

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
И ПЕРЕПОДГОТОВКИ КАДРОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
КАФЕДРА ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Г. В. ВАШКЕВИЧ

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для слушателей
системы дополнительного образования взрослых
по направлению образования «Здравоохранение»



Минск БГМУ 2025

УДК 617.7-07(075.9)

ББК 56.7я78

В23

Р е ц е н з е н т ы: канд. мед. наук, зав. отделением микрохирургии № 1 10-й городской клинической больницы г. Минска Т. Ф. Воронович; каф. офтальмологии и оториноларингологии Витебского государственного ордена Дружбы народов медицинского университета

Учебное пособие издано при поддержке
Гранта Президента Республики Беларусь в сфере образования

Вашкевич, Г. В.

В23 Методы диагностики в офтальмологии : учебное пособие / Г. В. Вашкевич. – Минск : БГМУ, 2025. – 183 с.

ISBN 978-985-21-2130-9.

Представлены обобщенные данные, отражающие показания, противопоказания, описание, порядок интерпретации результатов базовых, обязательных и дополнительных офтальмологических методов диагностики, применяемых в соответствии с клиническими протоколами.

Предназначено для слушателей, осваивающих содержание образовательных программ переподготовки по специальности «Офтальмология», повышения квалификации врачей-офтальмологов, клинических ординаторов, интернов.

УДК 617.7-07(075.9)

ББК 56.7я78

ISBN 978-985-21-2130-9

© Вашкевич Г. В., 2025

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2025

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВГД — внутриглазное давление
ДЗН — диск зрительного нерва
ИОЛ — интраокулярная линза
КТ — компьютерная томография
МРТ — магнитно-резонансная томография
ОКТ — оптическая когерентная томография
ПК — передняя камера
УБМ — ультразвуковая биомикроскопия

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Тема: «Физиология зрения. Функциональные и клинические методы исследования» учебной дисциплины «Общая офтальмология» специальности переподготовки 9-09-0911-31 «Офтальмология».

Цель: ознакомить слушателей с базовыми, обязательными, а также дополнительными офтальмологическими методами диагностики, входящими в клинические протоколы, показаниями и противопоказаниями к их проведению, описанием проведения и интерпретации результатов.

Задачи:

1. Изучить особенности сбора анамнеза у пациентов с заболеваниями и травмами глаза.

2. Изучить базовые диагностические исследования, применяемые в офтальмологии, технику их проведения, показания и ограничения проведения исследований, правила записи результатов при осмотре и их интерпретацию.

3. Изучить обязательные и дополнительные диагностические офтальмологические исследования, которые повседневно применяются в практике врача-офтальмолога, показания и противопоказания к их проведению, алгоритм проведения и интерпретации результатов.

4. Освоить алгоритм диагностики неуточненной причины снижения зрительных функций.

Требования к исходному уровню знаний. Слушатель должен обладать знанием:

- патологической физиологии в пределах программы медицинского вуза;
- нормальной анатомии и физиологии глаза;
- основных типов офтальмологической патологии.

ВВЕДЕНИЕ

Офтальмология — специальность, которая требует от врача владения значительным количеством диагностических методов, используемых в том числе на амбулаторном уровне, при первичной диагностике офтальмологической патологии. Развитие специальности связано с появлением новых диагностических методов, в показаниях к проведению которых, а также в интерпретации их результатов должен ориентироваться любой врач-офтальмолог.

Особенно актуальна проблема овладения диагностическими методами для молодых специалистов, недавно пришедших в специальность, — врачей-интернов, клинических ординаторов, слушателей переподготовки по специальности «Офтальмология». Методы диагностики осваиваются ими, как правило, в процессе работы, при участии старших коллег или при обучении на курсе первичной специализации, либо самостоятельно, с помощью медицинской литературы.

В новом клиническом протоколе «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с болезнями глаза и его придаточного аппарата» (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 05.09.2022 № 91) диагностические исследования условно разделены на базовые, применяющиеся при каждом осмотре врача-офтальмолога, обязательные (подтверждающие предполагаемый диагноз и используемые для оценки динамики заболевания) и дополнительные (используются для уточнения диагноза, проведения дифференциальной диагностики, оценки динамики заболевания, применяются при возникновении новых симптомов).

Данное пособие объединяет современные диагностические методы, применяемые в повседневной практике врача-офтальмолога, входящие в клинические протоколы, и будет способствовать их освоению молодыми специалистами. Это позволит улучшить качество обучения молодых специалистов, уменьшит количество диагностических ошибок и в итоге повысит качество оказания офтальмологической помощи населению Республики Беларусь, что, в свою очередь, будет способствовать сохранению зрительных функций и уменьшению вероятности наступления слепоты и инвалидности у пациентов.

ГЛАВА 1 СБОР АНАМНЕЗА И ЖАЛОБ

Жалобы пациента и анамнез в офтальмологии, как и в других разделах медицины, имеют важное значение: по ним можно предположить характер заболевания и локализацию патологического процесса.

Жалобы пациентов с заболеваниями и травмами органа зрения можно разделить на две основные группы: жалобы на нарушение зрительных функций и жалобы, не связанные со зрительными функциями [1]. При некоторых заболеваниях определяются только нарушения зрительных функций, при других жалобы носят смешанный характер.

ЖАЛОБЫ НА НАРУШЕНИЕ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Характерны для подавляющего большинства заболеваний и повреждений органа зрения и могут проявляться:

- снижением или изменением остроты зрения;
- нарушением четкости зрения;
- помехами в поле зрения;
- выпадением части поля зрения;
- отсутствием зрения;
- оптическими и зрительными феноменами;
- двоением;
- появлением множественных контуров и искажением предметов;
- нарушением цветового зрения;
- ухудшением контрастности.

Жалобы на снижение или изменение остроты зрения сопровождаются подавляющее большинство заболеваний органа зрения. Они могут быть связаны с рефракционными нарушениями, с патологией придаточного аппарата глаза, с патологическими изменениями сред и оболочек глаза, зрительных путей и зрительных центров головного мозга.

Снижение остроты зрения, связанное с рефракционными нарушениями и возникновением аберраций (рис. 1) корректируется линзами и диафрагмой частично или полностью. Наблюдается при аномалиях рефракции, после рефракционной, катарактальной и антиглаукомной хирургии, при кератоконусе, при патологии роговицы, изменении оптических свойств хрусталика, вывихе хрусталика или интраокулярной линзы, аккомодационных нарушениях.

Снижение остроты зрения, связанное с патологией придаточного аппарата глаза в большинстве случаев имеет рефракционный компонент в связи с изменениями слезной пленки и может частично или полностью устраняться диафрагмой. При этих состояниях изменяется количество

и качество слезной пленки на поверхности глаза, меняется высота слезного мениска, что вызывает изменение оптики линзы, которой является слезная пленка. Такое снижение остроты зрения наблюдается при травмах и отеке век, завороте и вывороте век, атонии век, рубцовых деформациях век, хроническом блефарите, ячмене и халязионе, конъюнктивитах, синдроме сухого глаза различного происхождения, слезотечении различного происхождения — как при увеличении слезопродукции, так и при затруднении оттока слезы.



Рис. 1. Снижение остроты зрения, связанное с рефракционными нарушениями

Снижение остроты зрения, связанное с патологическими изменениями сред и оболочек глаза, зрительных путей и зрительных центров, линзами и диафрагмой не корректируется. Органические изменения органа зрения — помутнения оптических сред, а также воспалительные, дегенеративные процессы, нарушения кровообращения, кровоизлияния в оболочках глаза и проводящих путях зрительного анализатора, которые приводят к сокращению количества функционирующих нейрональных элементов, снижают остроту зрения в соответствии с зоной и глубиной поражения (рис. 2). Вовлечение макулярной зоны и папилло-макулярного пучка зрительного нерва значительно снижает остроту зрения даже при минимальных поражениях. Периферические поражения сетчатки и волокон зрительного нерва от них могут вообще не влиять на остроту зрения. Значительное периферическое помутнение хрусталика может влиять на рефракцию, и снижение остроты зрения будет хорошо корректироваться линзами, в то же время небольшое центральное заднекапсулярное помутнение в хрусталике будет вызывать некорректируемое снижение остроты зрения от нескольких строк до нескольких сотых.

Важно уточнение: снижение остроты зрения наблюдается вне зависимости от расстояния до рассматриваемого предмета, вдаль или вблизи. При большинстве заболеваний, связанных с поражением оптических сред, сетчатки, зрительного нерва, зрительных путей и зрительной коры, острота зрения снижена на любых расстояниях. Снижение зрения преимуществен-

но вдаль чаще всего обусловлено развитием миопической рефракции при росте глаза, миопизацией при прогрессировании катаракты (оводнении хрусталика), может возникать после операций на глазном яблоке при изменении положения ИОЛ, при спазме аккомодации различного происхождения, циклите, применении капель пилокарпина. Снижение остроты зрения преимущественно вблизи является признаком затруднения аккомодации при пресбиопии или при астенопии у гиперметропов, пареза аккомодации, связанного с неврологическими нарушениями или вызванного действием лекарственных средств, реже — следствием изменения показателя преломления хрусталика (например, после снижения уровня глюкозы крови у пациентов с гипергликемией при сахарном диабете) или патологических изменений в макуле. В последнем случае пациенты жалуются на затруднения при чтении и «пропадающие буквы».



Рис. 2. Снижение остроты зрения при катаракте

Изменения зрения, проявляющиеся переменным характером нарушений — попеременно вдаль и вблизи, с «плавающим» фокусом, характерны для аккомодационных нарушений: при астенопии, недостаточной коррекции гиперметропии или пресбиопии, увеитах, неврологической патологии, сопутствующих заболеваниях ЛОР-органов.

Улучшение остроты зрения — жалоба, характерная для аккомодационных нарушений или изменения оптических свойств сред глаза, чаще хрусталика. Иногда пациенты с катарактой, длительно жаловавшиеся на низкую остроту зрения вдаль и вблизи, отмечают, что вдруг стали видеть лучше вблизи: этот симптом является признаком оводнения хрусталика. Однако такое улучшение временное: при катаракте острота зрения становится хуже через несколько недель или месяцев, при аккомодационных нарушениях улучшение зрения на близком расстоянии может смениться ухудшением уже через несколько минут или часов, в зависимости от зрительной нагрузки.

Изменения зрения могут проявляться частой сменой очков. Миопическая рефракция при интенсивном росте глаза в детском возрасте обычно требует коррекции не чаще 1 раза в год, пресбиопия — не чаще 1 раза в 2–5 лет, не более чем на 0,5–1 диоптрию. Если замена очков требуется раньше и на большее количество диоптрий, причинами могут явиться кератоконус, ядерная катаракта, глаукома, колебания гликемии (гипер- и гипогликемия), макулярный отек, гипотония глазного яблока.

Жалобы на нечеткое восприятие предметов, расплывчатость зрения, затуманивание зрения часто связаны с нарушениями в оптической системе глаза. Их предъявляют пациенты с рефракционными и аккомодационными нарушениями, помутнением оптических сред, изменением оптических свойств роговицы или хрусталика, нарушением слезной пленки, взвесью во внутренних средах глаза любого происхождения (воспаление, кровоизлияние, дистрофические процессы).

Жалобы на пятна перед глазом, помехи, «мошки» (рис. 3) могут быть признаком помутнения сред: например, деструкции или отслойки стекловидного тела, частичного гемофтальма, при этом пятна быстро перемещаются следом за взглядом, очень подвижны и больше заметны на светлом фоне.



Рис. 3. «Мошки», связанные с изменениями в стекловидном теле

Пятна и помехи в четко указываемой пациентом области поля зрения, дефекты поля зрения, сужение поля зрения, отсутствие части поля зрения характерны для поражения сетчатки, зрительного нерва и зрительных путей (рис. 4). Причем такой дефект поля зрения может быть как абсолютным (пациент не видит через дефект), так и относительным (пациент видит через дефект, но нечетко, либо не контрастно, либо с искажением цветов).

Стоит помнить, что не всегда тот дефект поля зрения, на который жалуется пациент, и реально выявляющийся при обследовании совпадают. Например, пациенты с ретробульбарным невритом при рассеянном склерозе часто жалуются на пятно перед одним из глаз, в то время как при пери-

метрии выявляется аналогичный дефект поля зрения и на втором глазу. Пациенты с глаукомой могут не ощущать значительное сокращение поля зрения на одном из глаз, поскольку часть поля зрения компенсируется менее пораженным глазом, а часть изображения «достраивается» головным мозгом.



Рис. 4. Дефекты поля зрения, связанные с поражением сетчатки, зрительного нерва или зрительных путей

Иногда пациенты определяют дефект поля зрения как «пелену», «занавеску». Нужно уточнить, видит ли пациент через эту помеху. Если предметы за помехой различимы, возможно, причиной является помутнение оптических сред, реже — поражение зрительного нерва или проводящих путей, если нет, с высокой вероятностью у пациента поражение сетчатки или вышележащих отделов зрительного анализатора. При офтальмоскопии проблемный участок на глазном дне стоит искать с противоположной стороны от той области, на которую указывает пациент: такая жалоба часто может присутствовать у пациентов с остро возникшей отслойкой сетчатки или отслойкой сосудистой оболочки (рис. 5). Помехи по типу «ресниц», «веток», «полос» могут определяться при нарушениях кровообращения в сетчатке, где дефекты поля зрения соответствуют зонам ишемии. Реже помехи в поле зрения могут представлять собой реальные объекты — при нарушении положения век и отеках, гематомах, травмах области орбиты.



Рис. 5. Дефект поля зрения, характерный для отслойки сетчатки

Мерцательная скотома (рис. 6) возникает при глазной форме мигрени. Как правило, она возникает в центральной части поля зрения, может иметь различную форму и ломаные контуры, сопровождаться фотопсиями, возникать как «мерцание» или искажение изображения, вызывать частичную потерю зрения. Приступ может длиться до получаса, но не всегда завершается головной болью.



Рис. 6. Мерцательная скотома при мигрени

Жалобы на отсутствие зрения не всегда предполагают полное его отсутствие: часто пациенты как отсутствие зрения определяют значительное ухудшение остроты зрения или даже качества зрения. Например, пациенты могут жаловаться на отсутствие зрения в сумерках или в темное время суток при рефракционных и аккомодативных нарушениях, заболеваниях сетчатки и зрительного нерва, функциональных нарушениях темновой адаптации, узком зрачке.

С другой стороны, действительно слепые люди не всегда определяют свое состояние как «темноту»: нередко пациенты, которые потеряли зрение, жалуются на «молочный» или серый «туман», который мешает им разглядеть окружающие предметы. Отсутствие или значительное ухудшение зрения может являться следствием тяжелой патологии не только зрительного анализатора, но и в ряде случаев центральной нервной системы (нарушение кровообращения, опухоль, воспаление и др.).

Транзиторная потеря зрения (*amaurosis fugax* — молниеносная слепота) — кратковременная потеря зрения с последующим восстановлением, «потемнение в глазу/глазах», наблюдается при процессах, связанных с преходящим ухудшением кровоснабжения сетчатки, сосудистой оболочки, зрительного нерва и зрительных центров, как изолированно, так и в сочетании. Может выявляться при мигрени, вазоспастических состояниях, сдавлении сосудов патологическим процессом, стенозах сонных и позвоночных артерий, васкулитах, отеке диска зрительного нерва, друзах зрительного нерва, остром приступе закрытоугольной глаукомы, снижении системного кровотока при кардиологической и ургентной патологии.

Транзиторная потеря зрения может быть монокулярной и бинокулярной, в зависимости от локализации процесса. Односторонняя транзиторная потеря зрения более характерна для процессов, связанных с нарушением кровотока в зоне распространения ветвей а. *ophthalmica* и острой ишемией сетчатки, хориоидеи или зрительного нерва или с поражением в сонной артерии на этой же стороне (стеноз, диссекция). Двусторонняя транзиторная потеря зрения встречается реже и более характерна для ишемии зрительных центров и системных патологических процессов. Для ишемии в зоне кровоснабжения позвоночной артерии возможна позиционная провокация этого состояния, связанная с положением шеи и головы, воздействием ускорений. Для поражения в бассейне сонных артерий характерна внезапная безболезненная потеря зрения на один глаз в течение от нескольких секунд до нескольких часов в покое, без видимых провоцирующих факторов и предвестников, — она может предшествовать развитию окулярного ишемического синдрома, острому нарушению кровообращения в сетчатке и острому нарушению мозгового кровообращения, может наблюдаться при гигантоклеточном артериите. Жалобы на «потемнение» в глазу, с другой стороны, может быть признаком патологического сужения зрачка или может быть вызвано приемом лекарственных препаратов, вызывающих сужение зрачка.

Оптические феномены (гало, блики) возникают при возникновении аберраций, вызванных неоднородностью оптических свойств сред глаза при наличии в поле зрения пациента реального источника света.

Жалобы на гало (рис. 7) — радужные круги и полосы, возникающие вокруг источников света и ярко освещенных предметов, — характерны для отека роговицы, а также могут возникать при других состояниях, вызывающих эффекты «призмы» и мультифокальности: патологических изменениях глазной поверхности, роговицы, хрусталика, при расширении зрачка у пациентов с мультифокальными ИОЛ в ночное время, в ряде случаев — при возникновении аберраций после фоторефракционных операций.



Рис. 7. Гало

Блики возникают при неоднородностях в оптических средах, на поверхностях глаза, которые отражают свет (скопления слизи, неровности на поверхности роговицы, края контактных линз, инородные тела в роговице или передней камере, видимые края оптической части ИОЛ или ее гаптики, видимые края дифракционных колец мультифокальных ИОЛ и др.).

Зрительные феномены возникают как зрительные ощущения, не связанные с реально существующим источником света: фотопсии, фосфены, послеобразы, зрительные галлюцинации.

Фотопсии — вспышки, «зайчики», искры, «молнии», светящиеся линии и зигзаги (рис. 8). Могут сопровождать мерцательную скотому при глазной форме мигрени, могут быть проявлениями ишемии структур зрительного анализатора, либо быть связаны с раздражением сетчатки вследствие ретинопатии, наличия инородных тел, токсического поражения, гипоксии, при отслойке и разрывах сетчатки, опухолях, дистрофических и воспалительных изменениях сетчатки и зрительного нерва, а также являются частым симптомом при отслойке стекловидного тела. Могут возникать при физическом напряжении и переутомлении, зрительном утомлении.



Рис. 8. Фотопсии

Фосфены — напоминающие фотопсии ощущения светового раздражения, которые вызываются чаще механическим воздействием (например, нажатием на глазное яблоко: ощущение света при этом возникает с противоположной стороны), а также воздействием электромагнитных излучений, магнитных полей и электрического тока на фоторецепторы. Как правило, фосфены имеют вид цветных пятен — фиолетового, синеватого, зеленого или желтого цвета. При возбуждении коры головного мозга они могут принимать более сложные формы.

Послеобразы (последовательные образы) — зрительные ощущения, вызванные ярким источником света или длительной фиксацией на контрастном объекте, возникающие после его исчезновения, как правило, в виде «негатива» (рис. 9). Послеобразы физиологически обусловлены

процессами, происходящими при световом раздражении сетчатки, проведении и анализе зрительной информации, и в норме исчезают спустя непродолжительное время.



Рис. 9. Послеобраз при фотоповреждении

Зрительные галлюцинации — сложные зрительные ощущения, не имеющие реального источника. Они могут возникать у людей с утратой зрительных функций при зрелой катаракте, глаукоме, диабетическом поражении и др. (синдром Шарля Бонне). Пациенты говорят, что «видят» очертания домов, людей и пейзажи, вспышки цвета и узоры, которые возникают и исчезают внезапно. Зрительные ощущения продолжаются от нескольких секунд до нескольких часов и предположительно являются продуктом функционирования зрительной коры, генерирующей изображения в отсутствие поступления реальной зрительной информации. В отличие от галлюцинаций при психических расстройствах, пациенты определяют эти образы как нереальные, но могут испытывать высокую степень тревоги при их возникновении и даже могут скрывать эти симптомы из боязни, что у них заподозрят психическое заболевание.

Двоение (рис. 10) имеет разную природу в зависимости от того, возникает оно при зрении только двумя глазами или сохраняется и при зрении одним из глаз. Двоение, которое возникает только при зрении двумя глазами, является проявлением расстройства бинокулярного зрения. Оно может сопровождаться явными признаками косоглазия, чаще всего паралитического, вследствие нарушения иннервации глазодвигательных мышц или при их непосредственном поражении. Однако двоение может появляться и при изменении положения глаза в орбите (экзофтальм, эндофтальм), патологических изменениях придаточного аппарата глаза (отек, гематома в области орбиты), травматических повреждениях стенок орбиты, в послеоперационном периоде офтальмологических вмешательств.

Двоение, возникающее при зрении одним глазом, чаще всего является проявлением оптических аберраций при изменении оптических свойств

сред глаза: слезной пленки, роговицы, влаги передней камеры, хрусталика, стекловидного тела. Такое двоение является частой жалобой у пациентов с катарактой, синдромом сухого глаза, слезотечением, кератоконусом, астигматизмом. Редко монокулярное двоение может наблюдаться у пациентов с заболеваниями сетчатки, например, при центральной серозной хориоретинопатии.



Рис. 10. Двоение

Искажения предметов проявляются множественными контурами, изменением формы или размера предметов, «движением» предметов.

Множественные контуры предметов (пациенты могут жаловаться, что видят все «сквозь калейдоскоп») вызваны теми же причинами, что и монокулярное двоение, и чаще являются проявлением мультифокальности оптических нарушений, но могут быть и проявлением комбинации монокулярного и бинокулярного двоения.

Пациенты с астигматизмом, кератоконусом, патологическими изменениями глазной поверхности могут предъявлять жалобы на «растянутость» объектов, наличие у них «хвостов», искажение букв при исследовании остроты зрения (рис. 11).

Пациенты с аномалиями рефракции могут жаловаться на «наклонный» пол или стены, неточности в определении расстояний и смещение реального положения объектов, особенно при неправильно подобранной коррекции, что проявляется сопутствующими затруднениями при ходьбе по лестнице, падениями, головокружением и тошнотой.

Метаморфозии, сопровождающиеся искажением формы и размера объектов, их движением, чаще связаны с поражением сетчатки и зрительных центров. Для поражения сетчатки характерны жалобы на искривление линий, изогнутость или «выпуклость» объектов в определенной части поля зрения, уменьшение предметов, «волны» (рис. 12). Чаще всего они возникают при возрастной макулярной дегенерации, отслойке пигментного эпителия или нейроэпителия, отеке в центральной области сетчатки другого происхождения, отслойке сетчатки, опухолях, воспалительных и дистрофических изменениях в заднем полюсе глаза, тракции сетчатки.



Рис. 11. Искривление букв при астигматизме



Рис. 12. Метаморфозии при заболеваниях сетчатки

Пациенты с поражением зрительных центров жалуются на сложные деформации объектов, затруднения определения формы предметов, восприятие их уменьшенными или увеличенными, смещенными или движущимися. Подобные жалобы могут быть проявлениями как неврологических (мигрень, эпилепсия, травмы, опухоли, воспалительные процессы головного мозга), так и психических расстройств, употребления психоактивных веществ. Смещение, скольжение, «перескакивание» объектов может быть результатом глазодвигательных расстройств: нистагма, гиперкинезов взора.

Реже метаморфозии обусловлены оптическими эффектами. Например, при назначении очковой коррекции у миопов наблюдается уменьшение окружающих объектов — микропсия, а у гиперметропов, наоборот, —

увеличение, макропсия. При надевании контактных линз наблюдается обратная ситуация: контактные линзы улучшают качество изображения у миопов за счет некоторого увеличения, а при гиперметропии, наоборот, наблюдается уменьшение объектов вплоть до потери до 3 строк таблицы при дальнозоркости высокой степени.

Нарушения цветового зрения — видение объектов в определенном (неправильном) цвете, затруднение различения цвета.

Видение объектов в неправильном цвете может быть связано с изменениями в оптических средах, а также следствием поражения сетчатки или зрительных центров.

Эритропсия: окружающее пространство и предметы приобретают красноватый оттенок. Наблюдается при фотоповреждении сетчатки, часто встречается после экстракции катаракты (при афакии), при гемофтальме, некоторых заболеваниях крови.

Цианопсия: окружающее пространство и предметы приобретают голубоватый или синеватый, холодный оттенок. Наблюдается после экстракции катаракты (возрастной хрусталик фильтрует синий спектр, и после его удаления зрительная система некоторое время адаптируется к новым условиям), а также иногда при приеме ингибиторов фосфодиэстеразы-5 (Силденафил и др.).

Ксантопсия: окружающее пространство и объекты приобретают желтоватый оттенок или окрашиваются в желтый цвет. Возникает при желтухе, интоксикациях, приеме некоторых медикаментов (акрихин, амилнитрит, препараты наперстянки), плотной ядерной катаракте, в процессе резорбции гемофтальма.

Хлоропсия: окружающее пространство и предметы окрашиваются в зеленый цвет, возникает при интоксикациях (в том числе передозировке препаратов наперстянки), дистрофических и воспалительных процессах в сетчатке.

Затруднение различения цвета может быть связано с наличием врожденной (наследственной) цветоаномалии либо является приобретенным — при поражении центральной области сетчатки, зрительного нерва и проводящих путей зрительного анализатора, зрительной коры вследствие неврологических заболеваний, травм, интоксикаций. Пациенты с врожденными аномалиями, как правило, жалоб на затруднения различения цветов не предъявляют, обычно это беспокоит людей, у которых расстройство цветового зрения является приобретенным.

Нарушение восприятия контраста в некоторой степени присутствует при возрастных изменениях в зрительной системе, в то же время причинами затруднения распознавания слабо отличающихся от фона объектов могут быть заболевания сетчатки (дистрофии, диабетическая ретинопатия и др.), зрительного нерва (глаукома, неврит, оптиконейропатии), оптические аберрации при катаракте, заболеваниях роговицы, после

имплантации мультифокальных линз или кераторефракционных операций. Пациенты жалуются на трудности вождения автомобиля в сумерках и в ночное время, травмы (не заметил порог, ступеньку, ударился носом о стеклянную дверь), затруднения при выполнении профессиональных обязанностей, связанных с различением контраста.

ЖАЛОБЫ, НЕ СВЯЗАННЫЕ СО ЗРИТЕЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ

Жалобы, не связанные со зрительными функциями, могут сопровождаться или не сопровождаться нарушением зрительных функций. К таким жалобам относятся:

- покраснение глаза;
- слезотечение;
- выделения из глаз;
- сухость;
- зуд;
- боль в глазу и вокруг глаза;
- дискомфорт;
- светобоязнь;
- изменение внешнего вида глаза и орбиты;
- головная боль.

Покраснение глаза и век является очень частым симптомом, может быть связано с болевыми и дискомфортными ощущениями, но может быть и безболезненным; односторонним, двусторонним, разлитым или ограниченным. Причинами покраснения является гиперемия при воспалении и нарушениях венозного оттока из глазного яблока и орбиты, наличие патологической васкуляризации, а также кровоизлияния.

Наиболее частые причины покраснения глаз: конъюнктивиты, блефариты, травма глаза, кератиты, увеиты, эписклериты и склериты, субконъюнктивальные кровоизлияния, глаукома (острый приступ, флеботензионная, неоваскулярная или злокачественная), птеригиум, новообразования и грануляции конъюнктивы. Покраснение глаза воспалительного происхождения, как правило, сопровождается болью и/или дискомфортом, невоспалительное покраснение является безболезненным.

Покраснение век и кожи вокруг глаза чаще всего является проявлением местной воспалительной или аллергической реакции (блефарит, конъюнктивит, ячмень, халязион, абсцесс века), в том числе может быть проявлением реактивной гиперемии при патологии ЛОР-органов, признаком воспаления в орбите, слезной железе, признаком травмы глаза или электроофтальмии.

Слезотечение имеет разные формы в зависимости от происхождения, может быть физиологическим, а также связанным с избытком слезопродукции или нарушением отведения слезы.

В норме глаза всегда влажные, но некоторые люди обращают внимание на это в холодную, ветреную погоду, вызывающую раздражение даже нормального глаза и слезотечение на открытом воздухе. При раздражении тройничного нерва, придаточного аппарата глаза и окружающих структур слезотечение также является физиологическим.

Слезотечение с избыточным выделением слезы наблюдается при травме, инородном теле конъюнктивы или роговицы, аллергии, конъюнктивитах, кератитах, язвах роговицы, лагофтальме, проптозе, энтропионе, трихиазе и эктропионе. Причинами слезотечения с нарушением отведения слезы являются колобома нижнего века, лагофтальм, эктропион, выворот нижней слезной точки, обструкция слезных точек и канальцев, хронический дакриоцистит, состояние после удаления слезного мешка и блокада носослезного канала.

Выделения из глаз — гной, слизь, засохший секрет, засохшие капли, шелушение век. Выделения чаще происходят из конъюнктивального мешка, слезного мешка или придаточных пазух носа, в случае, если последние сообщаются с конъюнктивальным мешком. Слизисто-гнойные и гнойные выделения типичны для бактериальных конъюнктивитов и хронического дакриоцистита. При хроническом дакриоцистите количество отделяемого увеличивается при надавливании на слезный мешок. Вязкое слизистое отделяемое присуще аллергическим конъюнктивитам и весеннему катару. Отделяемое с примесью крови появляется при травме, мембранозном и псевдомембранозном конъюнктивитах, папилломе или грануляциях конъюнктивы, гемангиоме, дискразии крови, геморрагическом конъюнктивите, сухом конъюнктивите.

При хроническом мейбомиевом блефарите, астенопии секрет мейбомиевых желез может высыхать на веках и в углах глаза, создавая ощущение «песка». Пациенты, применяющие глазные капли на основе суспензии, могут жаловаться на «песок на веках», «пыль» на ресницах или «белый гной» во внутреннем углу глаза — все эти жалобы связаны с высыханием вытекших из глаза капель на веках и длительно остающимися в конъюнктивальном мешке компонентами суспензии. Шелушение век возникает при блефаритах и дерматите кожи век различного происхождения и также может симулировать наличие отделяемого.

Непосредственно жалобу на сухость пациенты с синдромом сухого глаза предъявляют редко, чаще они жалуются на симптомы раздражения глаза, боль в глазу или покраснение. На «сухость» в глазу могут жаловаться пациенты с компьютерным зрительным синдромом, аллергическими проявлениями, пациенты, которые носят контактные линзы, испытывают дискомфорт, связанный с проявлениями раздражения конъюнктивы. Сухость глаза, когда при раздражении глаза или плаче слеза не выделяется или выделяется ее малый объем, характерна для поражения слезной железы.

Зуд в глазу, который возникает у детей, имеет, как правило, аллергическую природу (аллергический конъюнктивит, весенний катар), двусторонний и сезонный характер. У взрослых он также может быть связан с местной или системной аллергией, хроническими конъюнктивитами другого происхождения, острыми и хроническими блефаритами, медикаментозным блефароконъюнктивитом, который часто развивается у пациентов с глаукомой, синдромом сухого глаза, астенопией. Реже зуд в глазу может быть связан с паразитарными инвазиями (хроническим дерматитом и блефаритом при демодекозе, педикулезом ресниц и бровей, дирофиляриозом).

Боль в глазу и вокруг глаза сопровождается множеством заболеваний и травму глаза и является неспецифическим симптомом поражения смежных анатомических областей. Причины боли в области орбиты можно подразделить на офтальмологические и не офтальмологические. Офтальмологические причины боли связаны с воспалением, травмой или повышением внутриглазного давления. Не офтальмологические причины боли в глазу объясняются общей болевой иннервацией структур орбиты, ЛОР-органов, структур полости рта, оболочек головного мозга ветвями тройничного нерва.

Боль при травмах характерна для любых травм орбиты и глазного яблока (контузий, ранений, переломов, ожогов), причем повреждение может быть небольшим по площади, но вызывать значительные болевые ощущения. Особенно болезненны травмы роговицы, радужки и цилиарного тела, так как они являются наиболее богато иннервированными структурами, и при сравнительно небольшом по площади повреждении возникает сильная боль.

Боль в глазном яблоке наблюдается при любой травме, кератите, язве роговицы, ирите, иридоциклите, остром приступе закрытоугольной глаукомы, декомпенсации внутриглазного давления у пациентов с другими формами глаукомы, буллезной кератопатии, эписклерите, склерите, эндофтальмите, иногда при неврите зрительного нерва.

Боль при открывании глаза, иногда резкая, характерна для сухого глаза, так как при открывании глаза в этом случае веком травмируется отечная конъюнктива. Боль при моргании может быть обусловлена повреждением поверхности глаза или внедрением в роговицу инородного тела, а также инородным телом на внутренней поверхности века. Для повреждений поверхности роговицы характерен острый характер боли, и если при значительном ожоге роговицы боль отсутствует, это является неблагоприятным признаком глубокого повреждения. При воспалительных процессах, не затрагивающих поверхность глаза, боль носит ноющий характер, иногда — пульсирующий, при остром приступе глаукомы боль может быть распирающей.

Боль за глазным яблоком, появляющаяся или усиливающаяся при движениях глазного яблока, характерна для неврита зрительного нерва (папиллита, ретробульбарного неврита) или миозита экстраокулярных мышц, как правило, носит ноющий характер.

Боль в орбите и вокруг глаза наблюдается при травмах век, ячмене, абсцессе века, инфицированном халлазионе, повреждениях орбиты, целлюлите, флегмоне и абсцессе орбиты, остром дакриоцистите, дакриоадените, синдроме верхней глазничной щели, синдроме вершины орбиты, тромбозе вен орбиты и кавернозного синуса, опоясывающем герпесе, синуситах, невралгии тройничного нерва. Для невралгий характерен колющий характер боли или боль по типу «разряда током», пульсации.

Дискомфорт объясняется часто теми же причинами, что и боль в глазу, однако у пациента не возникает типичного болевого ощущения. Пациенты характеризуют эти симптомы как *чувство напряжения* или тяжести в глазу или орбите, *ощущение инородного тела, чувствительность к холоду, ветру, сухому воздуху, аэрозолям* и т. п. Часто такие жалобы предъявляют пациенты с хроническими воспалительными процессами век, конъюнктивы, дистрофическими изменениями роговицы, хроническими кератитами, хроническими увеитами, эндокринной офтальмопатией, глаукомой, причем ощущение инородного тела и чувствительность к раздражениям больше характерны для заболеваний, связанных с поражением конъюнктивы и роговицы.

Светобоязнь может проявляться как чувствительность к свету или непереносимость яркого света.

Чувствительность к свету является компонентом «роговичного синдрома», когда при повреждении поверхности роговицы, воспалении роговицы или, реже, воспалении цилиарного тела возникает типичная клиническая картина: светобоязнь, слезотечение, блефароспазм, сопровождающие боль в глазу. Возникновение симптома связано с обнажением и раздражением чувствительных нервных окончаний в роговице и цилиарном теле. Пациент плохо переносит любые источники света, отмечает больший комфорт от пребывания в затемненном помещении, осмотр роговицы затруднен, так как пациент рефлекторно стремится сомкнуть веки и убрать голову от источника света, даже самого тусклого. Детальный осмотр роговицы у таких пациентов возможен только при использовании капель анестетика и/или векоподъемников. Причинами чувствительности к свету являются поверхностные или стромальные кератиты, разрывы десцеметовой мембраны, травмы роговицы, наиболее часто — эрозии, ультрафиолетовое повреждение, внедрение инородных тел, химические ожоги I и II степени, состояние после рефракционных операций, а также острый иридоциклит.

Непереносимость яркого света (глэр-эффект) может быть проявлением ослабления роговичного синдрома, но чаще связана с оптикой глаза.

В этом случае пациент не избегает света, но яркий свет вызывает у него выраженный дискомфорт. Возникает при поступлении на сетчатку избыточного или непривычного светового потока, либо при недостаточной функции зрачковой диафрагмы, либо в случаях светорассеяния в неоднородности оптических сред.

Непереносимость яркого света наблюдается при расширении зрачка, в том числе медикаментозном, больших иридэктомиях, колобомах радужки, афакии, незрелой катаракте с неравномерным помутнением, миопии, альбинизме. Может наблюдаться после лазерной коррекции как ослепление в сумерках при попадании в глаз даже неяркого света.

Изменение внешнего вида глаза и орбиты представляет собой кожные изменения в области орбиты, новообразования, нарушение положения глаза, косоглазие, нарушение положения век, изменение цвета поверхности глазного яблока, роговицы, радужки, зрачка, век, изменения бровей и ресниц.

Новообразования глаза и его придаточного аппарата заметны, если возникают на веке и конъюнктиве. Новообразования слезной железы и глазницы менее заметны, но, как правило, связаны с нарушением положения глазного яблока и век. Внутриглазные новообразования длительно остаются незамеченными, пока не появятся сопутствующие нарушения зрения, боль, покраснение, изменение цвета радужки, зрачка и т. д.

Сужение глазной щели связано с опущением верхнего века (птозом), другими причинами видимого сужения глазной щели является энофтальм и гипотония глаза. Причины опущения верхнего века: воспалительные процессы и новообразования в орбите, синдром верхней глазничной щели, миастения, укусы насекомых, нарушение функции мышцы, поднимающей верхнее веко, вследствие травмы, опухоли, воспаления, нарушения иннервации, врожденных изменений. Если пациент ранее перенес операцию на глазу, опущение века может носить ятрогенный характер при повреждении леватора верхнего века во время блефаропластики, либо фасций леватора и верхней прямой мышцы при наложении уздечного шва во время операций по поводу глаукомы или катаракты. Описаны ятрогенные птозы после введения ботулотоксина в области орбиты. Причинами сужения глазной щели являются воспалительные процессы век и конъюнктивы, орбитальных структур, блефарохалазис, проявления роговичного синдрома, аллергия, затруднение венозного оттока из орбиты, нарушение симпатической иннервации орбиты, посттравматические и поствоспалительные рубцовые изменения век и конъюнктивы. Энофтальм — «западение» глазного яблока в орбиту — определяется при нарушении симпатической иннервации глазничной мышцы (синдром Горнера), переломе стенок орбиты, гипотонии глаза. При гипотонии глаза глазное яблоко теряет тонус и уплощается в передне-заднем направлении, из-за чего глазная щель кажется суженной.

Расширение глазной щели также связано с нарушением положения век и глаза — ретракцией верхнего века, ослаблением нижнего века, несмыканием век, избыточным выстоянием глазного яблока (проптоз, экзофтальм). Наблюдается при посттравматических и поствоспалительных изменениях конъюнктивы и век, раздражении симпатической иннервации (синдром Пти), эндокринной офтальмопатии, объемных процессах в орбите (отек, новообразование, гематома, абсцесс, флегмона), миопии высокой степени, буфтальме, а также при врожденных особенностях строения орбит.

Экзофтальм (проптоз) — выстояние глазного яблока вперед — может быть истинным и ложным. Ложный экзофтальм определяется при врожденной асимметрии строения орбиты, а также при увеличенных размерах глазного яблока (миопия высокой степени, стафилома склеры, буфтальм), ретракции верхнего века. Истинный экзофтальм обусловлен реальным выстоянием глазного яблока вследствие нарушения симпатической иннервации (синдром Пти), объемного процесса в орбите, выталкивающего глазное яблоко вперед, травмы орбиты с уменьшением орбитального объема, вывихом глазного яблока, затруднения венозного оттока из орбиты и полости черепа.

Косоглазие — видимое отклонение глаза, чаще всего сопровождающееся нарушением бинокулярного зрения. Косоглазие может быть ложным, когда, несмотря на видимое отклонение глаза, зрение остается бинокулярным. Оно обусловлено анатомическими особенностями строения глазниц — широкой переносицей, асимметрией лицевого черепа, эпикантусом, большим углом между оптической и зрительной осью глаза. Истинное косоглазие всегда имеет причину: аномалию рефракции, помутнение сред, амблиопию и снижение зрения любого происхождения, травму глаза и орбиты, черепно-мозговую травму, заболевания орбиты и экстраокулярных мышц, нарушение иннервации экстраокулярных мышц вследствие внутриорбитальных и внутричерепных патологических процессов, патологии придаточных пазух носа.

Изменение цвета поверхности глазного яблока: помимо очевидной гиперемии, покраснение может быть связано с субконъюнктивальным кровоизлиянием или гемангиомой, птеригиумом, грануляциями конъюнктивы. Синеватые или фиолетовые участки являются признаками тонкой склеры или формирования стафиломы. Темные участки на поверхности глазного яблока могут быть пигментированными структурами. Пожелтение склеры наблюдается при желтухе, в процессе резорбции гематомы.

Изменение цвета роговицы может быть вызвано помутнением или инфильтрацией роговицы, прокрашиванием роговицы кровью, наличием в передней камере крови (гифемы) или гноя (гипопиона), птеригиумом.

Изменение цвета радужки может быть вызвано воспалительным процессом (радужка при гиперемии приобретает зеленоватый оттенок), атро-

фическими изменениями, новообразованием, нарушениями симпатической иннервации, а также применением некоторых глазных капель (аналоги простагландина F2a).

Изменение цвета зрачка — приобретение им сероватого или белого оттенка — происходит при помутнении хрусталика различного происхождения. В детском возрасте белый или желтоватый рефлекс в области зрачка может быть признаком ретинобластомы. Также «побеление» зрачка, лейкокорию могут вызывать плотные мембраны воспалительного происхождения в области зрачка, другие новообразования (остеома, метастатические опухоли), ретинит Коатса, старая отслойка сетчатки, факоматозы (болезнь Гиппель-Линдау), фиброз стекловидного тела, ретинопатия недоношенных. Желтоватый отблеск, блик в области зрачка при определенном освещении возможен при наличии в глазу пациента интраокулярной линзы.

Изменение цвета век включает в себя депигментацию, гиперпигментацию и др. Депигментация век может быть связана с альбинизмом, витилиго, рубцами, симпатической офтальмией и синдромом Фогта–Коянаги. Гиперпигментация наблюдается локальная — при пигментированных новообразованиях (невусах, нейрофиброматозе и др.), общая гиперпигментация век возможна при беременности, приеме оральных контрацептивов, эндокринных нарушениях (надпочечниковой недостаточности, гипертиреозе), патологии печени, почек, ЖКТ, возрастных изменениях, применении глазных капель аналогов простагландина F2a. Специфического вида окрашивание наблюдается при длительном контакте с солями тяжелых металлов — мышьяка (темно-коричневые пятна), серебра (серо-голубое окрашивание). Гематомы век проходят все стадии «цветения» гематомы, как при любой другой локализации.

Изменения бровей и ресниц характеризуются их выпадением, усилением роста и изменением окраски. Выпадение бровей и ресниц может быть идиопатическим, возрастным, проявлением рубцовых изменений (после ожогов, воспалительных и инфекционных процессов, например, выпадение ресниц при трахоме), признаком гипотиреоза, симпатической офтальмии, болезни Фогта–Коянаги–Харады. Усиление роста и пигментации ресниц наблюдается при применении глазных капель аналогов простагландина F2a — в глазу, в котором они непосредственно применяются. Депигментация бровей и ресниц может происходить по физиологическим причинам, быть признаком альбинизма, а также может быть связана с симпатической офтальмией, болезнью Фогта–Коянаги–Харады.

Головная боль без окулярных симптомов чаще всего не связана с глазом, однако существует небольшое количество вариантов головной боли, которая вызвана глазными проблемами:

1. Некорригированная аномалия рефракции (чаще гиперметропия, астигматизм с косыми осями).

2. Неверно подобранные очки (миопические очки при гиперметропии, недокоррекция, гиперкоррекция, неверное зрачковое расстояние).

3. Несоответствие аккомодации и конвергенции.

4. Мышечный дисбаланс. При паралитическом косоглазии головную боль может вызвать само косоглазие, либо головная боль может быть проявлением повышения внутричерепного давления, артериальной гипертензии или колебаний гликемии. При мышечном дисбалансе более характерна головная боль при зрении на близком расстоянии.

5. Распространение головной боли согласно распределению ветвей тройничного нерва при иритах, иридоциклитах, декомпенсации внутриглазного давления и остром приступе глаукомы, эндофтальмите, паноптальмите, синдроме верхней глазничной щели, парезе глазодвигательных нервов при артериальных аневризмах, хронической грануле орбиты и пост-герпетической невралгии.

АНАМНЕЗ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Сбор анамнестических сведений проводится по тем же принципам, что и в других разделах медицины. Стоит избегать наводящих вопросов и стараться задавать открытые вопросы, не предполагающие однозначного ответа.

Анамнез следует собирать по следующим разделам:

1. История настоящего заболевания. Необходимо уточнить информацию о начале заболевания: началось оно внезапно или постепенно, является обострением хронической проблемы или рецидивом пролеченного заболевания. В острых случаях пациент часто может указать не только дату, но и час начала. В подострых, хронических случаях пациент не очень уверен в дате и времени. Иногда под остротой потери зрения пациент подразумевает, что обнаружил отсутствие зрения в конкретный момент (например, когда случайно закрыл лучший глаз или получил травму лучшего глаза), и не знает, видел ли больной глаз до этого момента.

При двустороннем заболевании нужно уточнить, был ли другой глаз поражен одновременно, или был перерыв в несколько дней или часов, месяцев или лет, одинаково ли состояние обоих глаз или они чем-то отличаются.

Необходимо уточнить симптомы: связаны они со зрением или не связаны, сопровождаются болевыми ощущениями или нет. При наличии боли или болезненности выяснить точную ее локализацию, иррадиацию. Также нужно уточнить, есть ли какие-либо изменения после проведенного лечения — улучшение, ухудшение, отсутствие изменений.

Относительно лечения — уточнить, какое именно лечение проводилось, выяснить подробную информацию о лекарствах, их дозах и частоте приема, а также что пациент продолжает принимать в настоящий момент,

в какой дозе и с какой частотой. При хронических заболеваниях, например, при глаукоме, нужно уточнять наличие побочных эффектов лечения, переносимость лечения и удобство назначаемого режима приема лекарств.

В случае травмы необходимо уточнить ее механизм и свойства травмирующего предмета. Стоит обратить внимание на личность пациента: ребенок может предпочесть скрыть историю травмы (чтобы родители не ругали), в то время как пациент в рамках судебного разбирательства или трудовой экспертизы может попытаться преувеличить роль травмы.

2. История глазных и других заболеваний в прошлом и проведенное лечение. Все, что связано с текущим заболеванием, например, наличие тупой травмы в анамнезе, приведшей к развитию подвывиха хрусталика или отслойки сетчатки. Выясняем наличие глазных заболеваний (обоих глаз), травм глаза, головы, а также других заболеваний и травм.

Обязательно спрашиваем о перенесенных операциях на глазу, так как операция в прошлом может объяснять текущее состояние глаза: операция по рефракционной замене хрусталика — отслойку сетчатки, антиглаукомная операция — гипотонию глаза и др. Необходимо задать вопрос о возрасте, в котором была сделана операция, или сроке ее проведения. Были ли при этом какие-либо осложнения и повторные операции? Улучшилось ли зрение после операции?

Если пациент носит очки, следует выяснить, предназначены ли очки для дали, близи или для всех расстояний, возраст, в котором очки были назначены впервые, и цель их назначения. Изменилось ли с тех пор зрение, и если да, то как именно? Мог ли пациент когда-либо прочесть последнюю строку в таблице для проверки зрения, и когда именно это было? Были ли назначены очки специалистом или куплены пациентом в магазине?

Обязательно уточняется, какие инфекционные заболевания перенес пациент, особенно если заболевание глаза носит воспалительный характер (туберкулез, сифилис, гонорея, вирус иммунодефицита, дифтерия, менингит, хламидиоз, герпес, коронавирус, ОРВИ и др.). Необходимо выяснить, как давно пациент перенес инфекцию, не связана ли она по времени с началом заболевания, были ли какие-то еще симптомы и осложнения, и какое лечение пациент принимал. Если пациент является носителем вируса иммунодефицита, необходимо уточнить статус его антиретровирусной терапии.

Обязательно выясняем наличие метаболических нарушений (сахарного диабета, заболеваний щитовидной железы), кардиологической патологии, аутоиммунных заболеваний (ревматоидного артрита, болезни Рейтера, болезни Стилла и др.), других заболеваний и операций. Так, наличие операции на сердце в анамнезе, побледнение диска зрительного нерва и дефект поля зрения могут быть связаны, так как при значительной кровопотере могут возникать ишемические изменения в зрительном нерве и сетчатке.

3. Аллергия и лекарственная аллергия. Выясняется наличие аллергии на экзогенные аллергены: пыль, дым, пыльцу, шелуху, мех, нейлон, шерсть, пищевые продукты. Это может иметь значение при аллергических блефаритах и конъюнктивитах.

Обязательно уточняется наличие аллергии на лекарственные средства и лекарственной непереносимости: местное применение антибиотиков, атропина, антиглаукомных капель, йодсодержащих препаратов, мазей и лосьонов для кожи, местных или системных анестетиков, а также прием ацетазоламида, сульфаниламидов, антибиотиков, анальгетиков и др. При длительном применении глазных капель воспалительные проявления на конъюнктиве и веках могут оказаться медикаментозной аллергией или токсической реакцией на консерванты.

4. Семейный анамнез. Многие глазные заболевания имеют генетическую предрасположенность: аномалии рефракции, глаукома, дистрофии сетчатки, диабетическая ретинопатия и гипертоническая ретинопатия. Инфекционные заболевания, как острые, так и хронические, могут поражать членов семьи, а некоторые инфекции от матери передаются ребенку (краснуха, сифилис, гонорея и ВИЧ).

Уточняем, болел ли кто-то в семье подобными заболеваниями. Есть ли нарушения зрения у близких родственников, если да, то какие? Нет ли среди родственников тех, кто ослеп, и если да, то по какой причине? Если причина неизвестна, то в каком возрасте и как проявлялось нарушение зрения?

5. Профессия. Некоторые профессии представляют угрозу для зрения, например, работы с высокой температурой (стеклодувы, работники сталеплавильных производств), работа на токарных станках (связана с риском травм с попаданием инородных тел), работа с животными (высокая подверженность зоонозным инфекциям) и т. п.

6. Личный анамнез. Наличие вредных привычек, опасных хобби и тому подобных фактов о пациенте помогает уточнить происхождение глазного заболевания. Например, злоупотребление алкоголем и курение приводит к токсической алкогольно-табачной оптиконеуропатии.

ГЛАВА 2 БАЗОВЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Базовые диагностические исследования выполняются врачом-офтальмологом при каждом осмотре пациента в амбулаторных или стационарных условиях

Кратность их выполнения определяется тяжестью состояния органа зрения и изложена в действующих клинических протоколах (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 05.09.2022 № 91 «Об утверждении клинического протокола «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с болезнями глаза и его придаточного аппарата») [2].

При острых заболеваниях базовые диагностические исследования должны выполняться в амбулаторных условиях — не реже 1 раза в 5 дней, в стационарных условиях — не реже 1 раза в 2 дня, а после хирургических вмешательств должны выполняться обязательно на следующий день после операции, далее — по медицинским показаниям, то есть частота послеоперационных осмотров может быть больше 1 раза в сутки. Показаниями к более частым осмотрам является наличие осложнений, колебания офтальмотонуса и зрительных функций, нарушение гидродинамики глаза (хориоидальная эффузия и синдром перенаправления), воспалительная реакция и т. п.

К базовым диагностическим исследованиям в офтальмологии относятся визометрия, наружный осмотр, исследование сред глаза в проходящем свете, исследование переднего отрезка глаза методом бокового освещения, биомикроскопия глаза и офтальмоскопия.

Для пациентов старше 40 лет и пациентов, имеющих семейный анамнез глаукомы, базовым методом диагностики является тонометрия глаза.

ВИЗОМЕТРИЯ

Визометрия — исследование остроты зрения. Острота зрения тесно связана с понятием разрешающей способности глаза и является одним из основных показателей, по которым оценивается центральное зрение. По остроте зрения судят о способности пациента оценивать форму, размеры, структуру, расположение предметов в пространстве. Определение остроты зрения выполняется при каждом осмотре для оценки динамики функции центрального зрения.

Острота зрения измеряет минимальный зрительный угол, под которым удастся различить видимые пространственные величины. Чем дальше расстояние от глаза до них, тем меньше угол, под которым они различимы.

Для человека с нормальным зрением этот угол составляет от 30" до 1' и ограничен возможностями оптической системы глаза и размером фоторецепторов. При этом человеческий глаз может различать протяженные объекты с меньшим зрительным углом, чем точечные, но эта способность зависит от контрастности объектов [3, 4].

Для измерения остроты зрения используются знаки — оптоотипы, как правило, имеющие максимальную контрастность и простые опознаваемые формы — в виде букв, силуэтов, колец, полосчатых фигур с разной пространственной частотой (размером), содержащие светлые промежутки определенного размера для каждой величины знака.

Оптоотипы сгруппированы в таблицы для исследования остроты зрения для дали и для близи (рис. 13, 14), а также предъявляются с помощью приборов — проекторов знаков.

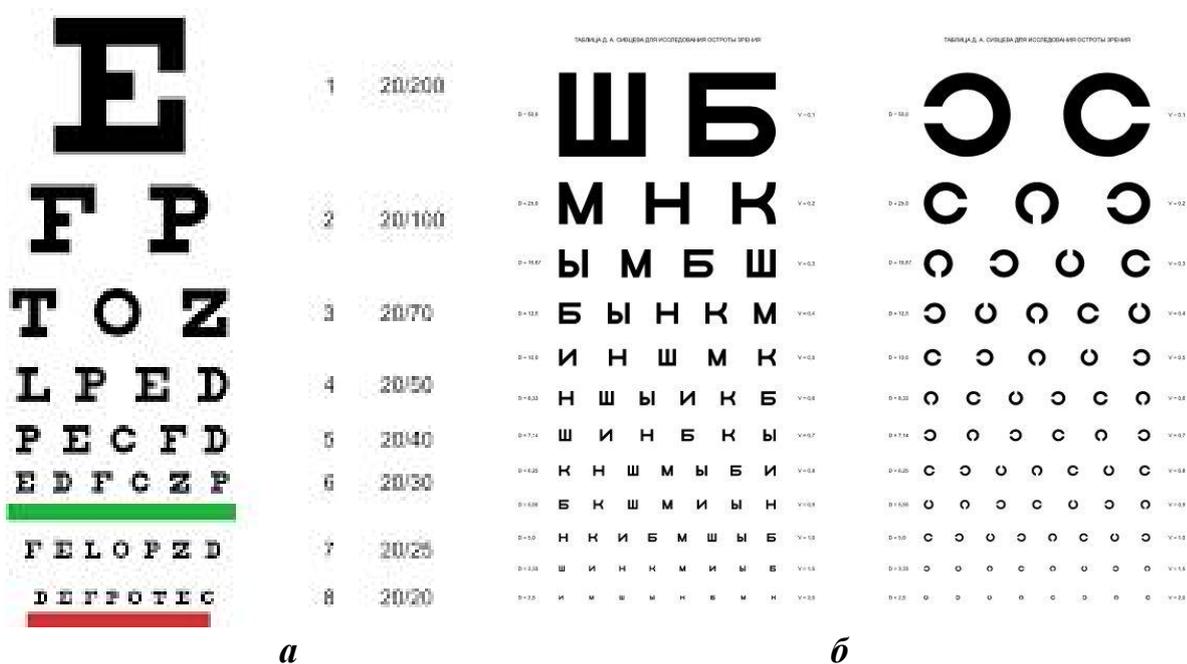


Рис. 13. Таблицы оптоотипов для взрослых:

а — таблица Снеллена; *б* — таблица Сивцева–Головина и кольца Ландольта

Первые таблицы оптоотипов были разработаны Снелленом в 1861 г. Знаки в его таблице первоначально имели вид буквы Е, повернутой в разных направлениях, где сами знаки были видимы под углом зрения в 5', а детали в них (толщина линий, величина промежутков) различимы под углом в 1'. Позже таблица была доработана (оптоотипы в виде заглавных букв), используется в зарубежной офтальмологической практике по настоящее время и рассчитана на проверку остроты зрения с расстояния в 20 футов (6 метров). Позже были разработаны еще несколько систем оптоотипов — кольца Ландольта, таблицы Сивцева–Головина (буквы, силу-

этные картинки для детей) и др. Таблица Сивцева–Головина, чаще всего используемая для проверки остроты зрения в нашей стране, рассчитана на расстояние 5 м.

