

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений .....	4
Предисловие .....	5
<b>Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ГЛАЗ. ВОЗМОЖНОСТИ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ТРАВМАХ ГЛАЗ .....</b>	<b>8</b>
1.1. Особенности современных повреждений глаз .....	8
1.2. Особенности классификации повреждений глаз .....	11
1.3. Современные принципы лучевого обследования пациентов с травмами глаза .....	12
1.3.1. Традиционные рентгенологические методики .....	13
1.3.2. Ультразвуковые методики .....	16
1.3.3. Компьютерная томография .....	22
1.3.4. Магнитно-резонансная томография .....	26
1.3.5. Ангиография .....	30
1.3.6. Радионуклидная диагностика .....	30
<b>Глава 2. СТРУКТУРА СОВРЕМЕННЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ГЛАЗ И ПОКАЗАНИЯ К ИССЛЕДОВАНИЯМ .....</b>	<b>32</b>
<b>Глава 3. ЛУЧЕВАЯ АНАТОМИЯ ГЛАЗА (совместно с О.Р.Слободиной) ..</b>	<b>40</b>
<b>Глава 4. ЛУЧЕВАЯ СЕМИОТИКА МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ГЛАЗ .....</b>	<b>52</b>
4.1. Воздействие медицинского ультразвукового излучения на структуры глаза у экспериментальных животных .....	52
4.2. Ультразвуковые синдромы при повреждениях глаз .....	54
4.3. Клинико-лучевая семиотика острой травмы глаза .....	58
4.3.1. Внутриглазные кровоизлияния .....	58
4.3.2. Травматическая катаракта и вывих (подвывих) хрусталика ..	66
4.3.3. Отслойка оболочек глаза .....	73
4.3.4. Ранения глаза .....	81
4.4. Посттравматические изменения глаза (семиотика возможных осложнений) .....	103
<b>Глава 5. АЛГОРИТМ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С МЕХАНИЧЕСКИМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ГЛАЗ .....</b>	<b>114</b>
Приложение .....	121
Литература .....	123

## Глава 3

## ЛУЧЕВАЯ АНАТОМИЯ ГЛАЗА

Правильная оценка патологических изменений глаза после травмы невозможна без знания лучевой анатомии. Поэтому мы выделили группу из 135 пациентов в возрасте от 17 до 55 лет, которым было выполнено амбулаторное или стационарное обследование. Из них 60 человек страдали близорукостью различной степени. На лучевое (КТ и МРТ) исследование пациенты направлялись с подозрением на патологический процесс головного мозга, придаточных пазух носа (60 человек), но у них при клиническом и лучевом обследовании патологических изменений найдено не было.

При обследовании этой группы пациентов был создан «атлас» лучевой анатомии глаз, который в последующем позволил объективно оценивать характер и объем патологических изменений после повреждений.

Известно, что глаз окружен неоднородными по плотности структурами. Свообразным их «каркасом» являются костные стенки глазниц, которые имеют вид четырехгранных полых пирамид, с вершинами, обращенными кзади, в полость черепа, и широкое основание, обращенное кпереди (рис. 4). Глубина орбиты составляет  $4,5 \pm 0,25$  см, ширина ее в области основания около 4 см, высота не превышает 3,5 см.

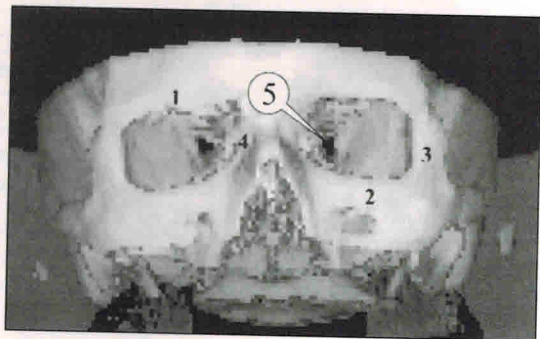


Рис. 4. Фрагмент компьютерной томограммы.

Трехмерная реконструкция орбит в норме: 1 — верхняя стенка; 2 — нижняя стенка; 3 — наружная стенка; 4 — внутренняя стенка; 5 — канал зрительного нерва.

