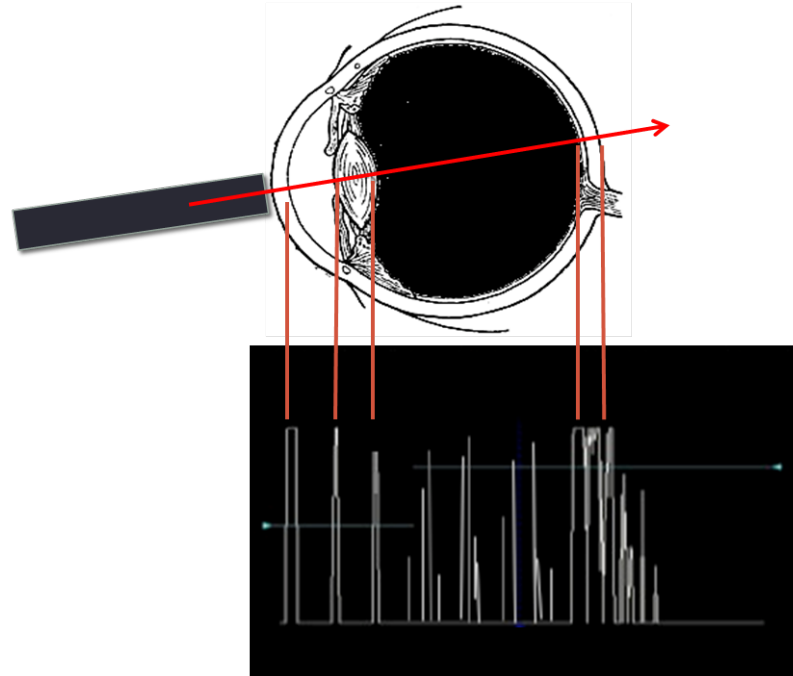
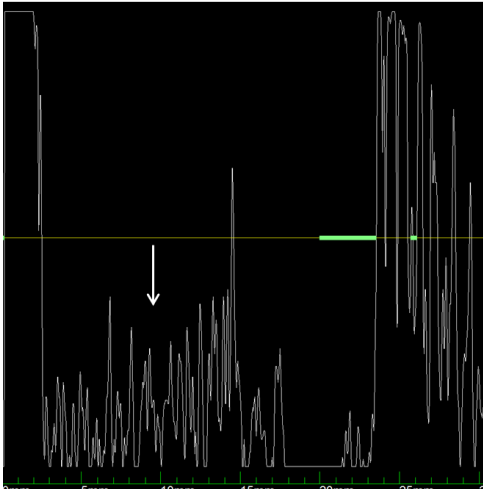
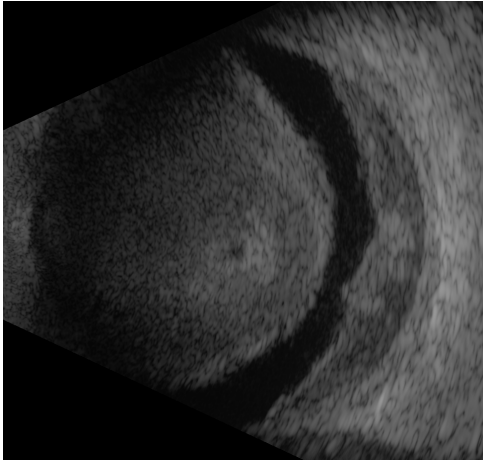
Гомогенная структура образования – серия низкоамплитудных, равных по высоте эхосигналов (внутриглазное новообразование).