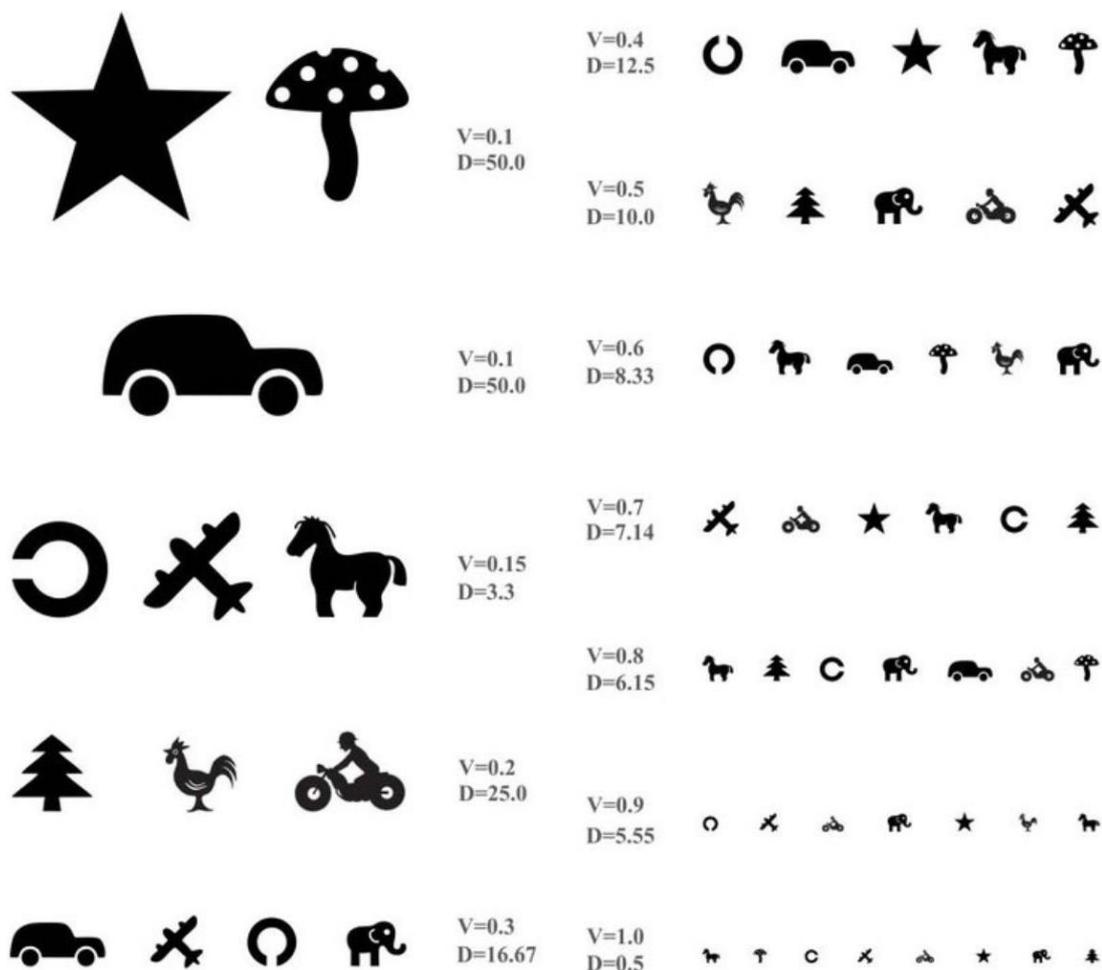


Рис. 14. Таблица Сивцева–Головина для детей

Для более точной оценки остроты зрения таблица должна быть хорошо и равномерно освещена — с помощью лампы, специального короба с подсветкой или аппарата Ротта (осветитель таблиц, рис. 15).

При использовании проектора знаков (рис. 16), расстояние для исследования остроты зрения определяется производителем и обычно составляет от 3 до 6 метров [5]. Чтобы избежать путаницы, проектор знаков лучше вешать на том же расстоянии, на котором вешается таблица — 5–6 м, в зависимости от ее типа. Оптотипы могут проецироваться на экран на стене, либо сам проектор может представлять собой мультимедийный экран (рис. 16). С помощью пульта в проекторе знаков меняется размер оптопов, что удобно в случае, когда нужно исключить аггравацию.



а



б

Рис. 15. Приборы для исследования остроты зрения с помощью таблиц:
а — аппарат Ротта; *б* — световой короб с таблицей оптотипов



а



б

Рис. 16. Проекционные приборы для проверки остроты зрения:
а — в виде экрана; *б* — в виде проектора знаков

Острота зрения для близи исследуется по таблицам для близи, которые обычно располагаются на том расстоянии, на котором пациенту необходимо работать (30–100 см), соответственно жалобам пациента.

За нормальную остроту зрения у взрослых принята обратная величина угла зрения $1'$ равная 1,0 (20/20), предельная острота зрения, которую можно определить по таблице, обозначена как 2,0 (20/10).

В отечественной офтальмологии практикуется запись остроты зрения в десятичных величинах (0,01–2,0), при использовании таблиц Снеллена используются дроби: 20/400–20/10 (табл. 1) [3]. Нормальная острота зрения у детей зависит от возраста. При рождении острота зрения находится на

уровне светоощущения, до 3 месяцев острота зрения у детей не превышает 0,05, к 6 месяцам достигает 0,1, а к 1 году — 0,3, в 3 года — 0,6–0,9, в 4 — 0,7–1,0. Уровня взрослого острота зрения достигает к 6–10 годам.

Таблица 1

Соответствие значений разных таблиц для исследования остроты зрения

Снеллен (футы) 20 футов	Снеллен (метры) 6 м	Снеллен (метры) 4 м	Десятичная 5 м
20/400	6/120	4/80	0,05
20/200	6/60	4/40	0,1
20/100	6/30	4/20	0,2
20/80	6/24	4/16	0,25
20/63	6/19	4/12,5	0,32
20/50	6/15	4/10	0,4
20/40	6/12	4/8	0,5
20/32	6/9,5	4/6,3	0,63
20/25	6/7,5	4/5	0,8
20/20	6/6	4/4	1,0
20/16	6/4,8	4/3,2	1,25
20/12,5	6/3,8	4/2,5	1,6
20/10	6/3	4/2	2,0

Остроту зрения предпочтительно определяют до других диагностических исследований, особенно контактных и связанных с засветом сетчатки. Исследование остроты зрения выполняется для каждого глаза отдельно. Пациент закрывает один глаз и вторым читает оптоотипы на таблице, находящейся от него на расстоянии 5 м (для таблицы Сивцева-Головина). Обычно исследование начинают с правого глаза, и пациент закрывает левый глаз — щитком, ладонью, или медработник закрывает его экраном в пробной оправе, надетой на пациента. Медработник с помощью указки предъявляет пациенту оптоотипы на таблице — от самых крупных до самых мелких. Для ускорения исследования, если известна предыдущая острота зрения, можно начинать с той строки, которую пациент хорошо видел в прошлый раз, либо спросить пациента, какую строку он видит на таблице четко — и начинать исследование с этой строки. Для строк до 6-й (острота зрения 0,6) допустимо совершить по 1 ошибке, для строк, начиная с 7-й (острота зрения 0,7) — по 2 ошибки. Фиксируется в виде записи значение остроты зрения, написанное рядом со строкой, которую пациент читал без ошибок или с минимальным их количеством. Затем все повторяется для второго глаза.

С помощью проектора знаков острота зрения исследуется так же, только оптоотипы предъявляются группами одинакового размера, и пациенту сложнее сориентироваться, какой именно строке таблицы они соответствуют, что может применяться в экспертных случаях.

В детском возрасте острота зрения по таблицам с силуэтами может исследоваться в игровой форме в основном, с 3 лет, однако, наилучшие результаты дает проверка в возрасте 4–5 лет. До 3 лет острота зрения исследуется по двигательному ответу на зрительные раздражители — например, реакция ребенка на игрушку, которую ему демонстрируют с некоторого расстояния. Если ребенок ее видит и начинает рассматривать, взгляд его фиксируется на игрушке.

При необходимости острота зрения может исследоваться с других расстояний. Острота зрения при этом рассчитывается по формуле Снеллена: Острота зрения = d/D , где d — расстояние, с которого проводится исследование, а D — расстояние, с которого нормальный глаз все еще различает знаки этого ряда (обозначено в таблице). Например, расстояние до таблицы составляет 3 метра, пациент при этом хорошо видит до 8-й строки ($D = 6,25$), соответственно, острота зрения его составляет $3/6,25 = 0,48$. Если пациент видит с расстояния 3 метра 12-ю строку ($D = 2,5$), острота зрения его составляет $3/2,5 = 1,2$. Для 5 метров, соответственно, чтение 10-й строки ($D = 5,0$) составит $5/5,0 = 1,0$.

Исследование зрения при остроте зрения менее 0,1 проводится с помощью самых крупных оптопов на таблице. Пациента подводят ближе к таблице и определяют расстояние, с которого он хорошо видит самый крупный оптопов. Острота зрения вычисляется по вышеприведенной формуле. Если же таблица недоступна, пациенту показывают и просят посчитать пальцы руки с разных расстояний — размер пальцев руки примерно соответствует размеру самого крупного оптопова. Счет пальцев с 5 метров соответствует остроте зрения 0,1, с 2,5 метров — 0,05, с 0,5 метров — 0,01. Если острота зрения менее 0,01, то определяют, с какого именно расстояния пациент считает пальцы.

Если пациент не может прочесть оптоповы или посчитать пальцы, определяется светоощущение. Проводится исследование светоощущения в затемненном помещении, без сторонних ярких источников света, которые могут помешать диагностике. Пациент закрывает зрячий глаз ладонью, либо медработник прикрывает глаз пациента ладонью — таким образом, чтобы пациент не мог видеть свет закрытым глазом. Затем глаз с низкими функциями освещают офтальмоскопом или фонариком с разных направлений и спрашивают пациента, с какой стороны он видит свет. Если во всех направлениях пациент верно определяет свет, то остроту зрения оценивают как светоощущение с правильной светопроекцией. Если пациент ошибается хотя бы в одном из направлений, остроту зрения оценивают как светоощущение с неправильной светопроекцией. Если пациент не ощущает света, острота зрения принимается равной 0.

Если острота зрения пациента ниже нормы, проводится определение остроты зрения с коррекцией. К глазу с низким зрением приставляются

корректирующие линзы из набора (вставляются в пробную оправу), либо коррекция проводится с помощью прибора фороптера. Если пациенту проводилась рефрактометрия, при подборе корректирующей линзы нужно ориентироваться на ее показания. Если рефрактометрия не проводилась или не доступна, то можно ориентироваться на то, что при пониженной остроте зрения молодые люди чаще имеют миопическую рефракцию, а люди старше 50 — гиперметропическую. Подбор корректирующей линзы лучше начинать с 1–1,5 диоптрий и затем, в зависимости от ощущений пациента, добавлять и убирать по 0,5–1 диоптрии. При миопии фиксируется минимальная линза, которая вызывает улучшение остроты зрения, при гиперметропии — максимальная, которая не вызывает ухудшения остроты зрения.

Все полученные данные записываются в карту пациента:

Острота зрения без коррекции	$vis = \frac{0,3}{1,0}$
Острота зрения с коррекцией	$vis = \frac{0,3 c + 3,5 = 1,0}{1,0}$
	$vis = \frac{0,3 c spH - 1,0 cyl - 1,5 ax 90^\circ = 0,9}{1,0}$
Острота зрения на уровне светоощущения с правильной проекцией	$vis = \frac{1}{\infty} pr. l. certa$
Острота зрения на уровне светоощущения с неправильной проекцией	$vis = \frac{1}{\infty} pr. l. incerta$

Стоит помнить, что исследование остроты зрения — субъективный метод диагностики, данные которого достаточно легко корректируются пациентом, что имеет значение при экспертизе. В течение суток в норме острота зрения может колебаться в пределах 1–2 строк таблицы, в зависимости от зрительной нагрузки и утомления. Поэтому в случае, если необходимо экспертное исследование, например, при медосмотре или экспертизе стойкой нетрудоспособности, необходимо применять методы, позволяющие уточнить, действительно ли пациент имеет пониженную или наоборот, высокую остроту зрения.

Для этого можно использовать проектор знаков, где сложнее ориентироваться в размере опто типов, особенно, если проектор стоит на нестандартном расстоянии. При проверке остроты зрения по таблице желательно указывать на опто типы вразброс, чтобы пациент не читал их наизусть. Можно уменьшать или увеличивать расстояние до таблицы, либо сажать пациента к ней спиной, предлагая ему прочесть строки таблицы, отраженные в зеркале, которое расположено на разных расстояниях. Острота зрения

вычисляется по вышеописанной формуле. Изменение расстояний путает пациента, и если он аггавирует, то показывает разную остроту зрения.

Объективно остроту зрения можно определить с помощью оптокинетического нистагма: где пациенту предлагается рассматривать движущиеся объекты разного размера, и по наименьшему размеру объекта, который вызывает нистагм, определяют остроту зрения. Другой метод объективного определения остроты зрения — с помощью определения зрительных вызванных корковых потенциалов на паттерны уменьшающегося размера.

НАРУЖНЫЙ ОСМОТР

Включает осмотр придаточного аппарата глаза, конъюнктивы и роговицы, оценку положения век, глаза в орбите, оценку глазодвигательных функций.

Выполняется наружный осмотр при естественном дневном освещении, при невозможности — при хорошем равномерном искусственном. Освещение не должно давать резких теней, которые могут создать ложное представление о наличии патологических изменений. Во время осмотра должны хорошо освещаться оба глаза.

Осматривается верхняя и средняя часть лица, оценивается состояние тканей, наличие асимметрии лица, деформаций. Оценивается положение век и состояние глазной щели, цвет и состояние кожных покровов, наличие асимметрии, деформаций, заворота или провисания нижнего века, опущения или ретракции верхнего века, расположение век относительно глазного яблока. Оценивается положение глаза в орбите: наличие выстояния (проптоза) или энтофтальма, смещения глазного яблока в вертикальном или горизонтальном направлении, видимого косоглазия, изменения внешнего вида глазного яблока (покраснение, изменение цвета склеры, роговицы, зрачка), наличие видимого отека конъюнктивы, наличие симметрии или асимметрии изменений.

Оценивается состояние слезных путей: наличие слезостояния, выделений из глаза, состояние тканей во внутреннем углу глаза. При выявлении в области внутреннего угла глаза выпуклости над областью расположения слезного мешка необходимо произвести пальпацию этой области. Слизисто-гнойное содержимое, выходящее через слезные точки при надавливании на слезный мешок, указывает на наличие хронического дакриоцистита.

Для оценки состояния глазодвигательных функций просят пациента посмотреть в направлении основных 9 позиций взора, а затем проследить за предметом (ручкой, пальцем, офтальмоскопом) по тем же направлениям. При этом мы оцениваем состояние глазных мышц и их иннервацию — глазодвигательный, блоковый и отводящий нервы. Предмет держат на рассто-

янии 30–40 см перед пациентом и передвигают его по траектории в форме буквы Н, отмечая любое отклонение глаз, головы или нистагм (рис. 17). Пациент должен следить за целью взглядом, удерживая голову неподвижно.

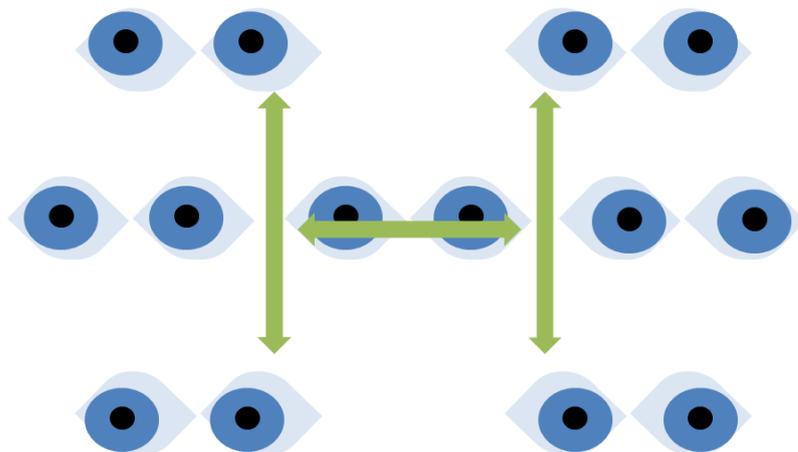


Рис. 17. Оценка состояния глазодвигательных функций

При параличе глазодвигательного нерва пораженный глаз будет отклоняться вниз и латерально, в сочетании с птозом, возможной вялой прямой реакцией зрачка. При взгляде вниз глаз будет слегка приведен и повернут.

Пациенты с параличом блокового нерва часто отклоняют голову в сторону, противоположную пораженному глазу для компенсации косоглазия. При этом нарушаются поворот глаза кверху кнутри, опускание и отведение глаза, но отклонение глаза частично компенсируется за счет глазодвигательного и отводящего нервов.

С параличом отводящего нерва будет связано нарушение или отсутствие отведения глаза, при этом также может выявляться наклон головы, компенсирующий двоение, но уже в сторону пораженного глаза.

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕД ГЛАЗА В ПРОХОДЯЩЕМ СВЕТЕ

Выполняется для ориентировочной оценки состояния оптических сред глаза. Врач сидит напротив пациента, и глядя в офтальмоскоп, направляет пучок света в глаз обследуемого. В норме виден яркий розовый рефлекс, свидетельствующий о прозрачности сред. При наличии помутнений рефлекс будет более тусклым, неравномерным. Пациента просят посмотреть направо, налево, вверх и вниз. При этом оценивают ориентировочно глубину залегания помутнений и их подвижность. Подвижные помутнения чаще всего находятся в стекловидном теле. При заднекапсулярной катаракте при перемещении глазного яблока рефлекс становится ярче, а помутнение смещается в сторону, противоположную движению глаза [6].

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕДНЕГО ОТРЕЗКА ГЛАЗА МЕТОДОМ БОКОВОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Метод бокового освещения (бокового фокального освещения) применяется в тех случаях, когда биомикроскопия переднего отрезка глаза не может быть выполнена по какой-то причине (рис. 18).

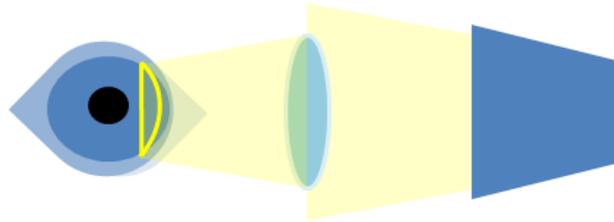


Рис. 18. Метод бокового освещения

Для исследования необходимо затемненное помещение. Настольную лампу или другой источник света устанавливают с боковой стороны от пациента, на расстоянии 50 см от него на уровне глаз. Лупу 13 диоптрий размещают на пути света, перпендикулярно ему, таким образом, чтобы фокус пришелся на роговицу (на расстоянии 7–10 см от глаза). Перемещая фокус по роговице, осматривают ее поверхность, поверхность радужки и переднюю камеру глаза. При использовании второй линзы 13 или 20 диоптрий можно заметить подробности патологических изменений роговицы и радужки.

При боковом освещении можно провести пробу Вургафта для ориентировочного определения ширины угла передней камеры глаза (рис. 19), что помогает оценить риск развития закрытоугольной глаукомы до проведения детальной гониоскопии.

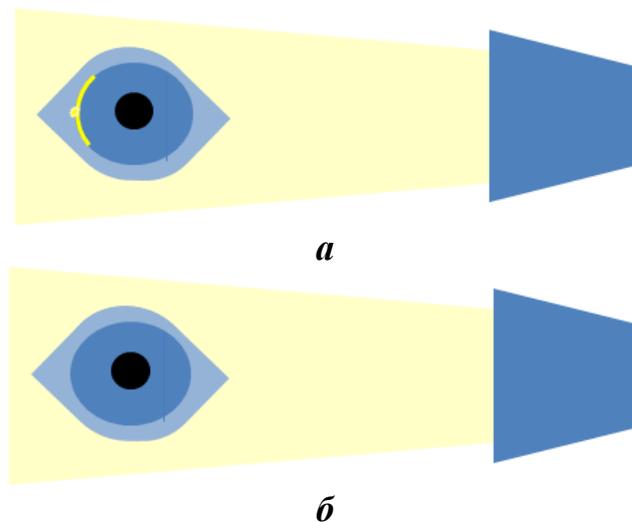


Рис. 19. Проба Вургафта при боковом освещении:

a — угол передней камеры открыт; *б* — угол передней камеры закрыт

Для этого просят пациента смотреть прямо, а настольную лампу (фонарик, офтальмоскоп) размещают на расстоянии 10–15 см сбоку от глаза, на уровне наружного угла, чтобы лучи света распространялись в направлении, близком к плоскости радужки. Пациент сидит с открытыми глазами, а врач медленно перемещает источник света назад, пока свет не начнет подсвечивать внутреннюю часть лимба. Свечение на склере в области лимба с носовой стороны глаза обусловлено внутренним отражением света роговицей и подсвечиванием места перехода роговицы в склеру, ширина и яркость свечения которого коррелируют с шириной угла передней камеры. Отсутствие свечения указывает на закрытый угол передней камеры. При широком угле на лимбе возникает круглое яркое пятно диаметром 1,5–2 мм, при средних углах — 0,5–1 мм, менее яркое, в виде узкой полоски. Свечение, которое появляется при повороте глаза кнутри, характерно для щелевидного угла передней камеры [6].

БИОМИКРОСКОПИЯ ГЛАЗА

Исследование придаточного аппарата глаза, переднего отрезка глаза и оптических сред на щелевой лампе (рис. 20) — биомикроскопия глаза, представляет собой усовершенствованный метод бокового фокального освещения. Исторически для осмотра глаза использовался бинокулярный микроскоп в сочетании с методом бокового фокального освещения (Czapski, 1899 г.), затем в 1911 г. Gullstrand разработал щелевой осветитель, который в сочетании с бинокулярным микроскопом используется в офтальмологии в настоящее время в различных модификациях.



Рис. 20. Щелевые лампы разных моделей

Прибор позволил создать узкий однородный пучок света, который создавал выраженный контраст между освещенными и неосвещенными участками исследуемого глаза, и наблюдать феномен световой контрастности (феномен Тиндаля), благодаря которому становятся заметными очень мелкие объекты, невидимые при обычном освещении.

Биомикроскопия глаза используется для ранней и дифференциальной диагностики заболеваний и повреждений глаза, наблюдения за динамикой заболевания и прогнозирования его развития. Выполняется при каждом осмотре пациента и позволяет не только разглядеть больше подробностей, чем при боковом освещении, но получить оптический срез исследуемых структур и определить глубину залегания патологического процесса, в том числе в стекловидном теле и на сетчатке.

Исследование выполняется в комнате с затемнением, однако, за исключением наблюдения взвеси в стекловидном теле и водянистой влаге, преретинальных изменений, полного затемнения не требуется. В диагностической комнате может быть один или несколько источников света, не создающих прямого засвета исследуемой области, например, настольная лампа и аппарат Ротта.

Биомикроскопию желательно выполнять после функциональных исследований (исследование остроты зрения, периметрия), чтобы не вызывать искажения данных, и до контактных методов диагностики, например, измерения внутриглазного давления по Маклакову, чтобы не усиливать отек и гиперемия конъюнктивы, не создавать ложную картину инородных тел и окрашивание тканей за счет гранул пигмента и не стимулировать образование эпителиальных дефектов роговицы. Злоупотребление косметикой у некоторых пациенток также затрудняет осмотр, поскольку в конъюнктивальном мешке содержатся частицы косметических средств.

Пациент усаживается за прибор таким образом, чтобы прибор подходил ему по росту — для этого должна быть предусмотрена регулировка приборного столика, стул для пациента тоже стоит подбирать с возможностью регулировки высоты. Если щелевая лампа является составной частью рабочего места врача-офтальмолога, регулировка кресла пациента и высоты приборного столика в нем предусмотрены конструкцией. Во время исследования между пациентом и прибором не должно быть посторонних предметов (трость, сумка), очки и головной убор необходимо снять.

Свет осветителя направляется на исследуемый глаз, при этом рекомендуется начинать исследование с наименьшей яркости осветителя или использовать светофильтр на осветителе, рассеивающий свет. Яркость осветителя регулируется на приборе рукояткой регулировки освещенности (рис. 21) — от полного затемнения до максимальной яркости. В начале исследования этот регулятор устанавливают в положение минимального уровня освещенности. Если у пациента выражена светобоязнь, перед исследованием можно

провести эпibuльбарную анестезию 1%-ным раствором тетракаина. Если конструкция прибора предполагает движение осветителя, его следует установить в среднее положение, при наличии возможности движения осветителя и микроскопа по высоте друг относительно друга, в начале исследования объектив микроскопа и призма осветителя должны быть установлены на одном уровне. Смещение осветителя относительно микроскопа по горизонтали в начале исследования не должно превышать 45° — при узкой щели это обеспечивает ее визуализацию в поле зрения микроскопа. Если осветитель расположен под большим углом, его следует повернуть центральнее.



Рис. 21. Устройство щелевой лампы

В большинстве современных щелевых ламп движение пучка света во время исследования обеспечивается движением всей рабочей части прибора — осветителя и микроскопа одновременно. Осуществляется оно с помощью движения джойстика — вправо и влево, вращение рукоятки джойстика или кольца в основании джойстика обеспечивает движение прибора вверх и вниз.

Врач смотрит в окуляры микроскопа и добивается максимальной четкости изображения исследуемой области движением джойстика прибора

вперед и назад. Перед осмотром нужно отрегулировать межзрачковое расстояние окуляров и убедиться, что регуляторы на них стоят в положении «0». При анизометропии можно выполнить регулировку окуляров в соответствии со своими показателями рефракции, чтобы добиться четкого изображения обоими глазами. Рекомендуется начинать осмотр при минимальном увеличении (устанавливается переключателем увеличения на приборе 8× или 16×), при необходимости рассмотрения деталей переключатель устанавливается на большую кратность увеличения во время исследования после достижения четкого изображения области интереса.

Для большинства рутинных осмотров переднего отрезка глаза осветитель относительно микроскопа поворачивается под углом 30–45°, при рассмотрении глубже лежащих сред этот угол необходимо уменьшить: чем глубже находится объект, тем меньше должен быть угол между микроскопом и осветителем. При этом сам прибор должен смещаться вперед: чем глубже находятся исследуемые структуры, тем ближе к глазу. Таким образом, при исследовании глубоких структур стекловидного тела угол между осветителем и микроскопом минимальный, чаще их положение даже совпадает, а прибор максимально приближен к глазу.

Для регулировки ширины щели используется переключатель, расположенный обычно на осветителе, там же имеется переключатель, регулирующий высоту щели, положение щели (поворот щели под углом, горизонтально или вертикально), а также переключатель, сменяющий светофильтры. Все упомянутые переключатели работают на основе смены диафрагм поворотом диска внутри прибора. Поэтому на момент начала исследования следует убедиться, что все диски с диафрагмами занимают определенное положение, так как недостаточный поворот диска может привести к закрытию всех остальных диафрагм и отсутствию освещения (рис. 22).

Светофильтры, которые имеются в большинстве современных щелевых ламп, — это белый (для обычного осмотра), синий (кобальтовый), бескрасный (сине-зеленый), теплопоглощающий, серый, желтый. Кобальтовый фильтр используется для осмотра с флуоресцеином, бескрасный — для усиления контрастирования крови, кровеносных сосудов, окраски бенгальским розовым, а также осмотра глазного дна в режиме хромоскопии, нейтрально-серый или теплопоглощающий — для уменьшения интенсивности света или защиты органа зрения пациента от инфракрасного излучения во время длительного осмотра при ярком освещении, желтый (фильтр Враттена) — барьерный фильтр, используется в сочетании с синим кобальтовым фильтром для усиления контрастности флуоресцеина, который пропускает свечение флуоресцеина, блокируя отраженный голубой свет.

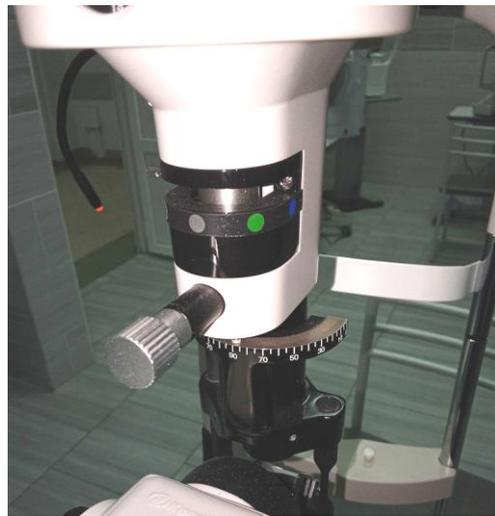
Для получения более полной информации о состоянии структур глаза применяются представленные в табл. 2 методы освещения [7].



а



б



в



г

*Рис. 22. Управление щелевой лампой:
а — переключатель увеличения; б — джойстик; в, г — переключатель светофильтров*

Таблица 2

Методы освещения при биомикроскопии глаза

Метод освещения	Ширина щели	Угол осветителя по отношению к микроскопу	Положение фокуса осветителя	Положение фокуса микроскопа	Визуализация
Диффузное	Широкая	Любой	На объекте	На объекте	Обзорная картина
Прямое фокальное	1–3 мм	10–50°	На объекте	На объекте	Оптический срез
Непрямое	1–3 мм	10–50°	Рядом или позади объ- екта	На объекте	Атрофические изменения, отвер- стия, кисты, опу- холи, кровоизли- яния, сфинктер радужки

Метод освещения	Ширина щели	Угол осветителя по отношению к микроскопу	Положение фокуса осветителя	Положение фокуса микроскопа	Визуализация
Переменное	1–3 мм	10–50°	Попеременно на объекте и рядом или позади объекта	На объекте	Зрачковый рефлекс, мелкие инородные тела, разрыв и отслойка десцеметовой мембраны
Проходящий свет	1–3 мм	10–50°	На непрозрачном экране позади объекта	На объекте	Помутнения сред
Скользкий луч	Широкая	90°	На объекте	На объекте	Рельеф структур глаза (радужки)
Зеркальное поле	1 мм	90°	На объекте, под углом 45°	На объекте, под углом 45°	Передняя и задняя поверхности роговицы, инородные тела

Диффузное освещение. По сути, является тем же методом бокового фокального освещения, но при наблюдении с помощью микроскопа. При максимальном открытии щели и минимальном увеличении осветителя проводится ориентировочный осмотр поверхности век, глазного яблока, роговицы, радужки, хрусталика. Помогает определиться с местом расположения патологического процесса для последующего детального его исследования.

Прямое фокальное освещение. Является основным методом освещения при биомикроскопии. При этом методе освещения фокусы осветителя и микроскопа совпадают, и используется достаточно узкая щель, что выделяет исследуемую область из окружающих тканей, находящихся в зоне затемнения. Исследование начинают с более широкой щели, в 2–3 мм, при необходимости щель сужают до 1 мм, повышая яркость освещения, что позволяет еще больше выделить исследуемый участок.

Видимость неоднородности оптических сред при данном виде освещения обеспечивается эффектом Тиндаля, когда при прохождении через оптически неоднородную среду узкий пучок света претерпевает при контакте с неоднородностями в ней отражение, преломление и поляризацию, что делает видимыми эти неоднородности. При обычном осмотре оптические среды становятся видимыми только при потере ими прозрачности, в то время как при биомикроскопии с таким способом освещения можно видеть ход светового пучка в роговице и хрусталике, таким образом, становится видимой сама оптическая среда, пропускающая свет. Разные оп-

тические среды имеют разные оптические свойства, и на границе между ними возникает изменение коэффициента преломления света с резким изменением направления лучей, что приводит к формированию картины четких зон раздела между разными оптическими средами глаза.

Таким образом, полученная картина представляет собой оптический срез сред глаза, с шириной около 50 мкм, при минимальной ширине щели. С другой стороны, несмотря на высокое разрешение, оптический срез не дает истинно гистологической картины, так как дает представление скорее об оптических свойствах тканей. Структуры, имеющие большую оптическую плотность, скопления клеток, имеют более серую окраску, в то время как не отражающие и мало отражающие зоны (например, жидкость) имеют более темную окраску, при этом гистологическая архитектура в оптическом срезе видна хуже, чем на истинно гистологических срезах.

Помимо структурных особенностей исследуемой зоны, метод прямого фокального освещения позволяет определить глубину залегания патологических очагов или инородных тел.

Непрямое освещение (исследование в темном поле, диафаноскопическое освещение, ретроиллюминация). Если при фокальном освещении развести фокусы осветителя и микроскопа таким образом, что осветитель продолжает ярко освещать какую-либо зону, а фокус микроскопа смещается в ту часть, которая остается затемненной, то можно выявить дополнительные эффекты. Оптические среды в зоне, которая освещена, при этом сами становятся источником света, подсвечивая структуры впереди от них. Микроскоп фокусируется, например, на радужке, а осветитель — на хрусталике. При этом становятся заметны атрофические изменения ткани радужки, дефекты пигментного листка радужки, сфинктер радужной оболочки.

Метод используется для выявления изменений в глубоких отделах непрозрачных сред глаза, визуализации сфинктера зрачка и сосудов радужки, кист и опухолей радужки (кисты подсвечиваются изнутри, опухоли непрозрачны), кровоизлияний в ткани радужки (темно-красные пятна), атрофических участков радужки, отверстий в радужке (просвечивающие участки на темном фоне радужки).

Переменное освещение (осцилляторное). Представляет собой комбинацию двух предыдущих видов освещения. Исследуемая ткань то освещается, то затемняется, смена освещения должна быть быстрой. Микроскоп при этом занимает неизменное положение, и исследуемый участок попеременно перемещается из фокально освещенной зоны в темное поле. Этот эффект достигается либо переменной положением осветителя (всего осветителя или вращением его призмы) относительно микроскопа, либо изменением ширины щели — от более широкой до более узкой.

Переменное освещение используется для определения реакции зрачка на свет, выявления гемипноической реакции зрачка на свет (при освещении выпавшей части поля зрения реакция зрачка отсутствует, при освещении функционирующей половины — присутствует), для обнаружения мелких инородных тел в тканях глаза (при быстрой смене освещения наблюдается блеск металлических и стеклянных инородных тел), для выявления разрыва или отслойки десцеметовой оболочки (завитки отслоенной десцеметовой мембраны определяются по блеску).

Исследование в проходящем свете. Позади исследуемого объекта создается яркое освещение путем отражения света от какого-то плотного экрана, чем плотнее этот экран, тем выше его отражающая способность. Отраженные лучи освещают исследуемую зону сзади, позволяя, таким образом, получить представление о ее прозрачности. Метод позволяет визуализировать даже очень нежные помутнения в средах глаза, поскольку задержка и отражение света на границе помутнения, делает его видимым.

При исследовании фокусы микроскопа и осветителя не совпадают. Фокус осветителя устанавливают на непрозрачный экран, фокус микроскопа — на прозрачную ткань перед ним. Экраном для роговицы является радужка, для атрофичных участков радужки — хрусталик (особенно при катаракте), для передних отделов хрусталика — его задняя поверхность, для стекловидного тела — глазное дно. При этом исследуемую ткань можно рассматривать как в прямом проходящем свете — на фоне яркого экрана, так и в непрямом проходящем свете, в темном поле на фоне парафокальной зоны освещения экрана. Для того чтобы добиться нужного эффекта, сначала устанавливают фокусы микроскопа и осветителя на экран, например, радужку, а затем отводят фокус микроскопа движением джойстика назад, рассматривая роговицу.

При исследовании в проходящем свете возможно изменение цвета исследуемой ткани по сравнению с тем, как она выглядит в прямом фокальном освещении. Помимо того, что помутнения становятся темными, они приобретают оттенок экрана — могут быть коричневатыми или голубоватыми, если экраном является радужка, помутнения хрусталика становятся желтоватыми.

Метод освещения используется для визуализации помутнений в оптических средах глаза, отека эпителия и эндотелия роговицы, новообразованных сосудов роговицы, в том числе, запустевших, атрофии пигментного листка радужки, вакуолей в хрусталике.

Метод скользящего луча. Осветитель отводится максимально в сторону, параллельно поверхности радужки, пациент смотрит прямо, щель осветителя рекомендуется делать максимально широкой. Микроскоп при этом сфокусирован на деталях поверхности радужки. Однако метод можно

применять и для других оболочек глаза, например, роговицы, поменяв направление осветителя, либо для поверхности хрусталика.

Метод применяется для изучения рельефа поверхности, а так как самой рельефной в переднем отрезке является радужная оболочка, то в основном метод применяется для изучения рельефа радужки (атрофические изменения, опухоли и др.). При дифференциальной диагностике между невусом и опухолью радужки метод позволяет увидеть выстояние опухоли над поверхностью, тогда как пигментное пятно не будет значительно выделяться по высоте. Метод позволяет также увидеть неровности поверхности хрусталика, отщепление зонулярной пластинки и выступающие уплотнения на поверхности ядра хрусталика при катаракте.

Метод зеркального поля применяется для изучения зон раздела оптических сред глаза. При прохождении лучей света через зону раздела оптических сред всегда происходит некоторое отражение лучей, таким образом, каждая такая зона является своеобразным зеркалом. По законам оптики угол отражения света на любом зеркале равен углу падения, и нарушается этот закон только в случае появления изъёмов поверхности, неправильного отражения. При методе скользящего луча мы осматриваем зеркало, которым является роговица, ее передняя и задняя поверхность, и ищем зоны с неправильным отражением — на фоне ярко отражающих поверхностей. Микроскоп и осветитель направлены под углом 90° друг к другу и под углом 45° по отношению к исследуемой поверхности, так, чтобы в микроскоп попадал весь отраженный свет от этой поверхности. Щель устанавливается узкой, чтобы уменьшить яркость отраженного света.

В отсвечивающей части выявляются мельчайшие неровности эпителия, отек эпителия, частицы пыли, мелкие инородные тела (на поверхности роговицы будут видны участки, отличающиеся по отражающей способности, ярко бликующие участки или тени, контрастирующие с окружающей поверхностью) и слизь в слезе. Рефлекс от задней поверхности роговицы слабее, имеет желтоватый оттенок, менее блестящий, но позволяет выявить структуру эндотелия, его отек, складки десцеметовой оболочки, ее утолщение, отложения на эндотелии.

Особенности осмотра различных структур глаза:

1. Внешние структуры и придаточный аппарат глаза. Для этих структур макроскопическое исследование при наружном осмотре может быть более информативным. Однако если необходимо именно исследование под микроскопом, то начинать следует с диффузного освещения, а также с умеренной ширины щели, слабого освещения и небольшого увеличения, с углом осветителя $30-60^\circ$. Необходимо осмотреть периорбитальные структуры, обращая внимание на любые видимые очаги воспаления, раздражения или другие поражения, например, новообразования.

2. Веки и ресницы. Веки следует осмотреть в закрытом и открытом положении для оценки их правильного прилегания к главному яблоку, обращая внимание на признаки лагофтальма, эктропиона, энтропиона, признаки воспаления и травмы. Край века следует осматривать на предмет отека, ячменя или халязиона, а ресницы следует тщательно осматривать на предмет неправильного роста, чешуек или отделяемого, которые могут быть признаком блефарита. Край века следует отогнуть (для этого лучше использовать ватный шарик или палочку) для лучшей визуализации края века, фолликулов ресниц, слезной точки и мейбомиевых желез.

3. Конъюнктива и склера. Необходимо осмотреть как бульбарную, так и пальпебральную конъюнктиву. Тщательно осмотрите поверхность склеры, обращая внимание на цвет и наличие инъекции (рис. 23), при выявлении инъекции определите ее тип. Затем оттяните нижнее веко и попросите пациента посмотреть вверх, чтобы осмотреть нижнюю бульбарную конъюнктиву и конъюнктиву века на наличие признаков инъекции и других патологических изменений. Осмотрите нижний свод на предмет инородных тел, особенно в тех местах, где имеется гиперемия конъюнктивы, или где пациент жалуется на чувство инородного тела. Осмотр конъюнктивы верхних века и свода проводится по тому же принципу, после выворота верхнего века.

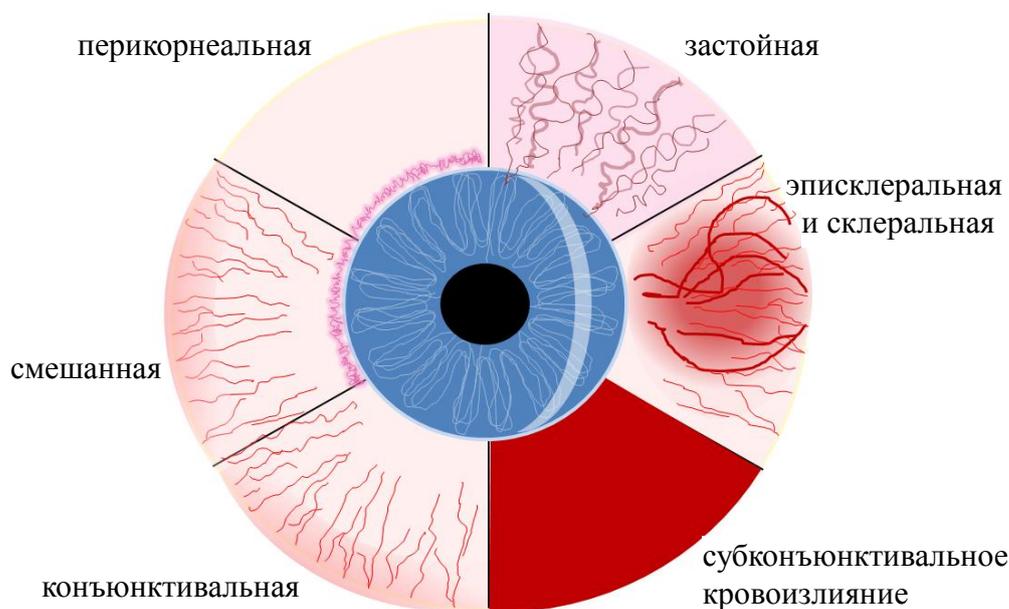


Рис. 23. Виды инъекции глазного яблока

Выворот верхнего века проводится следующим образом: попросите пациента посмотреть вниз, потянув за ресницы вниз и вперед, чтобы оттянуть верхнее веко от глаза, а затем надавливая на тарзальную пластинку ватной палочкой или на верхнюю часть века — пальцем, и одновременно оттяните веко вверх и назад пальцами другой руки, как бы надевая его на

ватную палочку (палец). Удерживая веко за край ватной палочкой или шариком, оцените наличие признаков воспаления, которые могут указывать на инфекционный или аллергический конъюнктивит, склерит или эписклерит. Для начинающих офтальмологов полезным упражнением будет расположить мелкие сосуды конъюнктивы века в центре поля зрения и поставить максимальное увеличение — при этом можно обнаружить цепочку отдельных эритроцитов, проходящих через узкий просвет капилляров.

4. Роговица. Для исследования роговицы используется оптический срез, который проходит через слезную пленку, эпителий, строму, десцеметову мембрану и эндотелий. Расположение патологических очагов можно определить по их близости к источнику освещения, так как поверхностные слои среза расположены ближе всего к источнику света. Например, слизь при синдроме сухого глаза располагается на поверхности глаза и будет видна на оптическом срезе ближе всего к источнику света, а роговичные преципитаты, расположенные на эндотелии роговицы, в передней камере, будут визуализироваться в слое, наиболее удаленном от источника освещения.

Исследование роговицы включает медленное перемещение фокуса от височной к носовой части по поверхности при малом увеличении, отмечая любые неоднородности толщины или прозрачности роговицы. В связи с тем, что поверхность роговицы выпуклая, необходимо регулировать расстояние до роговицы движением джойстика назад и вперед во время горизонтального перемещения, для сохранения фокуса. Обнаруженные патологические изменения затем могут быть исследованы более детально с использованием других методов освещения и при большем увеличении.

5. Передняя камера. Для осмотра передней камеры используется узкая щель около 1 мм. В норме влага передней камеры прозрачна, наличие отражающих включений в передней камере обычно указывает на патологию. При травме глаза или патологических процессах с неоваскуляризацией радужки в камере может появляться кровь (гифема). Тяжелая внутриглазная инфекция или воспаление неинфекционной природы могут привести к скоплению гнойного содержимого в передней камере (гипопиону). Гифема и гипопион, как правило, располагаются в нижней части передней камеры в виде уровня. Воспаление, особенно передний увеит, может проявляться наличием отдельных лейкоцитов (клеток) и/или белкового материала в передней камере (клетки видны как отражающие частицы, белок делает влагу мутной и туманной), что делает луч более заметным при прохождении через переднюю камеру (феномен Тиндаля). Аналогичным образом заметна в передней камере взвесь эритроцитов. Если попросить пациента подвигать глазом, эти изменения становятся более заметными.

Важным параметром является также исследование глубины передней камеры, которая тесно связана с шириной угла передней камеры и потенциальной возможностью нарушения гидродинамики глаза. Ее можно

приблизительно оценить, направив осветитель к периферии роговицы под углом около 60° и определив расстояние между внутренней поверхностью роговицы и радужкой (метод определения ширины угла передней камеры по Ван Херику). Если это расстояние составляет менее четверти толщины роговицы, камера считается неглубокой, что требует детального обследования. Периферический контакт между роговицей и радужкой свидетельствует о закрытии угла или иридо-корнеальном сращении.

6. Радужка и зрачок. Для исследования применяются прямое фокальное освещение, не прямое освещение и метод скользящего луча. При осмотре отмечаются нарушения пигментации, проминирующие очаги или асимметрия. Неоваскуляризация радужки (рубхоз радужки) является признаком осложнения заболевания заднего отрезка (ретинопатия, отслойка сетчатки, опухоль) и нуждается в дополнительной диагностике. На ранних этапах неоваскуляризация появляется в виде нежной сетки у края зрачка или корня радужки, затем сосуды становятся крупнее.

Непрямое освещение используется для выявления атрофических изменений, которые могут быть результатом потери пигмента заднего листка радужки вследствие воспаления или травмы глаза, диффузное просвечивание радужной оболочки может быть признаком глазного альбинизма.

7. Хрусталик. Хрусталик представляет собой многослойную структуру, состоящую из поверхностной капсулы, кортикального слоя и глубоко расположенного ядра. Как и в роговице, эти слои можно различить в оптическом срезе с помощью узкого пучка света. Хотя хрусталик лучше всего осматривать при расширенном зрачке, правильное анатомическое расположение и прозрачность хрусталика легко подтвердить и без расширения зрачка.

С помощью оптического среза можно установить локализацию помутнений в хрусталике. Передние капсулярные помутнения особенно хорошо заметны. Ядерная катаракта не всегда проявляется явным помутнением, чаще она проявляется изменением окраски ядра хрусталика, которая изменяется от опалесцирующей до желтой и коричневой при увеличении плотности ядра. Заднекапсулярные и субкапсулярные катаракты лучше всего выявляются с помощью ретроиллюминации в проходящем свете.

Двусторонний вывих хрусталика при отсутствии значительной травмы является признаком системного заболевания соединительной ткани (синдром Марфана). Признаками поражения зонулярных волокон, вывиха или подвывиха хрусталика является феномен «дрожания» радужки (иридодонез) или хрусталика (факодонез) при движении глаза, при этом степень поражения будет больше, если дрожит не только радужка, но и хрусталик. При вывихах хрусталика в зрачке может быть заметен экватор хрусталика, флотирующий при движениях или фиксированный, с остатками зонулярных волокон.

Артифакция (протезирующая хрусталик интраокулярная линза, искусственный хрусталик) часто встречается у пациентов пожилого возраста. Необходимо проверить правильность положения интраокулярной линзы относительно зрительной оси (центрацию) и расположение ее гаптических элементов, так как подвывих и децентрация линзы может быть причиной жалоб на ухудшение зрения и двоение.

8. Передняя часть стекловидного тела. Передняя часть стекловидного тела представляет собой ограниченную область стекловидного тела, расположенную непосредственно за хрусталиком. Она оценивается на наличие клеток и помутнений аналогично передней камере. Воспалительные инфильтраты в передней части стекловидного тела могут указывать на увеит. Пигментированные клетки («табачная пыль») в передней части стекловидного тела могут быть признаком разрыва сетчатки, отслойки сетчатки или кровоизлияния в стекловидное тело, а также пигментного новообразования. Выявление любых перечисленных симптомов требует детального осмотра с широким зрачком заднего отрезка глаза, включая периферическую часть сетчатки.

Противопоказания и ограничения. Риски, связанные с осмотром с помощью щелевой лампы, минимальны, поэтому биомикроскопию можно проводить практически всем пациентам. В настоящий момент существуют портативные щелевые лампы, с помощью которых можно осматривать даже лежащих пациентов, которые не могут сидеть за стационарным прибором.

Пациенты с болью в глазу или светочувствительностью могут плохо переносить осмотр, в этом случае для облегчения осмотра эффективны анестезия и снижение интенсивности освещения. Использование нейтрального серого светофильтра возможно при наличии у пациентов светочувствительности, слезотечения или страха во время осмотра. Но в этом случае освещение должно быть достаточным для визуализации структур глаза.

В случае, если с помощью щелевой лампы проводятся манипуляции, такие, как удаление инородного тела или снятие швов, они являются рискованными и должны проводиться только опытными врачами. Во время подобных манипуляций лучше использовать помощника, ограничивающего движения головы пациента и удерживающего веки.

В то же время, щелевая лампа может явиться источником распространения инфекции в офтальмологии, поэтому должна тщательно дезинфицироваться до и после каждого использования. Это касается ручек пациента, подбородника и лобного упора, а при наличии у пациента признаков вирусного или бактериального конъюнктивита следует тщательно дезинфицировать все поверхности щелевой лампы.

Существует опасность инфицирования и для врача. Пандемия COVID-19 показала, что необходимо принятие мер к снижению риска передачи инфекций при диагностике в офтальмологии. Данные исследований

показывают, что осмотр с помощью щелевой лампы может представлять больший риск, чем другие офтальмологические диагностические исследования, поскольку пациент и врач находятся друг с другом в непосредственной близости во время обследования. Во время пандемии офтальмологи показали непропорционально высокие показатели заражения по сравнению с другими специалистами. Поэтому были предложены меры предосторожности для ограничения воздушно-капельной передачи инфекции, включая использование масок врачом и пациентом и экранов из оргстекла или прозрачного пластика, установленных на щелевой лампе между пациентом и врачом, причем более крупные экраны имеют большую эффективность в ограничении распространения частиц.

ОФТАЛЬМОСКОПИЯ

Офтальмоскопия — метод исследования структур глазного дна с помощью специального инструмента — офтальмоскопа. Является одним из наиболее старых инструментальных методов исследования в офтальмологии и в настоящее время имеет следующие модификации: прямая офтальмоскопия, обратная офтальмоскопия, бинокулярная офтальмоскопия.

Изобретение прямой офтальмоскопии датируется 1851 г., когда Герман фон Гельмгольц предложил использовать для исследования глазного дна отраженный свет от стеклянных пластинок, сложенных вместе. Во время исследования нужно было сильно приблизиться к глазу, чтобы разглядеть детали, свет пластинки отражали достаточно тускло. Поэтому уже в 1852 г. Кристиан Рюге предложил усовершенствованную версию офтальмоскопа в виде вогнутого зеркала с отверстием в центре и наблюдение глазного дна в обратном виде; эта версия в виде зеркального офтальмоскопа существует до сих пор. Первая попытка изобрести бинокулярный офтальмоскоп для стереоскопического наблюдения глазного дна принадлежит Марку-Антуану Жиро-Тулону в 1861 г., однако сложность проведения исследования не сделала этот метод популярным, и переизобретение его стало возможным только с появлением более мощных источников света. В 1886 г. офтальмоскопы стали электрифицированными (Генри Джулер), и только в 1945 г. электрический бинокулярный офтальмоскоп был предложен Чарльзом Скепенсом [8].

Хотя исследование глазного дна можно проводить и с помощью других приборов — щелевой лампы, фундус-камер, ретинальных камер, офтальмоскопия играет важную роль в работе каждого офтальмолога.

Как и осмотр на щелевой лампе, данный метод исследования почти не имеет ограничений по применению и показан во всех случаях, когда необходимо оценить состояние заднего отрезка глаза.

Ограничением в применении метода являются непрозрачность оптических сред и затруднение доступа к осмотру глазного дна вследствие изменений век (значительный отек, блефароспазм), глазодвигательных нарушений (отсутствие фиксации взора, фиксация взора в положении, при котором офтальмоскопия затруднена и др.), поведенческих нарушений.

Для всех вариантов офтальмоскопии необходимыми условиями проведения исследования являются наличие прозрачности оптических сред у пациента и затемненного помещения, в котором проводится исследование. Во время офтальмоскопии, особенно прямой, глаз пациента, офтальмоскоп и глаз врача представляет собой единую оптическую систему, поэтому для обеспечения наилучшего качества изображения в условиях разной рефракции врача и пациента необходимо скорректировать аномалии рефракции и устранить напряжение аккомодации пациента и врача. Для этого в офтальмоскопах применяются корректирующие линзы, которые либо предусмотрены конструкцией офтальмоскопа, либо берутся из набора.

Для детального исследования глазного дна необходимым является медикаментозный мидриаз, хотя рутинная ориентировочная офтальмоскопия в обратном виде может выполняться с узким зрачком. Мидриаз достигается инстилляциями мидриатиков короткого действия — тропикамида 0,5 % или 1 %, фенилэфрина 2,5 % или их комбинации. Максимальный мидриаз достигается спустя 20–30 минут после инстилляции (пациент должен закрыть глаза после закапывания капель), а действие мидриатиков прекращается через 3–8 часов. Мидриаз противопоказан пациентам с закрытым углом передней камеры, пациентам со зрачковыми линзами, а также пациентам с травмой глаза в остром периоде.

В настоящее время подавляющее большинство офтальмоскопов являются электрическими (рис. 24).



Рис. 24. Офтальмоскопы:
а — зеркальный; б — электрический

Источник света находится в самом приборе и размещен таким образом, чтобы качественно освещать глазное дно во время исследования. Зеркальные офтальмоскопы могут использоваться тогда, когда электрический офтальмоскоп недоступен. Они требуют наличия яркой настольной лампы, свет которой необходимо поймать зеркалом офтальмоскопа и направить в глаз пациента. Для удобства использования в них есть щиток с углублением для корректирующей линзы.