Стенки орбиты имеют неравномерную толщину и множество отверстий, через которые в ее полость проникают сосуды и нервы; здесь же встречаются и мышечные образования. На передней поверхности глазных яблок расположены веки — мягкоэластичные (кожно-мышечные, хрящевые) структуры, не препятствующие прохождению ультразвуковых волн и рентгеновских лучей. Между веками и глазным яблоком возможно наличие тонкой полоски воздуха.

Анализируя анатомию глаза, необходимо отметить, что с позиций современных методов лучевой диагностики (УЗИ, КТ, МРТ) глазное яблоко представляет собой «прозрачный» неправильно-округлой формы, поверхностно расположенный парный орган коллоидно-жидкостной структуры. Он имеет четкие контуры во всех отделах, и толщина оболочек составляет  $0,76 \pm 0,05$  мм в переднем и  $1,5 \pm 0,1$  мм — в заднем сегменте глаза.

Лучевые диагностические методы (кроме традиционных рентгенологических) позволяют отчетливо дифференцировать три сегмента глаза и различать его анатомические структуры: в переднем сегменте с помощью УЗИ, КТ, МРТ — роговицу, переднюю камеру, радужное, ресничное тело; в среднем и заднем сегментах — хрусталик и стекловидное тело, с помощью доплерографии — оболочки с высокой васкуляризацией (сосудистую оболочку и сетчатку), область диска зрительного нерва (рис. 5–7).

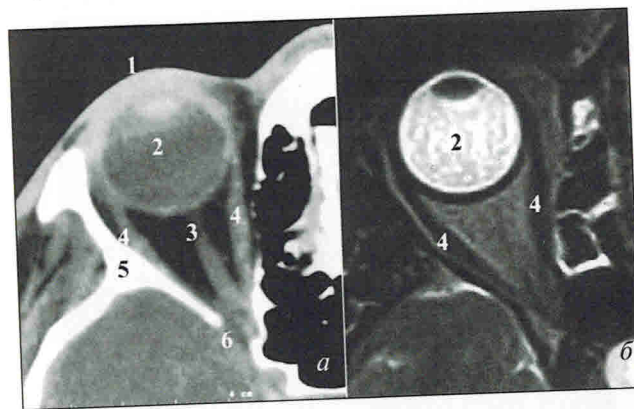
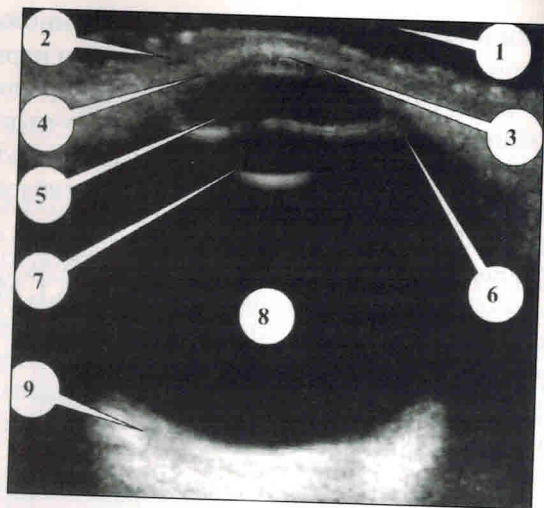


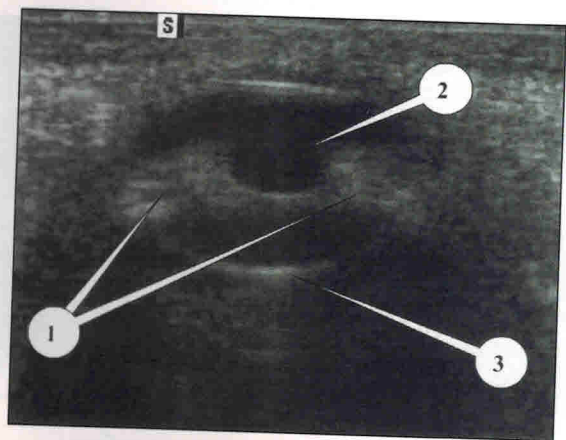
Рис. 5. Лучевая анатомия глаза и орбиты.

Фрагменты рентгеновской компьютерной томограммы (а); магнитно-резонансной томограммы (б): 1 — веко; 2 — глазное яблоко; 3 — зрительный нерв; 4 — внутренняя и наружная прямые мышцы; 5 — костные стенки орбиты; 6 — канал зрительного нерва.