2.3. Гемофтальм



Гемофтальм



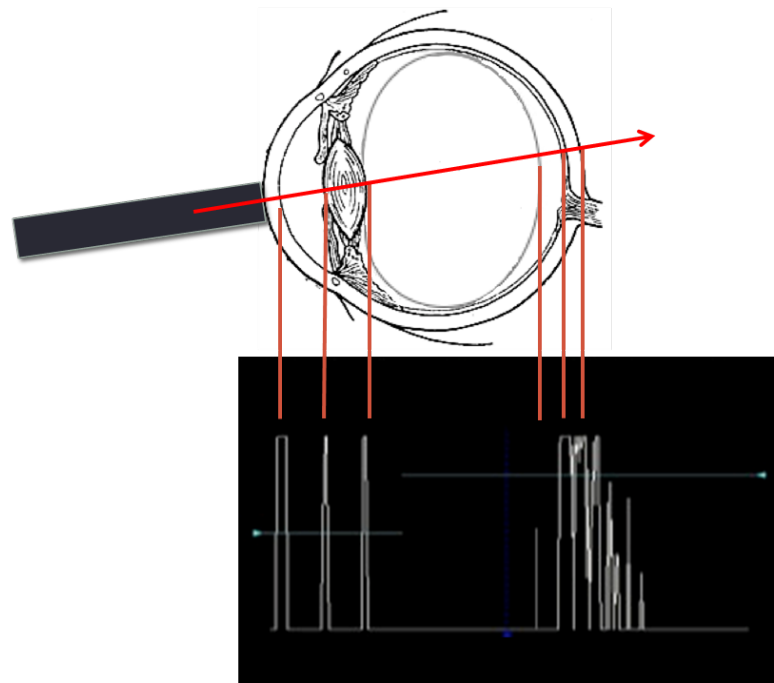
Из архива авторов

Гетерогенная структура гемофтальма – серия эхосигналов разной амплитуды

2.4. Задняя отслойка стекловидного тела



Задняя отслойка стекловидного тела



Из архива авторов

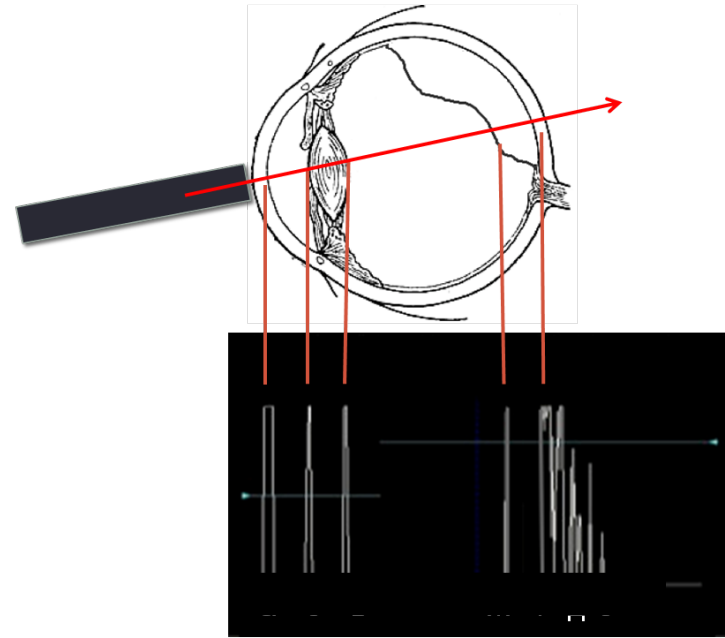
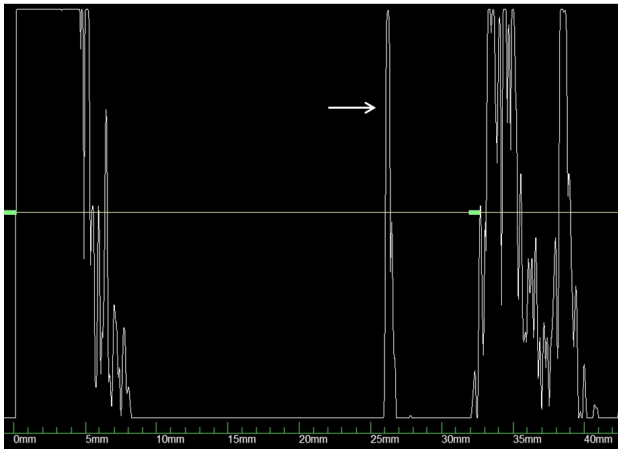
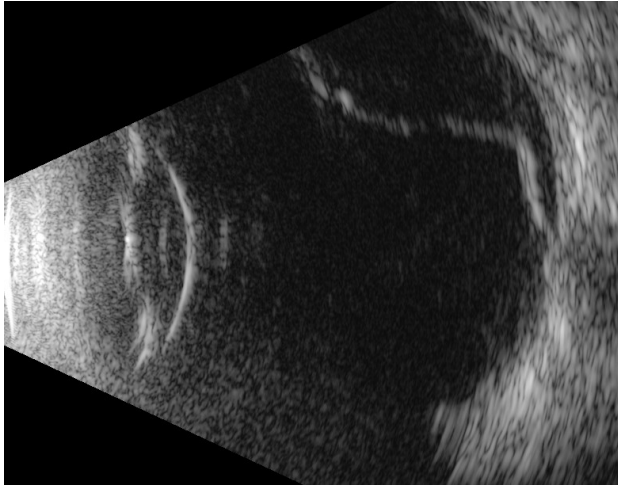
50% по амплитуде эхосигнал соответствует задней отслойке стекловидного тела. При изменении угла сканирования высота эхосигнала меняется.