Современный электрический офтальмоскоп для прямой офтальмоскопии (он же используется и для обратной офтальмоскопии) имеет более сложную конструкцию. Ручка офтальмоскопа обычно содержит элементы питания — батарейки или аккумуляторы, на ней расположена кнопка включения и реостата, регулирующего яркость света. Головка офтальмоскопа (рис. 25) содержит в себе яркую лампу, колесико, поворачивающее диск с корректирующими линзами (1) в окуляре (3), набор диафрагм и светофильтров (2), куда входят диафрагмы разного размера, щелевая диафрагма, кобальтовый светофильтр, бесцветный светофильтр, измерительная сетка и др.



Рис. 25. Устройство электрического офтальмоскопа:
а — головка офтальмоскопа; *б* — общий вид

Бинокулярный офтальмоскоп (непрямой налобный офтальмоскоп) состоит из бинокулярной оптической системы, осветителя, системы питания, представленной блоком питания или аккумулятором, соединенной с реостатом, регулирующим яркость освещения и крепления, выполненного в виде очков или пластикового обруча с возможностью регулировки ширины под размер головы исследователя (рис. 26). Осветитель располагается в центре оптической части, изображение глазного дна с помощью системы зеркал распределяется между двумя окулярами. В оптической части

имеется возможность регулировать расстояние между окулярами, угол наклона осветителя и, в зависимости от модели, переключать диафрагмы и светофильтры: желтый, кобальтовый и бескрасный.



Рис. 26. Бинокулярные офтальмоскопы

Бинокулярный офтальмоскоп может совмещаться с камерой для фото и видеофиксации или лазером.

Светофильтры в офтальмоскопах используются для улучшения визуализации деталей, плохо видимых в обычном свете, или для повышения комфортности исследования. Так, желтый светофильтр используется для повышения комфортности во время исследования и устранения избыточной яркости, а также частично поглощает ультрафиолетовую составляющую света лампы офтальмоскопа. Рекомендуется у пациентов со светобоязнью.

Кобальтовый светофильтр используется при исследовании с флуоресцеином для усиления его свечения — при ангиоскопии с флуоресцеином или для диагностики проблем поверхности глаза, когда щелевая лампа недоступна.

Бескрасный светофильтр — так называемый «ретиальный» фильтр, используется для хроморетиноскопии. При его применении не видны изменения, которые располагаются глубже пигментного эпителия, таким образом, бескрасный фильтр при офтальмоскопии отсекает хориоидальные изменения. Кроме того, в бескрасном свете лучше заметны кровеносные сосуды и кровоизлияния.

Прямая офтальмоскопия. Обеспечивает большее увеличение, чем обратная офтальмоскопия ($16,5\times$), но при меньшей площади обзора (около 5°) и менее ярком освещении. При осмотре визуализируется прямое монокулярное изображение сетчатки. Выполняется только в условиях мидриаза.

При осмотре врач располагается максимально близко к глазу пациента. Поэтому при проведении прямой офтальмоскопии следует соблюдать правила предосторожности, особенно если у пациента есть признаки ОРВИ. В этом случае лучше отказаться от прямой офтальмоскопии и провести

офтальмоскопию в обратном виде или биомикроскопию на щелевой лампе. Во всех прочих случаях при проведении прямой офтальмоскопии лучше пользоваться медицинской маской для врача и пациента, либо поместить между врачом и пациентом лист бумаги, который пациент удерживает во время осмотра. При проведении исследования правого глаза пациента врач использует свой правый глаз, при исследовании левого глаза — левый глаз, даже если какой-то из глаз является ведущим.

Осмотр с электрическим офтальмоскопом. Перед исследованием обязательно проверяются настройки офтальмоскопа. Корректирующая линза в офтальмоскопе должна быть установлена на 0 (при эметропии) или на значение, соответствующее рефракции врача. Диафрагма должна быть установлена максимальной ширины для обеспечения лучшего освещения.

Исследование начинают обычно с правого глаза. Пациент смотрит прямо перед собой двумя глазами, можно попросить пациента смотреть за спину врача. Важно объяснить пациенту, что оба глаза нужно держать открытыми, так как если пациент закроет второй глаз, это приведет к прижмуриванию исследуемого глаза. Врач придвигается вплотную к лицу пациента и заглядывает в зрачок. Оптимальное расстояние от офтальмоскопа до глаза пациента составляет 2–3 см. Чтобы зафиксировать положение офтальмоскопа относительно зрачка можно упереть руку, удерживающую офтальмоскоп, о щеку пациента.

В этот момент важно найти какие-либо структуры на глазном дне, которые могут являться ориентирами. Обычно таковыми служат крупные сосуды, которые достаточно хорошо отличаются от фона глазного дна, или диск зрительного нерва. Найдя какой-либо ориентир, врач вращает колесико с корректирующими линзами, добываясь максимальной четкости изображения. Поскольку пациент смотрит прямо, а офтальмоскоп, как правило, отклонен в темпоральную сторону на 10–15°, самым близким ориентиром является область зрительного нерва, которая должна быть видна хотя бы частично в таком положении. Если она не видна сразу, необходимо ее найти, повернув офтальмоскоп темпоральнее. Макула находится в височной части глазного дна, поэтому для ее осмотра необходимо наклонить офтальмоскоп в назальную сторону.

Осмотр с зеркальным офтальмоскопом. По сути, алгоритм выполнения исследования тот же, но так как исследование проводится с помощью внешнего источника света, его необходимо передвигать на сторону исследуемого глаза. При осмотре правого глаза пациента врач пользуется своим правым глазом, и лампа располагается слева от пациента, при осмотре левого глаза, соответственно, используется левый глаз и лампа устанавливается справа. В качестве осветителя обычно используется достаточно мощная лампа (лампа накаливания 100 Вт или эквивалентная ди-

одная, около 1140 лм) с матовой колбой. Если колба будет не матовой, исследователь вместо равномерного освещения на глазном дне будет видеть спираль лампы накаливания. Для усиления освещенности глазного дна рекомендуется для офтальмоскопии выбирать вогнутое зеркало. В зеркальном офтальмоскопе обычно используется зеркало диаметром 3,5–4,5 см с фокусным расстоянием 15 см. Врач ловит розовый рефлекс с глазного дна, поворачивая зеркало офтальмоскопа, и затем осматривает глазное дно как в предыдущем случае.

Однако нюанс состоит в том, что у зеркального офтальмоскопа нет корректирующих линз. Для качественного изображения глазного дна необходимо чтобы и пациент и врач были эмметропами, или общая рефракция в оптической системе врач-офтальмоскоп-пациент в сумме составляла эмметропию, то есть все лучи света в системе имели параллельное направление и идеально соединились в фокусе исследователя. Поэтому целесообразнее, если рефракция пациента неизвестна, в начале исследования в держатель зеркального офтальмоскопа вкладывать линзу из набора, полностью корректирующую аметропию исследователя.

При прямой офтальмоскопии можно детально изучить диск зрительного нерва, слой нервных волокон, сосудистые аркады, макулу. Периферические отделы сетчатки при этом способе офтальмоскопии визуализировать сложнее, поскольку используется очень маленькое поле обзора, большое увеличение и даже существенная патология на периферии сетчатки при этом способе исследования можно быть пропущенной.

Обратная (непрямая) офтальмоскопия. Обратная офтальмоскопия выполняется с помощью собирающих линз различной силы. Увеличение изображения определяется отношением фокусного расстояния линзы к фокусному расстоянию оптической системы глаза (15 мм). Для линзы 12 D фокусное расстояние составляет 83 мм, таким образом, при офтальмоскопии с линзой 12 D изображение глазного дна будет увеличено в 5,5 раза ($83/15=5,53$). Таким образом, чем слабее линза, тем больше будет увеличение, но в соответствии с законами оптики, меньше рассматриваемая площадь. Так, для проведения исследования сосудов при обратной офтальмоскопии рекомендуется пользоваться линзой 8 D, а для проведения обзорной офтальмоскопии больших участков глазного дна — линзами 20 D и более. Наиболее используемыми для обратной офтальмоскопии линзами являются линзы от 13 D до 30 D. Линзами для рутинного исследования при монокулярной офтальмоскопии является линза 13 D, а при бинокулярной — 20 D. При бинокулярной офтальмоскопии линза 14 D используется для офтальмоскопии очагов, а линзы более 20 D — для офтальмоскопии через узкий зрачок, у детей первого года жизни и для обзорной офтальмоскопии.

Поскольку для исследования используется дополнительная собирающая линза, изображение при обратной офтальмоскопии является перевернутым

и отзеркаленным (рис. 27). То, что при этом варианте офтальмоскопии видно сверху, на самом деле находится снизу, то, что справа — слева, и наоборот.

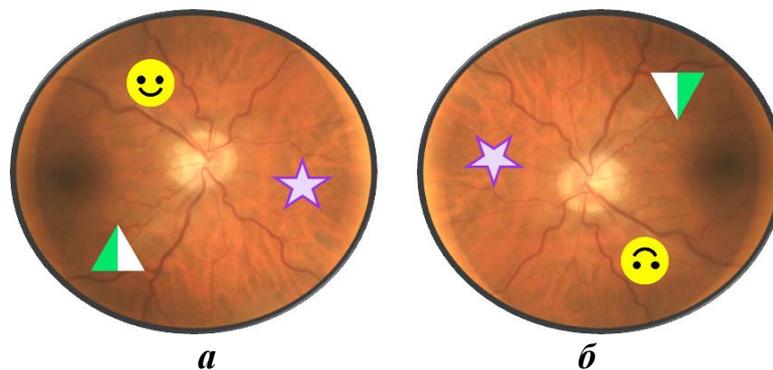


Рис. 27. Изображение при обратной офтальмоскопии:
а — прямое изображение глазного дна правого глаза; *б* — изображение глазного дна правого глаза при обратной офтальмоскопии

Обратная офтальмоскопия обеспечивает широкопольное изображение ($40\text{--}50^\circ$) и осмотр периферии глазного дна, в том числе при помутнении сред и при наличии газа в витреальной полости.

Осмотр с электрическим монокулярным офтальмоскопом. Используется все тот же прямой офтальмоскоп, который подготавливается к исследованию так же, как и при прямой офтальмоскопии. Для исследования в обратном виде используется линза 13 D или 20 D. Если нет специальной линзы для офтальмоскопии, может использоваться линза +13 D из набора корректирующих линз. Качество изображения, однако, с ней хуже, чем с линзой для офтальмоскопии.

Во время исследования важно удерживать линзу на одной оси с офтальмоскопом и глазом пациента. Для правильной фиксации линзы необходимо сначала поймать розовый рефлекс от зрачка. Затем поставить линзу на пути распространения света офтальмоскопа, таким образом, чтобы линза была близко к глазу, и через нее была видна радужка и зрачок. Чтобы не держать ее на весу, рекомендуется опереть мизинец руки, удерживающей линзу, о бровь, лоб или щеку пациента. Затем линза постепенно удаляется от глаза, до тех пор, пока розовый рефлекс не займет всю площадь линзы, что соответствует совпадению фокусного расстояния линзы с расстоянием до глаза. Для линзы 13 D оно составляет около 8 см, а для 20 D — около 5 см. В этот момент выполняется корректировка резкости движением линзы вперед и назад строго по линии распространения света. Смещения в стороны могут привести к потере изображения. Резкость можно навести одним, ведущим глазом, но во время исследования рекомендуется смотреть в линзу двумя глазами.

Во время исследования врач сидит напротив пациента, на расстоянии 0,5–1 м от него. Для того, чтобы определить ориентиры на глазном дне, исследование начинают с осмотра зрительного нерва. Для этого пациент должен повернуть глаз кнутри примерно на 15° и смотреть примерно в направлении одноименного уха исследователя. То есть при осмотре правого глаза — на правое ухо врача, при осмотре левого глаза — на левое ухо врача. Область диска зрительного нерва хорошо визуализируется и с узким, и с широким зрачком. Макулярная область видна при хорошем мидриазе, если пациент смотрит прямо. Периферические отделы сетчатки при узком зрачке хорошо визуализируются до средней периферии, но из-за ограниченной зоны наблюдения могут быть видны не полностью. Для хорошей визуализации всей сетчатки до крайней периферии необходим мидриаз. Периферию сетчатки осматривают при поворотах глаза пациента в разные стороны (вправо, влево, вверх, вниз и в косых направлениях), чтобы визуализировать зону ближе к зубчатой линии исследователю необходимо наклониться в сторону, противоположную повороту глаза пациента. Крайние точки, видимые при офтальмоскопии, у эметропов находятся в 3,5 мм от лимба и до 1 мм уже у миопов, и до 1 мм шире у гиперметропов.

Осмотр с зеркальным офтальмоскопом. Зеркальный офтальмоскоп является монокулярным, и весь алгоритм исследования с ним мало отличается от осмотра с монокулярным электрическим офтальмоскопом, за исключением использования внешнего источника освещения. Лампу при офтальмоскопии целесообразно размещать сбоку и сзади от пациента, сторона зависит скорее от удобства для врача.

Осмотр с бинокулярным офтальмоскопом. Перед проведением офтальмоскопии необходимо зафиксировать прибор на голове. Для этого нужно подогнать длину обручей вокруг головы за счет расслабления и затягивания винтов, один из которых располагается сверху (на вертикальной полосе), а второй на затылке (на обруче). Основную нагрузку несет вертикальная полоса, горизонтальный обруч нужно выставить так, чтобы лента располагалась выше бровей, и оптическая часть офтальмоскопа не перешивала вперед. Оптическая часть прибора должна находиться напротив глаз исследователя и не касаться ресниц и спинки носа.

Положение окуляров выставляется в соответствии с межзрачковым расстоянием врача. Для этого офтальмоскоп включается, и пучок света направляется на вертикальную поверхность перед исследователем на расстояние вытянутой руки от исследователя, а при ее отсутствии — на руку. Левый глаз нужно закрыть и сдвигать правый окуляр до тех пор, пока световое пятно не окажется ровно в центре поля зрения правого глаза. То же самое проделывается со вторым глазом. Затем, открыв оба глаза, световое пятно устанавливают по вертикали с помощью регулятора таким образом,

чтобы он занял верхнюю половину поля зрения. Яркость освещения регулируется реостатом, который обычно совмещен с рычажком включения офтальмоскопа.

Линзы, которые используются для бинокулярной офтальмоскопии рутинно, это линзы 20–22 D, они бывают плоско-выпуклые, двояковыпуклые и сферические. В случае использования плоско-выпуклой линзы, она дает максимум бликов при офтальмоскопии, если держать ее плоской стороной к исследователю, и минимальное их количество — если повернуть ее выпуклой стороной, но двояковыпуклые линзы дают больше бликов, вне зависимости от стороны. С другой стороны, все линзы для офтальмоскопии должны иметь антибликовое покрытие, и должны храниться и использоваться аккуратно, чтобы не нарушить его и не вызвать загрязнение линзы.

Пациенты могут осматриваться бинокулярным офтальмоскопом как в сидячем, так и в лежащем положении, зрачок перед осмотром должен быть максимально расширен. В лежащем положении облегчается осмотр всех отделов периферии сетчатки. Линзу следует удерживать указательным и большим пальцами выпуклой стороной к себе. При появлении бликов линзу можно немного наклонить, освободив обзор.

Фокусное расстояние линзы 20 D короче, чем линзы 13 D, составляет около 5 см. Поэтому после улавливания рефлекса линзу располагают близко к глазу, на расстоянии 2–2,5 см, и затем медленно сдвигают назад до получения четкого изображения. Как и с линзой при монокулярной офтальмоскопии, в качестве точки опоры используется палец. При перемещении взора пациента, следом сдвигается и линза, а взгляд исследователя должен как бы скользить, проследивая изображение.

При обратной офтальмоскопии, как и при прямой, имеется сопряжение фокусов, однако в оптической системе имеется еще третья линза, поэтому при офтальмоскопии могут наблюдаться ошибки освещения, связанные с неверным расположением линзы. Ширина офтальмоскопического поля зрения, вне зависимости от ширины зрачка, наибольшая при удалении линзы от глаза на величину ее фокусного расстояния. Если собирающая линза расположена слишком близко к глазу пациента, периферическая часть сетчатки не освещается и выглядит затененной. Если же линза расположена слишком далеко от глаза пациента, свет с периферической части сетчатки пациента не достигает глаза наблюдателя, глазное дно видно только частично.

При бинокулярной офтальмоскопии может проводиться исследование со склерокомпрессией: оно показано в случае если есть патологические изменения на крайней периферии сетчатки и необходимо их рассмотреть. Для этого используется склерокомпрессор — инструмент в виде наперстка с изогнутым зондом, при отсутствии инструмента могут использоваться ватные палочки.

Основные ориентиры на глазном дне (рис. 28) [8]:

1. Диск зрительного нерва в норме имеет округлую или слегка вертикально-овальную форму, розовый оттенок, центральное углубление (экскавацию), размеры $1,8 \pm 0,3$ мм по горизонтали и $1,9 \pm 0,3$ по вертикали. Расстояния и размеры на глазном дне соотносятся с диаметрами диска (ДД), предполагается, что, в среднем, этот размер составляет 1,5 мм.

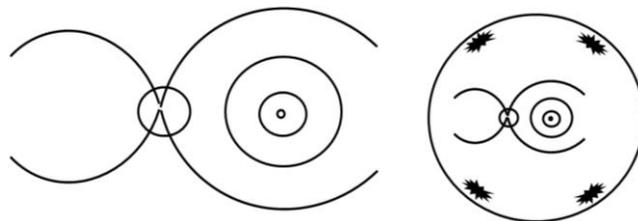


Рис. 28. Ориентиры на глазном дне (схема)

2. Слой нервных волокон имеет характерную радиальную лучистость в окружности зрительного нерва. Темпоральные волокна образуют наиболее мощные пучки, которые идут дугообразно от верхнего и нижнего полюсов диска зрительного нерва, сопровождая сосудистые аркады.

3. Макула — «желтое пятно», не имеющее четких границ, но занимает зону, очерченную сосудистыми аркадами в пределах центральных 15° , размером около 3 ДД в ширину и 2 ДД в высоту.

4. Фовеа — центральная ямка, область, где наблюдается уменьшение толщины внутренних слоев сетчатки, 5° центральной части (около 1 мм), располагается в 4 мм (12°) темпоральнее и на 0,8 мм ниже центра диска зрительного нерва, при офтальмоскопии имеет выраженный кольцевидный рефлекс, более выраженный в молодом возрасте.

5. Фовеола — самый центр фовеа, в пределах аваскулярной зоны, диаметром 0,3–0,5 мм, в центре имеет точечный яркий световой рефлекс, соответствующий точке, называемой «umbo» («пупок»).

6. Экватор глаза не является анатомическим образованием, а областью в зоне наибольшей окружности глазного яблока, примерно в середине расстояния между центром роговицы и фовеа. Офтальмоскопически располагается в 4 ДД от зубчатой линии, слегка кпереди от ампул вортикозных вен.

Запись результатов офтальмоскопии. Чаще всего запись осуществляется в описательном виде. Обязательно отмечаются состояния:

– диска зрительного нерва: четкость границ, цвет, дополнительные изменения;

– сосудов сетчатки: полнокровность, тонус, извитость, цвет, изменение световых рефлексов;

– макулярной области: макулярный рефлекс, наличие патологических изменений;

– периферической сетчатки: наличие патологических изменений.

С другой стороны, для документирования картину офтальмоскопии можно фотографировать (при наличии фундус-камеры) или зарисовывать. При этом стоит помнить, что при обратной офтальмоскопии изображение всегда перевернутое, а зарисовывать нужно в прямом, действительном виде.

Для зарисовки глазного дна существуют фундус-карты (рис. 29). Размер карт должен быть достаточным для зарисовки всех изменений. На карте обязательно должно быть изображение меридианов, отграничивающих сектора глазного дна. Три concentricкие линии обозначают границы экватора глаза, зубчатой линии, и крайней видимой части сетчатки. Разные варианты патологических изменений обозначаются разным цветом, согласно стандартному цветовому коду (табл. 3).

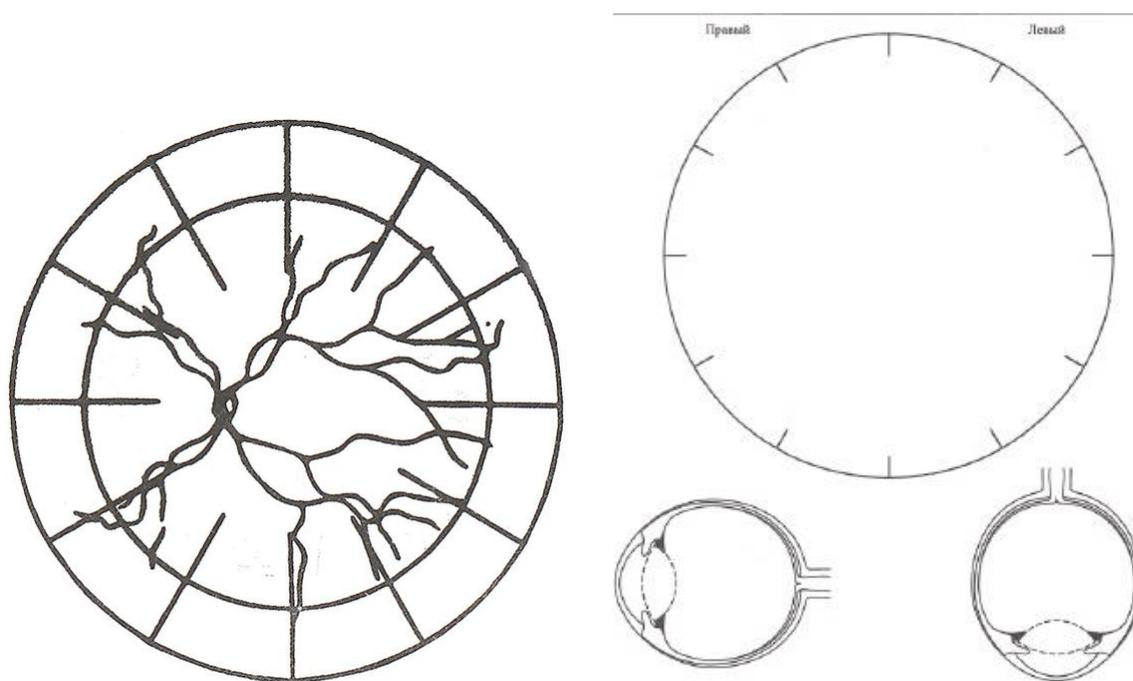


Рис. 29. Фундус-карты для зарисовки изменений глазного дна

Таблица 3

Цветовые коды для обозначения изменений заднего отрезка глаза

Цветовой код	Патологические изменения
Синий	Отслойка сетчатки, вены сетчатки
Красный	Прилежащая сетчатка, артерии сетчатки, кровоизлияния в сетчатку, микроаневризмы, неоваскуляризация
Участки красного цвета, окаймленные синим	Разрывы и отверстия сетчатки
Черный	Гиперпигментация, друзы, зубчатая линия
Коричневый	Пигментация, отслойка сосудистой оболочки
Зеленый	Помутнения сред глаза, включая кровоизлияние в стекловидное тело
Желтый	Экссудация, отек

Примерный вид фундус-карты — на рис. 30.

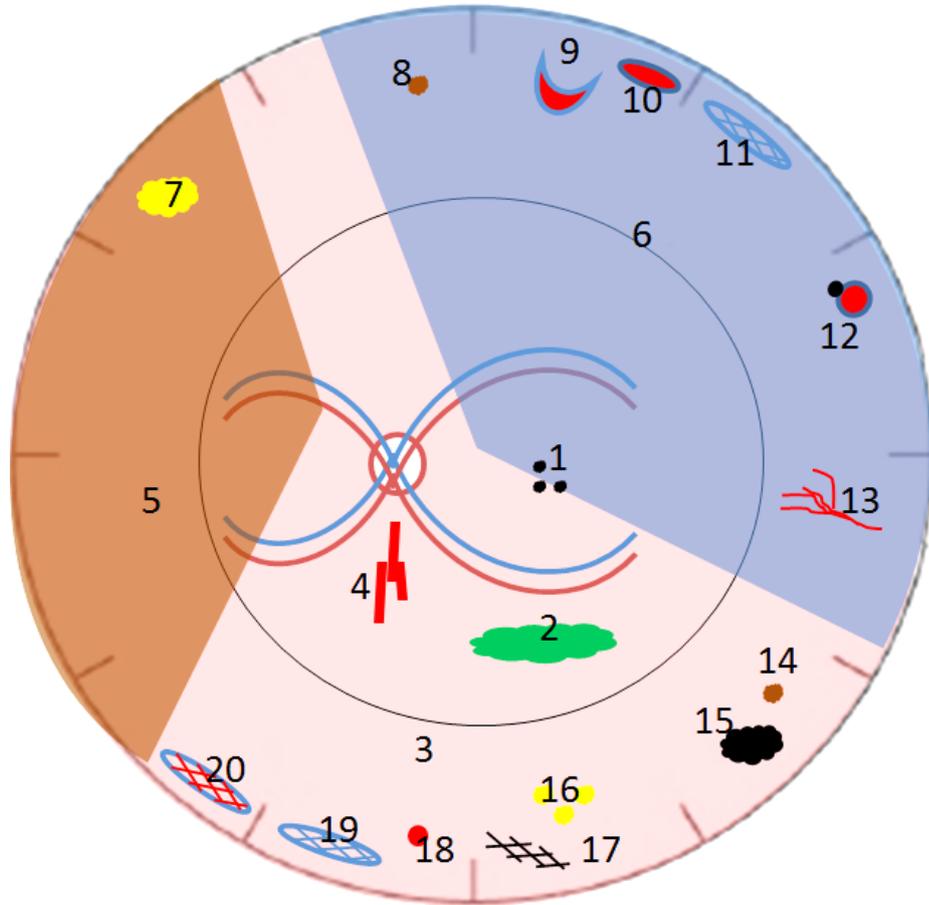


Рис. 30. Фундус-карта с обозначениями:

1 — друзы; 2 — интравитреальное кровоизлияние; 3 — прилежащая сетчатка; 4 — полосовидные интравитреальные кровоизлияния; 5 — отслойка сосудистой оболочки; 6 — отслойка сетчатки; 7 — экссудат; 8 — пигмент на отслоенной сетчатке; 9 — клапанный разрыв сетчатки; 10 — ретиальное отверстие; 11 — киста в сетчатке; 12 — ретиальное отверстие с крышечкой; 13 — новообразованные сосуды; 14 — пигмент на прилежащей сетчатке; 15 — гиперпигментация; 16 — мягкие экссудаты; 17 — преретинальная мембрана; 18 — интравитреальное кровоизлияние; 19 — решетчатая дегенерация; 20 — тонкая сетчатка

ГЛАВА 3

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

К обязательным диагностическим исследованиям для подтверждения диагноза и оценки динамики заболевания при большинстве заболеваний относятся вышеперечисленные базовые диагностические исследования, а также тонометрия глаза и рефрактометрия. Согласно принятым клиническим протоколам диагностики и лечения, список обязательных диагностических исследований у пациентов с болезнями глаза и его придаточного аппарата расширяется в зависимости от их нозологических форм заболеваний.

Для уточнения диагноза, проведения дифференциальной диагностики, оценки динамики заболевания, при возникновении новых симптомов в амбулаторных и стационарных условиях выполняются дополнительные диагностические исследования.

К ним относится любой диагностический метод из нижеперечисленных, который не входит в список обязательных при конкретном заболевании, а также некоторые другие исследования, позволяющие проводить экспертную оценку состояния органа зрения и уточнять причину возникшего заболевания.

Кратность выполнения обязательных и дополнительных диагностических исследований, так же как и базовых, определяется тяжестью состояния органа зрения и изложена в действующих клинических протоколах (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 05.09.2022 № 91 «Об утверждении клинического протокола «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с болезнями глаза и его придаточного аппарата»).

При острых заболеваниях после уточнения диагноза обязательные и дополнительные методы диагностики повторяются по медицинским показаниям. Показаниями к более частому выполнению их является наличие осложнений заболевания или операции (контроль за их динамикой), колебания внутриглазного давления и зрительных функций, нарушение гидродинамики глаза, воспалительная реакция и т. п., а также появление новых симптомов. При хронических заболеваниях частота выполнения обязательных методов диагностики определяется установленной частотой диспансерного наблюдения; в большинстве случаев это проведение комплекса диагностических исследований 1 раз в год. При глаукоме комплекс обязательных диагностических исследований проводится от 1 до 3 раз в год в зависимости от риска прогрессирования заболевания.

РЕФРАКТОМЕТРИЯ

Ручная рефрактометрия с помощью рефрактометра Хартингера, основанная на совмещении двух световых марок, которые проецируются через разные участки зрачка, в настоящее время ушла в прошлое. Современные рефрактометры являются автоматическими компьютеризированными приборами и почти всегда сочетают в себе функции и рефрактометра, и офтальмометра (кератометра).

Авторефрактометры (авторефкератометры) широко используются офтальмологами и оптометристами во всем мире для оценки рефракционных нарушений, аккомодации, а также подбора очков и контактных линз. Результаты исследования высоковоспроизводимы и точны при определении рефракции пациента. Они также могут использоваться у детей для проведения исследования с циклоплегией и достаточно точны в сравнении со скиаскопией.

Авторефрактометр (рис. 31) является интуитивно понятным прибором, с которым справится помощник врача или средний медицинский персонал. Исследование не требует специальной подготовки, анестезии, расширения зрачка, является бесконтактным и может проводиться первым из диагностических исследований.



Рис. 31. Авторефрактометр

Показаниями к проведению авторефрактометрии являются аномалии рефракции или подозрение на их наличие, пресбиопия, необходимость подбора очков или контактных линз, уточнение рефракции у детей, диагностический поиск при глазных заболеваниях.

Авторефрактометрия противопоказана при следующих состояниях (обратите внимание, большинство этих противопоказаний временные и относительные):

- психические отклонения (затрудняющие осмотр);
- нарушения осанки (пациент не может сидеть за прибором);
- выраженная потеря зрения (нет фиксации);
- острая травма глаза;
- конъюнктивит, кератит, увеит, эписклерит, отек роговицы — во всех этих случаях прибор может выдавать ошибки;
- анофтальм, протез, субатрофия глазного яблока;
- возраст до 3 лет (дети не могут сидеть за прибором, однако для детей до 3 лет существуют специальные модели рефрактометров, которые измеряют рефракцию детей с расстояния 1 метр);
- аккомодационные нарушения (ошибки измерения).

Перед проведением исследования пациенту следует объяснить, как правильно садиться за прибор, описать процедуру и разъяснить важность авторефрактометрии. Прибор следует представить как автоматизированную компьютеризированную машину, которая измеряет рефракцию глаза и подсказывает, с чего начать подбор очков. Также следует объяснить пациенту, что распечатка, которую выдает прибор, не является рецептом на очки. Перед проведением исследования следует попросить пациента снять очки или контактные линзы. Пациентам, использующим контактные линзы, потребуется два обследования: одно с контактными линзами, а другое без них. Каждый глаз исследуется отдельно.

Далее следует настроить прибор по высоте под пациента путем движения приборного столика вверх или вниз. Затем пациента нужно попросить разместить голову в лицевой упор. Пациенту нужно объяснить, что руки следует держать на столе, подбородок — на подбороднике, а голову — на упоре для лба, и при перемещении подбородника голова должна перемещаться следом. Затем следует отрегулировать положение подбородка для выравнивания зрительной оси. На лицевом упоре есть метка, на уровне которой должен находиться наружный угол исследуемого глаза. Высоту подбородника можно регулировать с помощью ручки регулировки высоты или кнопок. Каждый шаг следует объяснять пациенту.

Приступая непосредственно к исследованию, пациенту следует объяснить, что он будет наблюдать воздушный шар или объект, который будет появляться и исчезать из поля зрения, причем пациент должен смотреть на этот шар, как будто он находится далеко, и не моргать. Точное выравнивание прибора по горизонтали выполняется перемещением джойстика вправо и влево, а также по вертикали вверх и вниз для достижения нужного фокуса на роговице. Джойстик следует перемещать так, чтобы глаз пациента оказался в центре монитора. Далее джойстик нужно

перемещать по горизонтали или вертикали, чтобы установить цель внутри зрачка. Как только прибор видит цель, если он находится в автоматическом режиме, он снимает показатели рефрактометрии вне зависимости от действий оператора. В ручном режиме рефрактометрии при появлении на экране цели необходимо нажимать на кнопку для снятия показателей. После того как измерены показатели на одном глазу, переходят к исследованию второго. Когда все данные обоих глаз получены, нажатие на кнопку распечатки выводит данные на бумагу. Результаты исследования при этом должен разъяснять пациенту врач, а не медсестра, чтобы избежать разночтений при консультировании.

Результаты рефрактометрии применяются при исследовании остроты зрения с коррекцией: в пробную оправу вставляются линзы из набора в соответствии с показателями рефрактометрии, а затем меняются в соответствии с ответами пациента.

Обозначения, которые можно прочесть на распечатке (рис. 32):

- Ref — режим исследования (рефрактометрия);
- VD — вертексная дистанция;
- L/Left (OS) — левый глаз;
- R/Right (OD) — правый глаз;
- Sph — оптическая сила сферической линзы, рефракция глаза в одном из двух главных меридианов в диоптриях (D);
- Cyl — оптическая сила астигматической линзы, которая соответствует рефракции глаза во втором главном меридиане в диоптриях;
- Ax — ось астигматической линзы в градусах;
- AVG — средний показатель рефракции в двух главных меридианах глаза;
- S.E. — сферэквивалент (сумма оптической силы сферической линзы и половины цилиндрической);
- PD — межзрачковое расстояние.

NAME:			
DATE: 23/10/16 14:32			
No. 5372			
HUVITZ HRK-7000			
Ver 3.02.01B			
[REF]	VD: 0.0		
	Cyl. Form: (-)		
<R>	SPH	CYL	AX
	-2.25	-0.50	90
	-2.25	-0.50	100
	-2.25	-0.25	97
AVG	-2.25	-0.50	96
S.E	-2.50		
<L>	SPH	CYL	AX
	-1.50	-0.50	102
	-1.50	-0.50	92
	-1.50	-0.50	89
AVG	-1.50	-0.50	94
S.E	-1.75		
PD = 58mm			

Рис. 32. Распечатка авторефрактометрии

Авторефрактометры всегда определяют рефракцию в плоскости роговицы, но большинство из них имеют встроенную функцию преобразования полученных данных для очковой рефракции с использованием вертексной дистанции. Вертексная дистанция — это расстояние от передней поверхности роговицы глаза (вершины роговицы) до задней (обращенной к глазу) поверхности очковой линзы. Чтобы очки работали верно, это расстояние должно составлять 12–14 мм и быть равным вертексному расстоянию пробной оправы, использованной врачом при подборе коррекции и выписке рецепта, поскольку оптическая сила очковой линзы меняется в зависимости от расстояния от глаза.

В авторефрактометре вертексное расстояние — это параметр, измеряющий расстояние между роговицей пациента и линзой прибора. Авторефрактометр часто использует это измерение для точного определения рефракции, стандартизуя его по вертексному расстоянию 12 мм или 13,75 мм. Вертексная дистанция равная 0 устанавливается для контактных линз и означает, что оптическая система расположена непосредственно на поверхности глаза, без расстояния между линзой и роговицей. Таким образом, вышеприведенный пример является авторефрактометрией для подбора контактных линз.

Ограничения исследования:

1. Прибор не следует использовать у маленьких детей с циклоплегией, поскольку могут возникнуть аккомодационные ошибки.
2. Плохая фиксация и частое моргание.
3. Высокие аномалии рефракции: авторефрактометры могут быть недостаточно точными при высоких аномалиях рефракции.
4. Узкий зрачок может повлиять на результаты авторефрактометрии, особенно при наличии помутнения сред или артификации.
5. Помутнение сред: результаты исследования ненадежны, например, при птеригиуме, помутнении роговицы, катаракте и т. д.
6. Непроизвольные движения глаз: нистагм, опсоклонус, миоклонус, подергивание глаз и т. д. — все это затрудняет исследование.
7. Другие факторы: артификация, амблиопия, возрастная макулярная дегенерация и т. д.
8. Отсутствие возможности предварительной оценки состояния сред: кератоконус, птеригиум, катаракта, нерегулярный астигматизм и т. д.
9. Непортативность: приборы требуют места и приборный столик.
10. Поломки: программное обеспечение или электрическая схема могут выйти из строя, что иногда влияет на результаты.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕФРАКЦИИ С ПОМОЩЬЮ НАБОРА ПРОБНЫХ ЛИНЗ

Это субъективный метод определения рефракции, который применяется в случаях, когда нет рефрактометра. Он заключается в подборе корригирующих линз под контролем остроты зрения и основывается на достижении наилучшей корригируемой остроты зрения. Наилучшая корригируемая острота зрения (абсолютное зрение) — это показатель наиболее высокой остроты зрения, которой можно добиться у пациента с помощью корректирующих линз, таких как очки или контактные линзы.

Вначале определяют остроту зрения по таблице или проектору знаков. Затем, используя пробную оправу, к каждому из глаз пациента приставляют линзы из набора (рис. 33) — сферические (sphera, sph) выпуклые (convex, cx)

и вогнутые (concave, cv) 0,5–1,0 D ($\pm 0,5–1,0$). У эметропа выпуклые линзы ухудшат зрение, вогнутые не улучшат зрение, у миопов вогнутые линзы улучшат зрение, в у гиперметропов зрение улучшится в выпуклых стеклах. Если зрение улучшится с двумя видами стекол, вероятно, имеет место проблема, связанная с аккомодацией, и для уточнения рефракции необходимо провести циклоплегию.



Рис. 33. Набор пробных линз
а — общий вид набора; *б* — пробные линзы

После определения варианта рефракции пациенту последовательно приставляют корректирующие линзы, повышая их диоптрийность на 0,5–1,0 D до тех пор, пока будет улучшаться острота зрения. Каждый раз, меняя линзу, спрашивайте пациента о том, улучшает она зрение, ухудшает или не меняет. Если линза ухудшает зрение, то можно протестировать еще линзы, меньше на 0,5–0,25 D, и если пациент гиперметроп, то клиническая рефракция выставляется по самой высокой диоптрийности линзы, которая не вызывала ухудшения зрения. Если пациент миоп, то клиническая рефракция выставляется согласно наименьшей диоптрийности линзы, при которой определялись наилучшие показатели остроты зрения.

Подбор линз с шагом в 0,5–1 D — процесс кропотливый и долгий, поэтому в некоторых случаях его можно ускорить. Например, если вы знаете, что у пациента афакия, на глазу с афакией можно начинать исследование с линзы +6,0 или +8,0. Также, если вы видите, что у пациента большой размер глазного яблока, начинать подбирать линзы можно с –3,0 или –5,0. Если пациент жалуется на низкое зрение вблизи, он старше 60 лет и вдаль без коррекции видит от 2 до 6 строк таблицы, можно смело начинать с +1,5–2,0. Если пациент жалуется на низкое зрение вдаль, и по таблице

читает от 2 до 5 строк, можно начать с $-2,0$, если $0,1$ и менее — с $-3,0$. Пациенту старше 60 лет, который жалуется на ухудшение зрения вдаль при улучшении зрения вблизи начинать подбор линз можно с $-2,0$ – $2,5$.

Наилучшей скорректированной остротой зрения, которую мы намечаем в качестве целевого показателя, является $1,0$. На практике острота зрения с коррекцией может быть выше — $1,25$ – $2,0$. Если при определении рефракции подбором линз пациент дает повышение зрения более $1,0$, продолжайте менять стекла, так как при определении рефракции играет роль именно достижение максимально возможной остроты зрения.

Однако чаще определяется максимальная острота зрения ниже $1,0$. Это может быть связано с наличием патологических изменений, но часто связано с наличием астигматизма. Пациенты при этом жалуются на искажения букв таблицы в виде «хвостов» или неправильно читают буквы похожей формы, например, Н читают как К.

Астигматизм методом подбора линз можно определить двумя способами — пробой со щелью или с помощью добавления минимальной астигматической линзы.

Проба со щелью выполняется так: перед глазом пациента устанавливают экран со щелью из набора стекол (рис. 34) и вращая его, находят позицию с наилучшей остротой зрения, затем подбирают астигматическую, цилиндрическую линзу (cylindrata, cyl) с расположением в данной оси (axis, ax) вышеописанным способом. Затем вращают щель, находят меридиан с наихудшим зрением и таким же образом определяют его рефракцию.

Добавление астигматической линзы (рис. 35) проводится после определения максимальной сферической корректирующей линзы. Астигматическая вогнутая линза $-0,5$ – $1,0$ из набора устанавливается перед глазом пациента в вертикальном меридиане (90°) и медленно вращается в стороны с фиксацией положения, в котором наступает улучшение остроты зрения.

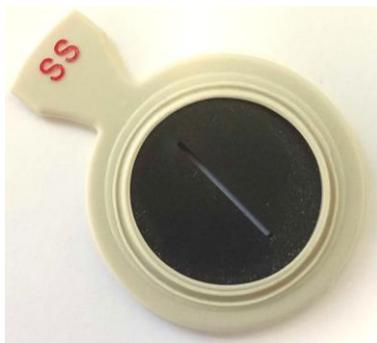


Рис. 34. Экран со щелью



Рис. 35. Астигматические линзы

Аналогичным образом можно использовать кросс-цилиндр, который представляет собой две астигматические линзы, выпуклую и вогнутую

0,5 D или 1,0 D, расположенные под углом 90° друг к другу. Для определения оси цилиндра можно использовать не таблицу, а специальную карту для определения астигматизма в проекторе знаков, например, лучистую фигуру. Далее, после обнаружения положения сильной оси, диоптрийность астигматической линзы повышается с шагом в 0,5 диоптрии до достижения максимальной остроты зрения. Если сферическая линза вогнутая, в момент ухудшения зрения при смене цилиндра можно попробовать уменьшить диоптрийность сферической линзы на 0,5–1,0 D и увеличить диоптрийность цилиндра. Значение цилиндра, соответствующее минимальной диоптрийности, улучшающей остроту зрения, принимается за значение рефракции.

СКИАСКОПИЯ

Скиаскопия — объективный метод определения рефракции. Другими названиями этого метода исследования являются ретиноскопия или теневая проба Кюнье. Исследование осуществляется посредством наблюдения за движением светотеневой границы в зрачке пациента при отражении света от оболочек глаза (рефлекс) через зеркальный офтальмоскоп или оптический прибор, называемый ретиноскопом.

Метод применяется для оценки состояния рефракции у младенцев и детей младшего возраста, у взрослых, которым невозможно провести рефрактометрию, в экспертных случаях, а также применяется для измерения аккомодации. Поскольку во время исследования среды глаза хорошо видны в проходящем свете, метод может использоваться для выявления патологии сред глаза, таких как катаракта и заболевания глазной поверхности.

Физическая основа метода — определение перемещения дальней точки ясного видения в бесконечность при компенсации с помощью линз существующей в исследуемом глазу рефракционной аномалии (рис. 36).

Бесконечность создается в окуляре прибора, где собираются все отраженные от глаза пациента световые лучи. Дальняя точка ясного видения определяется как точка в пространстве, сопряженная с сетчаткой в неаккомодирующем исследуемом глазу. Когда она расположена за ретиноскопом или за сетчаткой, изменения направления движения светотеневой границы не наблюдается, что создает в зрачке рефлекс «по движению». Когда дальняя точка ясного видения расположена между ретиноскопом и глазом пациента, она служит точкой опоры, меняющей направление движения света и создающей в зрачке рефлекс «против движения». Когда же дальняя точка ясного видения находится в плоскости ретиноскопа, создается эффект «нейтрализации движения», то есть рефлекс становится неподвижным [9, 10].

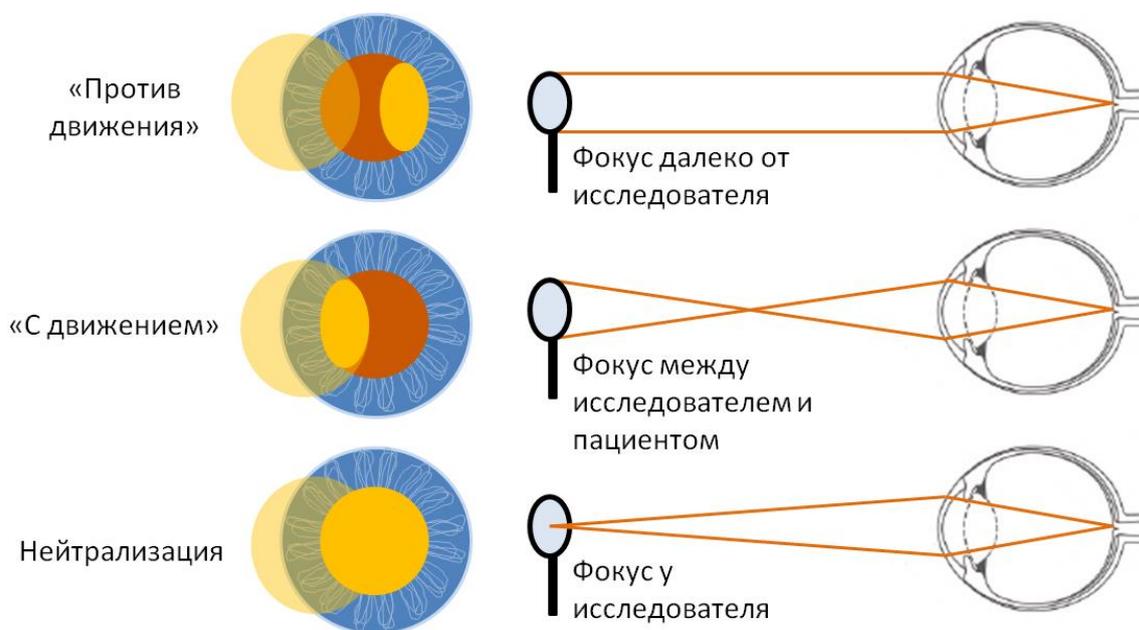


Рис. 36. Физическая основа скиаскопии (ретиноскопии)

При аномалиях рефракции исследуемого глаза положение дальней точки ясного видения отличается.

При эметропии параллельные световые лучи фокусируются в центральной ямке неаккомодирующего глаза и выходят как параллельные световые лучи, соответственно, рефлекс будет неподвижным.

При миопии параллельные световые лучи сходятся в точке перед сетчаткой неаккомодирующего глаза, и отраженные лучи света так же выходят, как сходящиеся, существует точка опоры для поворота изображения и наблюдается рефлекс «против движения».

При гиперметропии параллельные световые лучи сходятся в точке за сетчаткой неаккомодирующего глаза, а отраженные выходят как расходящиеся световые лучи, точки опоры не существует, поэтому при гиперметропии без оптической коррекции возникает рефлекс «с движением».

При астигматизме световые лучи фокусируются в двух разных точках, в зависимости от меридиана. В зависимости от рефракции в них может наблюдаться движение рефлекса как «по движению», так и «против движения».

Положение дальней точки ясного видения меняется при размещении перед глазом корректирующей линзы. У пациентов с миопией рассеивающая линза меняет направление сходящихся отраженных от глазного дна лучей, делая их параллельными, и дальняя точка ясного видения, которая находится между глазом пациента и бесконечностью, переводится в бесконечность. При гиперметропии дальняя точка ясного видения находится за бесконечностью, поскольку лучи, отраженные от глаза, являются расходящимися, и собирающая линза делает их параллельными. В каждом из случа-

ев, когда корректирующая линза переводит дальнюю точку ясного видения в бесконечность, при ретиноскопии наблюдается нейтрализация движения светотеневой границы. В случае, когда сложно уловить момент нейтрализации, можно добиться момента, когда тень поменяет направление, и за нейтрализующее принять значение предыдущего корректирующего стекла.

Существует два варианта скиаскопии (ретиноскопии): статическая и динамическая. Статический вариант требует наличия циклоплегии или состояния максимально расслабленной аккомодации (фокусировка на удаленном объекте) и измеряет рефракционную аномалию. Динамический вариант проводится в условиях стимуляции активной аккомодации фокусировкой на ближнем объекте и позволяет оценить ее эффективность.

Современные ретиноскопы имеют электрический источник освещения, работающий от аккумулятора или от сети. В головке ретиноскопа имеются окуляр, источник света, система линз и зеркало, проецирующее свет под прямым углом к оси рукоятки прибора. Существуют ретиноскопы двух типов: щелевой и точечный. В щелевом используется световая полоса, которая может вращаться и изменяться по ширине. В точечном используется световое пятно, которое также может быть больше или меньше по диаметру. Кроме того, в ретиноскопах имеется возможность моделирования светового потока от плоского и вогнутого зеркала с регуляцией конвергенции и дивергенции светового пучка.

Скиаскопия с помощью зеркального офтальмоскопа, имеющего две поверхности, плоскую и вогнутую, проводится с источником света в виде матовой электрической лампочки 60–80 Вт, которая помещается слева и несколько кзади от пациента, так, чтобы его лицо оставалось неосвещенным. Для лучшей визуализации светового рефлекса исследование проводится в затемненной комнате.

Для наиболее точного определения рефракции перед исследованием обязательна атропинизация, однако для получения предварительных ориентировочных данных можно проводить скиаскопию без циклоплегии, с фиксацией взора на удаленном объекте. При этом пациент смотрит на удаленный предмет (на расстоянии не менее 3 м) позади врача, мимо его уха, чтобы исключить аккомодацию во время исследования. Атропинизация для достижения циклоплегии выполняется минимум в течение 3 дней применением 1 % атропина 2 раза в день, при гиперметропии со значительным напряжением аккомодации, у детей и молодых людей, срок атропинизации может продлиться до 5–10 дней.

Для обеспечения равных условий скиаскопии рекомендуется проводить исследование правого глаза пациента левым глазом, а левого, соответственно, правым. Во время исследования врач может использовать коррекцию для дали, пресбиопические очки не используются. Второй глаз лучше прикрывать, для более четкого изображения движения тени.

Выполняя вращательные, покачивающие движения рукояткой скиаскопа вокруг ее оси и в перпендикулярном направлении, врач определяет смещение светотеневой границы в зрачке исследуемого глаза на фоне розового рефлекса. Вначале определяется расположение главных меридианов, если у пациента астигматизм. Верное направление движений указывает тень — она всегда перемещается по линии, находящейся между направлением поворота зеркала и ближайшим к нему главным меридианом. При отсутствии явного астигматизма проводят исследование в вертикальной и горизонтальной меридианах.

Вид зеркала влияет только на характер отсвета с глазного дна. Вогнутое зеркало создает большую освещенность в области зрачка, плоское — меньшую, соответственно, меньше влияет на ширину зрачка в отсутствие циклоплегии. При замене плоского зеркала на вогнутое тень движется в противоположную сторону, то есть для расстояния 1 м и вогнутого зеркала момент остановки движения тени, как и при плоском зеркале, будет соответствовать $-1,0\text{ D}$, но с движением рефлекса «по движению».

Определив меридианы и направление движения тени, приступают к скиаскопии. Для этой цели используется либо скиаскопическая линейка с вогнутыми или выпуклыми линзами от $0,5$ до 9 D и подвижной кареткой с линзами $0,5$ и 10 D (диапазон измерений от $0,5$ до 19 D) либо пробная оправа с линзами из набора, либо фороптер. Расстояние от роговицы до линейки не должно превышать обычное вертексное расстояние для очковых линз — 12 мм , при увеличении этого расстояния на 10 мм значение рефракции увеличивается на $1,0\text{ D}$. Поэтому для высоких степеней аметропии лучше пользоваться не линейкой, а пробной оправой и линзами из набора.

Скиаскопируют с шагом в $0,25\text{--}0,5\text{ D}$ — этой цели служит каретка на скиаскопической линейке, либо используются линзы из набора. Для ускорения исследования можно скиаскопировать с шагом в 1 D , перемещая скиаскопическую линейку перед глазом пациента до момента нейтрализации движения или перемены направления, а потом уточнить рефракцию с помощью линзы $0,5\text{ D}$ на каретке.

В классическом варианте скиаскопия проводится с расстояния в 1 м . На этом расстоянии находится дальняя точка ясного видения при миопии в 1 D — при совпадении ее с плоскостью зеркала происходит нейтрализация тени. Поэтому при классическом варианте скиаскопии нейтрализация тени происходит тогда, когда пациент с помощью корректирующих линз становится миопом в 1 D . Поэтому если нейтрализация движения тени произошла с вогнутым стеклом, рефракция пациента больше на 1 D , и к силе нейтрализующей линзы необходимо прибавить 1 D . Если нейтрализация движения произошла с выпуклым стеклом, 1 D следует вычесть из силы нейтрализующей линзы, поскольку в этом случае произошла гипер-

коррекция гиперметропии таким образом, что пациент стал миопом в 1 D. Однако, люди, которые могут удерживать линейку на расстоянии 1 м, встречаются редко, поэтому либо линейку удерживает сам пациент, либо необходимо уточнить свое расстояние для скиаскопии. Существуют поправки в зависимости от расстояния между зеркалом и глазом пациента (табл. 4).

Таблица 4

Поправки для скиаскопии [11]

Параметр	Рефракция, диоптрии
Плоское/вогнутое зеркало	-/+0
Расстояние от роговицы пациента до линейки	
12 мм	0
22 мм	1
Расстояние от исследователя до глаза пациента	
1 м	1
0,8 м	1,25
0,67 м	1,5
0,57 м	1,75
0,5 м	2
0,44 м	2,25
0,4 м	2,5

Корректирующая линза определяется при этом как нейтрализующее стекло минус поправка на расстояние от глаза исследователя до глаза пациента по алгебраическим правилам. Например, нейтрализующее стекло +3 D, поправка 1,5 D, соответственно, сила корректирующей линзы составит +1,5 D. Для нейтрализующего стекла -3 D поправка 1,5 D, соответственно, сила корректирующей линзы составит -4,5 D. Для расстояния в 0,5 м понадобится корректировать значения уже на 2 D.

Возможно проводить скиаскопию без линейки, сокращая расстояние до глаза пациента, и определять миопическую рефракцию в соответствии с вышеописанными поправками, однако при этом диапазон измерений существенно ограничен, и потребуются дополнительные линзы, чтобы сделать пациентов с другой рефракцией «миопами». Скиаскопией также можно определять выстояние структур на глазном дне, например, диска зрительного нерва при его отеке. Для измерения аккомодации используется сравнение данных скиаскопии при взгляде вдаль и при фиксации на близко расположенном объекте.

ОФТАЛЬМОМЕТРИЯ И КЕРАТОМЕТРИЯ

Офтальмометрия — метод диагностики, при котором определяется радиус кривизны передней поверхности роговицы глаза в разных меридианах и ось астигматизма.

Ранее офтальмометрия существовала как отдельный вид исследований в виде ручного прибора, с помощью которого проводилось совмещение световых марок в области зрачка, и по шкале определялась кривизна роговицы.

В настоящее время определение кривизны роговицы входит в функции многих офтальмологических приборов (рис. 37), в первую очередь, авторефрактометров, а также кератотопографов и автокератометров, оптических биометров для расчета интраокулярных линз, диагностических навигационных систем для хирургии катаракты. При этом определяются еще другие параметры, в зависимости от назначения прибора.



а



б

Рис. 37. Современные приборы для кератометрии, совмещенные с расчетом ИОЛ:
а — диагностический модуль навигационной системы для хирургии катаракты; *б* — оптический биометр

Показания для офтальмометрии и кератометрии:

- диагностика астигматизма, кератоконуса и кератоглобуса;
- подбор контактных линз: кератометры помогают оценить переднюю поверхность роговицы, изгиб линзы;
- анизометропия;
- оценка рефракционной аномалии при мутных средах;
- расчет силы интраокулярной линзы;
- мониторинг астигматизма до и после операции.