**Рис. 6.** Ультразвуковая анатомия глаза и окружающих его тканей в нормe. Режим В-сканирования.

1 — анэхогенное пространство водного боллуса; 2 — мягкие ткани века; 3 — роговица; 4 — область лимба; 5 — передняя камера; 6 — ресничное тело; 7 — хрусталик; 8 — стекловидное тело; 9 — оболочки заднего отдела глаза.



**Рис. 7.** Ультразвуковая анатомия глаза и окружающих его тканей в нормe. Режим В-сканирования.

Фрагмент эхограммы: 1 — радужная оболочка; 2 — зрачок; 3 — задняя поверхность хрусталика.

Кроме того, в ретробульбарном пространстве визуализируются крупные венозные и артериальные сосуды. С помощью КТ и МРТ определяется мышечный аппарат глаз и зрительный нерв практически на всем протяжении. Биометрические показатели глаза, полученные в ходе исследования, представлены ниже.

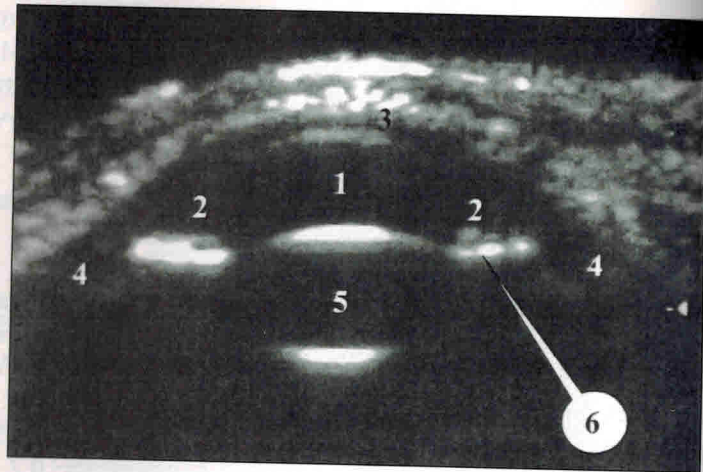
**Биометрические показатели глаза у людей контрольной группы по данным лучевых методов исследования**

Показатель	Величина
Переднезадняя ось глаза, мм	24,8±0,16
Объем стекловидного тела, см <sup>3</sup>	5,88±0,25
Плотность стекловидного тела, ед. НУ	18,7±6,0
Толщина роговицы, мм	0,76±0,05
Глубина передней камеры, мм	3,0±0,2
Переднезадний размер хрусталика, мм	3,8±0,16
Толщина ствола зрительного нерва, мм	2,9±0,2

**Роговица** визуально представляется в виде выпуклой односторонней плоско неравномерной толщины, 0,7–0,8 мм в центральной части. Она эластична, поэтому при надавливании ультразвуковым датчиком деформируется, изменяя свою кривизну и тем самым, влияя на форму передней камеры. В периферических отделах роговица без четкой границы переходит в склеру. У пациентов старшей возрастной группы эта граница определяется более отчетливо. Уплотнение, облитерация венозного синуса склеры (шлеммова канала) характеризуются мелкоочечными включениями повышенной эхогенности или умеренным повышением рентгенологической плотности анатомических структур этой области.

Пространство между задней поверхностью роговицы, передней поверхностью хрусталика и передними отделами сосудистого тракта заполнено однородной «эхопрозрачной», анэхогенной жидкостью — это **передняя камера**. Она имеет неправильно-выпуклую форму с уплощенным основанием. При лучевом исследовании (особенно ультразвуковом) визуально хорошо определяются все ее отделы: центральная часть и углы (рис. 8).

**Радужная оболочка** является частью задней поверхности передней камеры. Она наиболее хорошо видна при УЗИ. При сканировании в переднезаднем направлении радужная оболочка визуализируется в виде тонкой эхогенной полоски, при косом сканировании — в виде



**Рис. 8.** Ультразвуковая анатомия глаза и окружающих его тканей в норме.

*Режим В-сканирования. Фрагмент эхограммы: 1 — центральная часть передней камеры; 2 — углы; 3 — роговица; 4 — ресничное тело; 5 — хрусталик; 6 — радужная оболочка.*

гетероэхогенной пластинки с центрально расположенным анэхогенным округлым образованием (зрачком). При РКТ и МРТ адекватно оценить радужку крайне сложно из-за небольшой толщины и достаточно жестких технических условий выполнения исследования (толщина среза не менее 2 мм, произвольные движения глаз, сканирование в строго определенной плоскости).