2.5. Отслойка сетчатки



Отслойка сетчатки



Из архива авторов

Отслойка сетчатки представлена 100% эхосигналом, не меняющимся при изменении угла сканирования.

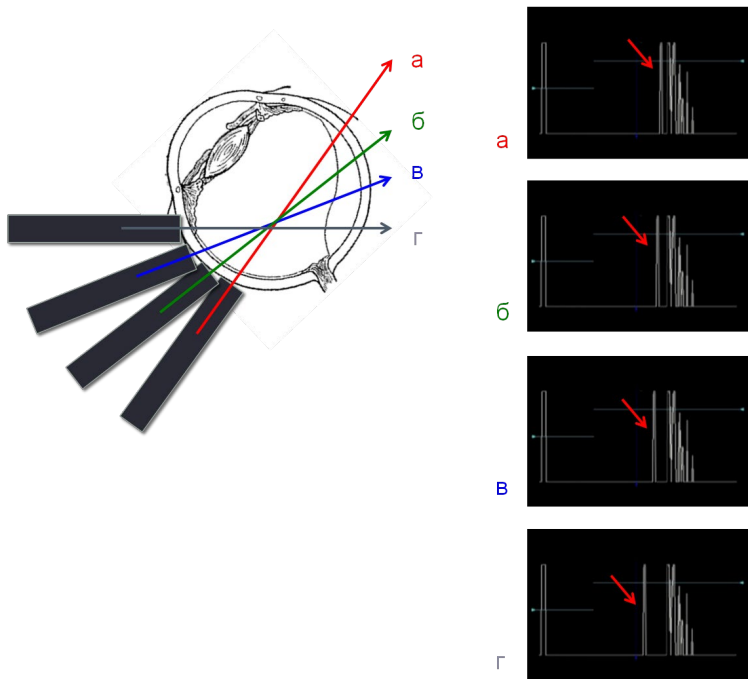


2.6. Техника дифференциальной диагностики задней отслойки стекловидного тела и отслойки сетчатки