Противопоказания для кератометрии те же, что и для рефрактометрии.

Проведение исследования не отличается от исследования на авторефрактометре, и в случае с рефрактометром, чаще всего проводится на том же приборе.

Нормальные показатели кератометрии варьируют в широких пределах. Радиус кривизны роговицы в норме составляет от 7,5 до 8,0 мм, в среднем 7,8 мм. Преломляющая сила глаза в норме варьирует от 42,0 до 45,0 диоптрий, в среднем составляя, по разным данным 42,5–43,50 D. Показатели астигматизма в норме не превышают 2,5 D.

Результаты исследования распечатываются (рис. 38). Специальные обозначения:

- Ker — режим кератометрии;
- R1, R2 — значения радиуса кривизны роговицы в максимальном и минимальном меридианах в мм (mm, радиус кривизны роговицы) и диоптриях (D, кривизна, преломляющая сила роговицы);
- AVG — средний показатель радиуса кривизны роговицы в мм и ее преломляющей силы в диоптриях, соответственно;
- Cyl — показатель имеющегося астигматизма в диоптриях и положение его оси в градусах.

[KER] Index: 1.3375			
<R>	R1	R2	AX
	7.82	7.82	
	7.80	7.80	
	7.80	7.80	
	mm	D	AX
R1	7.81	43.25	
R2	7.81	43.25	
AVG	7.81	43.25	
CYL		0.00	
<L>	R1	R2	AX
	7.89	7.81	23
	7.91	7.84	96
	7.91	7.85	69
	mm	D	AX
R1	7.90	42.75	62
R2	7.83	43.00	152
AVG	7.87	42.87	
CYL		-0.25	62

a

OD		AL: 24.82 mm (SNR = 82.8)	
right		K1: 43.72 D / 7.72 mm @ 92°	
		K2: 44.29 D / 7.62 mm @ 2°	
		R / SE: 7.67 mm / 44.00 dpt	
		Cyl.: -0.57 D @ 92°	
		opt. ACD: 4.09 mm	
		Eye Status: phakic	
EnVista (MX60P)		Panoptix TFNT00	
A0 Const:	1.46	A0 Const:	1.39
A1 Const:	0.4	A1 Const:	0.4
A2 Const:	0.1	A2 Const:	0.1
IOL (D)	REF (D)	IOL (D)	REF (D)
18.0	-0.89	18.0	-0.97
17.5	-0.55	17.5	-0.62
17.0	-0.21	17.0	-0.28
16.5	0.13	16.5	0.06
16.0	0.46	16.0	0.39
15.5	0.79	15.5	0.73
15.0	1.12	15.0	1.05
Emme. IOL: 16.69		Emme. IOL: 16.59	

б

Рис. 38. Офтальмометрия (кератометрия):

a — с помощью авторефкератометра в режиме кератометрии; *б* — на оптическом био-метре для расчета ИОЛ, где K1 и K2 = R1 и R2, @=ax

Ограничения исследования:

1. Кератометрия основана на ложном представлении о том, что роговица имеет сферическую форму, где два главных меридиана расположены под углом 90 градусов друг к другу. В действительности роговица имеет асферическую форму и показатели ее могут варьировать у одного и того же пациента.

2. При измерениях кератометры учитывают только центральную кривизну роговицы в пределах диаметра от 3 до 4 мм, что составляет меньшую часть площади роговицы. Более точные данные в этом случае дает кератотопография.

3. Точность кератометра снижена при очень плоской или очень крутой роговице по вышеописанной причине.

4. Неровности роговицы (эрозии, дефекты эпителия и т. д.) искажают данные кератометрии из-за нерегулярного астигматизма. Поэтому кератометрию следует выполнять до любых контактных исследований.

5. Вычисление преломляющей силы прибором исходя из измерения радиуса.

Также к ошибкам кератометрии приводят: неверная или неточная калибровка, чрезмерное слезотечение, нарушение положения век, отсутствие фиксации, неверное положение пациента, аккомодационные нарушения, деформация роговицы, аномальная фокусировка прибора.

ТОНОМЕТРИЯ ГЛАЗА

Является обязательным методом диагностики у пациентов с глазными заболеваниями, при которых возможно повышение внутриглазного давления (отек роговицы, катаракта, эписклерит, кератоувеит, увеит, заболевания сетчатки, новообразования), подозрением на глаукому, после офтальмологических операций, при жалобах на снижение зрения, головные боли, боли в глазу и слезотечение.

Как базовый метод диагностики тонометрия глаза применяется у пациентов старше 40 лет, тех, кто имеет семейный анамнез глаукомы, и у пациентов с глаукомой и офтальмогипертензией.

В настоящее время для измерения внутриглазного давления (ВГД) используется множество моделей тонометров. В нашей стране наиболее используемыми является апланационная тонометрия по Маклакову, бесконтактная пневмотонометрия и транспальпебральная тонометрия.

При глаукоме стандартом считается апланационная тонометрия, в большинстве стран мира — с использованием тонометра Гольдмана, в постсоветских странах и, в том числе в Беларуси, — тонометра Маклакова, так как данные этих тонометров наименее вариабельны, воспроизводимы и высоко коррелируют друг с другом. Тонометрия по Маклакову показывает ВГД выше измеренного по Гольдману, поправочный коэффициент составляет $4,6 \pm 1,9$ мм рт. ст., в среднем — 5 мм рт. ст., при «высокой» норме — 6 мм рт. ст. (Н. В. Волкова и др., 2015). Единственным параметром, от которого результаты апланационной тонометрии зависят в значительной степени, является центральная толщина роговицы.

Пневмотонометрия дает переменные, часто завышенные данные. Показания пневмотонометров в меньшей степени зависят от толщины роговицы, как это имеет место у апланационных тонометров, однако в большей степени коррелируют с кривизной роговицы, которая не влияет на результаты апланационной тонометрии (F. Grehn, R. Stamper, 2006). Пневмотонометр может использоваться при неровной поверхности роговицы, рубцовых изменениях, отеке и воспалительных заболеваниях роговицы, однако при изменении плотности ткани роговицы — уплотнении ее или, наоборот, при рыхлой, податливой роговице, измененной патологическим процессом, результаты измерений искажаются. Поэтому пневмотонометрия может использоваться как метод скрининга, а также в течение первых недель после хирургического лечения, но не как метод точных измерений.

Транспальпебральная тонометрия, согласно исследованию С. Э. Аветисова, В. П. Еричева и А. А. Антонова (2014) обеспечивает достаточную точность измерения ВГД, корреляцию измеренного ВГД с данными апланационной тонометрии по Маклакову.

Однако, в соответствии с инструкцией производителя, нежелательно производить транспальпебральное измерение ВГД при имеющейся патологии склеры или конъюнктивы, в том числе при послеоперационных изменениях, в зоне воздействия штока тонометра (область 12-часового меридиана), что автоматически исключает этот способ при послеоперационном наблюдении пациентов с глаукомой, пациентов после катарактальной и витреоретинальной хирургии.

При измерении ВГД любым из перечисленных способов стоит учитывать, что показатели ВГД вариативны в течение суток и зависят от индивидуальных циркадных ритмов. Обычно ВГД имеет один или два пика в течение суток: утренний пик приходится на 6–8 часов утра, вечерний — на 12–16 часов, в промежутках между этими временными периодами ВГД минимально.

При этом существует понятие индивидуальной нормы ВГД, которая может быть выше или ниже установленных нормативных популяционных диапазонов. Помимо этого, при измерении ВГД лежа показатели, как правило, на 1–1,5 мм рт. ст. выше, чем при измерении ВГД сидя.

Апланационная тонометрия по Маклакову. Наиболее точным и универсальным методом измерения ВГД, в том числе у пациентов с глаукомой и оперированных пациентов, является апланационная тонометрия, основанная на создании дозированного давления на роговицу и уплощения ее под воздействием тонометра. Сопротивление ткани роговицы этому воздействию зависит, помимо ее собственных механических свойств, от внутриглазного давления: чем оно выше, тем больше сопротивление роговицы уплощению под воздействием внешней силы. Поскольку существенным параметром, влияющим на результаты апланационной тонометрии, является толщина роговицы, в настоящее время разработаны таблицы коррекции ее показателей.

Для тонометра Маклакова может быть использована таблица корректирующих показателей для определения уровня ВГД (табл. 5), приведенная в «Национальном руководстве по глаукоме» Российского глаукомного общества (2015), для тонометра Гольдмана таковой является Дрезденская корректирующая таблица (табл. 6), демонстрирующая зависимость показателей ВГД при апланационной тонометрии от центральной толщины роговицы (M. Kohlhaas et al., 2006).

Таблица 5

**Корректирующие показатели для определения уровня ВГД
(РГО, 2015)**

ЦТР, мкм	Корректирующий показатель, мм рт. ст.
405	7
425	6
445	5
465	4
485	3
505	2
525	1
545	0
565	-1
585	-2
605	-3
625	-4
645	-5
665	-6
685	-7
705	-8

Таблица 6

**Дрезденская корректирующая таблица
(M. Kohlhaas et al., 2006)**

ЦТР, мкм	Корректирующее значение, мм рт. ст.
475	+3,19
500	+2,13
525	+1,07
550	+0,02
575	-1,04
600	-2,10
625	-3,16
650	-4,21
675	-5,27
700	-6,33

Тонومتر Маклакова представляет собой металлический цилиндр высотой 4 см и весом 10 г, имеющий с двух сторон расширения, снабженные ровными площадками из белого стекла диаметром 1 см. К тонометру прилагается линейка Б. Л. Поляка для перевода диаметра отпечатка тонометра в миллиметры ртутного столба (рис. 39).

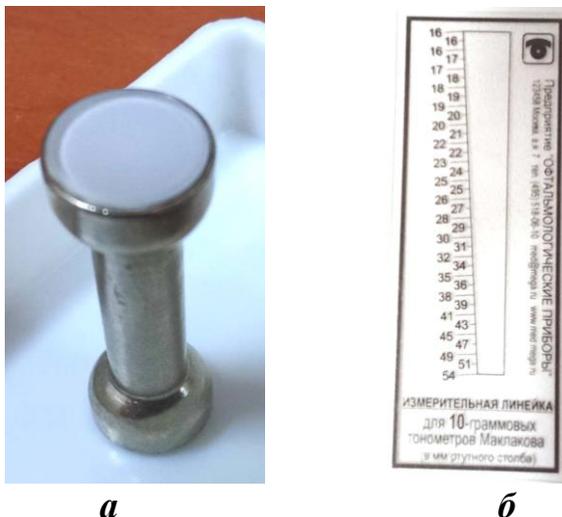


Рис. 39. Комплект для тонометрии по Маклакову:
а — тонометр Маклакова; *б* — линейка Б. Л. Поляка

Измерение ВГД проводится под эпibuльбарной анестезией раствором тетракаина 1 %, который однократно закапывается перед началом исследования. Контактные линзы нужно предварительно снять.

Пациента укладывают на кушетку таким образом, чтобы ноги пациента лежали на кушетке, голова не запрокидывалась, шея не сгибалась (целесообразно для этого использовать небольшую плоскую подушку). Пациент должен лежать ровно, расслабленно и не испытывать напряжения, связанного с положением тела. На обе площадки тонометра наносят мастику на основе глицерина, содержащую пигмент (колларгол, метиленовый синий, бисмарк коричневый).

Пациенту предлагают смотреть на фиксированную точку таким образом, чтобы тонометр при опускании его на поверхность глаза пришелся ровно на центр роговицы. Лучше всего такой фиксирующей точкой, даже у слепых пациентов, служит палец собственной руки пациента. Перед измерением обязательно убирают остатки капель и слезы с век, во избежание избытка слезы во время исследования. Тонومتر помещают в держатель таким образом, чтобы он свободно смещался в нем по вертикали. Удерживая веки таким образом, чтобы оказывать минимальное давление на них, или используя блефаростат, опускают тонометр на роговицу строго вертикально, избегая наклона тонометра в держателе. Для минимизации движений тонометра опираются пальцем руки, удерживающей тонометр,

на надбровную дугу или скуловую область пациента. В конечной точке движения тонометр должен стоять на роговице под собственным весом около 1 секунды. В этот момент груз оказывает давление на глаз, роговица под его действием уплощается в месте соприкосновения с площадкой тонометра, краска смывается слезной пленкой и на площадке тонометра образуется отпечаток, лишенный краски. После получения отпечатка груз снимается с роговицы таким же вертикальным быстрым движением, чтобы не размазать отпечаток. Тонометр переворачивается второй площадкой вниз, и все повторяется. Вторым глазом измеряется так же. Пациенту по окончании измерения закапывают капли с антисептиком.

После измерения отпечатки переносятся на бумагу с помощью этилового спирта, фиксирующего краску (рис. 40). Необходимо следить за тем, чтобы на бумаге не было жидкого спирта — в этом случае есть риск размыть отпечаток. Бумага должна быть влажной, но не мокрой.



Рис. 40. Отпечатки тонометра Маклакова

После высыхания отпечатка диаметр размытой части измеряется линейкой для измерения ВГД, совмещая диаметр всей светлой части с отметками ВГД (рис. 41).



Рис. 41. Измерение ВГД по отпечаткам тонометра Маклакова с помощью линейки
Б. Л. Поляка

Хорошо сделанный отпечаток округлой формы, имеет четкую тонкую ровную границу и центральное просветление с небольшим количеством пигмента. Если отпечаток имеет овальную форму, его измеряют по наименьшему диаметру. Если отпечаток деформирован, измерение не информативно.

Измерение диаметра отпечатка необходимо проводить при ярком, лучше всего дневном освещении, при низкой контрастности отпечатка можно использовать лупу.

Нормативные показатели для тонометрии по Маклакову варьируют в пределах 16–26 мм рт. ст. Индивидуальные показатели могут быть выше или ниже этих значений.

Ошибки измерения приводят к появлению артефактов и неверному измерению:

- отсутствие фиксации взгляда, неправильное положение глаза пациента — приводит к деформации отпечатка;

- избыток слезы во время исследования размывает отпечаток, делает его больше, чем он есть на самом деле;

- неправильное положение тонометра в держателе приводит к ошибочным измерениям, как гипертензии, так и гипотензии, деформации отпечатка;

- давление на веки при удержании век создает гипертензию;

- кратковременное касание тонометром роговицы деформирует отпечаток, создает ложное представление о гипертензии;

- долгое удержание тонометра на поверхности роговицы деформирует и размазывает отпечаток, создает ложное впечатление о более низком ВГД.

Ограничения метода. Блефароспазм, светобоязнь и нарушения фиксации, в том числе нистагм, являются факторами, которые делают исследование почти невозможным. Значительные ошибки апланационная тонометрия может давать после рефракционной хирургии со значительным градиентом кривизны роговицы (насечки, лазерная хирургия гиперметропии), у пациентов с кератоконусом и кератэктазиями, рубцовой деформацией роговицы после ранений.

При измерении ВГД апланационными тонометрами могут встречаться ошибочные измерения, связанные с особенностями роговицы — в этом случае к оценке результатов тонометрии следует подходить с учетом этих особенностей и корректировать данные (табл. 7).

Учитывая лежащее положение во время измерения, у пациентов с избыточной массой тела ВГД может определяться повышенным из-за флеботензионных механизмов. У таких пациентов возможно повторить измерение в положении полусидя, принимая во внимание влияние положения тела пациента на величину ВГД.

**Влияние состояния роговицы на результаты измерения ВГД по Гольдману
(Терминология и руководство по глаукоме EGS, 2014)**

Состояние роговицы	Ошибочно высокое ВГД	Ошибочно низкое ВГД
Тонкая		+
Толстая	+	
Отек		+
Избыток слезы		+
Недостаток слезы	+	
Рефракционная хирургия		+

Бесконтактная пневмотонометрия. Бесконтактные тонометры (рис. 42) — автоматические приборы, измеряют ВГД путем обработки информации о смещении световых рефлексов на роговице после кратковременного удара сжатым воздухом по ее поверхности. Смещение световых рефлексов зависит от сопротивления роговицы потоку воздуха, которое, как и при апланационной тонометрии зависит от свойств роговицы и внутриглазного давления. Преимуществом этих аппаратов является быстрота и простота использования, отсутствие необходимости анестезии, бесконтактность. Проведение этого исследования можно доверить среднему медперсоналу.



Рис. 42. Пневмотонометры

Исследование на пневмотонометре похоже на рефрактометрию. Пациент усаживается, и прибор настраивается под него так же, как и при рефрактометрии. Контактные линзы перед пневмотонометрией снимаются. Каждый глаз исследуется отдельно.

Взор пациента должен быть зафиксирован на яркой фиксационной метке внутри прибора, обычно зеленого цвета. Глаза во время исследования должны быть широко открыты, для этого не стоит прибегать к удерживанию века пальцем — это исказит данные. Приступая к измерению, пациенту следует объяснить, что он почувствует легкий хлопок воздуха

в области глаза. Точное выравнивание прибора по горизонтали выполняется перемещением джойстика вправо и влево, а также по вертикали вверх и вниз для достижения нужного фокуса на роговице. Джойстик следует перемещать так, чтобы глаз пациента оказался в центре монитора. Далее джойстик нужно перемещать по горизонтали или вертикали, чтобы установить цель внутри зрачка и слегка приблизить прибор к пациенту. Как только прибор видит цель, если он находится в автоматическом режиме, он выстреливает воздух и выводит полученные значения ВГД на экран. В ручном режиме, при появлении на экране цели в готовом к удару воздушном виде, необходимо нажимать на кнопку. Необходимо провести не менее 3 измерений, так как ВГД варьирует из-за колебаний кровенаполнения в течение сердечного цикла. После того, как измерено ВГД на одном глазу, переходят к исследованию второго. Нажатие на кнопку распечатки выводит полученные данные на бумагу.

Стоит помнить, что измерение ВГД происходит «здесь и сейчас», и данные ВГД у пациента, измеренные через час, могут измениться.

Обозначения, которые можно прочесть на распечатке (рис. 43):

- L/Left (OS) — левый глаз;
- R/Right (OD) — правый глаз;
- mmHg — единицы измерения ВГД —

миллиметры ртутного столба, ниже приведены измеренные значения ВГД;

– AVG — среднее значение ВГД на основе проведенных измерений (в мм рт. ст.);

Нормативные показатели ВГД для пневмотонометров находятся в пределах от 10 до 22 мм рт. ст.

Ограничения исследования:

- отсутствие фиксации взора;
- отсутствие доступа к глазу с полным или частичным прикрытием роговицы (птоз, отек век, блефароспазм и др.);
- патология поверхности роговицы, плотные бельма роговицы;
- субатрофия глаза;
- недостаточность слезной пленки: может не измерять ВГД или завышать данные. Рекомендуется проводить исследование у пациентов после применения искусственной слезы;
- отделяемое в конъюнктивальном мешке;
- ОРВИ, в том числе коронавирусная инфекция: пневмотонометр создает взвесь частиц слезы в воздухе.

NAME			
04_OCT_2025		PM 04:06	
		NO. 0005	
SN: 2868916			
TONO. DATA			
		mmHg	AVG.
R	25		25
L	14		14
TOPCON			

Рис. 43. Распечатка данных бесконтактного тонометра

Транспальпебральная тонометрия. В транспальпебральных тонометрах (рис. 44) используется принцип оценки ВГД, основанный на определении упругости оболочек глаза при динамическом воздействии на глаз тела с определенной кинетической энергией через веко в области склеры. В тонометре имеется шток, который при опускании тонометра на веко дозировано движется, взаимодействуя с упругой поверхностью глаза через веко, и прибор вычисляет ВГД по скорости его движения. Рабочий наконечник прибора имеет опоры в виде двух выступов, что позволяет устранить демпфирующие свойства века, а также фиксировать положение тонометра относительно глазного яблока во время измерения. Зона воздействия штока прибора приходится на участок склеры, соответствующий *сонопа ciliaris* в меридиане 12 часов.



Рис. 44. Транспальпебральный тонометр

К преимуществам прибора можно отнести его портативность и отсутствие контакта со слизистой оболочкой глаза. Дезинфекция наконечника прибора проводится салфеткой с этиловым спиртом.

Показаниями к транспальпебральной тонометрии являются:

1. Скрининг ВГД.
2. Контроль и домашний контроль ВГД у пациентов с глаукомой.
3. Противопоказания к апланационной или бесконтактной тонометрии.
4. Другие случаи необходимости измерения ВГД.

Противопоказаниями являются воспалительные заболевания, рубцы и деформации века, а также случаи выраженной патологии склеры и конъюнктивы в зоне воздействия тонометра.

Во время исследования пациент должен либо сидеть, либо лежать, но для измерения обязательно необходимо горизонтальное положение головы. В положении сидя голова пациента должна упираться на подголовник кресла, а при его отсутствии пациент садится на край стула, опираясь спиной на его спинку, а голову на время измерения откидывает назад до горизонтального положения. Лежа пациент укладывается так же, как при измерении апланационным тонометром.

Для проведения исследования расположите прибор наконечником вниз и кратковременным нажатием кнопки РАБОТА включите его, при этом на дисплее отобразятся символы «≡» и «888». Далее фиксируйте взгляд пациента с помощью пальца руки пациента или предмета обстановки так, чтобы взгляд был направлен под углом 45°. Расправьте верхнее веко

пациента пальцем свободной руки, не допуская растягивания его и не оказывая давления на глазное яблоко так, чтобы между краем верхнего века и лимбом была видна узкая полоска склеры, не более 1 мм. Расположив руку с тонометром на лбу пациента, плавно опустите его наконечник вертикально на веко так, чтобы передняя часть наконечника, не касаясь ресниц, находилась как можно ближе к ресничному краю верхнего века, до появления характерного звука вибрации штока индикатора, сопровождающего процесс измерения ВГД. В этот момент не надавливайте прибором на глазное яблоко и не допускайте смещения века на роговицу, удерживая тонометр неподвижно до окончания звука вибрации штока. По окончании вибрации уберите тонометр и посмотрите значения ВГД. На дисплее отобразятся символы оценки ВГД «1» (нормальное давление) или «0» (высокое давление), а также непосредственно значение ВГД.

Если информация на дисплее отображается в мигающем режиме, и отображается символ «Р», оценку ВГД следует считать ошибочной. Через несколько минут можно повторить исследование.

Нормативные показатели ВГД при этом методе измерения соответствуют таковым при измерении тонометром Маклакова.

Ошибки. К завышению ВГД приводят сдавливание шеи тесным воротником, длительное запрокидывание головы при патологии шейного отдела позвоночника, расположение края века выше лимба более, чем на 1 мм, выворот века при интенсивном его оттягивании.

К занижению ВГД приводят негоризонтальное положение головы, неправильное положение тонометра, когда передняя часть наконечника располагается кзади от ресничного края века на 1 мм и более или прибор отклоняется от вертикального положения, а также в случае, если край века во время измерения заходит на роговицу.

СУТОЧНАЯ ТОНОМЕТРИЯ

Суточная тонометрия как метод исследования суточных колебаний офтальмотонуса был впервые предложен А. И. Масленниковым в 1904 г. и неоднократно усовершенствован другими исследователями.

При суточной тонометрии определяется тип суточной кривой ВГД и другие индивидуальные особенности колебаний офтальмотонуса.

Показаниями для проведения суточной тонометрии является наличие колебаний ВГД выше нормативных значений (офтальмогипертензия), наличие у пациента симптомов, подобных глаукоме, либо уточнение состояния суточной кривой ВГД на фоне назначенного лечения при установленной глаукоме.

При проведении суточной тонометрии ВГД измеряют 2 раза в сутки: в 6–8 ч и в 18–20 ч, с интервалом 12 часов между измерениями. Можно

измерять ВГД 3 раза в сутки, с измерением ВГД еще один раз в 12–14 ч дня. Минимальная длительность измерений составляет 3–4 дня, оптимальная — 7–10 дней. Могут применяться другие вариации измерений: каждые 2 часа в течение суток, включая ночное время, каждые 2–3 часа с 8.00 до 16.00.

Наиболее информативным будет измерение ВГД с помощью апланационного тонометра, может применяться мониторинг ВГД с помощью сенсора в контактной линзе.

При анализе результатов измерений обращают внимание на следующие показатели:

1. Тип кривой ВГД: утренний (повышение ВГД преимущественно в утренние часы), вечерний (повышение ВГД преимущественно в вечерние или дневные часы), двугорбый (присутствуют два пика ВГД в течение суток), неправильные колебания ВГД в течение суток, стабильная кривая (без заметных колебаний). Тип кривой ВГД влияет на подбор лечения при глаукоме.

2. Уровень кривой: чем выше уровень ВГД в пределах кривой, тем больше вероятность развития глаукомного повреждения. При выявлении значительных колебаний ВГД в течение первых измерений (превышающих 32 мм рт. ст.), исследование продолжать до 7–10 дней не рекомендуется, необходимо назначать лечение существующего состояния в связи с высоким риском глаукомного повреждения зрительного нерва (рис. 45).

	OD	OS
Утро	<i>по Маклакову</i>	
Вечер		
Утро		
Вечер		
Утро		

Рис. 45. Измеренная тонометром Маклакова суточная тонометрия (неполная). При глаукоме если показатели ВГД ведут себя, как у данного пациента, продолжать измерение в течение нескольких дней нецелесообразно

3. Среднее утреннее, дневное и вечернее ВГД — указывает на среднее состояние офтальмотонуса в течение суток.

4. Максимальное и минимальное ВГД: при диагностике глаукомы неоднократное превышение нормальных популяционных значений может указывать на наличие характерных для глаукомы проблем гидродинамики

глаза. Единичные пики ВГД могут быть связаны с артефактами и погрешностью измерений (недостаточный контакт с площадкой тонометра, напряжение мышц глаза, давление на веки и др.), временной гиперсекрецией жидкости (эндокринные нарушения, водная нагрузка, прием алкоголя и др.).

5. Среднюю и максимальную суточную амплитуду ВГД: в норме амплитуда суточных колебаний обычно не превышает 6 мм рт. ст., однако большая амплитуда колебаний еще не является признаком глаукомы, а может быть индивидуальной особенностью секреции внутриглазной жидкости.

6. Амплитуду размаха ВГД в пределах кривой в целом: чем больше амплитуда колебаний ВГД, тем выше вероятность поражения зрительного нерва и прогрессирования глаукомы [12].

Гониоскопия

Гониоскопия — это метод осмотра угла передней камеры глаза, задняя стенка которого образована радужкой и цилиарным телом, а в передней стенке расположена дренажная система глаза.

При обычной биомикроскопии угол передней камеры скрыт за полупрозрачной частью роговицы и не визуализируется, в то же время информация о строении и патологических изменениях структур угла передней камеры глаза очень важна для диагностики и лечения заболеваний и повреждений глаза, особенно глаукомы.

Для гониоскопии используется щелевая лампа, реже офтальмоскоп, и специальный прибор — гониоскоп, имеющий одну или несколько наклонных зеркальных граней, позволяющих визуализировать структуры угла передней камеры с противоположной от зеркала стороны. Исследование является контактным, для его проведения необходима эпibuльбарная анестезия и наличие иммерсионной среды (геля) для обеспечения хорошей визуализации структур угла и облегчения скольжения гониоскопа по поверхности глаза. В качестве иммерсионной среды можно использовать глазные капли или физиологический раствор, но это требует определенного навыка: раствор, обладающий низкой вязкостью, быстро выливается. Главными условиями успешного проведения гониоскопии являются прозрачность роговицы и влаги передней камеры, а также правильная установка гониоскопа на поверхность глаза.

Существует большое количество модификаций гониоскопов. Современные гониоскопы подразделяются на прямые и непрямые, в зависимости от того, наблюдается ли угол передней камеры непосредственно через линзу или предварительно отражается в зеркале гониоскопа (рис. 46).

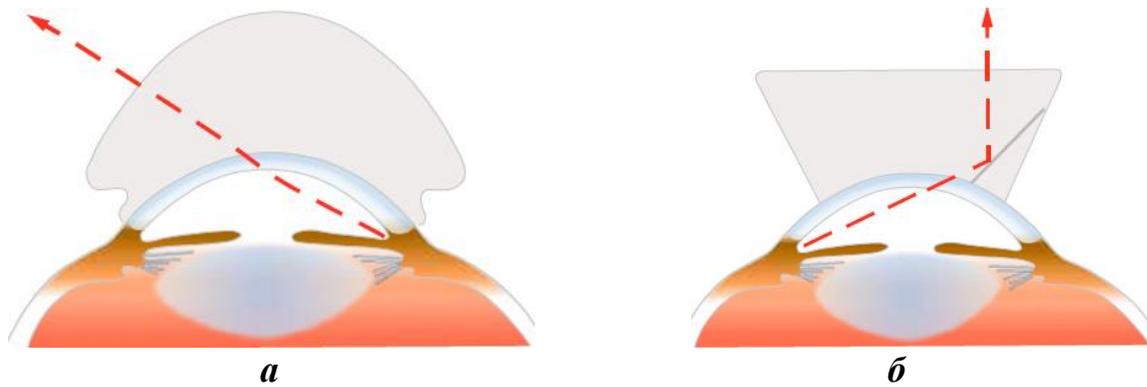


Рис. 46. Гониоскопы (EGS Terminology and Guidelines for Glaucoma, 5th edition):
a — прямой; *б* — непрямой

Прямые гониоскопы (Коеппе, Layden, Worst, Swan-Jacob): при исследовании пациент лежит на спине, угол передней камеры наблюдается непосредственно через линзу в прямом виде с хорошим увеличением, что удобно для исследователя и каких-либо манипуляций. Однако такая линза требует большого увеличения при использовании лупы с подсветкой или портативной щелевой лампы. При использовании для наблюдения прямого офтальмоскопа необходимо добавлять большие плюсовые линзы.

Непрямые гониоскопы (Posner, Zeiss, Sussman или Khaw 4-зеркальный, Краснова, Ван Бойнингена, линза Гольдмана и др.). Пациент исследуется на щелевой лампе, гониоскопы дают непрямое изображение угла передней камеры, но исследование выполняется быстрее, чем прямая во время рутинного офтальмологического обследования, и может проводиться одновременно с осмотром глазного дна.

Существуют цифровые приборы, с помощью линзы фотографирующие структуры угла передней камеры, однако они так же, как и гониоскопы, являются контактными приборами, требующими использования анестезии и геля.

В настоящее время для диагностики в нашей стране чаще используют трехзеркальную линзу Гольдмана как универсальную диагностическую линзу или четырехзеркальный гониоскоп (рис. 47).

Обе линзы достаточно легко помещаются на поверхность глаза, создают небольшую площадь контакта и легко поворачиваются.

Показания к гониоскопии: глаукома и подозрение на глаукому, офтальмогипертензия, травматические повреждения глаза, воспалительные и дистрофические заболевания сосудистой оболочки глаза, опухоли, наличие неоваскуляризации радужки неуточненного генеза, дислокация интраокулярной линзы и другие состояния, оказывающие влияние на состояние структур угла передней камеры.



a

б

Рис. 47. Гониоскопы:

a — четырехзеркальный гониоскоп; *б* — трехзеркальная линза Гольдмана

Перед исследованием проводится местная анестезия однократной инстилляцией 1–2 капель 1%-ного раствора тетракаина. Пациент усаживается перед щелевой лампой так же как при проведении биомикроскопии. На поверхность сухой чистой линзы гониоскопа, обращенной к глазу, наносится капля глазного геля (на основе метилцеллюлозы или гиалуроновой кислоты). Пациента просят посмотреть вверх, оттягивая нижнее веко и придерживая верхнее веко, затем быстро второй рукой устанавливают линзу на поверхность глазного яблока и просят пациента посмотреть прямо. Либо, раскрыв глазную щель, просят пациента смотреть вниз, устанавливают линзу и просят пациента посмотреть вверх. После установки линзы проводят контроль положения гониоскопа на роговице с помощью щелевой лампы. Прибор должен быть установлен таким образом, чтобы центр линзы совпадал с центром роговицы. Во время установки гониоскопа необходимо следить, чтобы под линзу не попал край века и ресницы. Если это произошло, и гель не вылился, можно попытаться под контролем зрения аккуратно высвободить веко из-под линзы, удерживая линзу. Если же гель вылился, процедуру необходимо повторить, предварительно удалив остатки геля с линзы и век пациента.

Осмотр проводится с вращением линзы для осмотра всех участков угла передней камеры. Гониоскоп при этом удерживается и вращается большим и указательным пальцами левой руки, правая рука при этом управляет щелевой лампой и по необходимости используется для перехватывания линзы при вращении. Если используется трехзеркальная линза Гольдмана, вращение проводится на 360°, осветитель и микроскоп при этом перемещают следом за вращением линзы. При избыточном надавливании на гониоскоп могут появляться складки роговицы, потертости на роговице и конъюнктиве, при недостаточном удержании линзы при вращении под линзу может засасываться воздух. При использовании гониоскопа Ван Бойнингена при

каждом положении линзы доступно осмотру сразу 4 квадранта угла передней камеры, и для детального осмотра всех структур достаточно повернуть его под 45° по отношению к первоначальному положению. Угол осветителя по отношению к микроскопу в верхнем и нижнем квадрантах составляет $15\text{--}30^\circ$. В боковых квадрантах угол между осветителем и микроскопом меньше — $5\text{--}10^\circ$, осветитель при этом располагают со стороны, противоположной зеркальному изображению угла. Увеличение, используемое во время гониоскопии — $16\text{--}25\times$.

Ширина щели при гониоскопии регулируется относительно цели исследования. При рутинном исследовании чаще используется широкая щель и диффузное освещение, для более детальной гониоскопии и получения информации о форме угла передней камеры используется прямое фокальное освещение с узкой щелью, при исследовании боковых квадрантов щель поворачивают в горизонтальное положение. Если необходимо уточнить реальную конфигурацию угла передней камеры, щель укорачивают, чтобы избежать засвета сетчатки и сужения зрачка во время исследования.

По окончании исследования пациента просят посмотреть вверх и вниз, слегка покачивая гониоскоп, или зажмуриться: при этом под линзу попадает воздух, и она легко отделяется от глаза. Если линза сильно присосалась, можно слегка надавить на глазное яблоко позади линзы через веко. После исследования закапывают капли с антисептиком.

Интерпретация результатов. При гониоскопии определяются следующие зоны и описываются следующие признаки (от центра к периферии, рис. 48):

1. Радужная оболочка: ее цвет, рисунок, тип строения, наличие патологических очагов, прикрепление, расположение относительно трабекулы, другие особенности.

Корень радужки в норме имеет 2–3 складки, допустима видимость отдельных крупных радиальных сосудов, которые теряются в ткани радужки.

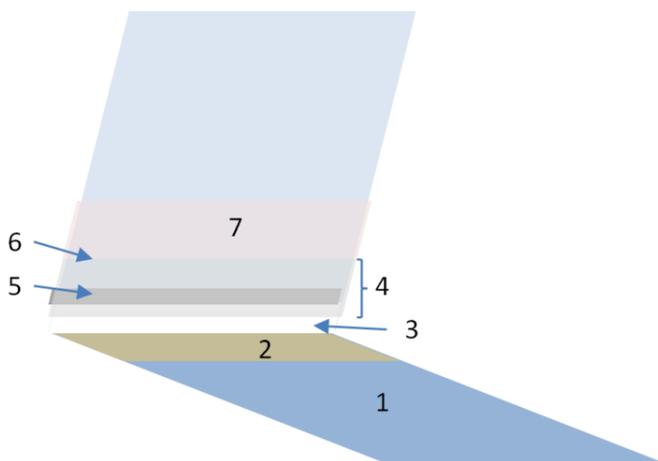


Рис. 48. Зоны угла передней камеры при гониоскопии

2. Полоса цилиарного тела: ее видимость, ширина, цвет, форма, васкуляризация. Имеет различную ширину, желтоватый, коричневатый или серый цвет (в зависимости от цвета глаз и возраста пациента), волнистый рельеф с исчерченностью.

У некоторых людей можно увидеть идущие поперек полосы цилиарного тела тонкие волокна гребенчатой связки. Она состоит из волокон радужки, имеет тот же цвет, что и радужка, ее волокна идут от корня радужки к трабекуле и доходят до области Шлеммова канала, в пожилом возрасте встречаются реже, чем в молодом.

3. Склеральная шпора: цвет, ширина, особенности строения. Полоса ярко-белого цвета с сухожильным оттенком — место прикрепления к склере меридиональной порции цилиарной мышцы. Склеральная шпора ограничивает сзади Шлеммов канал, представляя собой его заднюю стенку.

4. Корнеосклеральная трабекула: ширина, цвет, прозрачность, пигментация, васкуляризация. В норме просвечивающая полоска, чаще бледно-серая, желтоватая до белой, в оптическом срезе треугольная. Помутнение трабекулы и ее пигментация варьирует в зависимости от возраста пациента или заболевания глаза.

Степени пигментации трабекулы по А. П. Нестерову: отсутствие пигмента в трабекуле — 0 баллов, слабая пигментация ее задней части — 1 балл, интенсивная пигментация той же части — 2, интенсивная пигментация всей трабекулярной зоны — 3 балла, интенсивная пигментация всех структур передней стенки угла — 4 балла. В здоровых глазах пигментация появляется в среднем и пожилом возрасте, выраженность ее по данной шкале оценивается в 1–2 балла.

5. Шлеммов канал: цвет, ширина, пигментация, локализация изменений.

Венозный синус склеры визуализируется как серая тень, лежащая примерно в нижней части трабекулы, больше заметен при узкой щели. У большинства людей не виден. При избыточном надавливании гониоскопом и повышении давления в эписклеральных венах внутри канала может появляться кровь — тогда он резко контурируется за счет яркой окраски. Аналогичная картина наблюдается при гипотонии глаза и при патологическом повышении давления в эписклеральных венах.

6. Вырезка — углубление в месте перехода задней части переднего пограничного кольца Швальбе к трабекуле. В этой зоне могут обнаруживаться скопления пигмента, в зависимости от возраста пациента и характера патологического процесса.

7. Переднее пограничное кольцо Швальбе: ширина, цвет, пигментация, другие особенности. Полупрозрачная выпуклая часть роговицы в области лимба, выпуклость ее обусловлена соединительнотканью кольцом в месте, где заканчивается десцеметова оболочка.

В *заключении* описываются:

1. Доступность осмотру зон угла.
2. Форма бухты угла и степень ее сужения, уровень прикрепления радужки.
3. Локализация Шлеммова канала.
4. Степень пигментации структур угла.
5. Наличие патологических изменений и их локализация — синехий, неоваскуляризации, мезодермальной ткани и т. п.

Ширина угла передней камеры по Ван Бойнингену (1965):

1. Широкий или открытый угол в форме канавки или тупого клюва — видны все указанные выше опознавательные зоны, полоса цилиарного тела чаще представляется широкой.
2. Угол средней ширины в форме тупого или острого клюва — видны указанные выше образования, полоса цилиарного тела почти полностью прикрыта корнем радужки, трабекулярная зона открыта. Это 1-я степень сужения бухты угла.
3. Узкий угол: при наличии узкого угла опознавательные зоны видны максимально до склеральной шпоры, полоса цилиарного тела и склеральная шпора прикрыты корнем радужки, иногда оказывается частично прикрытой и зона корнеосклеральной трабекулы. Если прикрыта склеральная шпора — это 2-я степень сужения бухты угла, при прикрытии задней трети трабекулы — это 3-я степень сужения бухты угла.
4. Закрытый угол: радужная оболочка прикрывает все зоны и прилежит вплотную к переднему пограничному кольцу Швальбе.

В норме угол передней камеры неравномерный: нижние отделы угла, как правило, шире, верхние — уже. С возрастом у многих людей есть тенденция к сужению угла, однако блокады дренажа жидкости при этом в большинстве случаев не наступает.

Для дифференциального диагноза органического и функционального закрытия угла передней камеры применяется гониокомпрессия — проба Форбса. Если при надавливании на гониоскоп угол приоткрывается, показывая все зоны, сужение его является функциональным, если не открывается — закрытие угла органическое. Также дифференцировать функциональное закрытие угла помогает проба с поворотом взора: когда при повороте глаза в сторону, противоположную исследуемому углу, визуализируются все зоны угла, сужение также является функциональным.

Противопоказаниями к гониоскопии являются:

1. Острый и хронический конъюнктивит, блефаро-конъюнктивит.
2. Гнойный дакриоцистит и каналикулит.
3. Кератит любой этиологии.
4. Проникающие ранения глаза.

5. Послеоперационный период офтальмологических операций (выполняется не ранее чем через 1–2 недели после операции).

6. Помутнение или отек роговицы у лимба — относительное противопоказание, связанное с плохой визуализацией.

БИОМИКРОСКОПИЯ ГЛАЗНОГО ДНА

Биомикроскопия глазного дна или осмотр с фундус-линзой относится к обязательным и дополнительным методам исследования, согласно клиническим протоколам. Проводится это исследование с помощью щелевой лампы в двух вариантах — бесконтактным и контактным способом. В обоих случаях это исследование требует хорошего мидриаза, особенно при контактном варианте осмотра, относительной прозрачности сред и затемнения. Бесконтактный вариант может выполняться без мидриаза, но площадь обзора при этом способе ограничена, в то время как при достаточном мидриазе составляет 30–40°.

Для биомикроскопии **бесконтактным способом** не требуется местной анестезии. Исследование похоже на бинокулярную офтальмоскопию: изображение, которое мы получаем, стереоскопическое и перевернутое, но, в отличие от офтальмоскопии, есть возможность исследования структур глазного дна со щелью, с большим количеством подробностей. Яркость света при биомикроскопии больше, чем при офтальмоскопии, поэтому исследование не рекомендуется проводить дольше нескольких минут во избежание фотоповреждения.

Осмотр осуществляется чаще всего с помощью линз +90 D и +78 D (рис. 49), но существуют линзы для биомикроскопии в диапазоне от 60 D до +132 D. Практически все эти линзы являются биасферическими, таким образом, нет разницы, какой стороной их держать. Как при офтальмоскопии, чем меньше диоптрийность линзы, тем больше увеличение, но большинство рутинных осмотров выполняются с линзой +90 D.

Линзу при осмотре держат двумя пальцами — большим и указательным, остальные пальцы можно использовать для удержания века или для фиксации руки на налобнике щелевой лампы. При осмотре правого глаза желательно использовать левую руку, при осмотре левого — правую и пользоваться специальной подставкой для локтя. Ширину щели выставляют любую, но при более узкой щели изображение четче и меньше бликов.



Рис. 49. Линзы для биомикроскопии глазного дна

Начинают осмотр при малых увеличениях (10–16×), при наблюдении четкой картинке и необходимости рассмотреть подробности, увеличение можно повысить. В отличие от офтальмоскопии, при биомикроскопии линза не движется, ее необходимо удерживать на расстоянии 5–10 мм от роговицы пациента и центрировать на области зрачка, добиваясь четкости изображения движением рабочей части щелевой лампы вперед и назад. Регулируя расстояние до глаза пациента, необходимо поймать розовый рефлекс, а затем — добиться четкой картины глазного дна, можно для этого немного подвинуть линзу. Для детального осмотра всех доступных участков глазного дна в фиксированном положении глаза щелевую лампу несколько смещают вверх, вниз и в стороны, затем пациента просят поменять позицию взора, осматривая таким образом все доступные участки. Крайняя периферия для осмотра таким способом недоступна, но весь задний полюс глаза и средняя периферия могут наблюдаться во всех подробностях.

Для бесконтактного осмотра может также использоваться линза, которая есть в комплектации некоторых щелевых ламп — линза Хруби.

Исследование с фундус-линзой **контактным способом**. Этот способ похож на гониоскопию. При этом применяются та же трехзеркальная линза Гольдмана, которая используется при гониоскопии, а также другие типы линз, используемые для лазерной хирургии: панфундус-линза, линза Майнстера.

Обычно линзу Гольдмана используют для уточнения диагностических данных и подробного изучения патологических участков с большим увеличением. Центральная часть линзы обеспечивает качественную визуализацию заднего полюса, а три наклонных зеркала в ней — разных участков периферии. Малое зеркало обеспечивает визуализацию крайней периферии сетчатки, а также зоны цилиарного тела (при достаточном расширении зрачка) и угла передней камеры, среднее — зоны вблизи экватора глазного яблока, большое — зоны средней периферии. Изображение при этом является прямым. То есть участки, которые видны в зеркале линзы, находятся ровно напротив зеркала, и то, что видно вверху, находится вверху, а внизу — соответственно, внизу.

Для исследования используется малое увеличение (10–16×). Вначале осматривается задний полюс, затем последовательно средняя периферия, экватор и крайняя периферия. Во время исследования линза поворачивается вокруг своей оси на 360°, как и при гониоскопии. Чтобы расширить зону обзора, можно слегка смещать линзу в разных направлениях или просить пациента немного поворачивать глаз, но таким образом, чтобы под линзу не попал воздух и не нарушился контакт ее с роговицей.

Противопоказания у данного способа осмотра сходны с гониоскопическим исследованием.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ ГЛАЗНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ ТЕСТ ЗЕЙДЕЛЯ

Выполняется в ходе биомикроскопии переднего отрезка глаза, реже — офтальмоскопии с применением флуоресцеина.

Флуоресцеин — это водорастворимый оранжево-красный краситель, который в офтальмологии используется для ангиографии и окрашивания базальной мембраны роговичного эпителия, а также постановки различных проб. При воздействии коротковолнового света флуоресцеин излучает свет с большей длиной волны, в желто-зеленой части спектра, что делает заметным участки, где он накапливается или вымывается.

Для биомикроскопии с флуоресцеином используется кобальтовый светофильтр, глазные капли, содержащие 2%-ного флуоресцеин натрия или тест-полоски, пропитанные флуоресцеином (рис. 50).

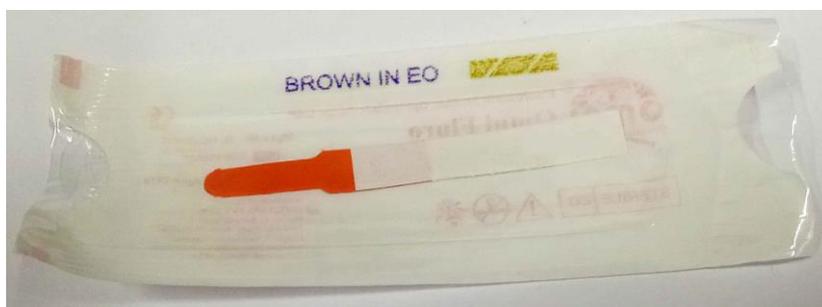


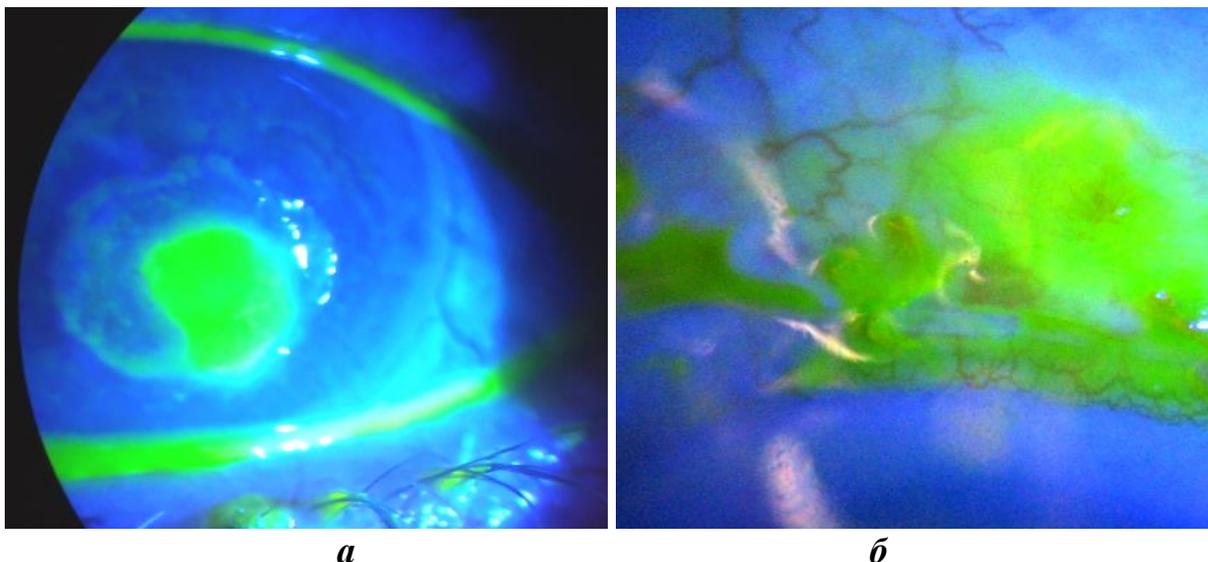
Рис. 50. Тестовая полоска с флуоресцеином

Тест-полоски перед исследованием смачиваются глазными каплями и помещаются в нижний свод конъюнктивы, либо под местной анестезией 1%-ным раствором тетракаина полоску прикладывают к поверхности глаза в интересующей зоне. Для получения равномерного распределения флуоресцеина необходимо попросить пациента поморгать после внесения красителя в конъюнктивальный мешок.

Если целью является обнаружение дефектов эпителия, лишний краситель лучше смыть каплями — тогда мелкие повреждения эпителия будут более заметны (рис. 51, а). Метод позволит легко обнаружить ссадины роговицы, вызванные травмой, мелкие прозрачные инородные тела, язву роговицы, поражение роговицы при синдроме сухого глаза или дендритные поражения, типичные для герпетического кератита.

Проба Зейделя (рис. 51, б) проводится для обнаружения проникающих ран глазного яблока и наружной фильтрации послеоперационных ран по истечению внутриглазной жидкости. Он проводится без вымывания флуоресцеина, лучше всего — при нанесении его с помощью тест-полоски на место, где предполагается наружная фильтрация. При этом в месте, где имеется просачивание внутриглазной жидкости, на ярко светящемся

желто-зеленом фоне возникает размытие красителя. В этом случае проба считается положительной. Если истечения жидкости не наблюдается — проба отрицательная.



а

б

Рис. 51. Флуоресцеиновые пробы:

а — окрашивание дефекта эпителия; *б* — положительная проба Зейделя

При отрицательной пробе можно слегка нажать через верхнее веко на глазное яблоко — в случае, если отверстие есть, но закрыто тканями, оно активируется и появится истечение жидкости. В случае если при нажатии истечение жидкости не появилось, проба действительно может считаться отрицательной.

Противопоказанием для применения флуоресцеина является аллергия на него, известная аллергия на сульфаниламиды, антибиотики, анафилактический шок и бронхоспазм в анамнезе, поскольку один из распространенных побочных эффектов этого препарата — аллергические реакции.

ТЕСТ ШИРМЕРА

Используется для оценки слезопродукции.

Для проведения теста необходимы узкие (5 мм) тестовые полоски из фильтровальной бумаги и линейка или специальные градуированные тестовые полоски, которые могут быть пропитаны красителем, меняющим цвет под воздействием слезы, стерильные и не стерильные (рис. 52).

Тестовая полоска перегибается на расстоянии 5 мм от конца под углом 45 градусов. Короткий конец ее закладывается за нижнее веко на границе наружной и средней трети глазной щели, анестезия при этом не используется. Пациент прикрывает глаза. Через 5 минут полоска извлекается и измеряется длина увлажненной части, начиная от сгиба. В случае

градуированной полоски считаются показатели. Если полоска промокла на 10 мм и более, это расценивается как норма, на 5–10 мм — как умеренное снижение слезопродукции, менее чем на 5 мм — как выраженное снижение слезопродукции.



Рис. 52. Тестовые полоски для проведения пробы Ширмера

При очень обильном слезотечении во время теста, когда полоска очень быстро промокает на всю ее длину, тест может повторяться в условиях анестезии — для исключения рефлекторного слезотечения.

Тест показан при нарушении слезопродукции, подозрении на нарушение слезопродукции, птеригиуме, симблефароне и рубцовых изменениях конъюнктивы, хронических конъюнктивитах, хроническом кератите и кератопатии, дегенерациях роговицы, помутнениях роговицы, глаукоме, длительном применении глазных капель, компьютерном зрительном синдроме.

ТЕСТ НОРНА — ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РАЗРЫВА СЛЕЗНОЙ ПЛЕНКИ

Является еще одним тестом с использованием флуоресцеина. Проводится без использования анестезии во время биомикроскопии с использованием кобальтового фильтра. Противопоказания соответствуют другим флуоресцеиновым тестам, показания те же, что у теста Ширмера.

После закапывания раствора флуоресцеина или внесения в конъюнктивальный мешок тест-полоски с флуоресцеином пациент несколько раз моргает, чтобы распределить краситель по поверхности роговицы, а затем старается не мигать максимально возможное время, пока врач наблюдает с помощью щелевой лампы и синего светофильтра поведение слезной пленки, наполненной флуоресцеином, на поверхности роговицы. Измеряется время, прошедшее от последнего мигания до появления темных пятен (разрывов слезной пленки) на фоне равномерной желто-зеленой окраски остальной поверхности роговицы (рис. 53).

В норме время разрыва слезной пленки составляет более 10 секунд. Незначительным снижением считается время от 5 до 10 секунд, и время менее 5 секунд считается резко укороченным.

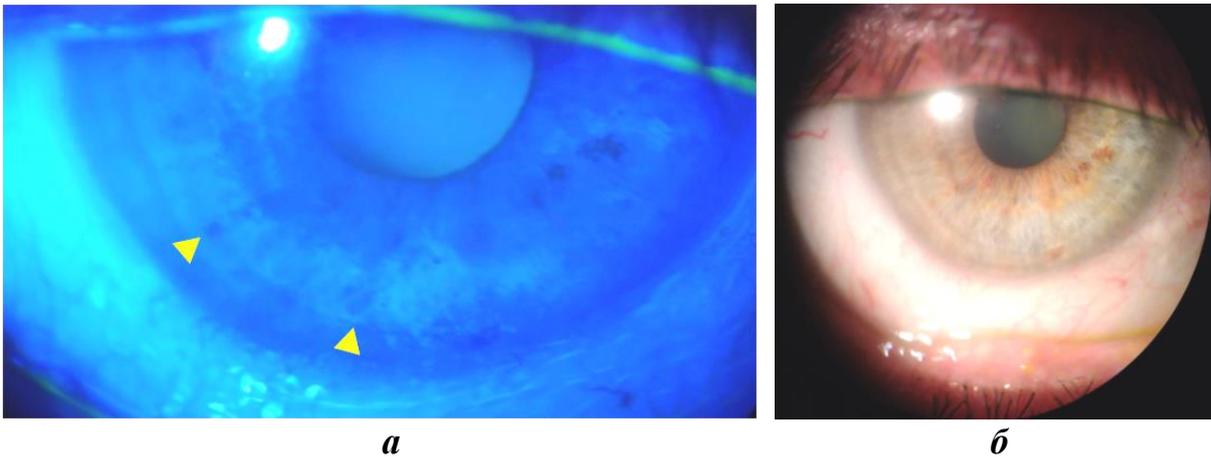


Рис. 53. Тест Норна у пациента с кератопатией на фоне хронического блефарита и длительного лечения глаукомы:
а — разрывы слезной пленки обозначены желтыми стрелками; *б* — внешний вид глаза

Разрывы слезной пленки выглядят как темные пятна (желтые стрелки). Имеется прокрашивание дефектов эпителия в нижней части роговицы, в центральной части роговицы слезная пленка отсутствует. Проба Норна резко укорочена.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ СЛЕЗНЫХ ПУТЕЙ: КАНАЛЬЦЕВАЯ И СЛЕЗНО-НОСОВАЯ ПРОБА

Обе пробы являются флуоресцеиновыми. Противопоказания к ним те же, что и к другим флуоресцеиновым пробам.