Основанием радужки является **ресничное (цилиарное) тело**, расположенное по окружности глаза. Оно имеет небольшие размеры и на эхо-томограммах представляется в виде симметричного тканевого образования, выступающего в просвет полости глазного яблока до 2 мм. Ресничное тело имеет четкие контуры, несколько неровные за счет ресничных отростков.

**Хрусталик** имеет вид образования неправильно-овальной формы с четкими границами, более выпуклой задней поверхностью и плоской передней. При ультразвуковом сканировании выявляется анэхогенная структура с усилением эхосигнала по передней и задней поверхности (граница акустических сред). При МРТ при сравнении со стекловидным телом на  $T_1$ -ВИ он имеет умеренно повышенный сигнал, а на  $T_2$ -ВИ — пониженный. При КТ плотность хрусталика составляет

1413,3,7 ед. НУ. У обследуемых старше 50 лет эхоплотность хрусталика повышается; в нем выявляется формирование мелких включений повышенной эхоплотности линейного и точечного характера, рассматриваемых как дегенеративные изменения. Отчетливо оценить связочный аппарат — **ресничный пояс (цинновы связки)**, на котором держится хрусталик, с помощью лучевых методик нам не удалось. Его состояние оценивалось нами по симметричности расположения хрусталика в полости глаза.

Большую часть объема глазного яблока составляет **стекловидное тело** — жидкостно-подобная структура, занимающая всю центральную его часть. Стекловидное тело в норме имеет неоднородную структуру из-за своей слоистости, но на УЗ-изображениях выглядит как анэхогенное однородное образование. Неоднородность стекловидного тела хорошо определяется при МРТ. На  $T_1$ -ВИ оно имеет преимущественно пониженный сигнал, на  $T_2$ -ВИ — повышенный.

У людей, страдающих близорукостью, и у пациентов старшей возрастной группы при УЗИ на фоне анэхогенной центральной зоны глаза можно визуально выявить тонкие, тяжистые эхогенные структуры, не фиксированные к оболочкам, которые свободно перемещаются при изменении направления взгляда. Они трактуются как деструктивные изменения.

**Оболочки глаз** в среднем и заднем отделе многослойны и состоят из нескольких анатомических образований. Более глубокая, внутренняя, оболочка — **сетчатка**, средняя — **собственно сосудистая**, и наружная — **склера**, состоящая из плотных коллагеновых волокон. При лучевом исследовании объективно дифференцировать эти слои достаточно сложно. Оболочки глаза в этих отделах выглядят как кольцевидная неоднородная полоска из-за различной степени их гидрофильности и плотности. Внутренние слои более темные (с высокой степенью васкуляризации) при МРТ и более светлые при УЗИ и РКТ. В области заднего отдела глаза отчетливо визуализировалось нежное втяжение — небольшая «воронка» — диск зрительного нерва. Сам же зрительный нерв выглядит как лентовидное образование — при томографии или как гипоехогенное тяжистое образование — при ультразвуковом сканировании.

К сожалению, из-за небольших размеров сосудов не все элементы сосудистой сети глазного яблока можно визуализировать с помощью лучевых методов. Однако возможности цветового дуплексного исследования при решении вопросов оценки кровотока наиболее очевидны. Преимущество перед другими лучевыми методами состоит в том, что с