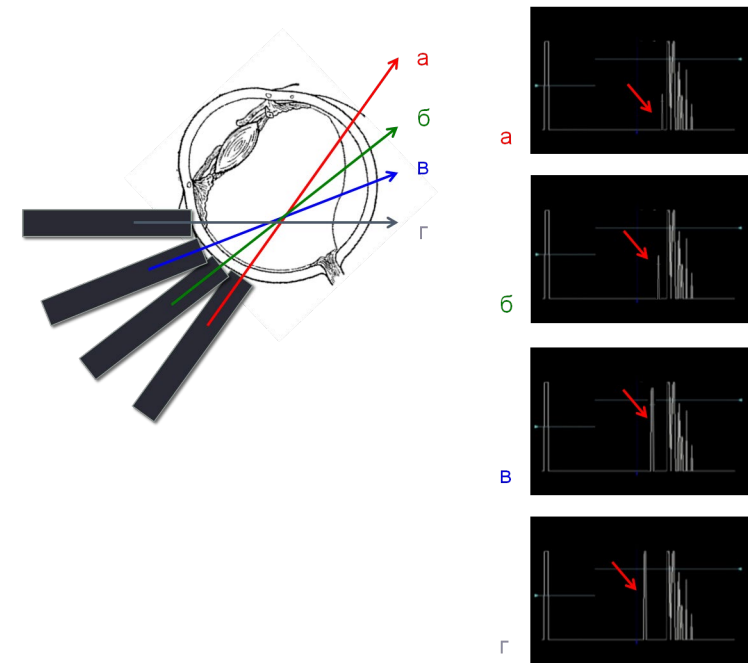


Техника дифференциальной диагностики задней отслойки стекловидного тела и отслойки сетчатки

Отслойка сетчатки



Задняя отслойка стекловидного тела



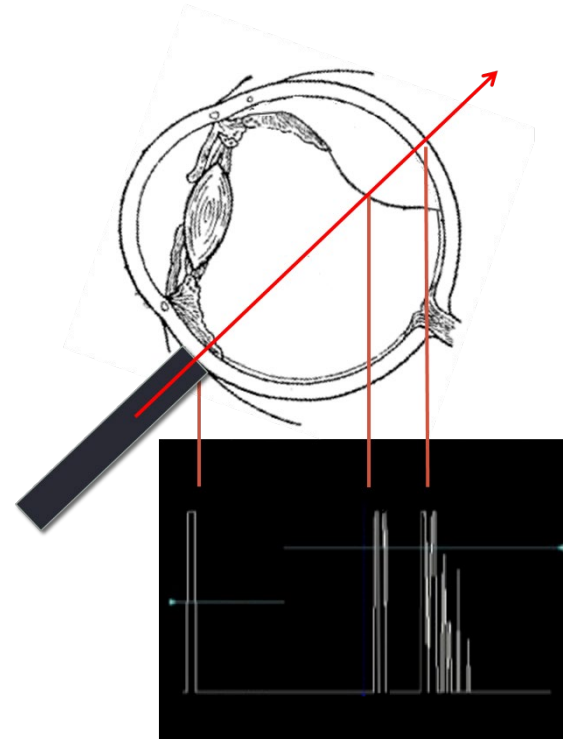
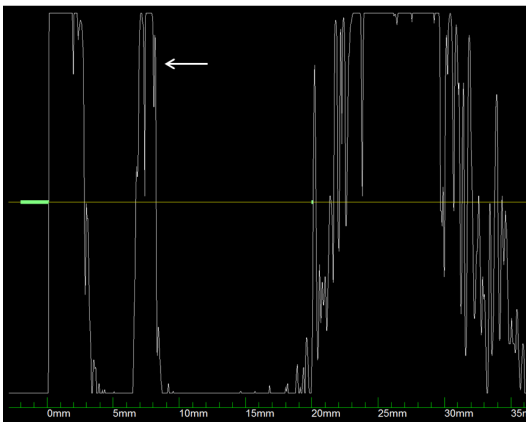
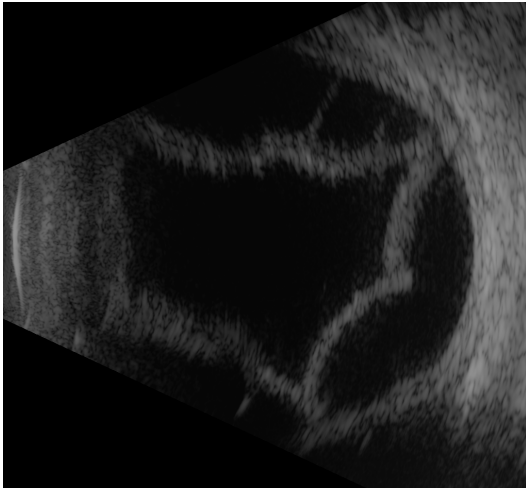
Из архива авторов

При изменении угла сканирования высота эхосигнала будет меняться только в случае задней отслойки стекловидного тела

2.7. Отслойка сосудистой оболочки



Отслойка сосудистой оболочки



Из архива авторов

Отслойка сосудистой оболочки представлена 100% широким двухамплитудным эхосигналом.