Показанием к проведению является неуточненный характер слезотечения. Канальцевая проба применяется для исследования функции слезных канальцев, которые в норме должны обеспечивать обновление слезы в конъюнктивальном мешке в течение 5 минут. Слезно-носовая проба применяется для уточнения проходимости слезно-носового канала до принятия активных мер по промыванию и зондированию слезных путей.

Обе пробы могут проводиться одновременно. В конъюнктивальный мешок вносится флуоресцеин любым из вышеописанных способов. Если у пациента возникает слезотечение, промакивать слезу нельзя, чтобы не уменьшить количество красителя. При нормальной присасывающей функции слезных канальцев уже через 1–2 минуты слезная жидкость начинает обесцвечиваться. Этот процесс лучше всего наблюдать с помощью щелевой лампы и кобальтового фильтра.

При сохранной проходимости слезных путей флуоресцеин обнаруживается через 3–5 минут на предварительно внесенном в нос пациента тампоне или появляется на салфетке, если попросить пациента высморкаться.

ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ ГЛАЗНОЙ ЩЕЛИ И ЭКСКУРСИИ ВЕК

Проводится при нарушении положения век любого происхождения.

Ширина глазной щели измеряется линейкой как расстояние между нижним краем верхнего века до края нижнего века в его центре. В норме это расстояние составляет 8–10 мм.

Измерение экскурсии век имеет значение для определения функции леватора верхнего века при птозе.

Экскурсию века измеряют по перемещению верхнего века из крайнего нижнего положения в крайнее верхнее при выключении действия лобно-затылочного апоневроза, которое достигается прижатием брови и лобной мышцы. Пациент сначала смотрит вниз, врач в этот момент прижимает бровь пациента и прикладывает линейку к веку таким образом, чтобы начало ее делений находилось на уровне края верхнего века. Затем пациента просят посмотреть вверх, и определяется, на сколько переместился край верхнего века.

В норме экскурсия верхнего века составляет 13 мм и более. Удовлетворительной считается 10–12 мм, слабой — 7–9 мм, очень слабой — 4–6 мм, отсутствием функции леватора — 0–3 мм.

ИЗМЕРЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПТОЗА

Величина птоза измеряется по расстоянию от края верхнего века до центрального светового рефлекса на роговице при взгляде прямо (MRD-1).

В норме расстояние от края века до центрального рефлекса составляет 4,0–4,5 мм. Если это расстояние менее 3 мм, это указывает на наличие птоза.

Если край верхнего века находится на уровне светового рефлекса роговицы, то $MRD-1 = 0$ мм, если выше середины зрачка — $MRD-1$ имеет положительное значение от +1 и выше, если ниже середины зрачка — имеет отрицательное значение.

Птоз легкой степени — при $MRD-1 + 1,5$ мм и более, умеренной — при $MRD-1 + 0,5$ мм, и тяжелой степени — при $MRD-1$ ниже 0,5 мм.

ТЕСТ СИМПСОНА

Тест для дифференциального диагноза глазной миастении при птозе или сужении глазной щели.

Пациент смотрит вверх 1–2 минуты, не поднимая головы и не моргая, для устойчивого сокращения леватора верхнего века. Опущение одного или обоих век, а также невозможность смотреть вверх указывает на вероятную миастению.

Тест является частью комплексной диагностики миастении, но не является однозначно подтверждающим этот диагноз.

ИССЛЕДОВАНИЕ РОГОВИЧНОГО РЕФЛЕКСА (КЕРАТОЭСТЕЗИОМЕТРИЯ)

Показания: кератиты, дистрофия, рубцы и помутнения роговицы, атрофия зрительного нерва, аккомодационные нарушения, неуточненные боли в области глаза, подозрение на поражение тройничного нерва.

Пациент смотрит прямо, а врач в этот момент слегка прикасается к роговице кончиком ватного тампона (можно его слегка вытянуть в виде волоска), бумажной полоской (можно использовать тест-полоски для пробы Ширмера) или направляет на роговицу легкое дуновение воздуха. Важно, чтобы пациент не видел предмета, который подносится к глазу — дотрагиваться до роговицы нужно, заводя предмет с темпоральной стороны к центру роговицы. В норме возникает мигательный рефлекс.

Можно проводить тест лежа: при этом врач должен удерживать верхнее веко пациента, и при нормальной чувствительности роговицы в момент касания роговицы тестовым предметом возникает поворот глаза кверху.

Отсутствие чувствительности роговицы свидетельствует о поражении волокон тройничного нерва на любом уровне и при кератите является одним из симптомов, подтверждающих его нейротрофическую или герпетическую природу.

ПУПИЛЛОМЕТРИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЗРАЧКОВОГО РЕФЛЕКСА

Пупиллометрия — это метод исследования, измеряющий размер зрачка и его изменения в разных условиях освещения.

Пупиллометрия может осуществляться вручную — с помощью калибратора или линейки или с помощью аппаратов, которые имеют функцию пупиллометрии. Как правило, все эти приборы имеют в своем составе инфракрасную камеру, фиксирующую состояние зрачка. К таким приборам относятся автоматизированные периметры, фундус-камеры, авторефрактометры и др.

Пупиллометрия важна для исследования зрачкового рефлекса, которое показано при птозе верхнего века, сужении глазной щели, анизокории, подозрении на синдром Горнера, неврите зрительного нерва, отеке и атрофии зрительного нерва.

В норме максимальное сужение зрачка на свет наступает в течение 1 секунды. При дальнейшей адаптации к свету он может постепенно расширяться. Различают прямую реакцию (исследуемого глаза) и содружественную (парного глаза).

Существуют также другие зрачковые реакции:

1. Связанные со зрительными функциями:

а) реакция на свет — сужение;

- б) реакция на аккомодацию и конвергенцию — сужение;
- в) реакция на поворот глаз в сторону — расширение;
- г) при смыкании век — сужение.

2. Обусловленные реакциями цереброспинальных центров:

а) сужение:

- во сне;
- при обычном выдохе;
- при раздражении вестибулярного аппарата;
- в агонии;
- при тактильном и болевом раздражении конъюнктивы и роговицы, кожи век;

б) расширение:

- эмоциональное и физическое напряжение;
- при глубоком выдохе;
- при резком повороте взора в сторону;
- на большой высоте;
- при воздействии громких звуков;
- при боли, тактильном раздражении слизистой глотки, носа, евстахиевой трубы, общем физическом напряжении;
- максимальное расширение зрачков — арефлексия при наступлении смерти.

3. Вызванные воздействием медиаторов — вегетотропных препаратов.

Для понимания исследования зрачкового рефлекса нужно иметь понятие о пути зрачкового рефлекса (рис. 54).

Афферентная часть пути представлена автономными волокнами в составе зрительного нерва, которые идут в нем совместно с волокнами светового пути до определенного момента. Поэтому поражение зрительного нерва всегда сказывается на зрачковом рефлексе. Вместе с волокнами светового пути эти аксоны совершают перекрест в хиазме, затем идут к клеткам претектальной области в среднем мозгу, где переключаются на промежуточные нейроны (интернейроны), далее совершают еще один частичный перекрест и вступают в ядра Якубовича–Эдингера–Вестфала.

Эфферентная часть пути зрачкового рефлекса включает в себя 2 нейрона. 1-й нейрон (преганглионарный) находится в ядре Якубовича–Эдингера–Вестфала, из которого попадают в орбиту в составе глазодвигательного нерва, волокна в составе нижней его ветви вступают в ресничный узел, где находится 2-й нейрон (постганглионарный). Волокна ресничного узла в составе коротких цилиарных нервов проникают в глазное яблоко, где образуют сплетение в супрахориоидальном пространстве, из которого осуществляется иннервация сфинктера зрачка мелкими веточками в виде 70–80 секторов постанглионарных безмиелиновых волокон.

Таким образом, оба зрачка всегда работают синхронно, и при нарушении в области афферентной части дуги всегда будет одновременно страдать зрачковая реакция обоих глаз, в то время как при поражении эфферентной части дуги будет страдать только та сторона, где имеется проблема.

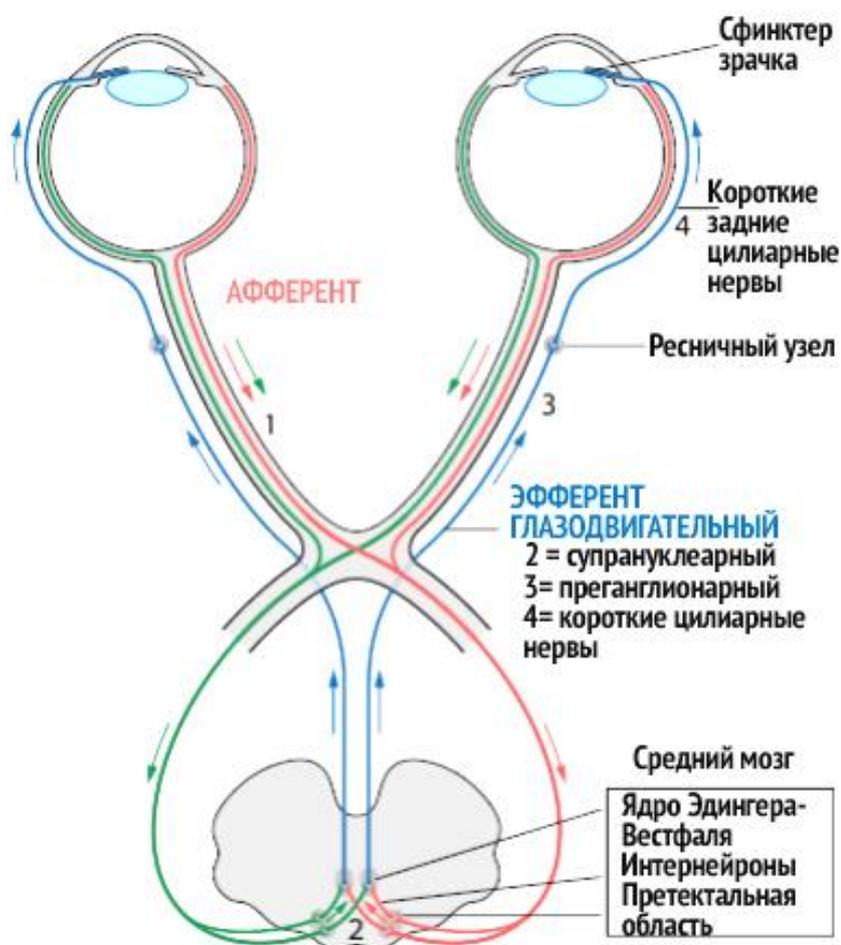


Рис. 54. Дуга зрачкового рефлекса

Для рутинного исследования зрачкового рефлекса необходимы: фонарик или офтальмоскоп, затемненное помещение, калибратор или линейка для измерения диаметра зрачка, светофильтр нейтральной плотности с поглощением 30–40 % (или возможность регулировать свет фонарика), щелевая лампа. Предварительно уточняем анамнез: принимал ли пациент какие-либо фармакологические средства/глазные капли в последнее время? Обычно на этом этапе может выясниться причина анизокории, например, фармакологическая блокада одного из зрачков. Далее исследование выполняется пошагово:

Шаг 1: Исследование реакции на свет. Все тесты проводятся в затемненном помещении. Пациент смотрит вдаль, лучше всего на какой-то объект на противоположной стене (чтобы исключить миоз на аккомодацию), стоять напротив пациента нельзя, он должен хорошо видеть этот объект.

Оба глаза освещаются с позиции ниже линии визора так, чтобы пациент видел за пределами источника света, и не фокусировался на нем, а оба глаза были одинаково освещены. На этом этапе выявляется анизокория. Если она выявлена, можно сразу переходить к шагу 4, или провести остальные тесты.

Шаг 2: Сравнение диаметра зрачков. Если в предыдущем шаге выявлена анизокория, тест повторяется на сильный бинокулярный световой стимул. Или можно комбинировать оба шага: оба глаза освещаются с позиции ниже зрительной оси, затем источник света приближается к глазам, при этом нужно следить, симметричны ли оба зрачка и достаточно ли они оба сужаются.

Шаг 3: Тест переменного освещения. Сравняются афферентные зрачковые ответы. Взгляд пациента фиксирован на удаленном объекте, источник света располагается ниже линии взгляда, примерно под 45° (чтобы пациент видел за пределами источника света). Каждый глаз освещается по 2–3 секунды, источник света быстро переводится на второй глаз и спустя 2–3 секунды возвращается обратно. Этот процесс повторяется 4–5 раз, так как зрачковые реакции могут значительно варьировать, при необходимости — больше. При вялой реакции медленная смена освещения позволяет достичь более заметной реакции, тогда как при живой реакции более информативна быстрая смена освещения.

На этом этапе выявляется афферентный зрачковый дефект или относительный афферентный зрачковый дефект — состояние, при котором на пораженном глазу отсутствует прямая зрачковая реакция и отсутствует содружественная реакция на втором, непораженном глазу, при сохранении нормальной прямой реакции на свет на непораженном глазу (рис. 55).

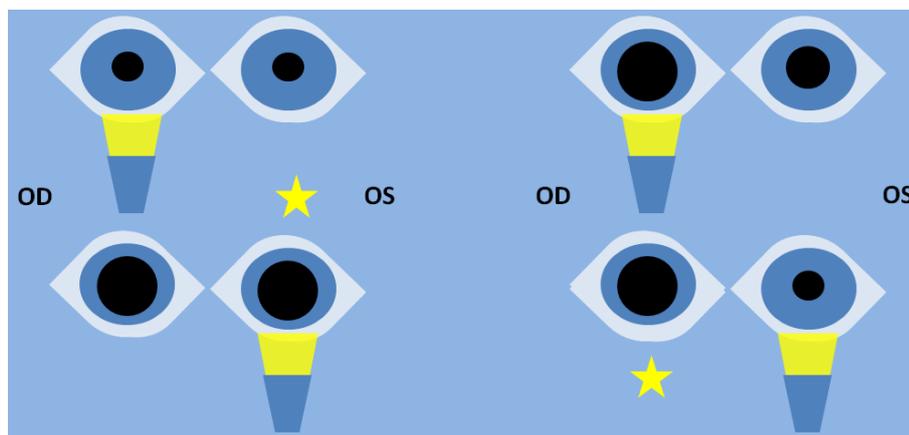


Рис. 55. Схема выявления относительного афферентного зрачкового дефекта. Глаз, на котором присутствует афферентный дефект, обозначен звездочкой

Ошибки переменного освещения:

– различие в расстоянии и углах освещения одного глаза по отношению ко второму;

– различие во времени освещения одного глаза по отношению ко второму;

– изменения фиксации взора пациента или аккомодации во время исследования;

– стимулы как слишком яркие, так и слишком тусклые. При очень интенсивном освещении слабо выраженный относительный афферентный зрачковый дефект может быть упущен — зрачок всегда будет сужаться максимально вне зависимости от состояния афферентного пути.

В случае если не ясно, имеет ли место афферентный зрачковый дефект, можно использовать нейтральный светофильтр с поглощением 30–40 %, расположив его перед источником света. В случае, если дефекта нет, искусственно созданный дефект возникает на глазу, где используется светофильтр, и мигрирует на второй глаз при перемещении, а при наличии реального дефекта — не мигрирует. Можно также увеличить расстояние до источника света или дозировано уменьшить его яркость.

Шаг 4: Исследование патологических изменений. Включает проведение полного офтальмологического и неврологического обследования и обязательную периметрию для уточнения уровня поражения зрительного пути. Исследование на щелевой лампе исключает патологические изменения радужки, влияющие на ширину зрачка. При необходимости проводятся тесты на дилатацию зрачка и фармакологические пробы [13].

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦВЕТООЩУЩЕНИЯ

Цветовосприятие у людей опосредовано множеством механизмов, локализующихся как в сетчатке, так и в головном мозгу. Известно, что цветовое зрение имеется уже в 2-месячном возрасте, несмотря на то, что зрительные функции у детей на первом году жизни значительно отличаются от таковых у взрослых.

Сетчатка большинства млекопитающих содержит два типа колбочек, обеспечивающих восприятие света в определенном спектральном диапазоне. Человеческая сетчатка содержит три типа колбочек: S-колбочки, чувствительные к коротковолновому, сине-фиолетовому диапазону, M-колбочки, максимально чувствительные к зеленой части спектра и L-колбочки, чувствительные к длинноволновому свету в красной части видимого спектра. Каждый вид колбочек наиболее чувствителен к свету определенной длины волны, однако воспринимает и ближние к пиковой длины волн. Дифференциальная стимуляция разных типов колбочек создает цветовую ось между красным и зеленым, а также возможность отличать синий от зеленого и желтый от красного, что позволяет воспринимать смешение цветов спектра.

Чувствительность колбочек к разным диапазонам длин волн обусловлена различием опсинов, светочувствительных рецепторных белков, свя-

занных с G-белком. Первым этапом преобразования воздействия света в электрохимический сигнал является фотоизомеризация ретиналя (альдегидная форма ретинола), который активирует связанный опсин. Опсины S-колбочек кодируются на хромосоме 7, тогда как опсины M и L-колбочек расположены рядом на X-хромосоме (связаны с полом), почти идентичны и могут подвергаться гомологичной рекомбинации, что лежит в основе изменений нормальной спектральной чувствительности в красной и зеленой областях. Поэтому нарушения цветоощущения в красном и зеленом диапазоне встречаются намного чаще у мужчин, чем у женщин, а дефекты опсина S-колбочек встречаются гораздо реже, чем M- и L-колбочек.

Помимо чувствительности к хроматическим зрительным стимулам, колбочки обеспечивают восприятие контраста, локальных отличий центрального сигнала от окружающего фона, что создает основу для разделения спектра цветов. При передаче информации далее в латеральном колленчатом ядре таламуса обрабатывается величина вкладов противоположных колбочковых сигналов и передается в первичную зрительную кору. В первичной зрительной коре происходит дополнительное разделение и обработка яркости цвета и цветового контраста. Кроме того, имеется потенциальное нисходящее взаимодействие височно-теменной коры со зрительными областями, а также значительную роль в обработке цвета играет затылочно-вентральная кора, поскольку поражение именно этой зоны связано с ахроматопсией и дисхроматопсией.

С учетом особенностей формирования хроматических изображений, оттенок, насыщенность и яркость как центрального объекта, так и фона сильно влияют на восприятие цвета, так что один и тот же цветовой стимул, представленный на разном хроматическом фоне, может восприниматься, как совершенно разные цвета, и распознаваться лучше или хуже.

Различают врожденные и приобретенные нарушения цветового зрения (табл. 8).

Таблица 8

Характеристика аномалий цветоощущения

Аномалия		Количество различаемых цветовых диапазонов			Ослаблена чувствительность на цвет
		Один	Два	Три	
Врожденная	Вид	Монохромазия	Дихромазия	Аномальная трихромазия	
	Форма	Ахроматопсия, отсутствует цвет	Протанопия	Протаномалия	Красный
			Дейтеранопия	Дейтераномалия	Зеленый
		Тританопия	Тританомалия	Синий	
Приобретенная		Варьирует			Варьирует

Заболевания и аномалии сетчатки, зрительного нерва, зрительных путей и зрительной коры могут вызывать нарушения цветового зрения, что вероятно как при проявлениях системной патологии, например, поражении сетчатки при диабете, так и при исключительно глазных заболеваниях (глаукома, катаракта). Приобретенные нарушения цветового зрения многообразны, могут быть выраженными в разной степени, как обратимыми, так и прогрессирующими, и сопровождаться различным состоянием зрительных функций, от нормального зрения до слепоты, в зависимости от причин.

Врожденный дефицит цветового зрения в большинстве случаев является результатом генетических аномалий, связанных с дефектами генов, отвечающих за зрительное восприятие. Среди врожденных нарушений цветоощущения выделяют монохромазию (ахроматопсию, цветовую слепоту), дихромазию (двухцветное зрение) и аномальную трихромазию (аномальное трехцветное зрение). При монохроматии цвета различаются как оттенки серого, какой-то отдельный цвет различить невозможно. При дихроматии человек различает цвет только в двух диапазонах спектра, в зависимости от этого различают протанопию (отсутствует восприятие красной части спектра), дейтеранопию (отсутствует зеленый диапазон) и тританопию (отсутствует синий). Зрение в этом случае ограничено оттенками двух цветов и градациями серого, при этом ситуативно такие люди могут верно определять цвет, если знают контекст, в котором он употребляется, но если цвет предьявляется вне его, возникают затруднения и ошибки. Аномальное трехцветное зрение подразумевает ослабление цветоощущения в одной из трех частей спектра по сравнению с нормальным. Аномальная трихроматия также подразделяется на три формы: протаномалия (дефицит красного), дейтераномалия (дефицит зеленого) и тританомалия (дефицит синего), каждая из которых в зависимости от степени выраженности дефицита цветового зрения подразделяется на типы А, В и С (сильная, средняя, слабая).

Аномалии цветоощущения в европейской популяции определяются у 0,5 % женщин и 8 % мужчин (5 % являются дейтероаномалами, 1 % протаномалами, 1 % дейтероанопами и 1 % протанопами), а 15 % женщин являются носителями аномальных генов (Deeb, Motulsky, 2005; Krastel, 1995). Тританомалии являются наиболее редким вариантом аномального цветового зрения, поскольку имеют аутосомно-доминантный тип наследования. Монохроматия является еще более редкой аномалией, наследующейся по аутосомно-рецессивному типу (Krastel, 1995).

Показаниями к исследованию цветового зрения являются заболевания сетчатки и зрительного нерва, а также экспертиза трудоспособности по некоторым специальностям, где важно цветовое зрение.

Диагностика нарушений цветового зрения с помощью цветowych таблиц использует принцип изохроматии, когда на цветном фоне, имеющем рисунок, изображены объекты (буквы, цифры или фигуры), которые отли-

чаются от фона по цвету, а по яркости сопоставимы с фоном. Поскольку человек с нарушением цветового зрения не может воспринимать цветовой контраст, он не может различить предъявляемый объект и фон. Некоторые из таблиц используют этот принцип в сочетании с принципом псевдоанизохромазии, когда на цветном узорчатом фоне расположены и объекты, отличающиеся от фона цветом, и объекты, отличающиеся от фона яркостью. В этом случае пациент с цветоаномалией будет видеть только объекты, отличающиеся по яркости.

Существует несколько вариантов цветowych таблиц для диагностики аномалий цветового зрения, из них наиболее используемыми являются таблицы Е. Б. Рабкина, таблицы Ш. Ишихары и таблицы Я. Штиллинга.

Правила пользования цветowymi таблицами. Во избежание искажения цвета таблиц и для исключения ошибок, как связанных с нарушением распознавания таблиц, так и с аггравацией и диссимуляцией, необходимо соблюдать следующие правила:

1. Таблицы не должны иметь никаких особых отметок, пометок, пятен, складок, потертостей и т. д.

2. К поверхности таблиц нельзя прикасаться ни исследователю, ни пациенту. При необходимости уточнения очертаний предъявляемого объекта, пациенту рекомендуется чертить его в воздухе или на отдельном листе бумаги.

3. Нельзя подвергать таблицы длительному воздействию света.

4. Нельзя хранить книгу при высокой влажности или повышенной температуре.

5. При скрининговых обследованиях с большим числом пациентов следует принимать меры, чтобы другие пациенты не слышали ответов или не видели таблиц, предъявляемых обследуемому.

6. Таблицы предъявляются с расстояния около 70–100 см от глаз пациента, вертикально, на одном уровне с глазами. Нельзя рассматривать таблицы под углом, на различных расстояниях и в движении.

7. При исследовании цветоощущения необходимо хорошее освещение (300–1000 лк белого света). Исследование лучше проводить при дневном естественном освещении или при использовании ламп с высоким индексом цветопередачи и отсутствием пульсации света. При естественном освещении следует избегать попадания на таблицы прямых солнечных лучей и образования бликов. Источник света необходимо располагать так, чтобы он не ослеплял пациента и не создавал бликов (пациент должен сидеть к нему спиной).

8. Время предъявления одной таблицы — не более 15 секунд. Для таблиц Рабкина рекомендуемое время предъявления одной таблицы — 5 секунд.

9. Во время исследования пациент может пользоваться собственными очками для дали.

10. Исследование обязательно проводить для каждого глаза отдельно — особенно это важно при приобретенных аномалиях цветового зрения, когда цветоощущение правого и левого глаза может отличаться.

11. При проведении исследования должны предъявляться все основные таблицы, сокращать исследование нельзя, так как от этого зависит точность определения типа нарушения цветоощущения.

12. Результаты исследования вносятся в таблицу для сравнения ответов пациента с эталонными ответами при различных вариантах цветоаномалий (обычно прилагаются к таблицам).

13. Чтобы избежать ошибок, все, кто работает с цветовыми таблицами, должны сами оценить свое цветовое зрение, чтобы знать, насколько им можно доверять при контроле ответов пациента.

14. В сомнительных и сложных случаях, например, при подозрении на симуляцию, возможно проведение исследования по дополнительным контрольным таблицам и таблицам других разработчиков, а также проведение дополнительных тестов и диагностических исследований. При диссимуляции, когда пациент стремится скрыть наличие у него аномалии цветового зрения, рекомендуется менять порядок предъявляемых таблиц [3, 4, 13].

ПЕРИМЕТРИЯ

Периметрия — метод исследования поля зрения. Поле зрения представляет собой спроецированное на плоскость пространство, видимое неподвижным глазом.

Анатомические границы поля зрения обусловлены положением глаза в орбите, глубиной передней камеры, шириной зрачка, а физиологические — состоянием зрительно-нервного аппарата глаза и состоянием зрительных центров головного мозга. Патологические процессы влияют не только на границы поля зрения, но и на состояние его внутри этих границ.

Методы периметрии можно разделить на те, которые отражают состояние периферической части поля зрения дальше 30° от точки фиксации, к ним относятся статическая и кинетическая периметрия, и те, которые отражают состояние центральных 30° поля зрения, к которым, помимо уже упомянутых, относятся микропериметрия и кампиметрия.

Нормальные наружные границы поля зрения: с носовой стороны 60° , с виска 90° , сверху 50° , снизу 70° . У детей дошкольного возраста границы поля зрения в норме на 10 % уже, чем у взрослых.

На состояние границ поля зрения влияют:

1. Анатомические и физиологические факторы: положение глаза в орбите (глубокая орбита сужает поле зрения), ширина зрачка (узкий зрачок

сужает границы поля зрения), состояние рефракции, состояние зрительно-нервного аппарата и зрительных центров, физическое и психологическое состояние пациента.

2. Внимание пациента — влияет на качество проведения исследования.

3. Состояние адаптации: при плохой адаптации к темноте тусклые объекты заметны хуже.

4. Величина и яркость объекта: чем ярче объект, тем заметнее.

5. Освещенность фона: чем ярче фон, тем хуже видно тусклый объект.

6. Скорость перемещения объекта: чем медленнее он перемещается, тем заметнее становится и тем легче его отследить.

Поскольку периметры — это приборы, в которых необходимо хорошо отличать тестовую точку небольшого размера от фона на близком расстоянии, большинство пациентов с аномалиями рефракции или пресбиопией требуют коррекции для близи для проведения исследования поля зрения (указаны в табл. 9).

Таблица 9

Поправки для коррекции остроты зрения вблизи при периметрии

Возраст, лет	Прибавка к очкам для дали, D
30–39	+ 1,0
40–44	+ 1,5
45–49	+ 2,0
50–54	+ 2,5
55–59	+ 3,0
Более 60, афакия	+ 3,25

Типы изменений поля зрения можно подразделить на изменения границ, выпадения части поля зрения и скотомы, слепые пятна (рис. 56).



Рис. 56. Типы изменения поля зрения

Дефекты поля зрения могут быть положительными, которые субъективно воспринимаются пациентом, и отрицательными, которые выявляются только при исследовании поля зрения. С другой стороны, они могут быть абсолютными, где светоощущение в области дефекта отсутствует полностью, и относительными, где есть ослабление зрительного восприятия в области дефекта по сравнению с окружающими участками. И одновременно они могут быть отрицательными абсолютными, которые пациент не воспринимает, например, при глаукоме, и положительными относительными, которые мешают пациенту, например, при ретробульбарном неврите.

У человека есть физиологические скотомы, которые при бинокулярном зрении субъективно не воспринимаются. К ним относятся слепое пятно и ангиоскотомы (рис. 57).

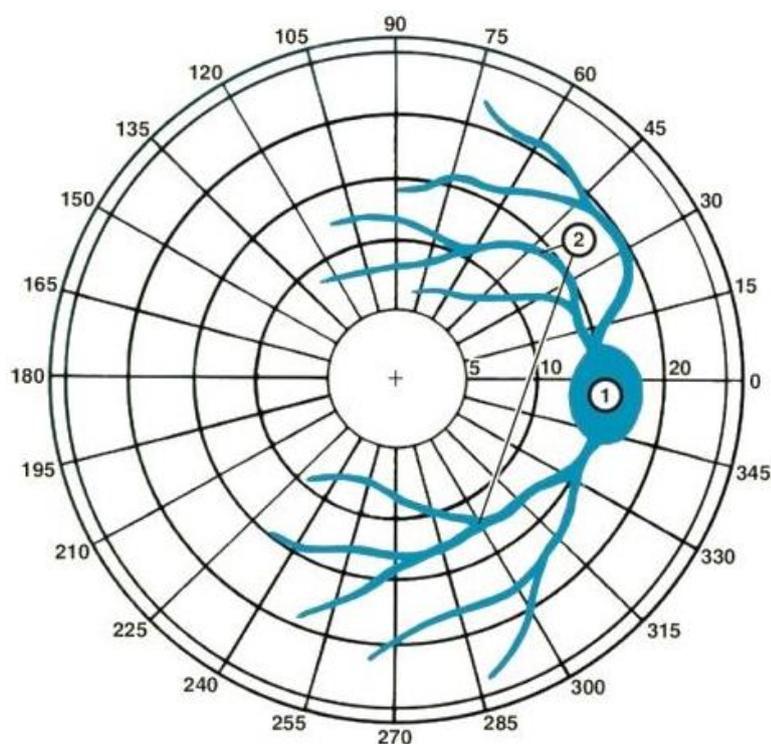


Рис. 57. Физиологические скотомы:
1 — слепое пятно; 2 — ангиоскотомы

Слепое пятно — скотома, соответствующая проекции зрительного нерва, расположена в 15° от центра в височной части поля зрения. Ангиоскотомы — лентовидные, напоминают ветви дерева, являются проекцией отдельных сосудов, всегда связаны со слепым пятном и становятся заметными при ярком освещении сетчатки, например, при осмотре глазного дна.

Патологические скотомы всегда анатомически обусловлены, локализация и глубина их зависит от уровня и степени поражения зрительной системы.

По форме различают скотомы (рис. 58):

- центральные;
- парацентральные;
- центрорекальные;
- перирекальные;
- кольцевидные;
- аркуатные;
- альтитудинальные и др.

Основная масса клеточных элементов сетчатки сосредоточена в области заднего полюса глаза, в пределах $30\text{--}40^\circ$ от точки фиксации, эта же зона составляет основной массив информации зрительной коре, соответственно, основная масса проводящих путей зрительного анализатора относится к этой зоне, и все дефекты поля зрения, связанные с поражением проводящих путей, проходят через точку фиксации, являются гемианопическими. Поэтому для большинства вариантов патологии достаточным является исследование состояния поля зрения в пределах центральных 30° . Для поражения зрительного нерва ишемического плана характерно секторальное поражение поля зрения, в том числе с формированием горизонтальной границы, для токсических и воспалительных поражений, сдавления зрительного нерва характерным типом скотом являются центральные и центрорекальные, вовлекающие слепое пятно. Для хиазмы характерным является битемпоральное гемианопическое поражение, для ретрохиазмальных поражений — одностороннее гемианопическое поражение поля зрения обоих глаз на стороне, противоположной патологическому процессу. Для глаукомы характерными являются аркуатные и парацентральные скотомы в зоне Бьеррума.

При выборе метода исследования поля зрения следует руководствоваться той предполагаемой информацией, которую мы надеемся получить. Так, для пациентов с глаукомой наиболее важным является исследование центрального поля зрения в 30° от точки фиксации, и в этом случае предпочтительным методом является автоматизированная статическая периметрия. Однако, в некоторых специфических ситуациях, например, при нейроофтальмологическом обследовании, когда важно получить информацию о состоянии периферического поля зрения, у пациентов с далеко зашедшей стадией глаукомы и некоторых других случаях, когда взаимо-

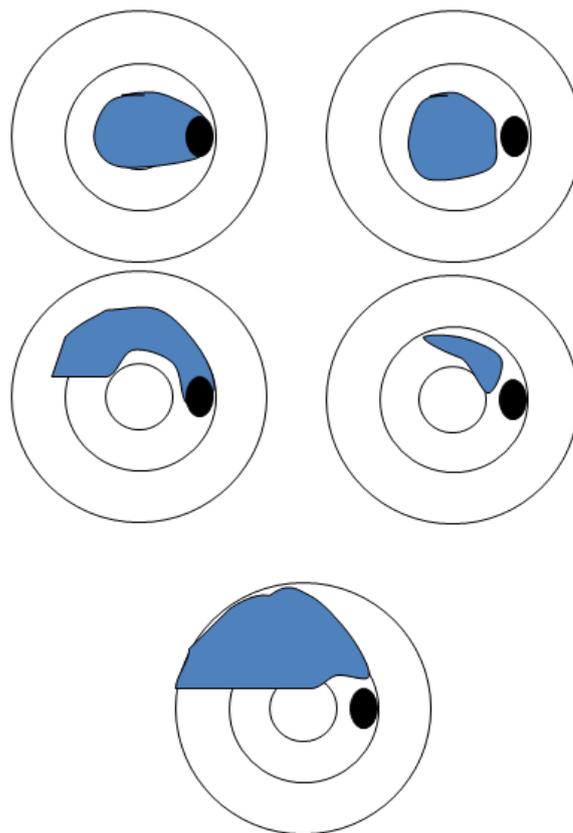


Рис. 58. Патологические скотомы

действие пациента с исследованием затруднено, предпочтительно использовать кинетическую периметрию.

Ограничениями проведения периметрии является отсутствие фиксации взора, отсутствие зрительных функций, ранний детский возраст (до 7 лет), интеллектуальные нарушения.

Кинетическая периметрия. Является более простым и более старым методом, проводится в случаях, когда более точная автоматизированная периметрия не может быть проведена, например, при низких зрительных функциях или очень узком поле зрения, а также в целях скрининга.

Приборы для ее выполнения включают ручные дуговые периметры (периметр Ферстера), проекционные периметры (дуговые), сферопериметры проекционные (сферопериметр Гольдмана) и автоматизированные периметры (анализаторы поля зрения) с функцией кинетической периметрии (рис. 59). Результаты кинетической периметрии очень вариабельны, обладают низкой воспроизводимостью, поскольку помимо человеческого фактора пациента при исследовании присутствует человеческий фактор медицинского работника, за исключением случаев, когда она выполняется на автоматизированном периметре.

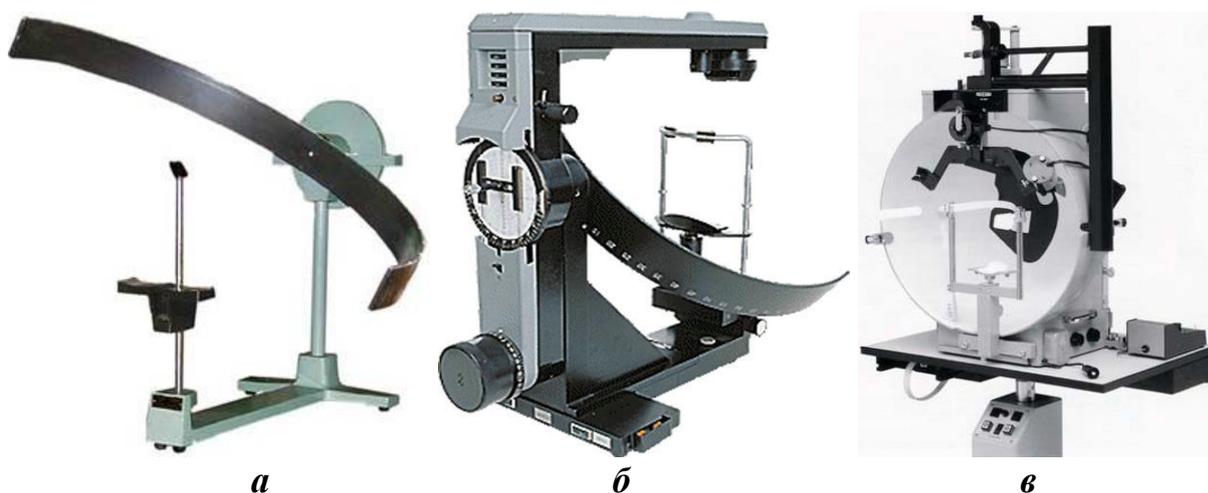


Рис. 59. Кинетические периметры:

a — ручной дуговой периметр; *б* — проекционный периметр; *в* — сферопериметр

Тест-объектом в этом методе исследования является световое или цветное пятно. Периметры, проецирующие световое пятно, должны стоять в затемненном помещении, периметры, использующие цветовую метку, например, ручной периметр, должны стоять в хорошо освещенном помещении. Величина, цвет и яркость объекта во всех периметрах может меняться в зависимости от цели исследования. При низких зрительных функциях, непрозрачных оптических средах кинетическая периметрия может выполняться с помощью крупного яркого объекта (V по Гольдману), либо в темном помещении со свечой или фонариком.

Чаще всего исследуются 8 меридианов, но минимально требуется не менее 4.

Для проведения исследования пациент усаживается перед аппаратом, глаз, который не будет исследоваться, закрывается щитком или светонепроницаемой повязкой. Голова пациента устанавливается в лицевой упор таким образом, чтобы подбородок устойчиво стоял на подбороднике, а лоб упирался в дугу лицевого упора. Если конструкция прибора подразумевает движущийся лицевой упор, он устанавливается таким образом, чтобы исследуемый глаз находился точно напротив фиксационной метки. Перед исследуемым глазом при необходимости коррекции аметропии устанавливается корригирующая линза. Пациенту объясняют, что во время исследования нужно смотреть точно на фиксационную метку и замечать «боковым зрением», если где-то в поле зрения появляется или исчезает использующийся в исследовании объект (тестовая метка ручного периметра, световое пятно в проекционных периметрах). Можно продемонстрировать пациенту, как выглядит объект, который он должен увидеть, и следует объяснить, что следить за ним нельзя.

Во время исследования медицинский работник медленно ведет тестовый объект вдоль исследуемого меридиана: обычно сначала исследуются горизонтальный и вертикальный меридианы, а потом косые меридианы. Во время исследования необходимо следить за фиксацией взора пациента и напоминать о том, что нужно смотреть на фиксационную метку при отклонении взора. В сферопериметре для оценки фиксации взора есть специальный окуляр, в дуговых периметрах отклонение взора оценивается при непосредственном наблюдении пациента. При отклонении взора во время исследования необходимо исследовать меридиан повторно. Начинать исследование всегда нужно из зоны, где пациент не видит, это повышает точность определения границ поля зрения и скотом, так как в этом случае он не может проследить за объектом. Границы поля зрения определяются путем движения объекта от периферии к центру, а при наличии большой скотомы уточнение ее размера проводят путем перемещения тестового объекта из центральной части скотомы к ее внешней границе.

Результаты периметрии фиксируются на специальном бланке (рис. 60) или рисуются от руки в карте пациента.

При использовании бланка удобно ориентироваться на изображенную на нем границу поля зрения, соответствующую норме. При отличии границ поля зрения пациента от нормальных разница заштриховывается. Скотомы, при их наличии, также штрихуются изнутри (рис. 61).

ПОЛЕ ЗРЕНИЯ

OD

Объект белый
---//--- красный
---//--- зеленый
---//--- синий

Фамилия
№
Дата

OS

Объект белый
---//--- красный
---//--- зеленый
---//--- синий

Фамилия
№
Дата

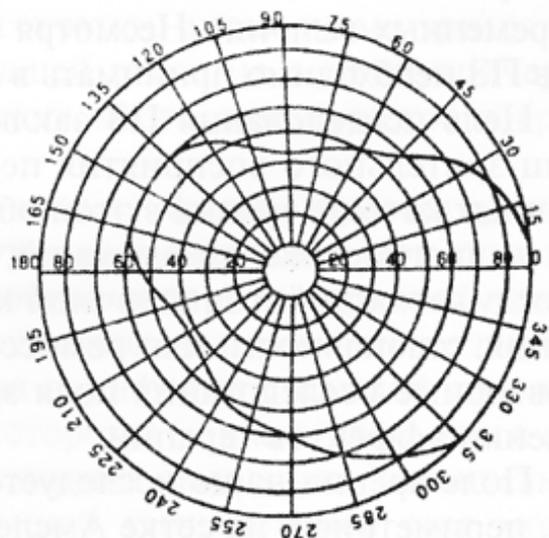
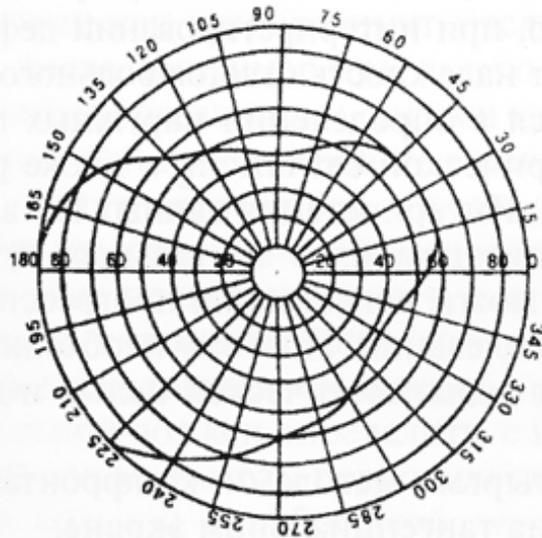


Рис. 60. Бланк для записи результата исследования поля зрения

ПОЛЕ ЗРЕНИЯ

OD

Объект белый
---//--- красный
---//--- зеленый
---//--- синий

Фамилия
№
Дата

OS

Объект белый
---//--- красный
---//--- зеленый
---//--- синий

Фамилия
№
Дата

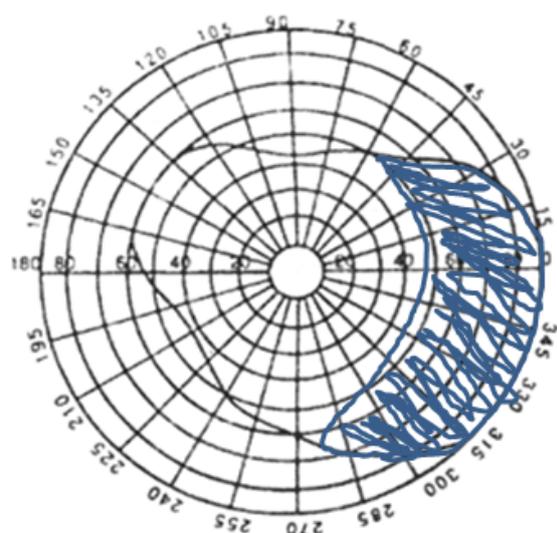
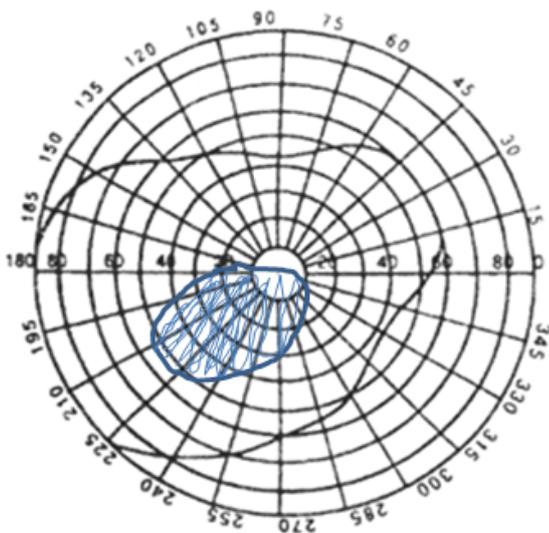


Рис. 61. Запись патологических изменений поля зрения на бланке

При отсутствии специального бланка для записи периметрии можно зарисовать в карте пациента меридианы и измеренные границы от руки. При этом все дефекты поля зрения также штрихуются (рис. 62).

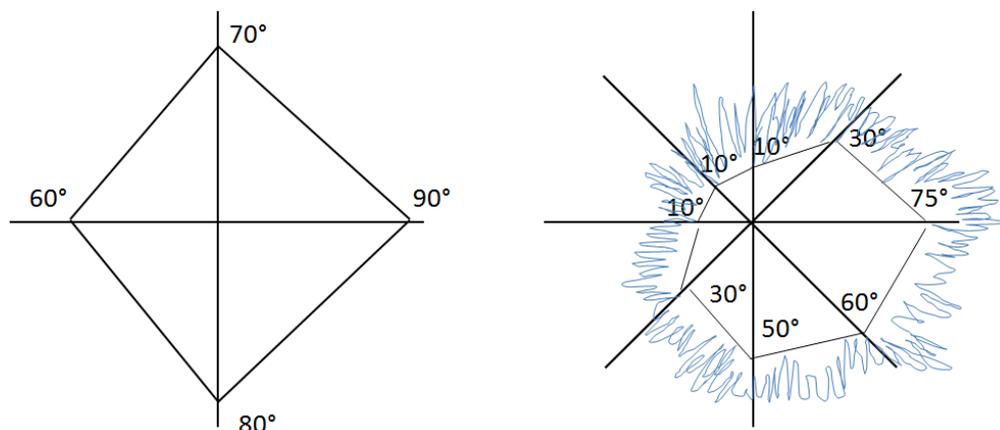


Рис. 62. Запись результатов исследования поля зрения от руки

При необходимости возможно исследовать поле зрения со сниженной яркостью объекта — это позволяет выявить изменения поля зрения, связанные с понижением контрастной и световой чувствительности. Таким образом можно выявить относительную скотому или изменение периферических границ поля зрения при катаракте.

Исследование поля зрения с цветным объектом — синим, красным, зеленым — позволяет уточнить возможную причину дефекта поля зрения. Цветные объекты лучше воспринимаются только ближе к центру, поэтому поле зрения на цвета обычно уже, чем поле зрения на белый цвет. Самым широким является поле зрения на синий цвет, самым узким — на зеленый. Сужение поля зрения на синий цвет более характерно для патологии сосудистой оболочки, на красный и зеленый — для проводящих путей. Нормативные значения для поля зрения на цвета приведены в табл. 10.

Таблица 10

Нормальные границы поля зрения на цвета

Цвет	Вверх	Кнутри	Книзу	Кнаружи
Белый	60	60	70	90
Синий	40	50	60	75
Красный	40	40	50	65
Зеленый	30	35	40	55

При проведении кинетической периметрии наиболее распространены следующие ошибки и артефакты (рис. 63):

1. Поле зрения в пределах нормы, в то время как клинические данные говорят обратное — пациент не смотрел на фиксационную метку и следил за объектом.

2. Поле зрения ограничено 10–30° центрального поля, без каких-либо видимых причин: пациент не понял инструкции и сообщал о появлении объекта только когда четко его видел, тестовый объект двигался слишком быстро, периметр был недостаточно освещен, очень узкий зрачок у пациента.

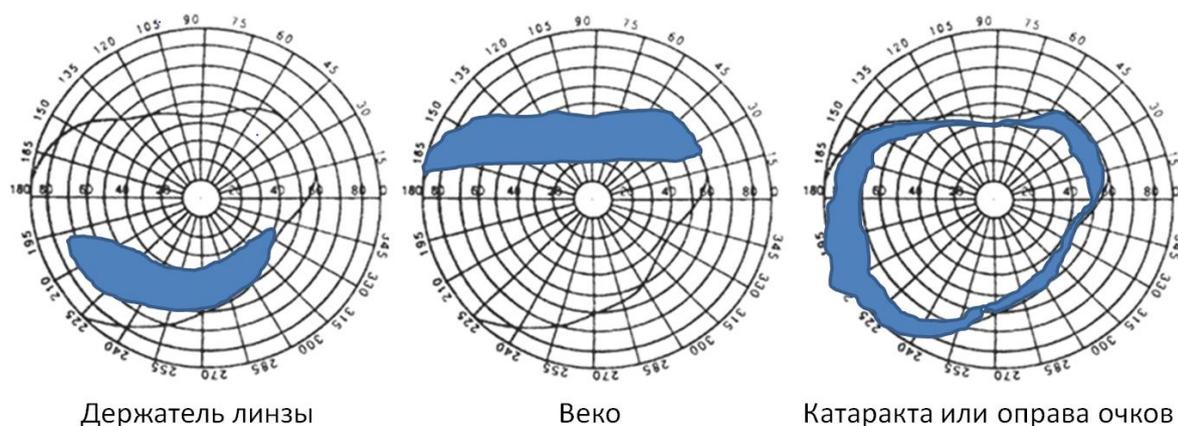


Рис. 63. Артефакты при кинетической периметрии

3. В нижней части поля зрения определяется дугообразная скотома: лицевой упор установлен на неправильной высоте, в поле зрения попадает держатель корректирующей линзы.

4. В верхней части поле зрения сужено в виде относительно горизонтальной границы — такие поля зрения часто определяются при птозе и сужении глазной щели.

5. Концентрическое сужение поля зрения на 10–15° (иногда больше) — может определяться при катаракте, узком зрачке или при попадании в поле зрения узкой очковой оправы.

Статическая периметрия. Статическая компьютерная периметрия или автоматизированная статическая периметрия является субъективным тестом, позволяющим исследовать, помимо состояния поля зрения, пороги светочувствительности сетчатки.

Принципы и концепция метода были разработаны Fankhauser и соавторами в 1972 г. на основе существующего сферопериметра Гольдмана. В настоящее время для аппаратов разработан ряд стратегий исследования, позволяющих получить максимум диагностической информации и при этом значительно сократить время исследования.

Несмотря на свое название, метод не является полностью автоматическим, компьютер выполняет только вспомогательную роль, предъявляя световые стимулы с заданными характеристиками в строго определенных точках. Результаты теста, таким образом, как и при кинетической периметрии, являются субъективными и зависят от качества взаимодействия пациента с аппаратом и точности его ответов на предъявляемые тестовые объекты.

В отличие от привычной картины границ поля зрения на плоскости при кинетической периметрии, автоматизированная статическая периметрия представляет трехмерное изображение состояния поля зрения. В качестве третьей, пространственной координаты выступает светочувствительность (измеряется в апостильбах (асб)) — аппарат определяет ее порог в каждой из точек поля зрения, заданных программой.

Как известно, физиологически светочувствительность сетчатки максимальна в области центральной ямки и постепенно снижается от центра к периферии. Если изобразить результаты теста в трех измерениях, возникает картина так называемого зрительного холма с «колодцем» на вершине, соответствующим области слепого пятна (рис. 64). Относительные скотомы при этом представляются локальными изменениями высоты, а абсолютные — «колодцами» в «склонах» зрительного холма.

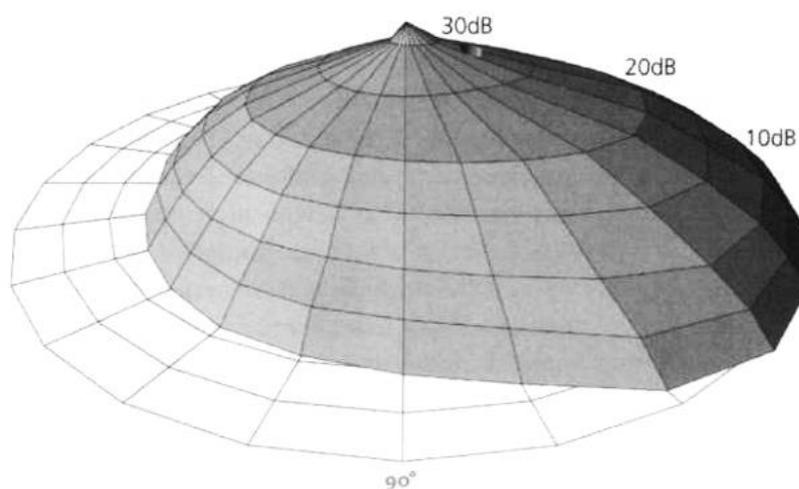


Рис. 64. Зрительный холм (по А. Heijl, V. M. Patella, 2002)

На высоту зрительного холма оказывают влияние состояние органа зрения пациента, в том числе связанное с возрастом снижение светочувствительности, аномалии рефракции и помутнение сред, а также условия проведения теста: уровень освещенности фона, размер, интенсивность и длительность стимула.

Поэтому для повышения воспроизводимости исследования в современных периметрах используются стандартные условия проведения тестов. Стандартная яркость фона составляет 31,5 асб (10 Кд/м^2). Использование такой яркости фона создает условия освещенности, близкие к мезопическим. Это уравнивает вклад палочек и колбочек в общую светочувствительность сетчатки, а также исключает необходимость проведения предварительной световой или темновой адаптации и устраняет влияние возможных световых помех. Однако в некоторых периметрах может использоваться и менее яркий фон.

Стимулы предъявляются аппаратом в случайном порядке, начиная от центра каждого из квадрантов, чтобы исключить возможность слежения за объектом. Также для исключения этой возможности, длительность стимула меньше, чем скрытое время произвольных движений глаз (в среднем, 250 мс), и для периметров Humphrey составляет 200 мс, Octopus — 100 мс (рис. 65).



Рис. 65. Автоматизированные статические периметры

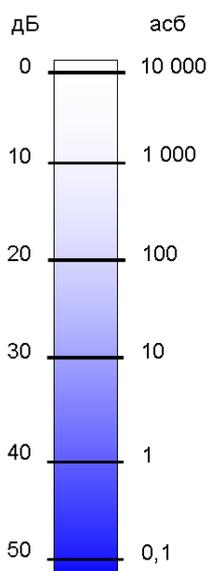


Рис. 66. Шкала соотношения интенсивности освещенности светового пятна и порогов светочувствительности

Размер светового пятна при стандартном исследовании составляет $0,43^\circ$, что соответствует объекту с размером III периметра Гольдмана, но имеется возможность проведения исследований и со стимулами большего размера, например, при низкой остроте зрения. Интенсивность белых стимулов является количественным критерием оценки светочувствительности в исследуемой точке и варьирует во время исследования. Для оценки порогов светочувствительности используются условные логарифмические единицы светочувствительности, 0,1 логарифмической единицы равна 1 децибелу (дБ). При возрастании пороговой яркости стимула от 0,08 до 10 000 асб световая чувствительность снижается с 51 до 0 дБ (рис. 66).

При проведении исследования порогов светочувствительности первоначальный стимул предъявляется с интенсивностью ярче порого-

вой, затем яркость светового пятна ослабляется с шагом в 3–4 дБ, до достижения состояния, когда он недоступен для восприятия. После этого яркость стимула увеличивается на 2 дБ до момента, когда он становится видимым.

Если же первый, надпороговый стимул не был распознан пациентом, яркость стимула в этой точке повышается с тем же шагом до момента, когда стимул будет замечен пациентом, а по достижении этого момента снова уменьшается на 2 дБ. За порог светочувствительности в исследуемой точке принимается последнее видимое значение яркости светового пятна. При повторных периметриях для ускорения исследования современные периметры принимают за основу данные предыдущего теста, и исходным выбирают стимул, который на 2 дБ ярче результата предыдущего теста.