### 4.3.2. ТРАВМАТИЧЕСКАЯ КАТАРАКТА И ВЫВИХ (ПОВВЫВИХ) ХРУСТАЛИКА

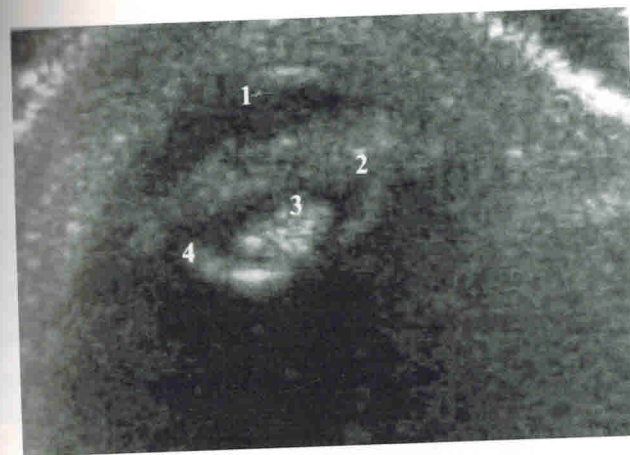
Травматическая катаракта характеризуется диффузным изменением светопроводящих структур и увеличением их размеров, ограниченными пределами одного анатомического образования — хрусталика. В результате травмы происходит частичное или полное (тотальное) снижение прозрачности хрусталиковых масс (рис. 25–28). Этапности, стадийности этого процесса нами не отмечено. Изменение прозрачности хрусталика могло происходить после травматического воздействия как через несколько часов, так и спустя несколько суток и даже недель. В основном этот процесс зависит от силы и направления повреждающего фактора. При прямых ударах в область глаза скорость появления катаракты и ее интенсивность более высокие.

УЗИ позволяет визуально определить наличие в хрусталике экзогенных включений. Они могут быть как точечного, так и линейного характера, в виде массивных экзогенных масс, полностью замещающих часть хрусталика. При набухающей травматической катаракте происходит увеличение переднезаднего размера хрусталика. Эффективность УЗИ в определении травматической катаракты составляет 95%.



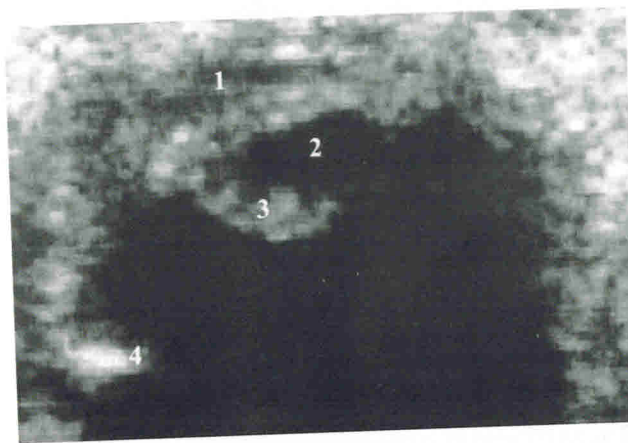
**Рис. 25. Травматическая катаракта.**

*В-сканирование через водный болюс. Фрагмент эхограммы. Передняя камера (гифема) мелкая, с неоднородным дисперсным содержимым (1), хрусталик увеличен в переднезаднем размере, диффузно изменен (2).*



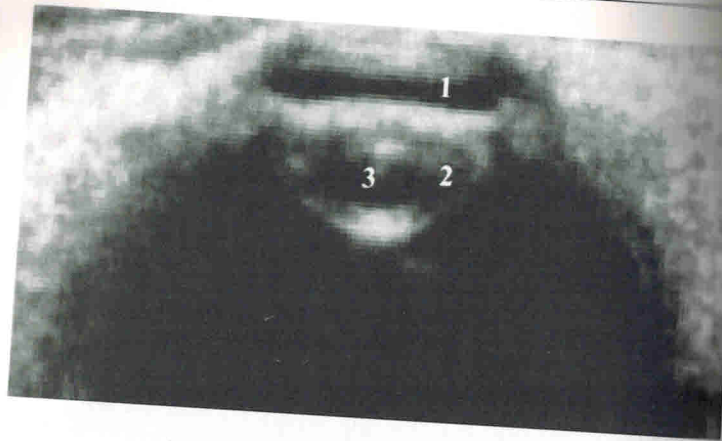
**Рис. 26. Травматическая катаракта.**

*В-сканирование. Фрагмент эхограммы. Передняя камера неравномерной глубины (1), хрусталик (2) с признаками диффузных изменений, которые сформировали в его центральной части ядро (3), задняя капсула хрусталика (4) уплотнена, мягкие ткани (веки) утолщены, отечны (5).*



**Рис. 27. Травматическая катаракта.**

*В-сканирование. Фрагмент эхограммы. Передняя камера (1) мелкая, деформированная, заполнена дисперсным содержимым (гифема), хрусталик (2) увеличен в переднезаднем размере, в его краевой части — неоднородные экзогенные включения (3). Определяется инородное внутриглазное тело, фиксированное в оболочках глаза (4).*