Обязательные условия качественного проведения автоматизированной статической периметрии:

1. Наличие затемнения в помещении, где находится аппарат. Дополнительные источники света, освещающие сферу прибора, вызывают искажение результатов исследования, поскольку используется стандартизованное освещение фона и заданная яркость объектов.

2. Ширина зрачка пациента более 2 мм: при более узком зрачке возможно появление артефактов, поэтому пациентам с узким зрачком желательно перед исследованием закапать мидриатик и обеспечить необходимую коррекцию для близкого расстояния.

3. Наличие у пациента стойкой фиксации взора. К сожалению, современные периметры пока не позволяют проводить коррекцию результатов теста при нарушениях фиксации взора, однако позволяют осуществлять наблюдение за положением головы и глаз пациента и отслеживать точность фиксации взора. С целью уточнения состояния фиксации взора во многих автоматизированных периметрах используется тест слепого пятна (тест Heijl–Kraakau), во время которого в области слепого пятна во время исследования периодически предъявляется стимул максимальной яркости.

4. При наличии у пациента аномалий рефракции и пресбиопии для повышения точности результатов теста в ряде случаев необходимо проводить коррекцию во время исследования, так как 1 диоптрия некорригированной рефракции дает снижение светочувствительности в центральной области поля зрения на 1 дБ (рис. 67).

Методика проведения автоматизированной статической периметрии похожа на таковую при кинетической периметрии, но во время исследования пациент реагирует на световые стимулы, предъявляемые программой. Подготовка к исследованию проводится по тому же алгоритму, что и при кинетической периметрии, затем в компьютер периметра вводятся данные пациента (ФИО, возраст, пол) и запускается программа в соответствии с выбранным тестом. Если пациент видит тестовую точку, он нажимает

кнопку. Ввод данных пациента автоматически соотносит результаты его периметрии с базой данных, заложенной в приборе, что важно для последующей интерпретации результатов (табл. 11).

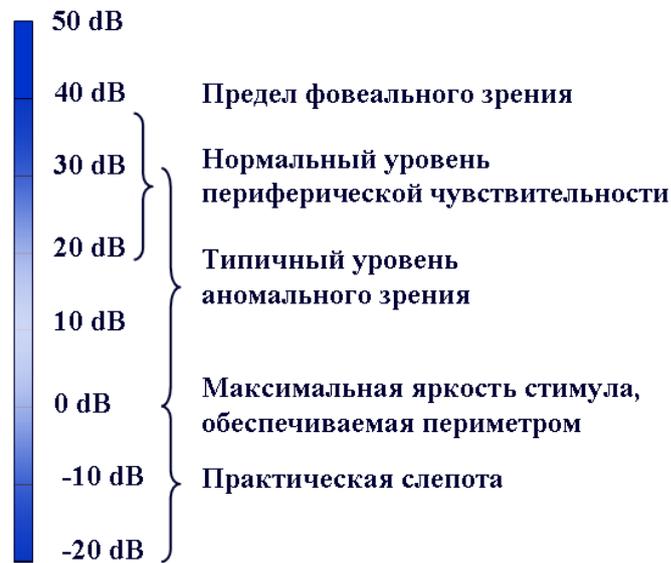


Рис. 67. Значения нормальных и аномальных порогов светочувствительности сетчатки

Таблица 11

Характер и локализация дефектов поля зрения при различных типах патологии

	Глаукома	Неврологические дефекты	Ретинальная патология
Характер дефекта в зоне 30°	– зоны Бьеррума; – относительные парацентральные скотомы; – назальные дефекты	– в большинстве гемианопические (проходят через точку фиксации); – имеют различную глубину	– глубокие, резко очерченные дефекты; – высоко воспроизводимые
Характер дефекта в зоне > 30°	малый процент дефектов	малый процент дефектов	имеет меньшее значение

В большинстве случаев при статической компьютерной периметрии может использоваться стандартный пороговый тест с исследованием центральной зоны поля зрения в 30° от точки фиксации.

В периметрах типа Humphrey используются следующие основные типы тестов:

1. *Центральное зрение:*

1) SITA Standard. Стандартный пороговый тест, требует 4–8 минут на каждый глаз:

– 30–2 — используется 76 точек, покрывающих 30 градусов центрального поля зрения в виде решетки с расстоянием между точками в 6 градусов;

– 24–2 — используется 54 точки, покрывающие 24 градуса центрального поля зрения, за исключением назальной части, где тестовые точки исследуются в зоне до 30 градусов.

Обе разновидности теста имеют сходную чувствительность и воспроизводимость результатов, потому выбор теста целиком зависит от предпочтений исследователя.

2) SITA Fast. Является разновидностью стандартного порогового теста, но проводится с использованием динамической стратегии, что ускоряет время исследования до 2–6 минут на каждый глаз. Размер шага при определении порога автоматически адаптируется к уровню светочувствительности и может изменяться от 2 дБ в зонах нормальной светочувствительности до 10 дБ в областях со сниженной светочувствительностью. Так же, как и SITA Standard, тест SITA Fast имеет две разновидности: 30–2 и 24–2, которые по количеству точек и зоне исследования соответствуют таковым SITA Standard;

3) 10–2 SITA Standard и 10–2 SITA Fast. Оба теста являются пороговыми и исследуют зону 10 градусов от точки фиксации с расстоянием между точками в 2 градуса. Зоной интереса в этом случае является макулярная область. Также тест может применяться при развитой стадии глаукомы, когда имеется очень узкое поле зрения, при этом могут быть использованы стимулы большего размера.

2. Периферическое зрение. Для исследования периферического поля зрения используются надпороговые тесты. Цель такого исследования достаточно далека от точной диагностики, поскольку проводится очень яркими стимулами, в то время как пороговые тесты используют более тонкие методы с целью определения тонких изменений.

Надпороговые тесты выполняют функцию скрининга, как правило, в экспертных случаях. Скрининговые тесты периферического поля зрения возможны в пределах 60 градусов от точки фиксации и могут исследовать от 68 до 246 точек.

Кинетическая периметрия используется в основном для водительской экспертизы и в тех случаях, когда взаимодействие пациента с пороговыми тестами затруднено. Бинокулярное поле зрения (тест Эстермана) используется для определения трудоспособности при наличии дефектов поля зрения.

3. Специальные тесты. SWAP (Short wavelength automated perimetry), коротковолновая периметрия или периметрия «синий на желтом». Проводится синими стимулами размера V по Goldmann на ярко-желтом фоне (100 Кд/м²). Имеется три разновидности: 30–2, 24–2 и 10–2, по количеству точек и зоне исследования соответствующие стандартным тестам с белыми стимулами. Считается более чувствительной, чем стандартная при некоторых типах патологии, таких, как глаукома и диабетическая ретинопатия,

однако данные последних исследований свидетельствуют, что при глаукоме чувствительность ее сопоставима со стандартными тестами.

Скрининговые тесты. Современные периметры типа Humphrey позволяют проводить укороченное исследование как центрального, так и периферического поля зрения с использованием ограниченного количества точек и специальных скрининговых стратегий, позволяющих оценить наличие, либо отсутствие дефекта поля зрения в зоне интереса. К примеру, для скрининга глаукомы может использоваться программа теста, исследующая всего 14 точек в области наиболее вероятного дефекта поля зрения — назальной ступеньки (Nasal Step), либо подобный тест, но с включением центральной области.

Существует три типа скрининговых стратегий:

1. Пороговый скрининг (Threshold-related screening strategy). Записывает тестовые точки как видимые, либо невидимые. Скрининг проводится при интенсивности стимула на 6 дБ ярче ожидаемого порога и точки, нераспознанные дважды при этой интенсивности считаются дефектами.

2. Скрининг трех зон (Three-zone screening strategy). Тестируемые точки трех типов: видимые, относительный дефект, абсолютный дефект. Скрининг проводится при интенсивности стимула на 6 дБ ярче ожидаемого порога, и точки, нераспознанные дважды при этой интенсивности, повторно тестируются стимулом 10 000 асб. Точки, видимые при этой яркости, обозначаются как относительный дефект, если же они остаются невидимыми, то принимаются за абсолютный дефект.

3. Скрининг определения дефектов (Quantify defects screening strategy). Скрининг проводится при интенсивности стимула на 6 дБ ярче ожидаемого порога. Точки, нераспознанные дважды, тестируются пороговым тестом. Глубина дефекта относительно ожидаемого порога представляется в децибелах.

Анализ результатов стандартного порогового теста проводится по следующему алгоритму. Протокол исследования на периметре типа Humphrey условно можно разделить на 8 зон (рис. 68).

Зона 1 содержит паспортные данные пациента и отображает условия проведения теста.

Зона 2 содержит данные об ошибках и длительности проведения теста (рис. 69). Ложно-позитивные ошибки (False POS Errors) указывают на фальшстарты, нажатие на кнопку в момент, когда не было стимула. Ложно-негативный тип ошибок (False NEG Errors) показывает, какой процент стимулов с большей яркостью пациент не распознал.

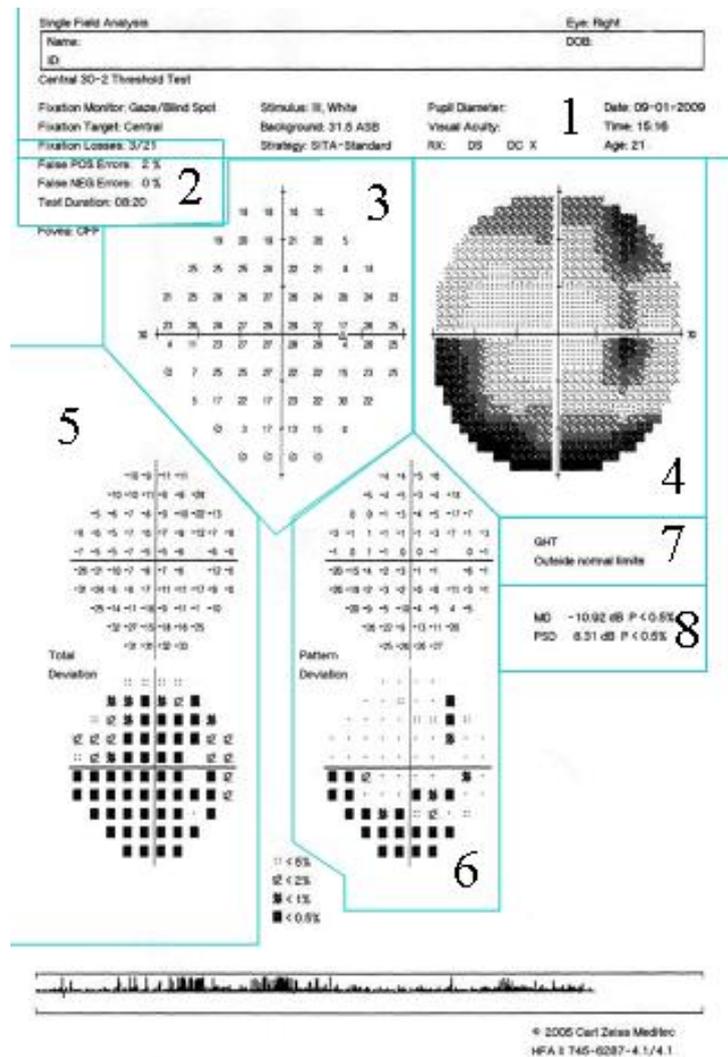


Рис. 68. Протокол (распечатка результатов) порогового теста на периметре Humphrey: 1 — данные о тесте и пациенте; 2 — данные об ошибках и длительности теста; 3 — пороги чувствительности; 4 — изображение порогов в серой шкале; 5 — карта общего отклонения; 6 — карта отклонения паттерна; 7 — глаукомный тест полуполя; 8 — индексы

Fixation Losses: 3/21
 False POS Errors: 2 %
 False NEG Errors: 0 %
 Test Duration: 08:20

Рис. 69. Сообщение об ошибках

Результаты теста могут считаться дискутабельными, если частота ложно-положительных результатов (False POS Errors) составляет 15 % или более, имеются ложно-отрицательные результаты (False NEG Errors), а частота утраты фиксации (Fixation Loses) приближается или превышает 20 % (5/25).

Зона 3 показывает измеренный порог светочувствительности в каждой точке в децибелах. Эта зона может быть использована для сравнения результатов нескольких тестов и оценки динамики патологического процесса при отсутствии возможности автоматического сравнения.

Зона 4 отображает наглядную картину светочувствительности в виде изображения градаций уровня светочувствительности согласно серой шкале. Однако изображение достаточно грубое, потому мелкие дефекты могут быть нераспознаны, в то время как общее снижение светочувствительности и незначительные периферические дефекты могут быть преувеличены. Может использоваться только с ориентировочной целью.

Зоны 5 и 6 несут основную информацию о состоянии светочувствительности, поскольку отражают сравнительные данные (рис. 70).

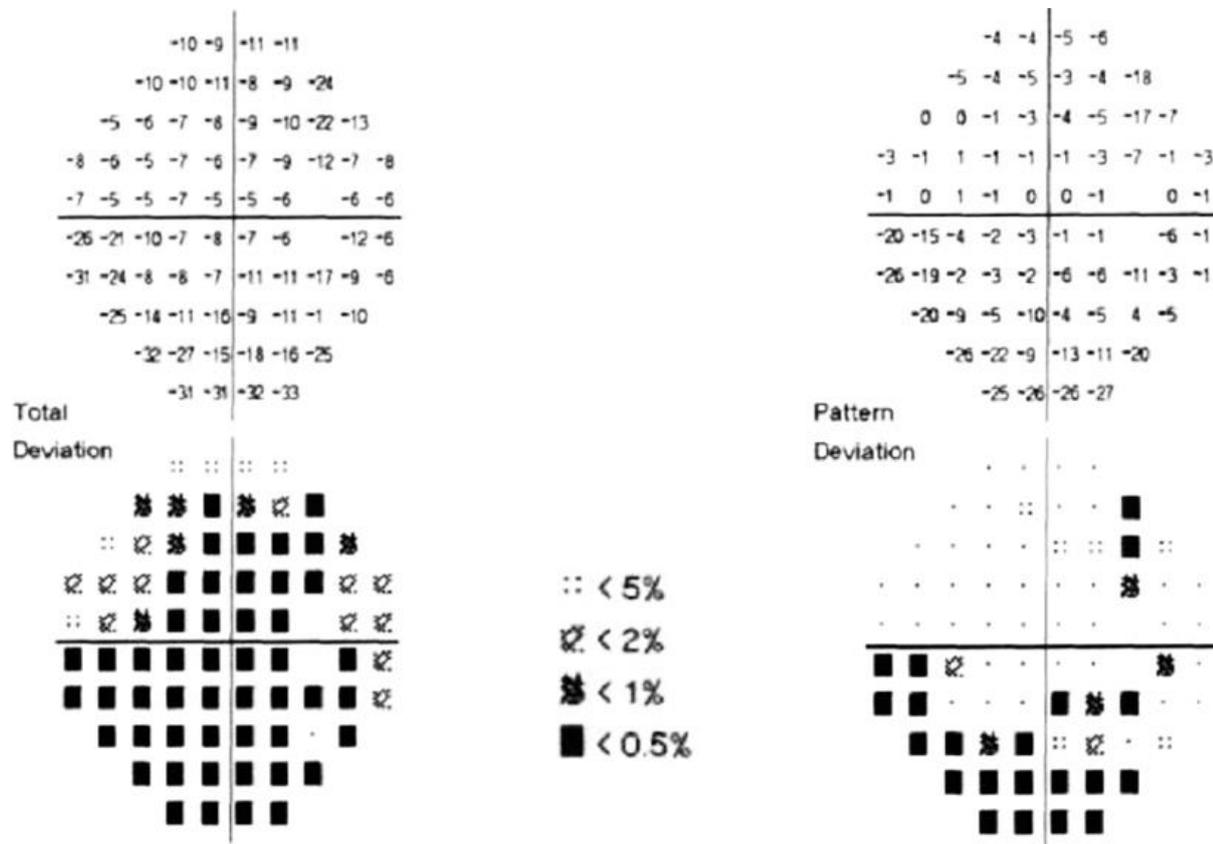


Рис. 70. Probability Plots — зоны, содержащие анализ результатов исследования в соответствии с базами данных прибора

Зона 5 (Total Deviation Probability Plots) подчеркивает области поля зрения, со значениями, которые выходят за границы нормальных значений, в соответствии с возрастом пациента. Данные соотносятся с долей нормальных субъектов в популяции данного возраста, у которых могла бы ожидаться такая светочувствительность. На шкале, прилагающейся к карте, значение $p < 2\%$ является показателем наличия значительных измене-

ний и означает, что менее 2 % нормальных субъектов будут иметь такую низкую чувствительность. Карты в этой части отражают общее снижение чувствительности, но не могут подтвердить скотому.

Зона 6 (Pattern Deviation Probability Plots) подчеркивает выпадение поля, отфильтровывая общее снижение чувствительности. При этом выделяются области, которые значительно отличаются от нормы, посредством коррекции всех изменений высоты зрительного холма (обычно являющихся результатом катаракты или узкого зрачка). Карты этой зоны подтверждают наличие скотомы.

Схематично это можно представить так, как показано на рис. 71.

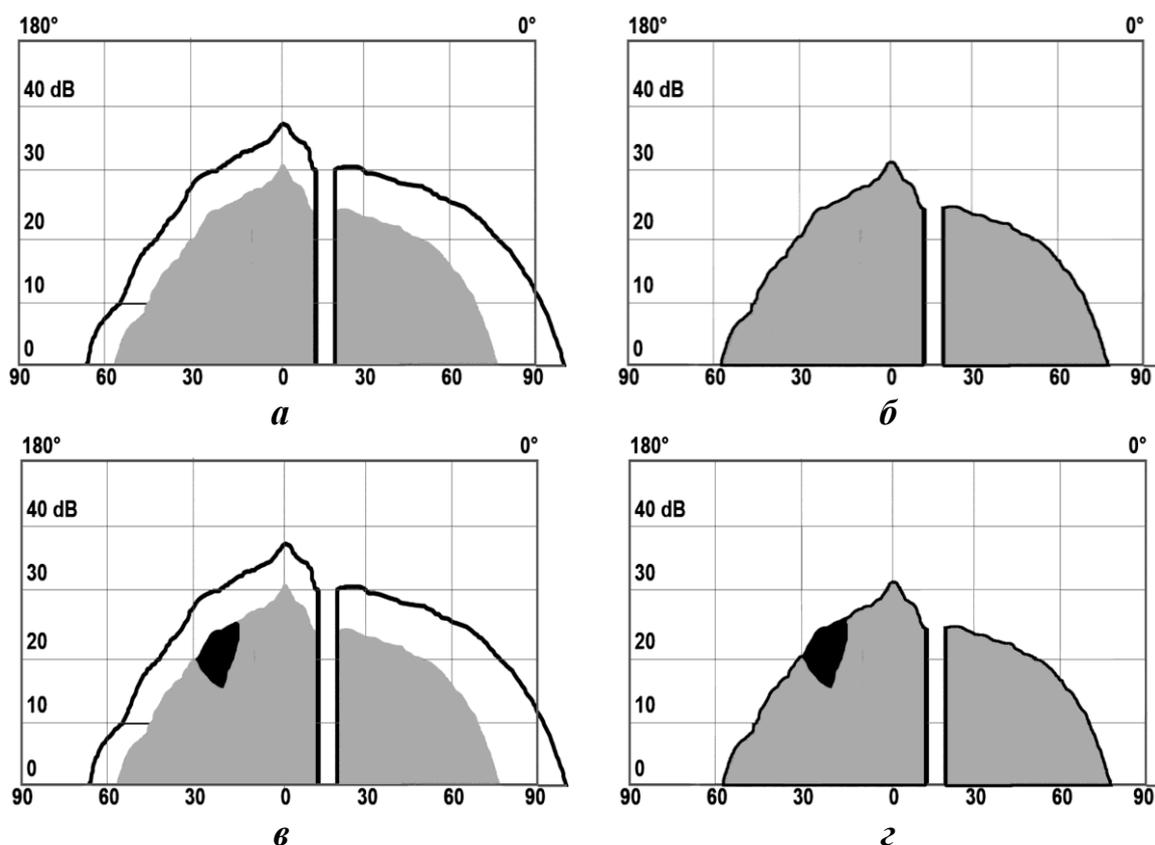


Рис. 71. Определение скотомы в Probability Plots:

а, в — Total Deviation Probability Plots без скотомы (*а*) и со скотомой (*в*); *б, г* — Pattern Deviation Probability Plots без скотомы (*б*) и со скотомой (*г*)

Сплошной линией показана нормальная высота зрительного холма, заштрихованная зона отражает действительную высоту. Прибор моделирует предположительно нормальный зрительный холм для данного пациента при имеющемся уровне общей светочувствительности и вычисляет разницу между его высотой и действительными измеренными данными.

Зона 7 — глаукомный тест полуполя (рис. 72): Glaucoma Hemifield Test (GHT). Сравнивает локальные дефекты в пяти зонах верхнего поля

с таковыми в зеркально расположенных зонах в нижнем полуполе и определяет глаукомное поражение с высокой чувствительностью и специфичностью.

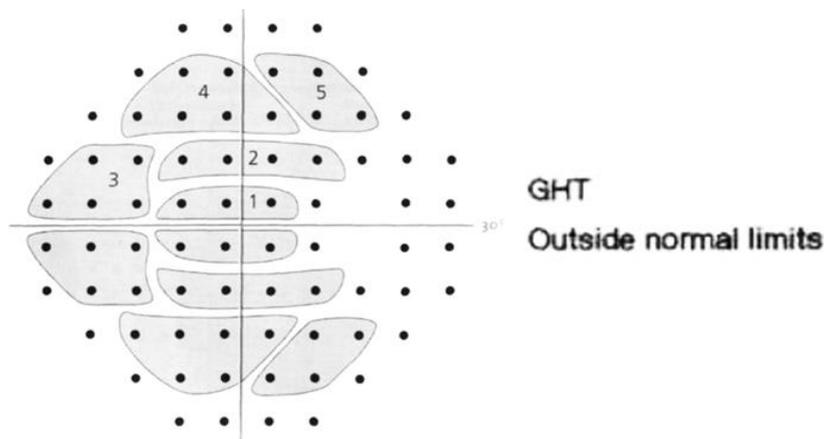


Рис. 72. Глаукомный тест полуполя (по А. Heijl, V. M. Patella, 2002)

Варианты GHT:

1. Within normal limits — в пределах нормы.
2. Outside normal limits — одно или более из пяти симметричных полей значительно различается по чувствительности.
3. Borderline — зоны различаются больше, чем у нормальных субъектов, но не достигая уровня Outside normal limits.
4. General depression of sensitivity — общее снижение светочувствительности, лучшая тестовая точка показывает светочувствительность ниже уровня наблюдаемого только в 0,5 % популяции.
5. Abnormally high sensitivity — аномально высокая светочувствительность, лучшая тестовая точка показывает светочувствительность выше уровня наблюдаемого только в 0,5 % популяции.

Зона 8 — специальные индексы.

MD — среднее отклонение. Показывает, насколько в среднем все поле отличается от нормального, является средней взвешенной величиной отклонений в децибеллах, показанных в карте общего отклонения.

PSD — стандартное отклонение паттерна. Отображает неоднородность поля, которое вызвано локализованными дефектами поля.

Оба индекса не предназначены для диагностики, поскольку неспецифичны в отношении локализации дефектов поля зрения, но могут быть полезны при наблюдении пациентов и в научных исследованиях для разделения пациентов на группы по стадиям заболевания.

Более специфичным является **VFI** — Индекс Поля Зрения. Он отражает процент нормального поля зрения, соответствующего возрасту, коррелирует с плотностью ганглиозных клеток и менее подвержен влиянию катаракты и других изменений оптических сред по сравнению с другими

индексами. Индекс используется для качественного определения степени прогрессирования дефектов в программах анализа прогрессии. Значение в 100 % соответствует норме, 0 % — слепоте.

В нижней части протокола исследования изображается диаграмма контроля взора (рис. 73). Каждый пик, соответствующий высоте диаграммы, свидетельствует об отклонении взора от точки фиксации на 10 градусов. Чем больше таких пиков или приближенных к ним по высоте на диаграмме, тем менее стабильной была фиксация взора у пациента во время исследования.

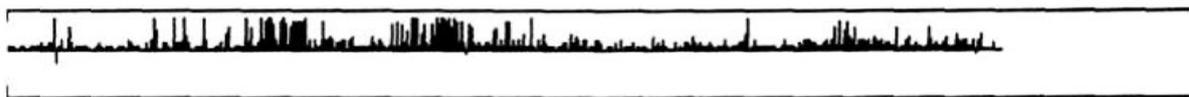


Рис. 73. Диаграмма контроля взора

Ошибки и артефакты пороговых тестов:

1. Trigger-happy patient — пациент нажимает на кнопку, когда еще нет стимула. Для этого типа артефактов характерно:

- повышенное количество ложноположительных ошибок;
- показатель ГНТ «Abnormally High Sensitivity»;
- наличие белых полей на серой шкале, указывающее на невозможно высокие пороги (белая скотома), может исчезать слепое пятно;
- дефекты парадоксально больше выражены в Pattern Deviation Plots, чем в Total Deviation Plots.

2. Общее снижение светочувствительности:

- показатель ГНТ «General depression of sensitivity»;
- дефекты одинаково выражены в Pattern Deviation Plots и Total Deviation Plots, в последнем дефекты могут преобладать;
- наличие «темной» серой шкалы.

3. «Лист клевера». Этот артефакт определяется при утрате пациентом интереса к исследованию спустя некоторое время от его начала. Аппарат предъявляет стимулы поквadrантно, постепенно исследуя все точки поля зрения. Если пациент успел среагировать на некоторое количество стимулов, а затем прекратил нажимать на кнопку, в серой шкале отобразится характерная картина из трех или четырех светлых «островков» на темном фоне.

4. Связанные с потерей фиксации: может исчезать слепое пятно, количество потерь фиксации более 20 %, большое количество высоких пиков на диаграмме контроля взора.

5. Связанные с шириной зрачка: при узком зрачке (менее 3 мм) наблюдается картина концентрического сужения поля зрения в зоне 30 градусов. При расширении зрачка такое сужение поля зрения исчезает.

Анализ прогрессирования дефектов поля зрения. Прогрессирование определить невозможно, имея результаты только одного теста. Повторные исследования дают дополнительную информацию, но должен использоваться один и тот же тест, а для обработки данных — один и тот же алгоритм.

Следует помнить, что результаты тестов могут изменяться под влиянием зрительного утомления, и, как результат, тесты с различной длительностью имеют различные нормальные пороговые значения.

Никогда нельзя ставить диагноз только по полю зрения, необходимо принимать во внимание клиническую картину в целом.

Возможно проведение анализа прогрессирования дефектов поля зрения вручную, сравнивая результаты измерений по отдельным точкам, но современные статические периметры позволяют проводить анализ в автоматическом режиме.

Линейный регрессионный анализ среднего отклонения (MD). Выполняется автоматически при наличии пяти и более измерений поля зрения.

Первые два исследования прибором принимаются за точку отсчета, вычисляется отклонение в dB за год и доверительный интервал. Показывает снижение светочувствительности, но не связывает его с прогрессированием именно скотом, может показывать ухудшение при прогрессировании помутнения сред (рис. 74).

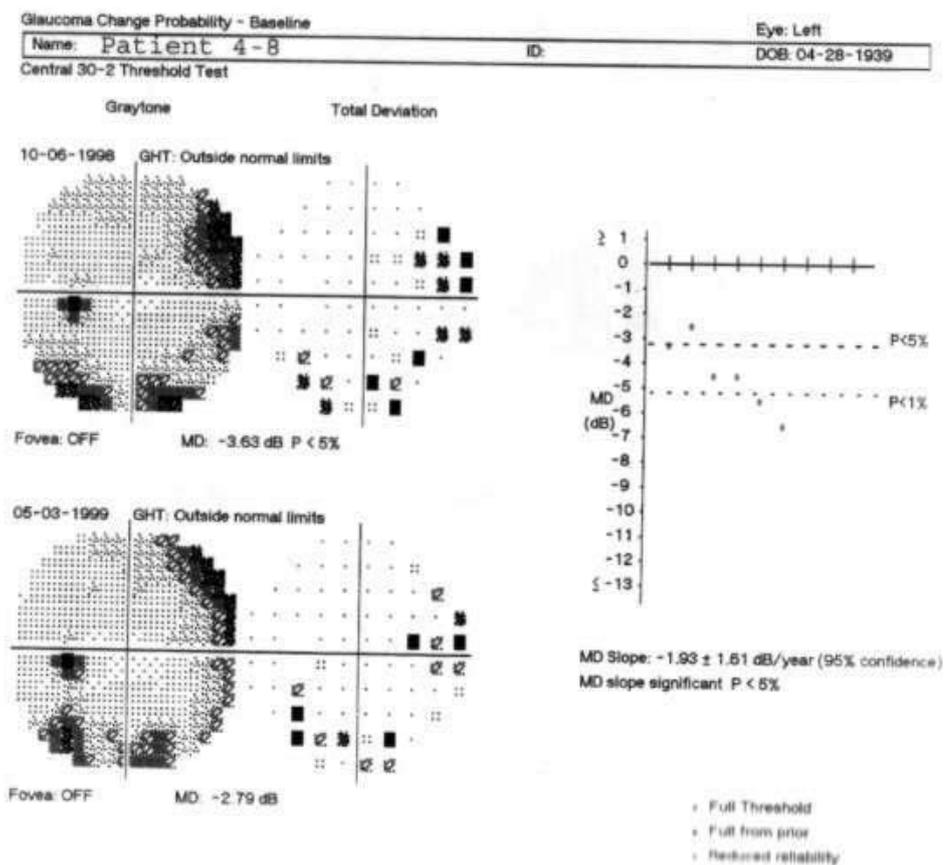
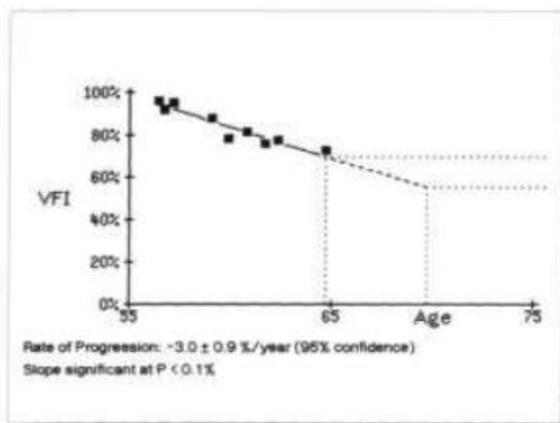
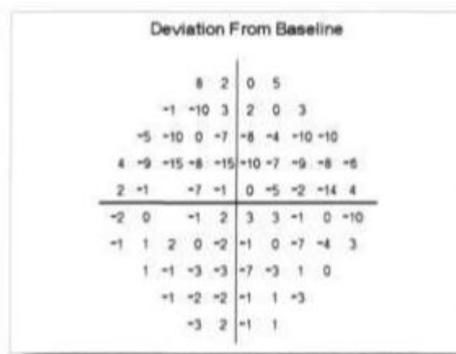


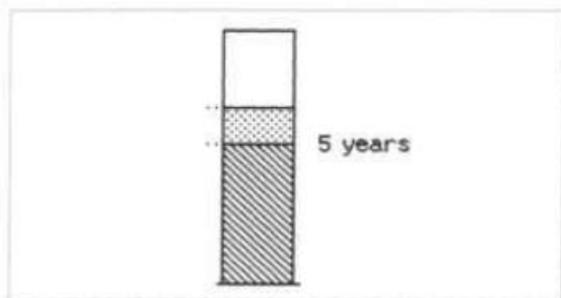
Рис. 74. Линейный регрессионный анализ среднего отклонения



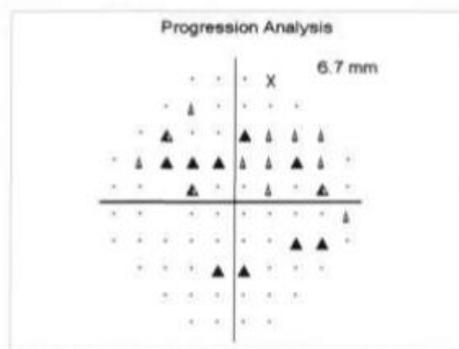
VFI Plot



Deviation from Baseline Plot



VFI Bar



Progression Analysis Plot

Рис. 76. Регрессионный анализ индекса VFI в Guided Progression Analysis (GPA)

Анализ отклонения от исходных данных — сравнивает данные отклонения паттерна (Pattern Deviation) последних исследований со средними значениями двух исходных исследований, показывает изменения в каждой точке в dB и представляет статистическую значимость изменений в отклонении от исходных данных:

- • — точка — нет значительных изменений;
- △ — степень ухудшения менее 5 % времени в этой области у пациентов со стабильной глаукомой;
- ▲ — значительное ухудшение в этой точке в двух последовательных тестах;
- ▲ — значительное ухудшение в этой точке в трех последовательных тестах;
- X — данные в точке за пределами анализа — дефекты, которые достаточно глубоки уже в исходных данных.

В нижней части протокола прибор выдает сообщения общего характера о проведенном анализе:

- Likely Progression: 3 и более точек показывают ухудшение в трех и более последовательных тестах;

– Possible Progression: 3 или более точек показывают ухудшение, по меньшей мере, в двух последовательных тестах;

– No Progression Detected: в случае, если нет значительных изменений по сравнению с данными предыдущих исследований.

Определение поля зрения ориентировочным методом (контрольным методом). Выполняется, если обычная периметрия показана, но недоступна, например, при осмотре пациента в палате или на выезде.

Для выполнения ориентировочной оценки состояния поля зрения необходимо хорошее освещение и наличие фиксации взора у пациента. Метод не точный, поскольку нет четких пространственных ориентиров, и дает только примерное представление о наличии патологии поля зрения.

Если пациент жалуется на наличие большой центральной скотомы, оценка поля зрения выполняется следующим образом. Пациент закрывает ладонью здоровый глаз и фиксирует взор неподвижно в пространстве, а врач, используя тестовый объект (ручку, палец), ведет его от центра дефекта поля зрения к периферии. Пациент должен сообщить, как только он заметит движение объекта с какой-либо стороны скотомы. Исследователь записывает примерное расположение границ скотомы в пространстве.

При жалобах на выпадение половины поля зрения обнаружение гемианопсии может проводиться ориентировочным методом. При гомонимной гемианопсии необходимость в монокулярном исследовании отсутствует, если пациент жалуется на битемпоральное или биназальное выпадение поля зрения, поле зрения каждого из глаз исследуется отдельно. Пациент фиксирует взор неподвижно в пространстве, лучше выбрать какую-то точку на противоположной стене. Исследователь размещается либо прямо перед пациентом, либо со стороны отсутствующей части поля зрения и двигает тестовый объект (ручку, палец), со стороны дефекта поля зрения к линии фиксации взора. Пациент должен сообщить, как только заметит движение объекта. Если пациент видит объект только при пересечении им линии взора, гемианопсия, скорее всего, имеет место, так как дефект поля зрения проходит через точку фиксации. Если пациент видит объект раньше, то дефект либо не гемианопический, либо асимметричный.

При оценке поля зрения контрольным методом (тест Дондерса), который является вариантом ориентировочной оценки, основным условием для выполнения, помимо освещения и фиксации взора, является нормальное или известное поле зрения исследователя.

Исследователь садится напротив пациента и закрывает правый глаз ладонью, пациент закрывает левый глаз. Пациент фиксирует взор на левом глазу исследователя, а исследователь — на правом глазу пациента. Исследователь ведет тестовый объект (ручку, палец) из-за пределов своего поля зрения. При этом необходимо держать тестовый объект на середине расстояния между пациентом и исследователем, чтобы при совпадении границ

поля зрения оба увидели объект одновременно. Пациент сообщает, как только он увидел объект. Обычно исследуется наружная, внутренняя, верхняя и нижняя граница для каждого глаза. Определение границ поля зрения выполняется по соотношению поля зрения пациента и исследователя [14–16].

ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ

Оптическая когерентная томография (ОКТ) — метод визуализации, который представляет томографическую внутреннюю микроструктуру (срез) биологических тканей в высоком разрешении посредством измерения временной задержки светового эха и интенсивности рассеянного или отраженного света. При этом обеспечивается отображение структуры ткани с разрешением от 1 до 15 микрон, что значительно превышает разрешение признанных клинических методов визуализации, таких как эхоскопия, магнитно-резонансная томография и компьютерная томография.

ОКТ позволяет визуализировать микроструктуру ткани в режиме реального времени *in situ* без необходимости проведения биопсии и гистопатологического исследования. Можно утверждать, что с помощью ОКТ проводится «оптическая биопсия», которая может быть полезна как для диагностических целей, так и в качестве визуального контроля медицинских вмешательств в сосудистой микрохирургии, нейрохирургии, онкологии, офтальмологии, кардиологии и других областях. Изображения ОКТ сетчатки и зрительного нерва соответствуют гистологическому строению исследуемой области, однако соответствие это не полное, поскольку дает представление только об оптических свойствах тканей, а не о реальном гистологическом строении.

Особое применение ОКТ находит в офтальмологии, поскольку обеспечивает бесконтактное томографическое отображение структур глаза в режиме реального времени с высоким разрешением. ОКТ обеспечивает визуализацию структурных особенностей сетчатки, включая центральную ямку, ДЗН и внутреннюю архитектурную морфологию сетчатки, в том числе слой нервных волокон, слой ганглиозных клеток и фоторецепторов. ОКТ исследование переднего отрезка делает возможным визуализацию роговицы, радужки, хрусталика и угла передней камеры. В настоящий момент ОКТ является признанным диагностическим методом для распознавания и наблюдения различных заболеваний макулы, включая макулярный отек, макулярные разрывы, центральную серозную хориоретинопатию, центральную инволюционную хориоретинальную дегенерацию и хориоидальную неоваскуляризацию, эпиретинальные мембраны. ОКТ также используется для качественной морфометрии сетчатки. Особенно полезной ОКТ представляется для диагностики и мониторинга таких состояний, как глаукомное поражение зрительного нерва или макулярный отек, поскольку

обеспечивает качественную информацию с количественным измерением степени прогрессирования заболевания. Для улучшения интерпретации полученных данных или сравнения с изображением глазного дна разработаны специальные методы картирования и техники отображения результатов ОКТ в альтернативной форме, такой как топографические карты толщины. Современные аппараты ОКТ позволяют получать оптические срезы в трех проекциях в зоне сканирования — вертикальной, горизонтальной и фронтальной, а также проводить ангиографические исследования.

Недостатком метода является то, что свет сильно рассеивается или поглощается в большинстве биологических тканей, и возможность получения изображения ограничивается тканями, которые оптически доступны. Оптические среды глаза обеспечивают доступность осмотра сетчатки, но при этом большинство приборов может сканировать в ткани на глубину не более 2–3 мм. ОКТ может проводиться без непосредственного физического контакта с глазом, таким образом, минимизируется дискомфорт пациента во время процедуры. ОКТ стандартного разрешения в офтальмологии имеет аксиальное разрешение примерно в 5–10 микрон, что в примерно в 10–40 раз меньше, у чем стандартного изображения ультразвукового В-скана.

Построение изображения при ОКТ аналогично таковому при эхоскопии, за исключением того, что вместо ультразвука используется свет. Как и при исследовании с помощью ультразвука, когда в глаз направляется пучок света, он отражается от границ между тканями и в различной степени рассеивается в тканях, имеющих отличающиеся оптические свойства. Расстояния и размеры тканевых структур могут быть оценены посредством измерения времени задержки эха и интенсивности отраженного света, который отражается или рассеивается при взаимодействии со структурами, расположенными на различных аксиальных расстояниях.

Принципиальным различием между ультразвуком и оптическим отображением является то, что скорость света почти в миллион раз быстрее, чем скорость звука. Измерение расстояния с использованием света требует быстреего временного разрешения, чем измерение расстояний с помощью ультразвука, поэтому технология ОКТ базируется на технике оптических измерений.

В настоящее время существуют приборы ОКТ, основанные на низкокогерентной интерферометрии (время-зависимая ОКТ, *time-domain*), спектрометрии (спектральная ОКТ, *spectral-domain*, *fourier-domain*), частотной модуляции диодного лазера (*swept source*, *fourier-domain*).

Техника низкокогерентной интерферометрии или интерферометрии белого света хорошо известна и была впервые описана еще Исааком Ньютоном. Низкокогерентная интерферометрия изначально разрабатывалась как техника для проведения оптических измерений высокого разрешения в волоконно-оптических и оптоэлектронных компонентах. Интерферометр

позволяет проводить измерения расстояний с десятимикронным разрешением, путем сравнения одного оптического пучка или волны света с другим оптическим пучком или волной света.

Рис. 77 показывает схематически оптический интерферометр.

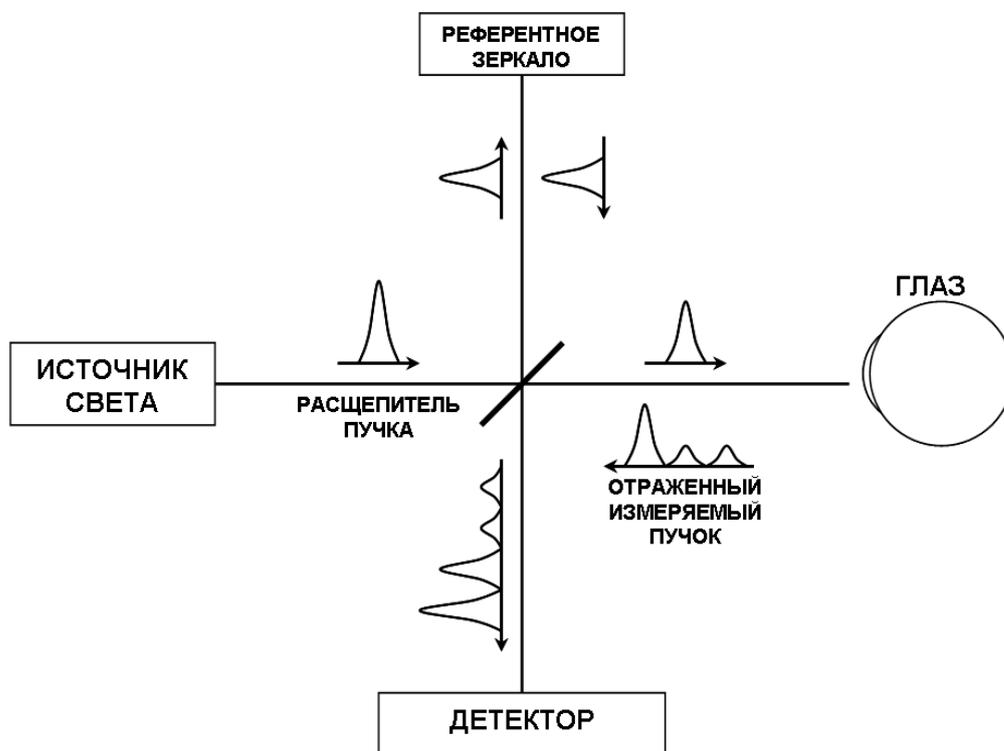


Рис. 77. Оптический интерферометр (J. S. Schuman, C. A. Puliafito, J. G. Fujimoto. Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases, 2004)

Источником света является лазер или другое устройство, которое испускает либо короткие пульсации света, либо низкокогерентный свет. Оптический пучок от источника света направляется к частично отражающему зеркалу (так называемый разделитель пучка). Частично отражающее зеркало расщепляет свет на две части: один пучок отражается, другой проходит сквозь зеркало. Один пучок света направляется в глаз пациента и отражается от интраокулярных структур, расположенных на различных расстояниях. Отраженный пучок света от глаза состоит из множественных эхосигналов, дающих информацию о расстоянии и толщине интраокулярных структур. Второй пучок отражается от зеркала сравнения, имеющего известное пространственное положение. Этот отраженный референтный оптический пучок идет назад к частично отражающему зеркалу, где он соединяется с оптическим пучком, отраженным от глаза.

Работу системы можно представить, если предположить, что пучок света состоит из коротких импульсов света. Световой импульс, отраженный от референтного зеркала будет совпадать с импульсом света, отраженным от данной структуры в глазу, только если оба импульса придут к детек-

тору одновременно. Это верно только для случая, когда путь, который проходит свет к референтному зеркалу и обратно точно равен расстоянию, которое свет проходит, когда отражается от данной структуры в глазу. Когда два световых импульса совпадают, они вызывают феномен, известный как интерференция, который измеряется светочувствительным детектором.

При измерении временной задержки светового эха от различных внутриглазных структур положение референтного зеркала изменяется таким образом, чтобы временная задержка референтного светового импульса была настроена соответственно. Сигнал от детектора затем будет соотнесен со структурой светового эха, отраженного от глаза.

В современных оптических когерентных томографах источником света для интерферометра является компактный суперлюминесцентный диод (рис. 78). Этот источник света подобен лазерным диодам, используемым в проигрывателях компакт-дисков, за исключением того, что данный диодный источник сконструирован для испускания света, который имеет короткую длину когерентности (длина когерентности — время, в течение которого фаза колебаний световой волны остается постоянной, умноженное на скорость света в вакууме).

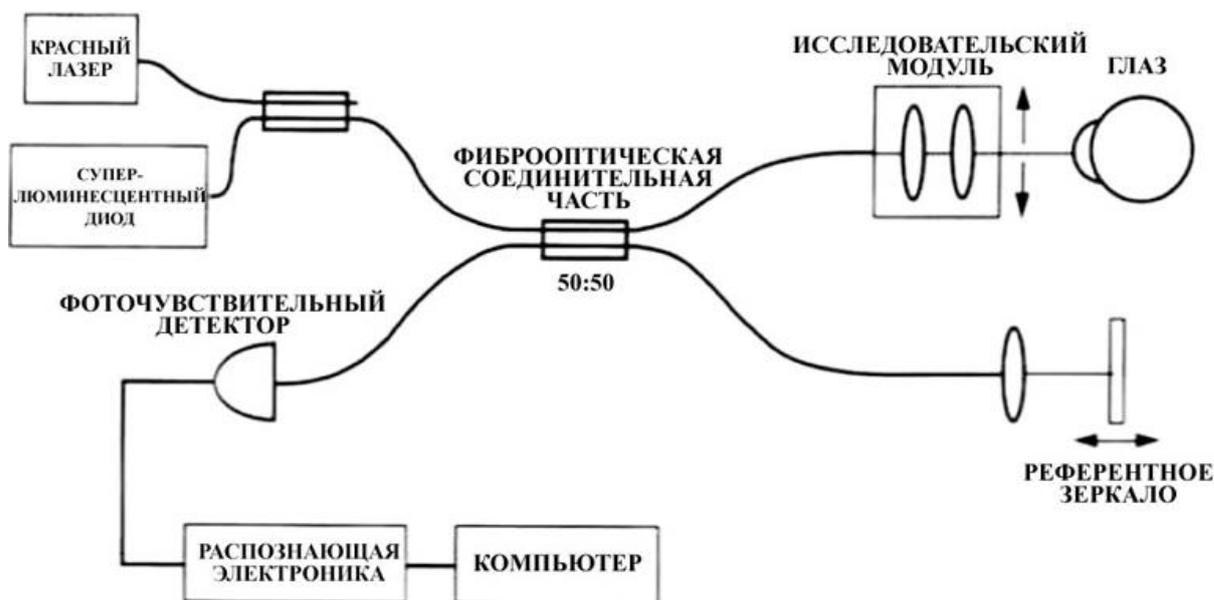


Рис. 78. Оптический когерентный томограф (J. S. Schuman, C. A. Puliafito, J. G. Fujimoto. Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases, 2004)

Такой интерферометр сконструирован с использованием волоконно-оптической соединительной части, которая функционирует аналогично полупрозрачному зеркалу, расщепляющему световой пучок. Оптическое волокно на одном из путей интерферометра ОКТ соединено с офтальмологическим инструментом, который подобен фундус-камере, а референтный путь состоит из референтного зеркала, расположенного внутри инструмента.

Время-зависимый аппарат функционирует в режиме А-сканирования и может производить аксиальные измерения, основанные на отражении света на границе тканевых структур с разными оптическими свойствами, расположение отдельных тканевых структур может быть установлено посредством сканирования их в поперечном направлении оптическим пучком. Поскольку используемый свет может быть сфокусирован в пятно малого размера, поперечная позиция пучка может определяться с высокой точностью. Таким образом может быть оценена информация как аксиальной, так и поперечной микроструктуры ткани, что позволяет производить отображение среза, которое достигается проведением серии успешных аксиальных измерений (А-сканов) ткани в различающихся поперечных позициях, которое аналогично ультразвуковому В-сканированию. Результатом такого поперечного сканирования является множество аксиальных сканов, каждый из которых отражает отражение и рассеяние света в ткани как функцию глубины, при этом разные сканы описывают аксиальную информацию в разных поперечных позициях.

Спектральный ОКТ работает похожим образом, но в качестве детектора используется спектрометр, анализирующий не каждую точку поочередно, а все сразу, посредством фиксации отраженного луча высокоскоростной CCD-камерой. Анализируется весь спектр мощности помех от исследуемого объекта, затем путем математических вычислений (преобразование Фурье), вычисляется информация о глубине залегания структур сетчатки. Скорость сканирования зависит от скорости работы CCD-камеры и вычислительной мощности, а разрешающая способность — от чувствительности спектрометра.

ОКТ с частотной модуляцией диодного лазера в качестве источника света использует лазер, изменяющий длину волны в процессе сканирования, в остальном сохраняется принцип разделения светового пучка и способ математической обработки данных, как в предыдущем варианте, но используется простой фотодетектор, который последовательно регистрирует отраженные длины волн. Изменение длины волны позволяет сканировать на большую глубину, нивелировать влияние помутнения сред и увеличить разрешающую способность и качество изображения вне зависимости от глубины (табл. 12).

Таблица 12

Сравнение различных типов ОКТ

	Time Domain	Spectral Domain	Swept Source
Источник светового излучения	Диод 820 нм	Диод 840 нм	Лазер 1050 нм с настраиваемой частотой
Детектор	Одиночный интерферометрический детектор	Спектрометр	Простой фотодетектор

	Time Domain	Spectral Domain	Swept Source
Аксиальное разрешение	10 μm	5–7 μm	2,5–8 μm
Поперечное разрешение	20 μm	10–20 μm	10–20 μm
Максимальное число А-сканов на 1 В-скан	512	4000–8000	Множественные
Глубина сканирования	2 мм	2 мм (до 6 мм с потерей разрешения)	До 14 мм
Ширина скана		До 12 мм	До 24 мм
Скорость сканирования (сканов в секунду)	400	18 000–130 000	До 400 000
Чувствительность к помутнению сред	Высокая	Высокая	Низкая
Качество изображений хориоидеи	Низкое	Низкое	Высокое

Обработка изображений. Для удобства визуализации полученные двумерные данные обрабатываются компьютером и отображаются в виде черно-белого (серой шкалы) либо мнимого цветного изображения.

Изображение строится с использованием логарифмического картирования интенсивности сигнала (рассеивания сигнала) по серой шкале, ранжированной от черного до белого. Интенсивность максимального сигнала приближается к -50 dB, в то время как минимальный детектируемый сигнал, или уровень шума, приближается к -95 dB.

Серошкальное изображение широко используется в отображении ультразвука и дает хорошую интуитивную интерпретацию картинки. Черный и белый свидетельствуют о сильных и слабых интенсивностях рассеянного и отраженного оптического сигнала соответственно. Шумовые сигналы ниже определенного порогового уровня отображаются на дисплее как черные в целях удаления фонового шума. Изображения также могут быть отображены в реверсированной серой шкале, где роли черного и белого меняются местами, и черный больше, чем белый, сообщает о высокой интенсивности сигнала. Недостатком серошкального изображения является слабое динамическое ранжирование и трудность визуализации различий в уровнях серого. Компьютерные мониторы обеспечивают только 256 уровней серого, кроме того, человеческий глаз имеет ограниченные способности в восприятии различных уровней серого, так что серошкальные изображения не могут корректно отобразить полный динамический ряд, доступный в ОКТ-изображениях.

В то же время компьютерные экраны обычно имеют 24-битный или более цветовой уровень, и человеческий глаз может различать миллионы отдельных цветов. Мнимое цветное изображение строится аналогично, с использованием логарифмического картирования интенсивности сигнала по цвету. Максимум сигнала отображается красным и белым цветом, в то

время как минимальный детектируемый сигнал отображается синим и черным. При этом цвета необязательно соответствуют микроструктурным особенностям ткани, но они улучшают способность дифференцировать малые различия уровня сигнала. Существует единственный недостаток мнимой цветной шкалы: возникновение артефактов при обработке изображений. Если изменяется интенсивность сигнала, это может вызывать изменение цвета структур на изображении. Поэтому требуется точная калибровка уровней сигнала. Для хорошего отображения сильно рассеивающих свет тканей и уменьшения артефактов лучше использовать серую шкалу.

Тканевые структуры, которые имеют различные отражающие и рассеивающие свет свойства (рефлективность), на мнимом цветном изображении отображаются разными цветами. Однако важно помнить, что несмотря на то, что изображение ОКТ отражает истинные размеры (корректированные для индекса преломления и эффектов преломления пучка), окрашивание различных структур в мнимом цветном изображении соответствует разным оптическим свойствам и необязательно свидетельствует о различии в тканевой морфологии. Поэтому стоит избегать интерпретации изображений как соответствующих гистопатологии. В гистопатологии срезы тканей окрашиваются согласно особенностям накопления красителя или контрасту между различными тканевыми структурами, причем окрашивание специфично для некоторых структур, например, ядра. Но, несмотря на свою видимую приближенность к гистологическому срезу, картина ОКТ подобна ультразвуковой, при которой контраст изображения обуславливают различные степени рассеивания ультразвука.

Рефлективность (отражающая способность) различных структур представлена на рисунке ниже (рис. 79).

Отражающая способность



Рис. 79. Отражающая способность тканей при ОКТ

Разрешение изображения. Разрешение ОКТ в аксиальном направлении обусловлено разрешением оптического измерения расстояний, которое ограничено физическими свойствами источника света, используемого в интерферометре. Если используется короткоимпульсный лазер, аксиальное разрешение определяется длительностью импульса. Если используется длинноволновой низкокогерентный источник света, аксиальное разрешение определяется длиной когерентности источника света. Для стандартных систем ОКТ, используемых в клинике, аксиальное разрешение в ткани приближено к 5–10 мкм. Эта цифра не является пределом, так как, например, системы, используемые в исследовательских лабораториях, могут достигать ультравысокого разрешения в 3 мкм для ретинального изображения и менее 1 и 2 мкм для других целей.

Разрешение изображения в поперечном направлении ограничивается размером пятна сфокусированного оптического пучка. Размер пятна является функцией оптики, используемой для проекции светового пучка на сетчатку, и ограничивается углом фокусировки. Типичное поперечное разрешение для ретинального ОКТ-изображения составляет от 20 до 25 мкм. Однако доступная апертура для фокусировки на сетчатке ограничена размером зрачка, а абсолютный минимум размера пятна ограничен аберрациями оптики глаза.

Разрешение ОКТ изображения также зависит от количества пикселей на самом изображении, так же, как и от разрешения инструмента. Даже если инструмент имеет высокое разрешение, картинки будут оставаться пикселизованными при недостатке количества пикселей в изображении, аналогично пиксельному разрешению в цифровой фотографии. Так, большие изображения с тонкими деталями будут требовать большего количества пикселей. Количество пикселей наиболее важно для поперечного измерения ОКТ-изображений. Поскольку ОКТ-изображение генерируется посредством съемки множественных аксиальных данных или аксиальных сканов в различных поперечных точках, количество пикселей в поперечном направлении ограничено количеством аксиальных сканов. При этом количество пикселей в аксиальном скане обусловлено скоростью детектирующей электроники и компьютера.

Поскольку ОКТ имеет экстремально высокое разрешение, необходимо компенсировать движения глаза во время получения скана, поскольку это может вызывать размытие изображения. Движения глаза могут быть вызваны множеством процессов, включая колебания ВГД, продуцируемые пульсом, микросаккады и тремор, а также изменения точки фиксации пациента. Аксиальное разрешение ОКТ выше поперечного, и ретинальная архитектура имеет более тонкие детали в аксиальном направлении благодаря слоистому строению сетчатки. Таким образом, аксиальные движения глаза могут оказывать наиболее сильный размывающий эффект при получении

изображений, особенно для время-зависимых аппаратов, которые сканируют медленно и чувствительны к движениям глаза. Коррекция изображения для аксиального движения глаза достигается с помощью компьютерной обработки. При этом изменения в поперечном направлении не устраняются. Однако малые изменения поперечной позиции не вызывают значительного ухудшения в качестве изображения, поскольку типичные ретинальные детали в поперечном измерении больше, чем в аксиальном направлении. Большие смещения в фиксации взора не компенсируются, таким образом важно получать изображения ОКТ на высокой скорости для минимизации возможных движений глаза. Также важно проверять изображения на предмет ошибок вследствие движений глаза пациента, которые могут вызывать артефакты на изображении.

Плотность пикселей и скорость съемки. Время-зависимые ОКТ производят сканирование с частотой около 400 аксиальных сканов в секунду. Высокая плотность пикселей (512) при поперечном сканировании требует $T = 512/400 = 1,28$ секунды для получения изображения. По контрасту, низкопиксельное изображение (128) требует $128/400 = 0,32$ секунды, но качество его значительно хуже.

Типичный аппарат ОКТ работает размером пятна, приближенным к 20 мкм. Типичный скан в области макулы в длину составляет около 6 мм, таким образом, изображение, состоящее из 128 пикселей, имеет поперечный размер пикселя $6 \text{ мм}/128 = 48 \text{ мкм}$. В то же время, 512-пиксельное изображение имеет размер пикселя $6 \text{ мм}/512 = 11,7 \text{ мкм}$. Таким образом, размер пикселя в поперечном направлении для быстрого исследования значительно больше, чем актуальное поперечное разрешение инструмента.

В аксиальном или продольном направлении типичное изображение сетчатки состоит из 1024 пикселей, что соответствует 2 мм глубины в тканях и приводит к продольному размеру пикселя, равному $2 \text{ мм}/1024 = 1,9 \text{ мкм}$. Количество аксиальных пикселей ограничено аналогово-цифровой частотой сканирования инструмента, которая может быть задана настолько быстрой, насколько необходимо, и обычно не ограничивает время съемки. В то же время базовое аксиальное или продольное разрешение инструмента составляет примерно 10 мкм и ограничено когерентной длиной источника света. Поэтому размер пикселя в аксиальном направлении намного меньше, чем аксиальное разрешение прибора, таким образом, обеспечивается хорошая визуализация тонких деталей.

Высокопиксельные изображения используются для отображения макулярной патологии, поскольку они отображают больше ретинальных деталей, но они требуют больше времени для съемки и в значительной степени подвержены образованию артефактов вследствие движений глаза. Низкопиксельные изображения менее чувствительны к движениям глаза и обычно используются для картирования головки зрительного нерва или

толщины сетчатки. Таким образом, при время-зависимой ОКТ все получаемые изображения можно разделить на томографические (высокопиксельные) и карты (низкопиксельные), которые представляют собой разные режимы сканирования.

У спектральных аппаратов и аппаратов с переменной частотой источника, которые сканируют быстрее на несколько порядков, нет необходимости разделять режимы сканирования на измерения и томограммы, вся информация об исследуемой области получается за одно сканирование, к которому затем могут применяться различные режимы анализа.

Возможности метода. ОКТ обеспечивает получение томографического изображения сетчатки с высоким разрешением и прямую визуализацию ретинальной патологии. Большинство видов патологии сетчатки проявляются на снимках, как заметное структурное нарушение. Заболевание сетчатки может вызывать изменение ее оптических свойств, как при отеке, геморрагиях или друзах, ретинальную атрофию, как, например, уменьшение толщины слоя нервных волокон при глаукоме, или атрофию внутренних ретинальных слоев при макулярных дегенерациях и нарушениях кровообращения. Множество заболеваний могут представлять собой комбинацию этих поражений.

ОКТ в соединении с протоколами обработки изображений может использоваться для количественных измерений ретинальной архитектуры. Такой подход, называемый морфометрией, обеспечивает объективные измерения для диагностики заболеваний, наблюдения состояния патологического процесса и оценки его ответа на лечение. Высокие разрешение и скорость отображения обуславливают высокую воспроизводимость морфометрических измерений и чувствительность к малым изменениям ретинальной архитектуры.

Во время-зависимых аппаратах для исследования ДЗН используются радиальные срезы, центрированные в области ДЗН, проведенные с различной угловой ориентацией. На томограмме, соответствующей 90 градусам (перпендикулярной папилломакулярному пучку), высокоотражающими (красными) являются слой нервных волокон и полоса, ограничивающая заднюю границу сенсорной сетчатки, соответствующая ретинальному пигментному эпителию и хориокапиллярам. На изображении присутствует утолщение слоя нервных волокон ближе к ДЗН вплоть до выполнения им всей толщины сетчатки, что соответствует наличию нижнего и верхнего пучков нервных волокон. Для сравнения: томограмма, соответствующая 0 градусам (параллельная папилломакулярному пучку), демонстрирует более тонкий слой нервных волокон, который состоит из меньшего количества нервных волокон в этой области. Контур поверхности ДЗН и нормальная экскавация визуализируются на всех томограммах. У решетчатой пластинки заметно окончание слоя ретинального пигментного эпителия и хориоидеи,

а также слоя фоторецепторов. Этот протокол сканирования полезен для оценки профиля ДЗН и сравнения толщины слоя нервных волокон в разных плоскостях. Особые алгоритмы могут быть применены для измерения деталей ДЗН, таких как диаметр диска, экскавации, ободка, а также площади диска, экскавации и ободка и соотношений экскавации и диска.

Подобный протокол радиального сканирования может быть использован для исследования макулы. В комбинации с алгоритмами сегментации и распознавания границ этот протокол позволяет производить топографическое картирование толщины макулы.

Спектральные аппараты сканируют линейно, по горизонтали или вертикали, и позволяют получать полную совокупность срезов в зоне сканирования в трех проекциях, вне зависимости от зоны сканирования.

Принципы ретинальной морфометрии. Измерение толщины слоя нервных волокон используется для дифференциальной диагностики отека и проминенции ДЗН, а также нейродегенеративной патологии. Для оценки толщины слоя нервных волокон в круговых изображениях ОКТ, полученных с помощью оптических срезов цилиндрической формы вокруг ДЗН, используются компьютерные алгоритмы обработки изображения. Для сканирования используется паттерн 3,4 мм в диаметре, центрированный на ДЗН. Он обеспечивает эффективное взаимодействие со всеми нервными волокнами зрительного нерва, и в то же время позволяет избежать неточных измерений, например, при папиллярной атрофии, позволяет проводить качественные измерения вариаций толщины слоя нервных волокон вокруг диска и визуализацию пучков нервных волокон. В спектральных аппаратах эти параметры просто вычлняются из всего массива данных.

Слой нервных волокон на ОКТ выглядит как высокоотражающий, «красный» слой на внутренней поверхности сетчатки. Как и при измерении толщины сетчатки, первым этапом обработки является распознавание границ или сегментация. Линии на изображение наносятся автоматически, согласно алгоритму обработки изображения передняя граница слоя нервных волокон считается лежащей у зоны витреоретинального интерфейса. Задняя граница может определяться между зоной витреоретинального интерфейса и задней границей сетчатки. Наиболее распространенным способом ее распознавания является определение края слоя нервных волокон по изменению интенсивности обратного оптического рассеяния сигнала. После сглаживания изображения каждый А-скан оценивается на предмет определения, где сигнал переходит пороговый уровень, обнаруживающий заднюю границу слоя нервных волокон. Информация от соседних А-сканов также учитывается для повышения точности определения границ и коррекции ошибок. Алгоритмы, распознающие границы слоя нервных волокон, более чувствительны к изменениям качества изображения, чем более простые алгоритмы измерения толщины сетчатки. Таким образом, перед

принятием результатов автоматических измерений слоя нервных волокон следует убедиться, что исходные ОКТ-изображения являются качественными. Считается, что наименьшее значение силы сигнала, при котором данные измерений могут быть воспроизводимы, равно 5.

Измеренные величины толщины слоя нервных волокон, а также сетчатки сравниваются в автоматическом режиме с нормативной базой данных во всех аппаратах. Поскольку существует физиологическая потеря нервных волокон сетчатки с возрастом, нормативные базы данных должны быть организованы в соответствии с возрастом. Кроме того, нормативные базы данных формируются в связи с полом и расовой принадлежностью. Значения диапазонов популяционных баз данных представляются в виде графиков с цветовым кодом (рис. 80).

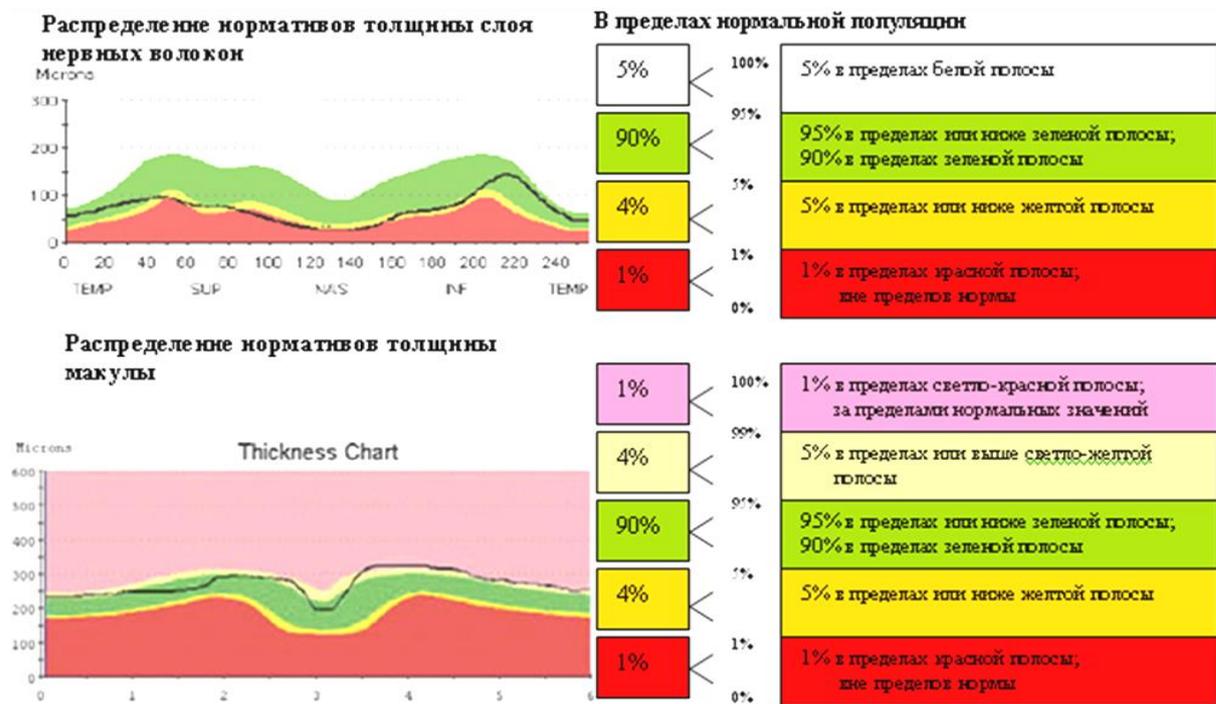


Рис. 80. Нормативные базы данных для Stratus OCT (Carl Zeiss Meditec Inc.)

Анализ толщины слоя нервных волокон. Толщина слоя нервных волокон может анализироваться несколькими способами. Измерения могут быть отражены в виде графика толщины слоя нервных волокон по отношению к положению вокруг ДЗН. Средние величины толщины слоя нервных волокон могут быть высчитаны в четырех квадрантах вокруг ДЗН (верхнем, нижнем, темпоральном и назальном), либо в секторах, соответствующих 12-часовым позициям вокруг ДЗН. Наконец, может быть высчитана средняя толщина слоя нервных волокон вокруг всего ДЗН.

Измеренные величины толщины слоя нервных волокон могут сравниваться с нормативной базой данных. В норме могут наблюдаться верхние и нижнетемпоральные вариации толщины слоя нервных волокон.

Анализ головки зрительного нерва. Этот тип анализа в настоящее время актуален только для времязависимых аппаратов ОКТ, поскольку зона ДЗН высоковариабельна, и для нее невозможно вывести воспроизводимые показатели. При сканировании ДЗН обычно используется шесть радиальных сканов с различной угловой ориентацией. Граница ДЗН может быть определена на каждом ОКТ-изображении точкой, в которой фоторецепторный слой, ретинальный пигментный эпителий и хориокапиллярный слой оканчиваются у решетчатой пластинки. Эта точка может быть локализована автоматически экспертно-обрабатывающими алгоритмами и затем выверена оператором. Диаметр ДЗН может быть определен измерением расстояния между границами ДЗН на противоположных сторонах ДЗН. Диаметр экскавации может быть измерен посредством конструирования параллельной линии на стандартном расстоянии впереди от линии, определяющей диаметр диска. Измерения множественных радиальных изображений могут быть использованы для конструкции двумерной карты головки зрительного нерва. Могут быть также вычислены площади ДЗН, экскавации, нейроретинального ободка, а также соотношения экскавации к ДЗН.

Основные признаки, ассоциированные с патологией. Большинство поражений сетчатки проявляется в виде значительных структурных нарушений нормальной ретинальной архитектуры.

Ретинальный отек проявляется увеличением толщины сетчатки и непосредственной визуализацией интравитреальных кистовидных пространств или тракций, вызываемых задним гиалоидом или эпиретинальной мембраной. Ретинальные аномалии также связаны с изменениями оптических свойств сетчатки, которые могут быть определены при ОКТ. Интенсивность обратного рассеяния может повышаться вследствие воспаления или инфильтрации в слоях сетчатки или хориоидеи, при наличии фиброза, твердого экссудата и крови. Твердый экссудат и геморрагии являются высокоотражающими, потому вызывают затенение глубже лежащих структур. Кровеносные сосуды, к примеру, идентифицируются по их затеняющему эффекту на глубокие структуры. Различие между кровью, серозной жидкостью и экссудатом может быть проведено по степени обратного рассеяния. Серозная жидкость, которая содержит малое количество клеток, оптически прозрачна, что точно распознается на ОКТ как зона, лишенная обратного рассеяния (пустое пространство). С другой стороны, кровь демонстрирует усиленную рефлективность и повышенное ослабление проходящего света. Мутный субретинальный экссудат имеет промежуточную отражающую способность между кровью и серозной жидкостью. Ослабленное обратное рассеяние может быть вызвано отеком, при котором накопление жидкости приводит к снижению плотности ткани и формированию кист с соответствующим уменьшением обратного рассеяния (рис. 81).

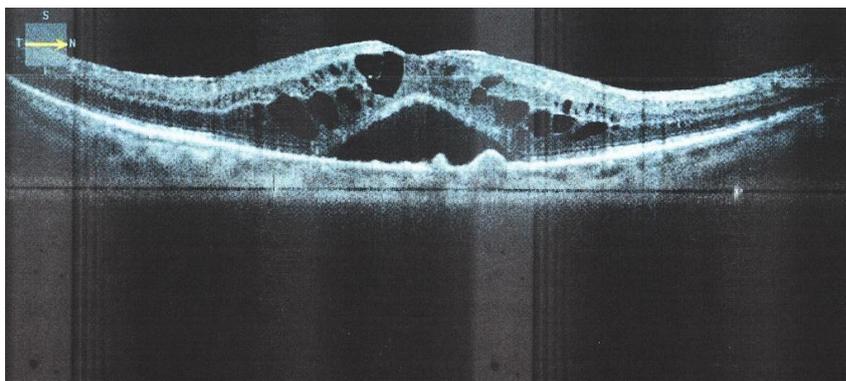


Рис. 81. Макулярный отек, отслойка нейроэпителия и пигментного эпителия при исследовании на спектральном ОКТ

Интенсивность изображения на ОКТ обусловлена как оптическими свойствами исследуемых структур и рассеянием, так и абсорбционными свойствами вышележащих тканей. Таким образом, при интерпретации изображений ОКТ следует помнить, что яркость отдельных деталей может быть искажена как за счет аномалий роговицы, водянистой влаги, хрусталика, стекловидного тела, так и за счет передних ретинальных слоев, которые могут вызывать затенение. Морфологические причины уменьшенного обратного рассеяния следует отличать от нарушения прохождения света, вызванного плотными катарактами, мутными средами, астигматизмом, плохо центрированными интраокулярными линзами, или неточной установкой аппарата во время исследования. Аномалии в структуре сред обычно вызывают снижение интенсивности во всем изображении во всех ретинальных слоях. Фокальные снижения обратного рассеяния могут быть вызваны затенением от гиперрефлективных тканей, таких как геморрагии, твердый экссудат или отслойка пигментного эпителия.

Артефакты и ошибки на изображениях ОКТ. Для использования всего диагностического потенциала ОКТ и во избежание диагностических ошибок требуются изображения высокого качества. Поскольку обратное оптическое отражение и рассеяние от ретинальных структур очень слабое, *снижение уровня сигнала* может стать причиной ошибки. Несмотря на то, что ОКТ может проводиться у пациентов с мутными средами, прежде чем приступать к анализу, нужно убедиться, что изображения имеют достаточное качество. Показатель «сигнал-к-шуму» или яркость ретинальных деталей по отношению к фоновому шуму является важным индикатором качества изображения.

Несмотря на то, что рассеяние от катаракт вызывает снижение интенсивности изображения, оно обычно не ухудшает качества изображения, за исключением случаев выраженного помутнения. Изображение при низком уровне сигнала выглядит размытым, тусклым, со снижением динамического ранга.

«Виньетирование» случается, когда сканирующий пучок частично блокируется радужкой и характеризуется утратой сигнала в специфической части скана (рис. 82). Такой вид артефактов является результатом неправильного выравнивания сканирующего пучка, который должен быть центрирован вдоль оси глаза в течение всей процедуры сканирования. Инструмент ОКТ устроен таким образом, что при сканировании оптический пучок центрируется в области зрачка. Однако инструмент должен быть расположен на правильной дистанции от глаза — таким образом, чтобы точка центрации пучка совпадала с центром зрачка. Поэтому особое внимание требуется при сканировании у пациентов с нерасширенным зрачком из-за маленького диаметра зрачка. Минимальный диаметр зрачка, при котором возможно качественное сканирование — 2,5–3 мм.

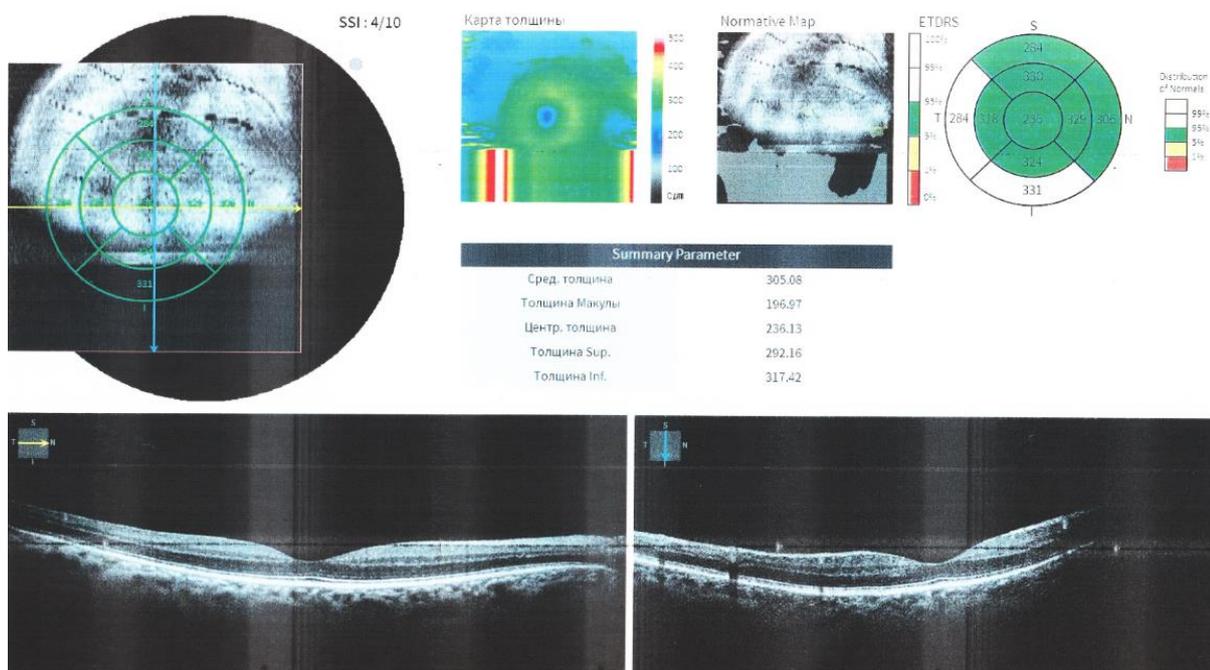


Рис. 82. Виньетирование с утратой части скана на спектральном ОКТ

Ошибки фиксации взора. ОКТ показывает резкое прерывание деталей скана, ассоциированное с изменением фиксации пациента в течение процедуры сканирования. В то время, как аксиальные движения пациента могут быть скорректированы, поперечные не корректируются обрабатываемыми алгоритмами. Поэтому сканирование должно проводиться с особым вниманием у пациентов со сниженным центральным зрением, имеющих затруднения с удержанием фиксации, и у пациентов со сниженной приверженностью исследованию. Поскольку аппарат ОКТ обеспечивает наблюдение глазного дна в течение исследования, изменения в фиксации хорошо заметны оператору, и скан может быть повторен при необходимости.

Ошибки программного обеспечения. Как правило, вызываются низким качеством изображений, когда при обработке неправильно распознаются слои сетчатки, в результате толщина их определяется как аномальная. При исследовании ретинальной толщины на время-зависимых приборах отмечено 6 типов артефактов, связанных с ошибками программного обеспечения (похожим образом они выглядят при спектральной ОКТ):

– неправильная идентификация внутренних ретинальных слоев (рис. 83, *а*). Наиболее часто встречаются в глазах с неоваскулярными формами центральной инволюционной хориоретинальной дегенерации, полными макулярными разрывами и после фотодинамической терапии;

– неправильная идентификация наружных ретинальных слоев (рис. 83, *б*). Чаще всего встречаются в глазах с поражением макулы, особенно с хориоидальной неоваскуляризацией различного происхождения, отслойкой заднего витреума, и после фотодинамической терапии;

– артефакты, вызванные низким качеством изображения скана (рис. 83, *в*). В глазах с патологией — ретинальной и неретинальной — такие артефакты встречаются чаще. В глазах с катарактой частота регистрации их несколько выше, чем в других случаях, но нет статистически достоверного различия.

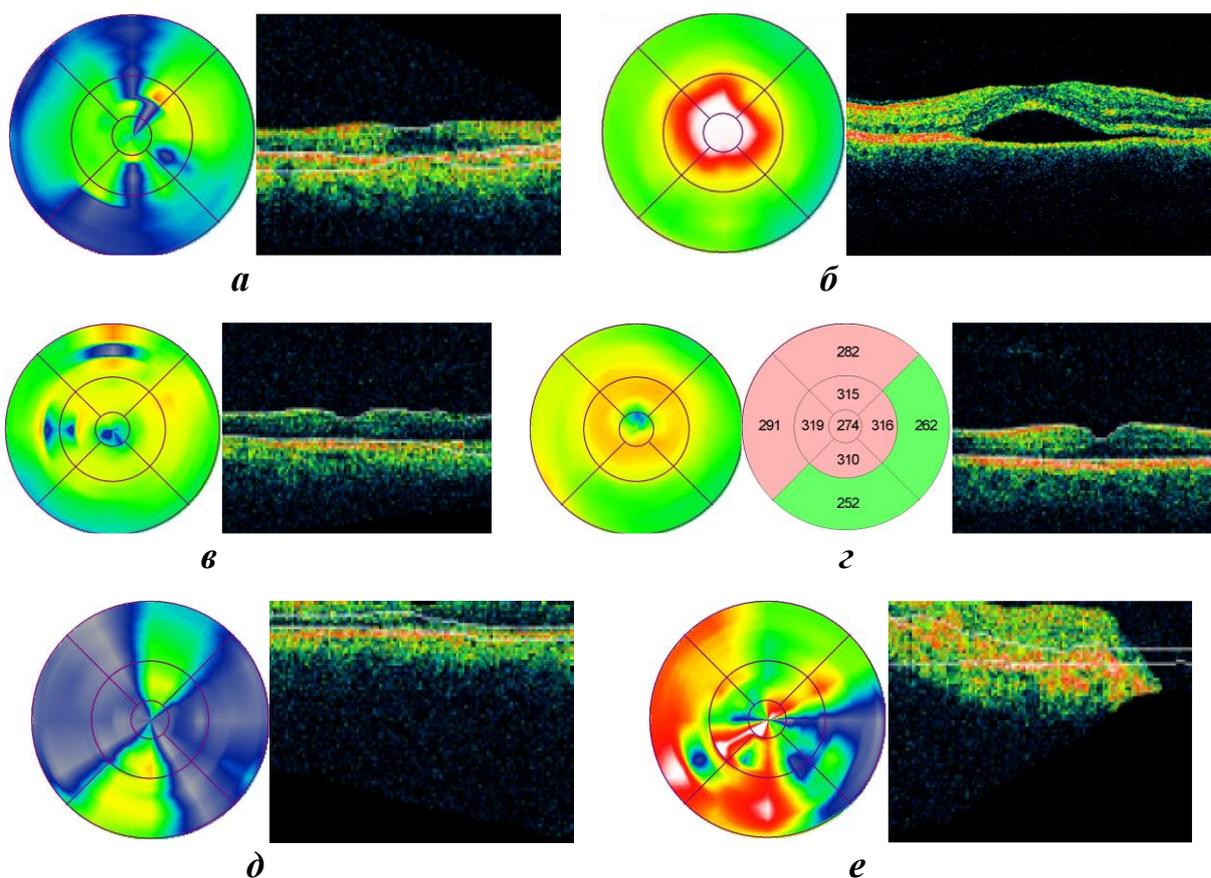


Рис. 83. Артефакты, связанные с ошибками программного обеспечения при исследовании толщины сетчатки в макуле

– «без центра» (“off center”) — при ошибочной идентификации центра фовеа (рис. 83, *з*). Чаще встречаются при неоваскулярных формах центральной инволюционной хориоретинальной дегенерации. Вследствие неправильного определения центра может быть неправильно рассчитана толщина сетчатки в области фовеа;

– «вне регистрации» (“out of register”). Выявляются, когда скан сдвинут выше таким образом, что обрезаются внутренние ретинальные слои (рис. 83, *д*).

– «обрезание края» (“cut edge”). Когда край скана обрезается неподобающим образом (рис. 83, *е*).

Последние два вида артефактов не имеют различий по частоте встречаемости между глазной патологией и нормой.

При сканировании толщины сетчатки и анализе карт, если один из шести радиальных сканов отсутствует, толщина сетчатки и карта ее в различных участках высчитывается неточно. Существует возможность откорректировать измерения толщины сетчатки путем повторного сканирования частично неточного радиального среза.

Точность измерения толщины слоя нервных волокон зависит от соотношения размеров ДЗН и диаметра сканирующего кольца, так как по краю ДЗН и на некотором расстоянии от него толщина слоя нервных волокон существенно различается.

Условия, влияющие на проведение исследования и его результаты. Состояние оптической системы. При аккуратном проведении исследования результаты измерений на аппаратах последнего поколения (ОСТЗ) не зависят от ширины зрачка. При нерасширенном зрачке и прозрачных средах использование быстрого режима сканирования дает лучшую воспроизводимость исследования, чем использование режима высокого разрешения.

При помутнении сред, например, при наличии плотной катаракты или помутнений стекловидного тела проведение исследования затруднено. При субкапсулярной и кортикальной катаракте приходится прибегать к расширению зрачка для получения точных данных измерений, например, в перипапиллярной области.

Значительное влияние на измерения оказывает рефракция. Так, в опытах с переменной оптической силой роговицы, достигавшейся при помощи контактных линз, было установлено, что размеры экскавации диска зрительного нерва и толщина слоя нервных волокон значительно разнятся при различной рефракции у одних и тех же испытуемых. Следовательно, при проведении исследования обязательно проводить компенсацию рефракции пациента (современные аппараты оснащены компенсатором рефракции) и для достижения воспроизводимых результатов соблюдать при проведении повторных измерений одни и те же условия сканирования.

Антропологические и антропометрические особенности. Результаты морфометрических исследований на оптическом когерентном томографе, например, толщина слоя нервных волокон, зависят от расы и этнической группы, возраста и пола пациента, соответственно, не всегда соответствуют нормам, заложенным в коммерчески доступную базу данных, следовательно, могут быть неверно интерпретированы при неверном определении этих особенностей пациента. В современных аппаратах ОКТ заложены нормативные базы по возрастам и полу, соответствующие европейской, азиатской и африканской расам, однако даже внутри каждой расы существуют отличия в отдельных этнических группах.

Толщина центральных отделов сетчатки при ОКТ зависит от пола, индекса массы тела и аксиальной длины глаза. Так, у лиц мужского пола, у людей с высоким индексом массы тела и длинной передне-задней осью центральная сетчатка толще, но с возрастом подобной корреляции не определяется.

Взаимодействие с пациентом. Проведение ОКТ не представляется возможным у пациентов, не способных к взаимодействию с исследованием, поскольку исследование требует точной фиксации взора.

Проведение измерений с помощью время-зависимой ОКТ технически невозможно при нистагме. Спектральный ОКТ при нистагме дает отдельные срезы, но без проведения точных измерений.

У пациентов с низкой корригированной остротой зрения и неправильной фиксацией при наличии глаукомы мониторинг за состоянием ДЗН возможен только при проведении нескольких последовательных сканов и учета только горизонтального и вертикального соотношения экскавации к диаметру ДЗН, и горизонтальной интегрированной ширины ободка, как наиболее постоянных параметров.

При отсутствии центральной фиксации измерения толщины сетчатки в центральной области очень вариабельны, более точными в этом случае являются объемные показатели.

Умение оператора. Качество сканов зависит от умения оператора. По данным литературы, минимальный опыт измерений толщины слоя нервных волокон для достижения максимальной точности должен составлять не менее 3 месяцев. С другой стороны, при достаточном опыте работы с аппаратом вариации между измерениями у разных операторов незначительны. Большая часть неточных измерений и артефактов может быть устранена при повышении внимания оператора и проведении нескольких повторных сканирований.

Протоколы сканирования и анализа изображений. Времязависимые аппараты ОКТ, используемые в клинике, имеют различные протоколы сканирования. Они составлены на основе двух основных типов сканов: линейном и круговом. Каждый протокол составлен из линейных и круговых

сканов с различающимися параметрами (количество, угол, длина, диаметр). Спектральные аппараты сканируют линейно. Все протоколы отображаются в меню аппарата.

Протоколы, улучшающие изображение. Во время-зависимых аппаратах ОКТ, используемых в клинике, существует семь протоколов обработки изображений, улучшающих сканированное изображение. Эти протоколы применяют математические алгоритмы для изменения вида сканированного изображения и не изменяют данные первоначального скана.

Align (выравнивание) — используется для коррекции эффекта движений пациента в аксиальной плоскости. Хотя эта функция является мощным инструментом для удаления артефактов, вызванных движением глаза пациента, она может создавать артефакты на сканированном изображении, поскольку не может различить истинное изменение ретинальной высоты от очевидных изменений вследствие движений пациента.

Normalize (нормализация) — применяется для устранения фонового шума и использует полноцветную шкалу на обработанном изображении скана. Мнимая цветовая шкала изображения скана действует в пределах значения сигнала от 0 до 255. Протокол обработки представляет точки данных со значениями меньше или эквивалентными среднему уровню шума как ноль (черный) и точки данных со значениями более или эквивалентными максимальному значению сигнала минус фиксированная константа как 255 (белый). Окончательные изображения используют полную цветную шкалу между шумом и насыщенными уровнями сигнала и выглядят равно ярко и нормализовано по отношению к шуму и максимальной силе сигнала.

Нормализация и выравнивание могут быть применены к изображению одновременно.

Gaussian smoothing (Гауссовское сглаживание) — усредняет шум и смешивает цвета изображения скана посредством усреднения значений сигнала в соответствии с Гауссовской функцией. При этом наружные точки в области распределения взвешены менее, чем центральная точка, и вследствие этого некоторые мелкие детали могут быть утеряны.

Median smoothing (срединное сглаживание) — подобно Гауссовскому сглаживанию, но использует средние значения (медианы) области. Устраняет шум, сохраняя мелкие детали в данных.

Proportional (пропорционирование) — используется для получения изображения скана, действительного в его горизонтальной и вертикальной пропорциях. Обычно изображения удлинены в вертикальном направлении, чтобы отобразить больше деталей в плоскости. В результате обработки возникает сжатое вертикально в сравнении с обычным изображением, и могут появляться либо горизонтальное удлинение, либо сжатие в зависимости от настоящей длины скана.

Scan profile — используется для отображения интерактивного профиля всех значений сигнала для любой группы сигналов скана. Можно высчитать расстояние и разность между двумя точками на одиночном А-скане.

Толщина сетчатки и карта толщины сетчатки.

Retinal Thickness/Volume — проводится анализ протоколов радиальных линий и (быстрой) карты толщины макулы. Состоит из двух круговых карт, разделенных на 9 полей, центрированных на макуле для каждого глаза. Верхняя карта всегда показывает ретинальную толщину, используя цветной код, а нижняя показывает либо среднюю ретинальную толщину, либо объем в каждом поле. Диаметры колец карты по умолчанию — 1, 3 и 6 мм. Они могут быть изменены на 1, 2,22 и 3,45 мм.

Если пациенты не могут удерживать фиксацию постоянно, то для каждого радиального скана точность и воспроизводимость будут низкими.

Фовеальная толщина отражает расчет средней толщины в микронах \pm стандартное отклонение для центральной точки, где пересекаются все сканы. Эта цифра типично варьирует между 5 и 20 микронами для нормальных субъектов, при этом глаза с ретинопатией склонны демонстрировать большее стандартное отклонение, что подтверждает низкое постоянство фиксации.

Retinal Thickness/Volume Tabular — отображает полный анализ ретинальной толщины и объема, и таблицу данных, включающую средние данные по квадрантам толщины и объема, соотношения и разности между квадрантами и между глазами.

Retinal Thickness/Volume Change — высчитывает изменения ретинальной толщины или объема между отдельными исследованиями. Анализирует данные только радиальных линий или только протоколов карты толщины макулы.

Retinal Thickness — анализирует одно изображение скана. С помощью этого протокола может быть получен график толщины сетчатки в любом из сканов. Ретинальная толщина может быть вычислена для любого из отдельных А-сканов, и могут быть измерены расстояния на скане с помощью функции меток.

Retinal Map — отображает две круговые карты ретинальной толщины и сканированное изображение. Протокол работает с одной группой радиальных линий или карт толщины макулы. Диаметр колец может быть изменен.

Retinal Probability Map — используется для получения карт, которые отображают вероятность тех областей сетчатки, толщина которых выходит за нормальные пределы.

Ретинальная толщина может быть увеличена при отеке, ретинальной тракции, ретиношизисе или отслойке нейросенсорной сетчатки.

Протоколы анализа слоя нервных волокон. RNFL Thickness Average — толщина слоя нервных волокон отображается в виде средних от каждого квадранта и в виде графика толщины вдоль линии скана (рис. 84).

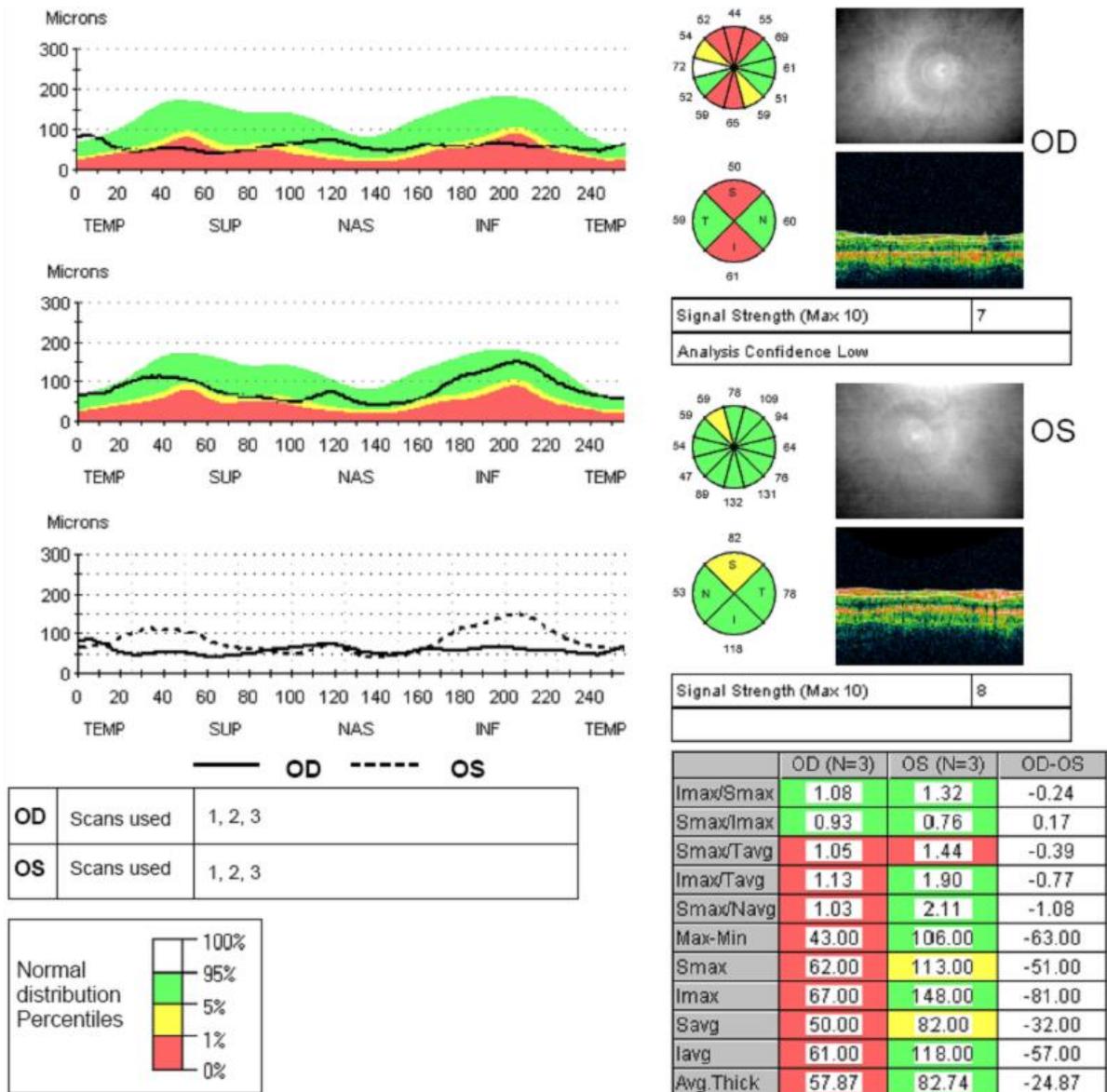


Рис. 84. Протокол анализа RNFL Thickness Average перипапиллярного скана у пациента с глаукомой. Асимметричное уменьшение толщины слоя нервных волокон по сравнению с нормой, в большей степени выраженное на правом глазу

Этот протокол анализирует круговой скан и скан перипапиллярной толщины слоя нервных волокон. Протокол особенно полезен в сравнении данных измерений между глазами. Smax и Imax отражают максимальную толщину в верхнем и нижнем квадрантах соответственно. Tavg, Navg, Iavg, Savg отражают среднюю толщину в каждом из квадрантов. График в нормальных глазах показывает утолщение в нижнем и верхнем квадрантах. Некоторые колебания могут быть выявлены, как правило, они обусловле-

ны кровеносными сосудами и дефектами слоя нервных волокон. Наиболее информативным является сравнение графиков с парным глазом.

RNFL Thickness Map используется для получения карты толщины слоя нервных волокон в перипапиллярной области. Анализирует протокол карты слоя нервных волокон или протокол трех concentрических сканов.

RNFL Thickness Change и *RNFL Thickness Serial* используются для оценки изменений толщины слоя нервных волокон в отдельных исследованиях.

Спектральные аппараты позволяют выполнять аналогичные варианты анализа, но с более высокой скоростью и качеством изображения за одно сканирование.

Протокол анализа диска зрительного нерва (только во время-зависимых приборах). *Optic Nerve Head* — протокол анализа головки зрительного нерва применяется к одной группе сканов ДЗН (рис. 85).

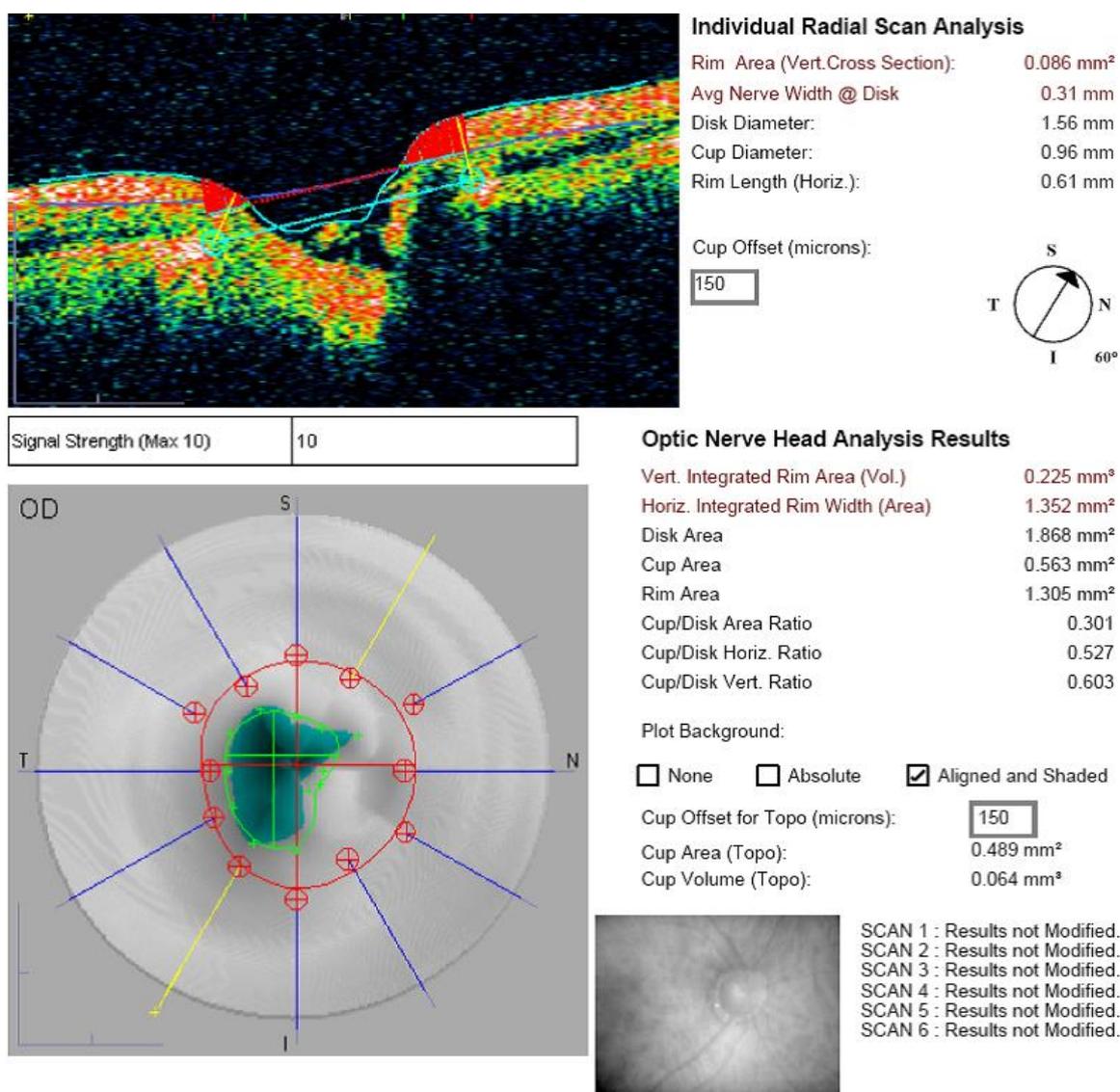


Рис. 85. Протокол анализа диска зрительного нерва Optic Nerve Head

Край экскавации ДЗН обозначен зелеными маркерами на скане и зелеными х на композитной диаграмме. Край пигментного эпителия обозначен голубыми маркерами на скане и красными на композитной диаграмме. В протоколе, помимо изображения скана и диаграммы, построенной на основе полученных сканов, отражены некоторые параметры, касающиеся обработки изображения:

1. *Cup Offset* (предел экскавации). По умолчанию установлен в 150 мкм впереди от диаметра диска (обозначен маркерами пигментного эпителия), показывает край голубой тени на топограмме — поверхность экскавации, как если бы она была заполнена водой. Отграничивает точки, по которым измеряется диаметр экскавации, является настраиваемым параметром.

2. *Plot Background* (наложение фона). Существует 3 опциональных фона диаграммы, два из которых подобны топографической карте. *Aligned and Shaded* обеспечивает затененный рельеф топографической карты и корректирует движения пациента. *Absolute* обеспечивает незатененную топографическую карту без коррекции движений. *None* показывает сплошной серый фон без отображения глубины. Протокол обеспечивает расчет различных параметров конфигурации диска зрительного нерва.

3. *Rim Area* (область ободка). Отображается красным затенением на скане. Эта область ограничена линией диаметра ЭД и линией, идущей от маркеров ПЭ к передней поверхности ДЗН под углом 90° к линии диаметра ЭД.

4. *Average Nerve Width@Disk* (средняя ширина нерва и диска). Средняя величина связанной ширины нерва на каждой стороне. Связанная ширина нерва показана желтой линией от маркеров ПЭ до передней поверхности.

5. *Disk Diameter* (диаметр диска). Отображается и измеряется по прямой линии между двумя маркерами ПЭ. Голубая линия на скане.

6. *Cup Diameter* (диаметр экскавации). Отображается и измеряется по прямой линии, параллельной и идущей в 150 мкм впереди к линии диаметра ДЗН. Красная на скане, зеленая на топограмме. Является настраиваемой.

7. *Horizontal Rim Length* (горизонтальная длина ободка). Разность диаметра ДЗН и диаметра ЭД.

8. *Vertical Integrated Rim Area* (вертикальная интегрированная площадь Ободка). Весь объем ткани слоя нервных волокон, полученный умножением средних величин 6 отдельных областей края по окружности ДЗН. Нормальные значения — $0,36 \pm 0,08 \text{ мм}^3$.

9. *Horizontal Integrated Rim Width* (горизонтальная интегрированная ширина ободка). Общая площадь края, полученная умножением средних величин 6 отдельных показателей ширины нерва по окружности ДЗН.

10. *Disk Area* (площадь ДЗН). Площадь внутри красной границы на композитной диаграмме.

11. *Cup Area* (площадь ЭД). Площадь внутри зеленой границы на композитной диаграмме.

12. *Rim Area* (площадь края). Разность площади ДЗН и площади ЭД.

13. *Cup/Disk Area Ratio*. Отношение площади ЭД к площади ДЗН.

14. *Cup/Disk Horizontal Ratio*. Отношение самой длинной горизонтальной линии по окружности ЭД к самой длинной горизонтальной линии по окружности ДЗН.

15. *Cup/Disk Vertical Ratio*. Отношение самой длинной вертикальной линии по окружности ЭД к самой длинной вертикальной линии по окружности ДЗН.

16. *Cup Area (Topo)* (площадь экскавации). Площадь, очерченная зеленым на композитной диаграмме.

17. *Cup Volume (Topo)* (объем экскавации). Объем площади ЭД, представленной на диаграмме.

Показаниями к проведению ОКТ являются ранняя и дифференциальная диагностика глаукомы, дифференциальная диагностика заболеваний сетчатки, зрительного нерва и проводящих путей зрительного анализатора, контроль эффективности лечения и оценка динамики заболеваний сетчатки и зрительного нерва.

При проведении исследования выбор протокола сканирования осуществляется исходя из преследуемых целей. Во многих случаях при заболеваниях зрительного нерва, конечно, можно ограничиться исследованием только головки зрительного нерва и/или перипапиллярной зоны, но в ряде случаев в процесс вовлекается и макула. Поэтому при ОКТ зрительного нерва, помимо сканирования перипапиллярной области и ДЗН, мы рекомендуем в качестве скрининга проводить сканирование макулы по быстрому протоколу — это может выявить дополнительную информацию о патологическом процессе.

Ниже приведены некоторые частные случаи применения метода ОКТ при патологии зрительного нерва и особенности интерпретации результатов.

Возрастные изменения слоя нервных волокон. Известно, что количество нервных волокон зрительного нерва уменьшается с возрастом. При проведении ОКТ у возрастных пациентов выявляется уменьшение средней перипапиллярной толщины слоя нервных волокон и преимущественное истончение его в темпоральном квадранте (по сравнению с молодыми). Однако, обычно проблем с интерпретацией этих изменений не возникает, так как в современных аппаратах имеется нормативная база данных по возрастам.

Применение ОКТ в диагностике глаукомы. При глаукоме ОКТ позволяет оценить структурные изменения ДЗН и слоя нервных волокон и проследить динамику этих изменений, что имеет значение для выявления прогрессирования глаукомного процесса, определения эффективности лечения

и необходимости его коррекции. Метод позволяет проводить раннюю и дифференциальную диагностику глаукомы, в том числе до появления явных дефектов в поле зрения. Поскольку метод имеет хорошую воспроизводимость, анализ динамики состояния слоя нервных волокон позволяет выявить прогрессирование процесса их утраты до появления значительных дефектов в поле зрения. При проведении исследования при наличии показаний должно проводиться расширение зрачка, так как примерно у 25 % пациентов с глаукомой невозможно получить достаточное качества сигнала в силу наличия помутнения сред, узкого зрачка и их сочетания.

Изменения слоя нервных волокон. Диагностическая точность измерения толщины слоя нервных волокон достигает > 90 % при специфичности исследования в 90 %, поэтому измерение толщины слоя нервных волокон является обязательным при проведении ОКТ с диагностической целью при подозрении на глаукому и при наблюдении пациентов с глаукомой. Теоретически, толщина слоя нервных волокон сетчатки в большей степени, чем объем нейроретинального ободка, отражает состояние ганглиозных клеток, так как объем последнего, помимо нервных волокон, выполнен в значительной степени соединительной тканью и глиальными клетками. Кроме того, средняя толщина слоя нервных волокон зависит от площади ДЗН, что подтверждается гистологическими данными: количество нервных волокон соответствует размерам ДЗН, при этом в больших ДЗН оно увеличено.

Существует также положительная корреляция между площадью ДЗН и толщиной слоя нервных волокон в верхнем, нижнем и назальном квадрантах, вертикальным диаметром ДЗН и толщиной слоя нервных волокон в верхнем и нижнем квадрантах, горизонтальным диаметром ДЗН и толщиной слоя нервных волокон в верхнем, нижнем и назальном квадрантах, площадью нейроретинального ободка и толщиной слоя нервных волокон в верхнем, нижнем и темпоральном квадрантах.

При глаукоме наблюдается уменьшение средней перипапиллярной толщины слоя нервных волокон, поражение затрагивает все квадранты, однако, в начальной стадии выявляется истончение преимущественно в нижнем квадранте, соответственно верхненазальному дефекту поля зрения (рис. 86). По данным некоторых исследований уменьшение толщины слоя нервных волокон в нижнем квадранте перипапиллярной области является типичным и для офтальмогипертензии.

Анализ головки зрительного нерва. Известно, что при глаукоме наиболее важными диагностическими критериями являются размеры экскавации (преимущественно вертикальный), соотношение их с размерами ДЗН, положение, форма экскавации и ширина нейроретинального пояса. ОКТ позволяет проводить измерения и анализ всех этих параметров (рис. 87). При этом в наибольшей степени коррелируют с изменениями полей зрения горизонтальная интегрированная ширина ободка (является наиболее

постоянным параметром, даже при отсутствии хорошей фиксации взгляда), площадь ободка и отношение площади экскавации к площади ДЗН. Как уже говорилось, предел экскавации в протоколе анализа может изменяться, однако стандартный предел экскавации в 150 мкм обеспечивает получение данных, наиболее соответствующих имеющимся изменениям поля зрения.