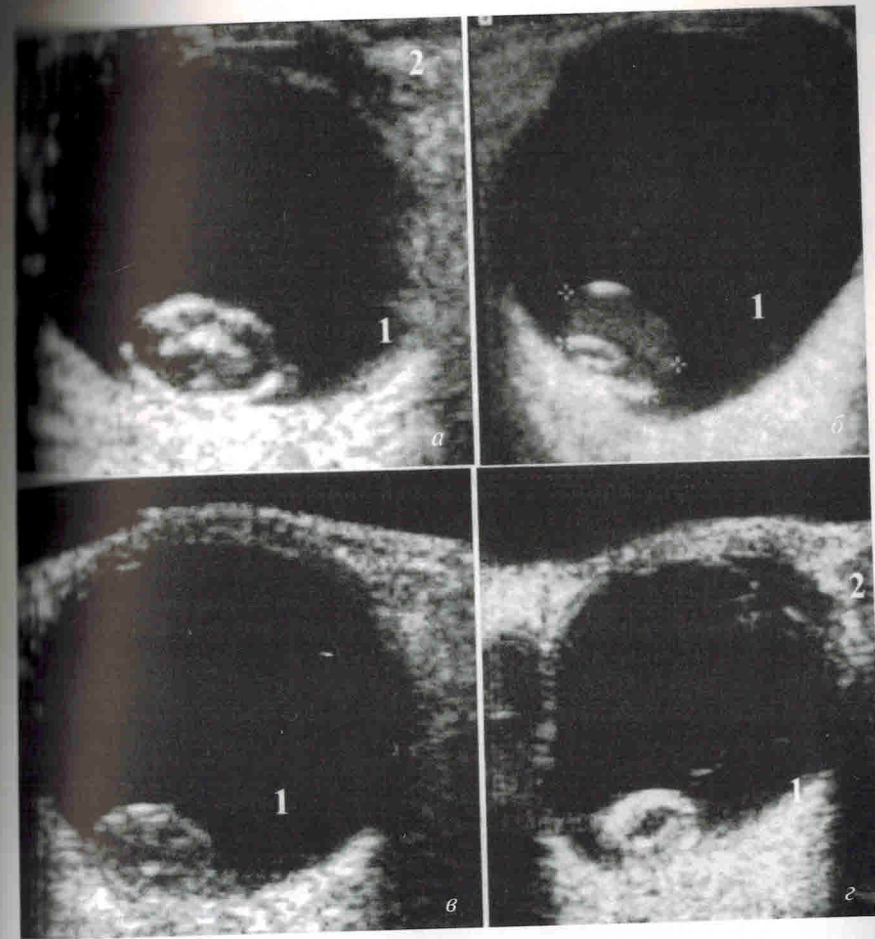
**Рис. 28. Травматическая катаракта.**

*В-сканирование. Фрагмент эхограммы. Передняя камера (1) деформирована за счет давления датчиком, хрусталик (2) изменен в периферических отделах, сформирован гипозохогенный центр (3).*

При РКТ отчетливо оценить характер включений в структуре хрусталика сложно. В основном определяется повышение его плотности. МРТ в этих случаях еще менее информативна.

Вывих хрусталика характеризуется синдромом нарушения анатомических взаимоотношений. При полном вывихе хрусталик располагается в нижнезадних отделах глаза, при подвывихе смещается кнутри либо кнаружи, возможно его смещение кзади или даже вертикальное расположение. Это зависит от степени и локализации повреждения ресничного пояса (цинновой связки). При вывихах хрусталика на сонограммах определяется овальное образование, расположенное в наиболее отлогих участках с признаками гравитационной зависимости. С течением времени хрусталик диффузно изменяется. В его структуре определяются экзогенные включения линейного и точечного характера — формировалась катаракта (рис. 29, 30). Эффективность определения дислокации хрусталика по данным УЗИ составляет 89,3%.

При РКТ и МРТ сложно оценить структурные изменения хрусталика. Удастся определить его атипичное расположение в заднем отделе глаза, но при подвывихе хрусталика однозначно высказаться о его диспозиции иногда бывает затруднительно (рис. 31–34).



**Рис. 29. Вывих хрусталика.**

*Фрагменты эхограмм (а-г) в В-режиме. Хрусталик (1) имеет выраженные диффузные изменения (травматическая катаракта), расположен в заднем отделе глаза. 2 — передняя камера.*