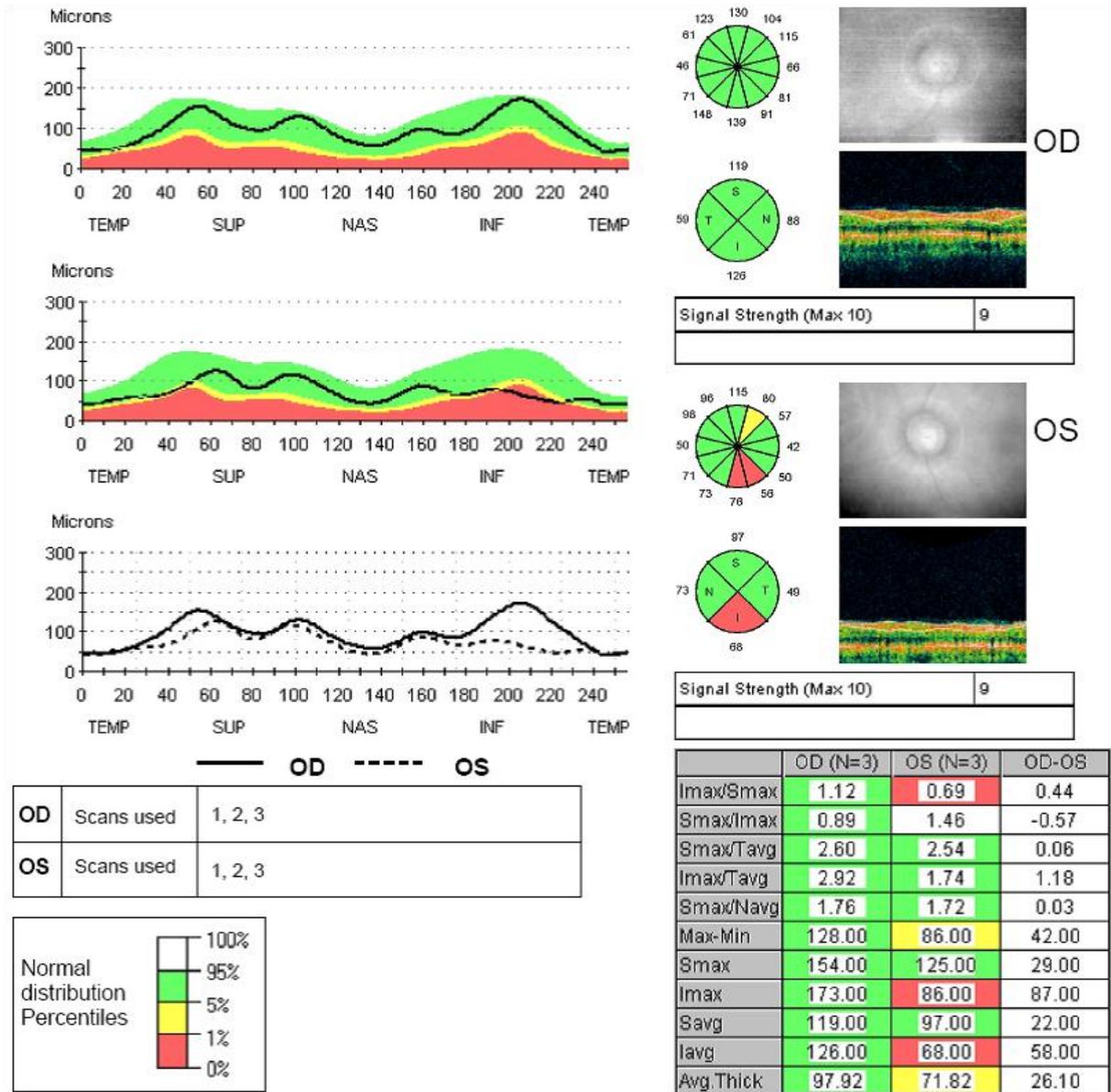


Рис. 86. Пациент с глаукомным поражением. Имеется значительная асимметрия толщины слоя нервных волокон, уменьшение толщины слоя нервных волокон в нижнем квадранте перипапиллярной зоны на левом глазу, правый глаз не обнаруживает патологических изменений

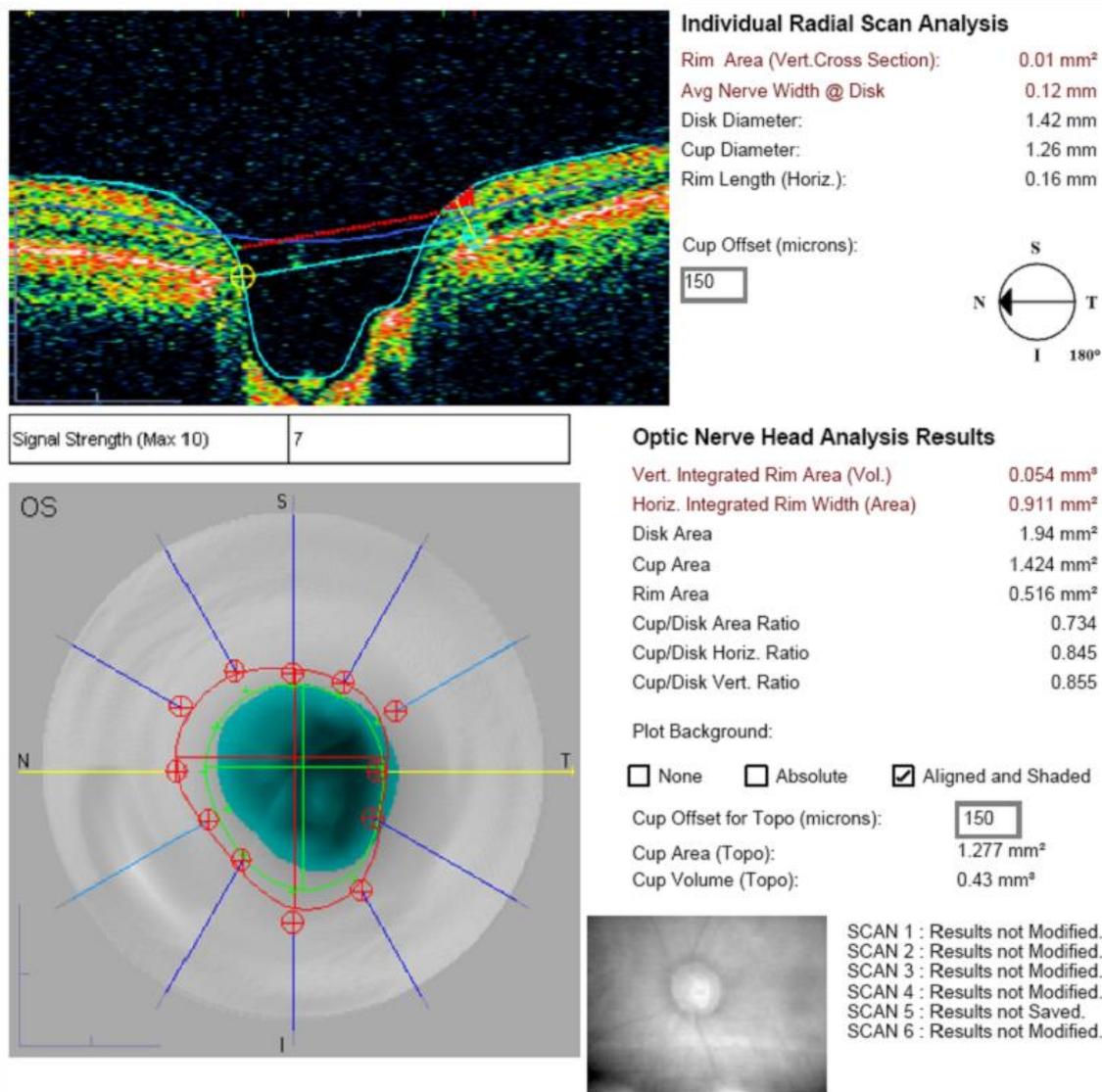


Рис. 87. Протокол анализа ДЗН левого глаза пациента с глаукомой. Выраженная экскавация ДЗН по типу краевой, снижена площадь ободка ДЗН, преобладает вертикальный размер экскавации

Наличие перипапиллярной атрофии может затруднять анализ и деформировать изображение границ ДЗН и экскавации вследствие неправильного автоматического распознавания границ ДЗН. В этом случае следует прибегнуть к расстановке меток вручную, однако следует соблюдать осторожность при сравнении данных такого анализа с результатами популяционных исследований.

В случае острого приступа закрытоугольной глаукомы картина ОКТ значительно отличается от картины ОКТ при открытоугольной глаукоме. В первую неделю после приступа выявляется диффузное утолщение слоя нервных волокон с увеличением в объеме головки зрительного нерва, затем в течение нескольких недель толщина слоя нервных волокон диффузно-прогрессивно уменьшается в сроки от 4 до 12 недель.

После антиглаукомных вмешательств также может наблюдаться некоторое утолщение перипапиллярного слоя нервных волокон, коррелирующее со степенью снижения ВГД.

Изменения в макулярной зоне. При высокой воспроизводимости данных специфичность исследования макулы при глаукоме гораздо ниже, чем при исследовании зрительного нерва и слоя нервных волокон. Средний макулярный объем в ранних стадиях глаукомы значительно меньше, чем в здоровых глазах, и уменьшается по мере прогрессирования заболевания, что, однако, может быть связано как с утратой ганглиозных клеток, так и с процессами старения. С другой стороны, исследование макулы может использоваться в процессе наблюдения пациентов с глаукомой, особенно в случаях, когда тяжело добиться точной центрации зоны сканирования на диске, например, при недостаточном опыте оператора. Центрировать аппарат на макуле в этом случае гораздо проще.

При сканировании выявляется уменьшение толщины макулы, коррелирующее с уменьшением толщины слоя нервных волокон в зоне, соответствующей имеющемуся дефекту поля зрения (рис. 88). При этом значительная корреляция наблюдается между средней толщиной макулы и показателями статической периметрии: средним дефектом поля зрения (MD) и стандартным отклонением паттерна (PSD), а верхний дефект поля зрения ассоциирован с поражением в нижнем квадранте. Однако при исследовании макулы следует проводить сканирование достаточно большой площади, так как сканирование, ограниченное только областью макулы в ранних стадиях глаукомы может не выявить изменений. Уменьшение толщины слоя нервных волокон является более чувствительным показателем наличия глаукомного поражения.

Структурно в макулярной области при глаукоме выявляются изменения отдельных ретинальных слоев: значительное уменьшение толщины слоя нервных волокон, ганглиозных клеток и внутреннего сетчатого слоя, незначительно уменьшается толщина внутреннего ядерного слоя. Частичная потеря внутренних ретинальных слоев в нижней перифовеолярной области определяется как при периметрической, так и при препериметрической глаукоме.

Исследование макулы при глаукоме позволяет провести дифференциальную диагностику далеко зашедшей глаукомы и перенесенного острого нарушения кровообращения в ЦАС при наличии сходных дефектов в поле зрения. Так, при артериальной окклюзии наблюдается значительное истончение внутренних слоев сетчатки и соединение слоя нервных волокон и внутреннего сетчатого слоя в единый конгломерат. При глаукоме эти слои остаются отдельными, но слой нервных волокон выглядит более тонким, чем в норме. Макулярный объем при артериальной окклюзии значительно меньше, чем при глаукоме.

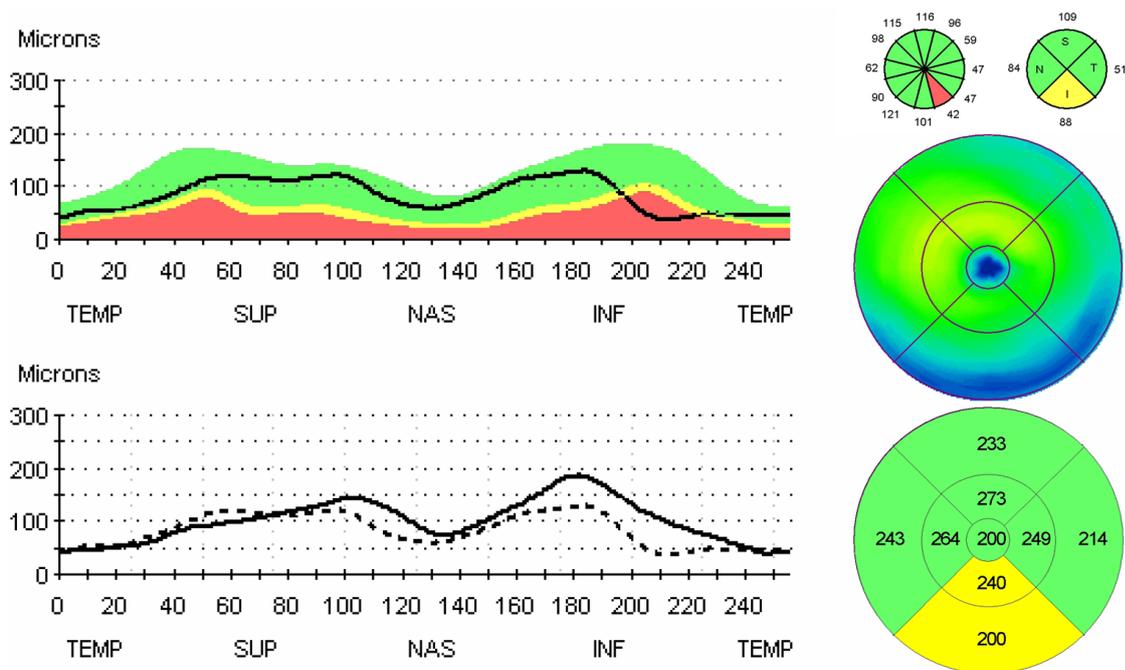


Рис. 88. Наглядные данные протоколов анализа RNFL Thickness Average перипапиллярного скана и Retinal Thickness/Volume быстрого радиального скана макулярной области левого глаза пациента с глаукомой 2й стадии. Выраженное уменьшение толщины слоя нервных волокон в нижнем квадранте перипапиллярной области сочетано с уменьшением толщины нейроэпителия в нижней парамакулярной области

Применение ОКТ в нейроофтальмологии. ОКТ может применяться для оценки ДЗН и слоя нервных волокон, оценки взаимоотношений ДЗН и макулы и дифференциальной диагностики заболеваний зрительного нерва и сетчатки. ОКТ показывает мелкие очаги с субретинальной жидкостью, которые могут быть пропущены при офтальмоскопии и расценены как незначительные при ФАГ. Также могут быть исследованы вторичные изменения макулы при патологии ДЗН.

При *отеке ДЗН* ОКТ выявляет патологическим увеличением ДЗН и толщины перипапиллярного слоя нервных волокон, а также позволяет осуществлять динамическое наблюдение за пациентами с отеком ДЗН.

Отек зрительного нерва при неврите и острой ишемической оптической нейропатии: выявляется утолщение слоя нервных волокон с незначительным снижением рефлективности и перипапиллярное гипорефлективное пространство выше пигментного эпителия, при радиальном сканировании через головку ДЗН имеющее треугольную форму, обращенное вершиной в сторону от ДЗН, которое, возможно, является скоплением субретинальной жидкости. Установлено, что утолщение слоя нервных волокон у пациентов с острой ишемической оптической нейропатией возникает еще до возникновения симптомов. В отдаленном периоде наблюдается уменьшение толщины слоя нервных волокон с возвращением к нормальным показателям, либо в различной степени выраженные явления атрофии.

При ретробульбарном демиелинизирующем неврите на ОКТ выявляется нормальный или несколько утолщенный слой нервных волокон, при наблюдении он может оставаться нормальным, возвращаться к норме или становиться тоньше в зависимости от степени поражения. Истончение коррелирует с наличием дефекта в поле зрения. У пациентов, перенесших неврит зрительного нерва, слой нервных волокон, как правило, толще, чем у пациентов, у которых демиелинизирующее заболевание протекает без развития неврита, при этом степень истончения коррелирует с остротой зрения.

При папиллите и тромбозе ЦВС выявляется увеличение ДЗН и утолщение слоя нервных волокон, сходное с описанным при острой ишемической оптической нейропатии. При нейроретините оно сочетается с увеличением толщины перифовеолярной области.

Отек ДЗН может наблюдаться при витреальной тракции. Выявляется элевация ДЗН в месте тракции, край диска зрительного нерва выглядит натянутым. При этом непосредственно видна тракция в стекловидном теле. Могут встречаться локальные изменения слоя нервных волокон.

При нисходящей *атрофии зрительного нерва*, например, при травматическом повреждении его в канале возникает прогрессирующее уменьшение перипапиллярной толщины слоя нервных волокон и макулярной толщины, причем утрата ретинальных нервных волокон может быть достаточно тяжелой. У пациентов с токсической, пищевой и наследственной оптиконеуропатией могут выявляться характерные изменения в макуле.

При хиазмальных поражениях также наблюдается диффузное уменьшение перипапиллярной толщины слоя нервных волокон, несмотря на имеющийся битемпоральный дефект поля зрения. Однако, горизонтальные перипапиллярные сектора (назальный и темпоральный) демонстрируют пропорционально большее истончение, чем вертикальные сектора.

ОКТ при врожденных аномалиях ДЗН. У пациентов, имеющих *друзы ДЗН* и проминирующий ДЗН, слой нервных волокон истончен. ОКТ позволяет проводить наблюдение таких пациентов, так как у них может происходить медленное прогрессирование истончения.

При друзах на ОКТ определяется утолщенная головка ДЗН, в тяжелых случаях проминирующая (рис. 89), с тенями, вызванными друзами, и истончение слоя нервных волокон (рис. 90). При сочетании друз ДЗН и глаукомы определяется истончение слоя нервных волокон

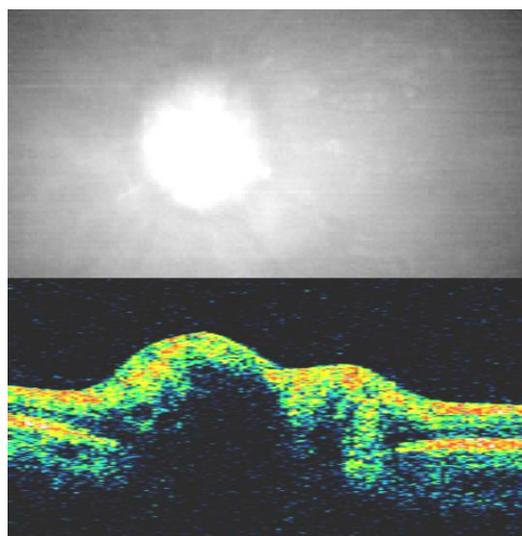


Рис. 89. ДЗН с друзами (левый глаз)

более значительное, чем это предполагалось при осмотре, кроме того, друзы могут маскировать край экскавации, вызывая ложное впечатление интактности ДЗН. В таких случаях ОКТ позволяет дать правильную оценку наличия изменений и их динамики.

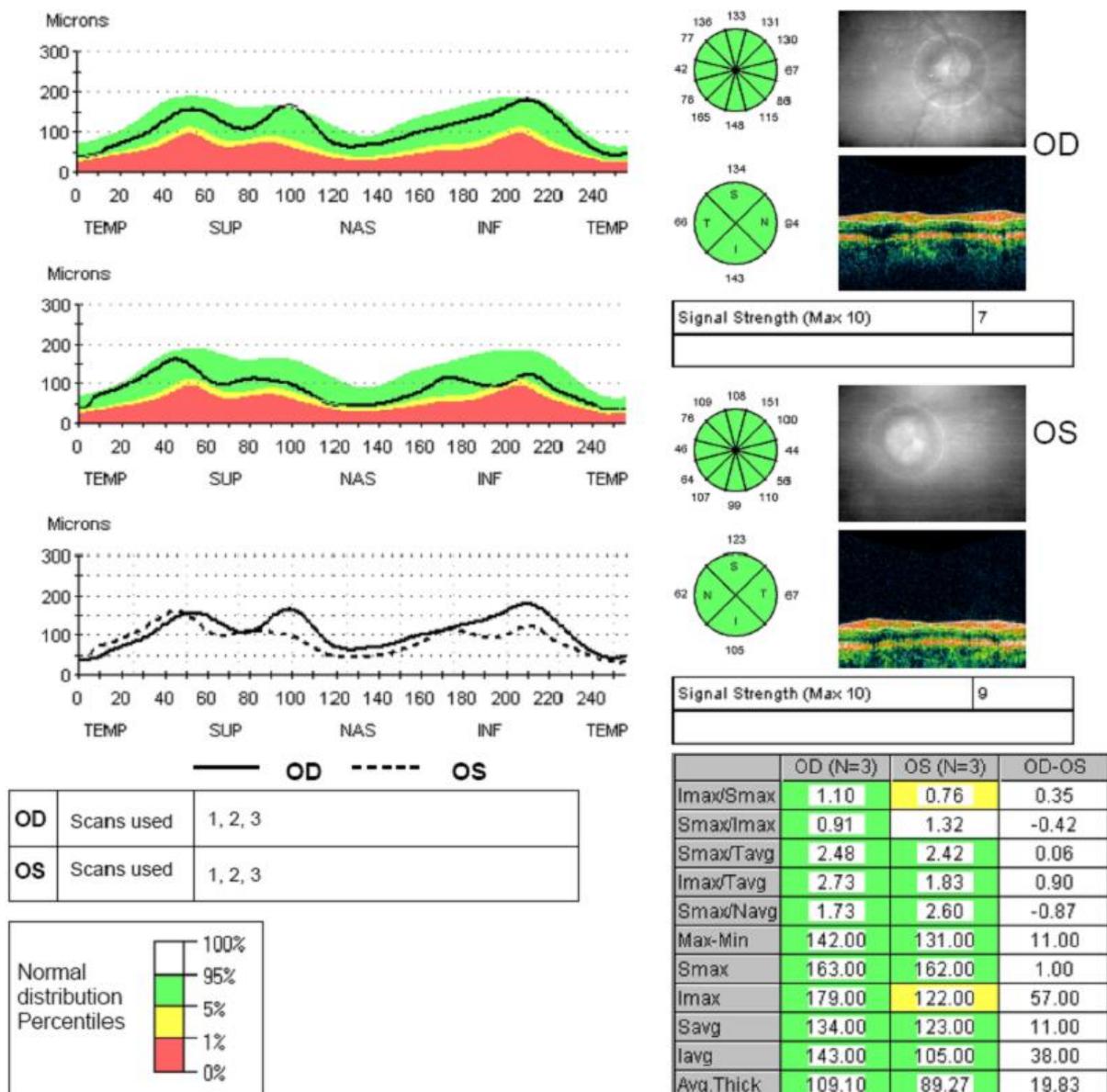


Рис. 90. Тот же пациент с друзами ДЗН. На левом глазу отмечается уменьшение толщины слоя нервных волокон по сравнению с правым глазом

Врожденный проминирующий ДЗН — ДЗН проминирует, слой нервных волокон, как правило, толще, чем в норме, как и при отеке ДЗН, однако, в отличие от отека, в состоянии не наблюдается никакой динамики.

Миелिनные волокна — ОКТ выявляет утолщение слоя нервных волокон в областях, соответствующих расположению миелिनных волокон, в других ретинальных структурах патологии не выявляется.

Выстоящий ДЗН — ДЗН выстоит в косо́й оси. Слой нервных волокон на ОКТ определяется как нормальный или истончен в области гипоплазии. При проведении повторных исследований в состоянии динамики не выявляется.

Гипоплазия ДЗН — проявляется уменьшением размеров ДЗН, диффузным истончением слоя нервных волокон. При повторных исследованиях — без динамики.

Ямка ДЗН является аномалией развития, частичной колобомой зрительного нерва. Определяющаяся в перипапиллярных сканах субретинальная жидкость и жидкость под пигментным эпителием может распространяться в темпоральную сторону к макуле и через область диска зрительного нерва. В перипапиллярной области и макуле определяется ретиношизис и/или кистовидная дегенерация. Наиболее выражен отек в наружных слоях, на уровне наружного сетчатого слоя, с течением времени эти изменения переходят в истинный ретиношизис. При наличии серозной отслойки нейроэпителия выявляется сообщение между полостью шизиса и/или субретинальным пространством и ямкой ДЗН. Таким образом, существует сообщение между полостью шизиса или субретинальным пространством и субарахноидальным пространством.

ОКТ зрительного нерва при миопии. Толщина слоя нервных волокон в глазах с миопией обнаруживает высокую линейную зависимость от ПЗО и сферического эквивалента. Так, в глазах с миопией высокой степени толщина слоя нервных волокон значительно ниже, чем в глазах со слабой и средней степенью миопии. Истончение наблюдается во всех секторах, за исключением темпорального, где изменения менее выражены. При этом в большинстве глаз с высокой миопией толщина слоя нервных волокон определяется как аномально малая (рис. 91).

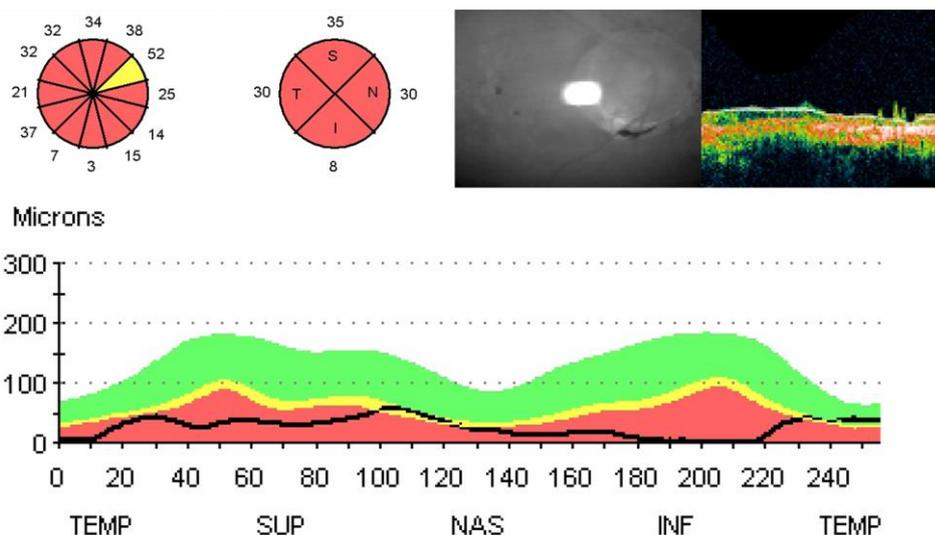


Рис. 91. Протокол анализа RNFL Thickness Average перипапиллярного скана пациента с миопией высокой степени. Кольцо сканирования приходится на зону перипапиллярной атрофии, слой нервных волокон определяется как аномально тонкий

В глазах с патологической миопией наблюдается перипапиллярная атрофия пигментного эпителия, что затрудняет определение границ зрительного нерва. Как и в случае с глаукомой, здесь при анализе головки зрительного нерва метки расставляются вручную. Кроме этого в области конуса в глазах с патологической миопией может присутствовать перипапиллярная отслойка оболочек, что затрудняет анализ перипапиллярной толщины слоя нервных волокон. У края конуса также могут присутствовать васкулярные микроскладки и ретиношизис в области ретинальных сосудов.

Перипапиллярная отслойка оболочек на ОКТ определяется интрахориоидально и субретинально как гипорефлективное пространство, в поле зрения при этом наблюдаются глаукомоподобные дефекты. При патологической миопии могут выявляться ямкоподобные очаги, которые на ОКТ выглядят как кистоподобные структуры, открывающиеся непосредственно в витреальную полость. Ретиношизис может распространяться вдоль темпоральных сосудов к макуле, в макуле может определяться миопический фовеошизис [17, 18].

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

К ультразвуковым офтальмологическим методам исследования относятся эхобиометрия, эхоскопия, ультразвуковая биомикроскопия, пахиметрия.

Ультразвуковые исследования основаны на анализе эхо-сигнала при отражении когерентных звуковых волн, проходящих через неоднородную среду. Во всех вышеперечисленных случаях измерения основаны на времени задержки эха, рассеянного в тканях сигнала. Чем выше частота сигнала, тем выше разрешающая способность аппаратов. Пульс-режим, который используется в ультразвуковых диагностических приборах, уменьшает интерференцию волн на протяжении и повышает качество анализируемого эхосигнала.

В офтальмологии используются ультразвуковые исследования и на основе А-метода и на основе В-метода. На А-методе построены измерения при эхобиометрии и пахиметрии, В-метод является основой эхоскопии и ультразвуковой биомикроскопии.

Ультразвук рассеивается в воздушной среде, поэтому для качественного выполнения ультразвуковых исследований необходимо устранение значительной разницы акустических свойств среды между тканями и наконечником прибора, то есть все ультразвуковые диагностические приборы в офтальмологии работают с иммерсией. Иммерсионной средой для А-метода является слезная пленка, физиологический раствор при использовании специальной ванночки, либо используется специальный наконечник

прибора. Для ультразвуковой биомикроскопии в качестве иммерсионной среды используется специальная ванночка, заполненная физиологическим раствором, для эхоскопии — либо такая же ванночка, либо гель для ультразвуковых исследований. По той же причине перед проведением любого ультразвукового исследования необходимо снять контактные линзы, так как материал линзы, находящейся на пути распространения ультразвука, имеет другие акустические свойства и может создавать артефакты.

Ультразвуковые исследования, выполненные А-методом, показаны при необходимости проведения измерений: эхобиометрии (ЭБМ) — измерения размеров глазного яблока и его внутренних структур, и пахиметрии — измерения толщины роговицы.

Оба исследования могут проводиться на отдельном приборе, объединяющем оба метода измерений (рис. 92) или могут входить в состав большого аппарата для ультразвуковой диагностики, позволяющего проводить исследование и А-методом и В-методом.

Ультразвуковая пахиметрия (кератопахиметрия) измеряет толщину роговицы за счет значительного отличия ее акустических свойств от свойств водянистой влаги. Центральная толщина роговицы — важный параметр для диагностики глаукомы и заболеваний роговицы, а также для рефракционной хирургии. Для пахиметрии используется специальный наконечник, который под местной анестезией каплями 1%-ного тетракаина помещается непосредственно на поверхность роговицы строго перпендикулярно ей, и прибор в автоматическом режиме выполняет несколько измерений. Ограничениями метода является его контактный характер (риски, анестезия), необходимость обучения оператора, так как результат измерений зависит от правильного удержания наконечника, а также недостаточное восполнение слезной пленки после прижатия наконечника, что вызывает дискомфорт у пациента. Противопоказано проведение исследования при повреждениях поверхности роговицы, наличии отделяемого, инфекциях с вовлечением роговицы. По точности измерений, согласно современным данным, ультразвуковая пахиметрия сопоставима с другими вариантами ее проведения (ОКТ, Орбискан, эндотелиальная микроскопия).

Эхобиометрия (ЭБМ) измеряет несколько важных параметров: длину передне-задней оси глаза (ПЗО), толщину хрусталика и глубину передней камеры. Показано проведение ЭБМ в случаях, когда необходимо уточнить анатомические особенности глазного яблока пациента, получить



Рис. 92. Ультразвуковой прибор для эхобиометрии и пахиметрии

информацию для расчета интраокулярных линз, расчетов при хирургическом лечении заболеваний и травм заднего отрезка глаза, для наблюдения динамики роста глаза, прогрессирования глаукомы или близорукости в детском возрасте. Датчик эхобиометрии может использоваться для диагностики патологических измерений заднего отрезка глаза в случаях, когда эхоскопия недоступна.

Противопоказания для эхобиометрии те же, что и при пахиметрии, так как оба датчика устанавливаются на роговицу похожим образом. Ограничениями, помимо уже упомянутых для пахиметрии, является значительное эхорассеяние и артефакты в стекловидном теле после хирургического введения в него силиконового масла или газа.

А-сканирование при эхобиометрии представляет собой одномерный акустический срез глаза. Каждый пик на ЭБМ представляет собой границу раздела между средами с двумя различными скоростями звука. В зависимости от используемой техники (с иммерсией или без), первый пик представляет собой зонд и роговицу, а последующие два пика — переднюю и заднюю поверхности хрусталика, за которыми следует высокий ретинальный пик, совмещенный со склеральным. Полости передней камеры и стекловидного тела не создают эха, в то время как сетчатка и склера показывают 100 % усиление сигнала. Расстояние между передним роговичным и ретинальным пиком определяет аксиальную длину глаза (длину передне-задней оси).

Датчик при эхобиометрии устанавливается вертикально, таким образом, чтобы основные пики (роговичный, хрусталиковые, ретинальные) на диаграмме совпадали с высотой диаграммы (рис. 93, 94). Эхосигналы от роговицы, передней поверхности хрусталика и сетчатки должны быть высокими и пикообразными, а пик от сетчатки должен подниматься круто, без разрывов и уступов. Если датчик смещен, склеральный пик (при сканировании через зрительный нерв) будет отсутствовать. Ярko выраженный склеральный пик должен располагаться примерно в 1,5–2 мм позади сетчаточного пика. Орбитальный сигнал создает серию пиков с убывающей амплитудой.

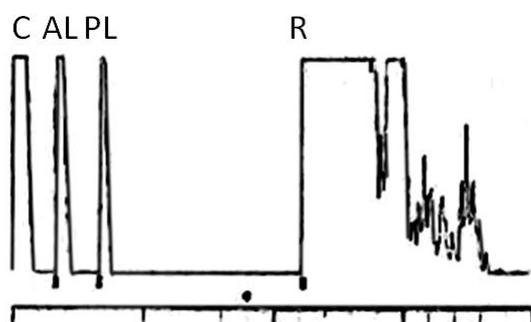


Рис. 93. Внешний вид пиков эхобиометрии:

C — роговица; AL — передняя поверхность хрусталика; PL — задняя поверхность хрусталика; R — ретинальный пик

Исследование предпочтительно выполнять при положении пациента лежа, взгляд пациента необходимо зафиксировать. Многие датчики для эхобиометрии имеют на своей поверхности метку с подсветкой, это облегчает сохранение правильного положения глаза во время исследования. Если пациент не видит метку, можно попытаться зафиксировать его взор на его собственном пальце. Датчик нужно держать строго вертикально. Прибор проводит несколько измерений в автоматическом режиме и затем выводит на распечатку данные всех измерений и среднее значение биометрии.

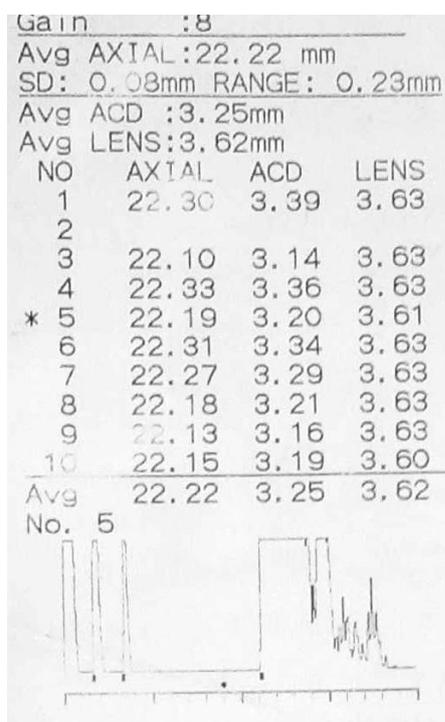


Рис. 94. Наиболее важные параметры на распечатке ЭБМ:
 AXIAL — длина передне-задней оси (ПЗО), мм; ACD — глубина передней камеры, мм;
 LENS — толщина хрусталика, мм; Avg — средний показатель

Ультразвуковые исследования В-методом выполняются в случаях, когда необходима визуализация патологических изменений. Скорость обновления картинки при эхоскопических исследованиях составляет 25 кадров в секунду, таким образом, все, что отображается на экране, отображается в режиме реального времени.

Ультразвуковая биомикроскопия (УБМ) показана при патологии иридо-цилиарной зоны, которая не визуализируется обычными диагностическими методами и ОКТ (поствоспалительные изменения, опухоли), для уточнения состояния послеоперационной зоны в хирургии глаукомы, при травмах, при дислокации ИОЛ или дренажа (рис. 95). Противопоказана УБМ при заболеваниях, вовлекающих поверхность глаза, инфекционных процессах в конъюнктивальном мешке, острой травме с нарушением целостности конъюнктивы, роговицы или склеры.

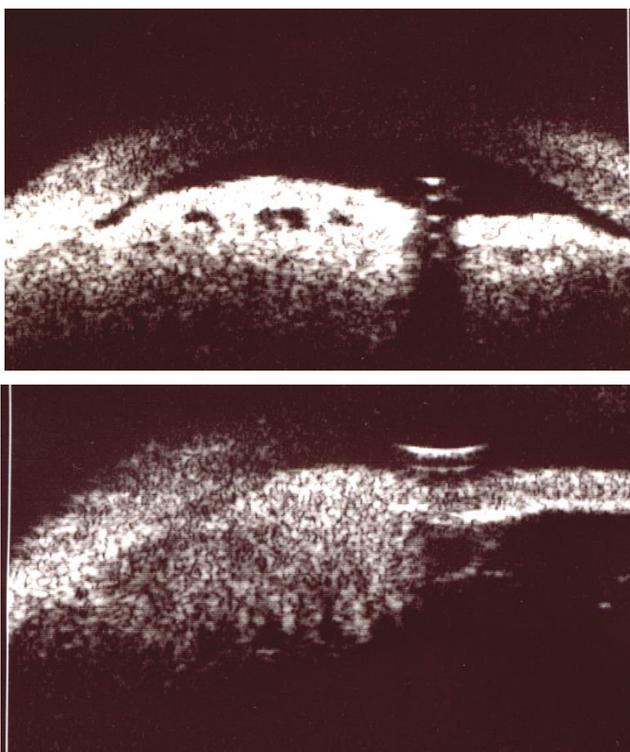


Рис. 95. Ультразвуковой прибор с возможностью проведения УБМ и два снимка иридоцилиарной зоны пациента с кольцевидной меланомой цилиарного тела

Пациент во время исследования занимает лежачее положение. Исследование требует отработанного навыка оператора и, как правило, помощника, роль которого может выполнять медсестра. Под местной анестезией 1%-ным раствором тетракаина специальная пластиковая ванночка вставляется в конъюнктивальный мешок пациента, заполняется физиологическим раствором, в который опускается высокочастотный ультразвуковой датчик (30–100 МГц), пациент во время исследования должен смотреть прямо перед собой. Датчик во время исследования необходимо постоянно поворачивать, удерживая его на весу и добавляя в ванночку физиологический раствор, так как жидкость постепенно выливается. Помимо физиологического раствора для иммерсии может использоваться стерильная дистиллированная вода или глазной гель на основе метилцеллюлозы или гиалуроновой кислоты. Поворачивая датчик, осматривается вся иридоцилиарная зона, ближайшие к ней структуры передней камеры, радужка и хрусталик. Разрешающая способность прибора составляет 10–50 мкм, глубина сканирования в ткани — до 5 мм. УБМ имеет преимущество в диагностике новообразований цилиарного тела, поскольку ультразвук позволяет визуализировать опухоли целиком, со всеми подробностями их структуры, в отличие от ОКТ (глубина сканирования в ткани до 2 мм, для специализированных аппаратов ОКТ переднего отрезка — до 3 мм).

Эхоскопия глазного яблока показана при помутнении оптических сред, которое мешает визуализации глазного дна, терминальной и неоваскулярной глаукоме, отслойке оболочек глаза, новообразованиях, внутриглазных инородных телах, при необходимости оценки витрео-ретиальных взаимоотношений при прозрачных средах, заболеваниях зрительного нерва, склеры и сосудистой оболочки. Помимо топографических характеристик имеющейся патологии, можно исследовать поведение внутриглазных структур при движении глаза — динамическое исследование, которое проводится во время движения глаза при неподвижном наконечнике.

Эхоскопия, как и УБМ — исследование контактное, однако анестезия при нем требуется не всегда. Под местной анестезией выполняется исследование с помощью ванночки с физраствором, как при УБМ; при таком способе эхоскопии возможно охватить объем глазного яблока целиком. Однако, чаще эхоскопия проводится через закрытые веки, а в качестве иммерсионной среды используется гель для проведения ультразвукового исследования.

Пациента для проведения исследования укладывают на кушетку или в функциональное кресло с подголовником. Исследование можно проводить и сидя, но это менее удобно. Необходимо предупредить пациента, что исследование проводится с закрытыми глазами, и когда вы просите его посмотреть в определенную сторону, глаза открывать нельзя, во избежание попадания в них геля. Затем на веки пациента наносится гель и слегка распределяется датчиком. Датчик нужно держать так, чтобы он неотрывно скользил по поверхности век, перпендикулярно к поверхности глаза. При этом определяется качество изображения: если по краям изображение нечеткое и теряется в шуме, это указывает на недостаточное погружение датчика в гель, и следует его добавить.

У каждого датчика для эхоскопии имеется метка, которая показывает положение верхней части изображения на экране (рис. 96). Поворачивая датчик, можно получить двумерные сканы глазного яблока в любом направлении, но определить местонахождение обнаруженных патологических изменений возможно только при ориентации по этой отметке.

Сканирование проводится по определенному алгоритму. Вначале выполняется аксиальное, ориентировочное сканирование, когда датчик устанавливается по передне-задней оси вертикально и горизонтально, в каждом из положений выполняются покачивающие движения датчиком, помогающие заметить мелкие детали, сопоставимые с разрешающей способностью датчика. Затем выполняется уточняющее сканирование, датчик при этом может находиться либо в радиальной позиции, что позволяет проводить продольные сканы, либо в позиции, параллельной лимбу, с проведением поперечных сканов. Чтобы не запутаться, при радиальной позиции датчика метку следует располагать в направлении центра роговицы, а при

параллельной лимбу — вертикально, в горизонтальном направлении — назально. При необходимости рассмотреть периферическую часть оболочек глазного яблока более подробно пациента просят посмотреть в интересующую сторону.

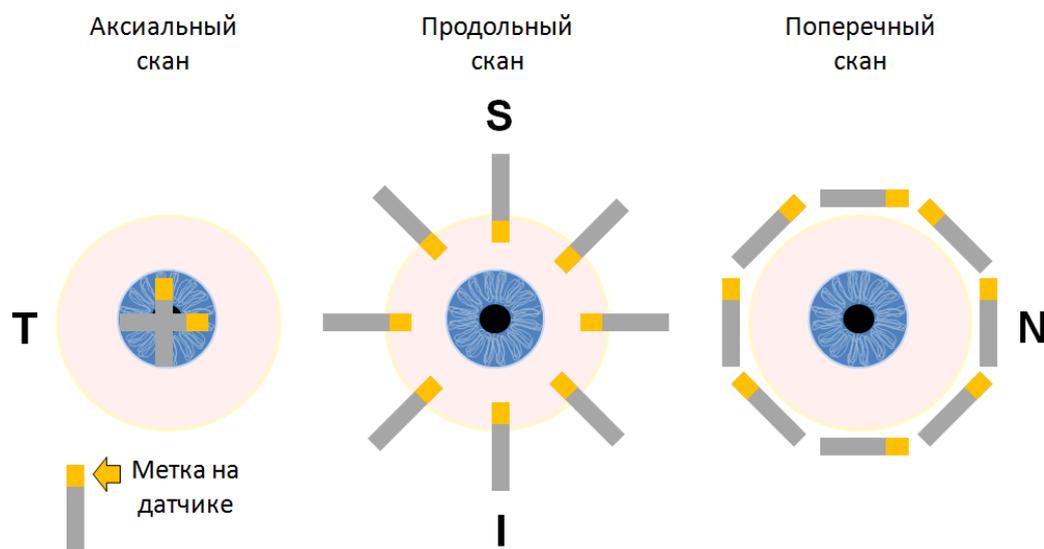


Рис. 96. Положение датчика при проведении эхоскопии

Динамическое исследование проводится двумя способами. В одном случае датчик устанавливается неподвижно над зоной интереса, а пациента просят подвигать глазом: направление движения должно совпадать с направлением скана, чтобы патологический сигнал не потерялся. Во время движения глаза необходимо следить за тем, перемещается ли патологический сигнал относительно своего местоположения, взаимодействует ли с оболочками, создает ли тракцию и т. п. Другой способ заключается в изменении положения тела пациента во время исследования пациента просят повернуть голову на бок или сесть — и проводят эхоскопию, отмечая перемещение патологического эхосигнала. Таким образом исследуется перемещение или подтверждается фиксация вывихнутого хрусталика или интраокулярной линзы, проводится дифференциальная диагностика стеклянных или пластиковых внутриглазных инородных тел и газа в стекловидном теле.

Для датчиков с частотой 10–12 МГц, используемых для эхоскопии глазного яблока, аксиальное разрешение — 130 мкм и латеральное — 800 мкм, таким образом, по оси сканирования можно различить структуры размером более чем 130 микрон в передне-заднем направлении и 0,8 мм — в ширину.

При этом передний отрезок глазного яблока не визуализируется, попадая в «мертвую зону» датчика, за исключением хрусталика, задняя часть которого может быть видна при сканировании в аксиальном направлении.

При эхоскопии нормальное глазное яблоко имеет округлую форму, контур внутренних оболочек ровный, не имеет дополнительных сигналов, стекловидное тело (V) эхопрозрачно (выглядит на снимках темным). Помимо этого визуализируются зрительный нерв (ON) и ретробульбарное пространство (O). Сетчатка (R) и склера (S) обозначают границу глазного яблока без утолщений и дополнительных включений в оболочках (рис. 97).

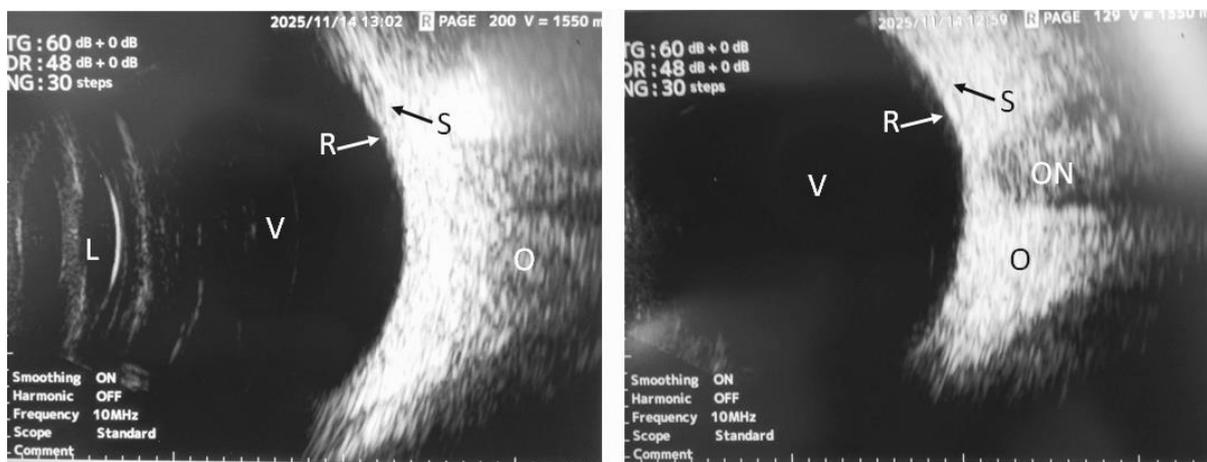


Рис. 97. Эхоскопия нормального глазного яблока

Толщина оболочек глазного яблока (склеро-хориоидального комплекса) при ультразвуковом исследовании в норме составляет в среднем 1,5 мм и зависит от анатомических особенностей глаза: в укороченных глазах она может быть больше, в глазах с длинной передне-задней осью — меньше. Толщина сосудистой оболочки заднего полюса составляет у детей от 0,5 мм, у взрослых — до 1 мм, в зависимости от анатомических особенностей. Толщина склеро-хориоидального комплекса более 2 мм считается повышенной.

Зрительный нерв при эхоскопии в норме выглядит гипоэхогенным, диаметр оболочек его ретробульбарной части обычно измеряется в двух точках — на 3 мм кзади от головки зрительного нерва и как можно далее к вершине орбиты. Нормальная толщина зрительного нерва внутри его паутинной оболочки составляет от 2,2 до 3,3 мм, однако в популяции могут быть значительные вариации, поэтому рекомендуется при исследовании сравнивать толщину зрительных нервов с двух сторон, асимметрия не должна составлять более 0,5 мм. Двусторонняя ширина невральное пространства более 5 мм, как правило, коррелирует с повышением внутричерепного давления.

Описание эхоскопии включает в себя:

1. Общее описание сред и оболочек глазного яблока.
2. Локализацию патологического эхосигнала.
3. Описание размера и формы патологического эхосигнала.

4. Яркость патологического эхосигнала при В-сканировании — эхогенность. Более плотные структуры на серой шкале выглядят более яркими, светлыми, менее плотные, содержащие жидкость — темными. Структуры, максимально отражающие ультразвук, будут иметь крайнюю степень яркости, выглядеть белыми, максимально не препятствующие его распространению — черными.

5. Движение патологического эхосигнала при движениях глаза выявляется при динамическом исследовании.

6. Описание эхоструктуры патологического очага (однородная или неоднородная, особенности).

7. Наличие или отсутствие артефактов или акустической тени. Ослабление ультразвука вследствие отражения, рассеяния или поглощения звуковой энергии патологическими структурами приводит к уменьшению отраженного сигнала. При этом появляются множественные артефакты — при множественном отражении и рассеянии сигнала (эмульгированный силикон в витреальной полости, интраокулярная линза), а при максимальном отражении или поглощении ультразвука возникает акустическая тень (силикон в переднем отрезке глаза, кальцификаты, кость, металлические инородные тела).

Помутнения в стекловидном теле вызывают эхо различной амплитуды, причем воспаление не отличимо от гемофтальма (рис. 98). Помутнения могут быть от еле видимых нитей до насыщенного кальцием астероидного гиалоза, который вызывает эхо очень высокой амплитуды.



Рис. 98. Взвесь в стекловидном теле и ретрогиалоидном пространстве, отслойка задней гиалоидной мембраны, проминенция головки зрительного нерва у пациента с симпатическим увеитом

Инородные тела минерального происхождения (металл, абразив, камень) дают отдельные эхосигналы до высокой амплитуды, могут отбрасывать тень и демонстрировать реверберационные артефакты по типу «хво-

ста кометы». Маленькие пузырьки газа в стекловидном теле могут давать похожие артефакты, но отличимы от инородных тел благодаря своему переднему расположению при изменении положения тела пациента. Инородные тела биологического происхождения по своим свойствам не отличимы от окружающих тканей.

Один из наиболее часто встречающихся симптомов — отслойка стекловидного тела. В глазах с оптически прозрачным стекловидным телом отслойка стекловидного тела видна как тонкая линия, которая совершает высокоамплитудные синусоидные движения при движении глаза.

Эхо от раздела между стекловидным телом и ретрогиалоидной жидкостью очень малое по амплитуде вследствие сходства их акустических свойств. Присутствие помутнений в стекловидном теле помогает в диагностике отслойки задней гиалоидной мембраны (ЗГМ), позволяя точно определить заднюю границу стекловидного тела (рис. 99). Отграничивать отслойку ЗГМ могут зона повышенной эхогенности от свежей крови или фиброзная ткань, распространяющаяся от границы отслоенного стекловидного тела. Проще установить диагноз отслойки ЗГМ, когда имеется эхосигнал от помутнений, выполняющих объем стекловидного тела или ретрогиалоидное пространство. Ретрогиалоидные кровоизлияния часто изливаются в центральные структуры стекловидного тела, оставляя кортикальный гель чистым. При этом патологический эхосигнал перемещается как цельное включение из стороны в сторону при перемене взгляда.



Рис. 99. Отслойка задней гиалоидной мембраны, изменение ее акустических свойств в присутствии организованной взвеси в стекловидном теле

При неполной отслойке ЗГМ имеется фиксация ее к диску зрительно-го нерва, что затрудняет дифференциальный диагноз. Другие витреоретинальные адгезии могут соответствовать местам, где имеются новообразованные сосуды, например, вследствие венозной окклюзии. При травме отслоенное стекловидное тело может быть вклинено в другие ткани, что

подтверждается картиной его адгезии к оболочкам в зоне расположения раны или инородного тела и асимметрией. Витреоретинальная адгезия может иметь разную протяженность и обнаруживается при динамическом исследовании, при котором оцениваются тракционные воздействия на сетчатку вокруг основания адгезии.

Эхоскопия после витреоректомии может быть затруднена, если витреальная полость заполнена силиконовым маслом. Эмульгация силикона делает изображение трудно распознаваемым за счет различия в свойствах масла по сравнению с биологической тканью. Скорость звука в силиконовом масле составляет $\frac{2}{3}$ таковой в биологических тканях, поэтому протяженность витреальной полости выглядит удлиненной примерно в 1,5 раза. Однако, если силикон не эмульгирован, можно увидеть отдельные структуры оболочек глаза. Поствитреотомическое кровоизлияние выглядит как равномерное распределение взвешенных мелких эхосигналов, и на этом фоне распознается остаточный гель (как правило, в передних отделах). Взвесь в стекловидном теле и отслойка сетчатки эхоскопически выглядят так же, как и до введения силикона.

Ретинальные разрывы при эхоскопии определяются как два четких обрыва эхосигнала отслоенной сетчатки. При движениях глаза стекловидное тело часто связано с передней частью разрыва.

Отслоенная сетчатка представляет собой многослойную ткань, достаточно тяжелую, поэтому свежая регматогенная отслойка сетчатки демонстрирует ундулирующий, волнообразный, плавный характер движения, который продолжается в течение короткого периода после остановки глаза. Старая, фиброзно измененная отслойка сетчатки теряет подвижность и может выглядеть неподвижной, так же может выглядеть тракционная отслойка сетчатки. Эхогенность отслойки сетчатки высокаамплитудная, совпадает с таковой оболочек глаза, толщина отслойки сетчатки часто приближена к толщине оболочек, за исключением случаев с кистообразованием, как в старых или экссудативных отслойках сетчатки. Вид отслоенного сигнала может быть разнообразным — от параллельного оболочкам до складчатой линии, под отслоенной сетчаткой может быть как прозрачная жидкость, так и включения — кровь, воспалительные клетки, силикон и прочие, в зависимости от ее происхождения. Отслоенная сетчатка всегда прикреплена к оболочкам в зоне диска зрительного нерва и прослеживается на всем протяжении, вплоть до ее места прикрепления в зоне зубчатой линии, кроме случаев отрывов от зубчатой линии. Часто регматогенную и тракционную отслойку сетчатки сопровождает второй, более слабый отслоенный сигнал — неполной отслойки ЗГМ. При регматогенной отслойке сетчатки передний край разрыва сетчатки может определяться как место витреоретинальной адгезии во время динамического сканирования.

Трудности дифференциальной диагностики отслойки сетчатки и отслойки ЗГМ возникают в случае неполной отслойки ЗГМ, связанной с ДЗН и тотальной отслойки сетчатки (табл. 13).

Таблица 13

Дифференциальная диагностика отслойки сетчатки и отслойки задней гиалоидной мембраны

Признак	Отслойка сетчатки	Отслойка ЗГМ
Отношение к диску зрительного нерва	С обеих сторон прикреплена	При полной — не прикреплена. При частичной одна или обе стороны могут быть прикреплены
Форма	Толстая складчатая мембрана. Может быть ровной, параллельной оболочкам	Обычно тонкая, ровная или складчатая мембрана. Может быть толстой в случаях фиброваскулярной пролиферации
Эхогенность	На 100 % соответствует склеро-хориоидальному комплексу	Обычно менее 100 %, но свежее кровоизлияние может вызвать одинаково высокоамплитудное эхо
Периферическая часть	Сохраняет 100 % сигнал	Обычно менее 100 %, может иметь прикрепление к сетчатке при неоваскуляризации, тракции
Эхоструктура	Как правило, однородная	Чаше неоднородная, может «теряться»
Определение при низком уровне сигнала	Присутствует	Исчезает
Определение при высоком уровне сигнала	Часто определяются две поверхности — отслойки сетчатки и ЗГМ (при регматогенной и тракционной отслойке)	Определяется только один отслоечный сигнал
Подвижность	Ограниченная	Выраженная
Характер движений	Волнообразный, кратковременный	Синусоидный высокоамплитудный, длительно затухающий
Особенности структуры	Может содержать макрокисты	Нет
Допплерография	Васкулярная, даже при длительно существующей отслойке сетчатки	Аваскулярная (калибр сосудов не позволяет их определить), за исключением случаев первичного гиперпластического стекловидного тела

Для отслойки сосудистой оболочки характерными чертами является куполообразность (хотя плоские отслойки могут быть ровными, параллельными контуру глазного яблока): отслойка как бы «отражает» контур глазного яблока, неподвижность, отсутствие обрыва эха, переход в оболочки со всех сторон, прикрепление к области диска зрительного нерва, соответствие толщины, структуры и эхогенности отслоечного сигнала сигналу оболочек (рис. 100). Купола отслойки сосудистой оболочки могут

быть множественными. Подоболочечное содержимое может быть эхопрозрачным или содержать взвесь (геморрагическую, воспалительную и др.).

Эхоскопические признаки хориоидальной меланомы: грибовидная/куполообразная форма, плотная консистенция, наличие зоны акустического покоя, экскавация сосудистой оболочки, внутренняя сосудистая пульсация (рис. 101) [19–25].



Рис. 100. Плоская отслойка сосудистой оболочки, отслойка сетчатки, отслойка задней гиалоидной мембраны

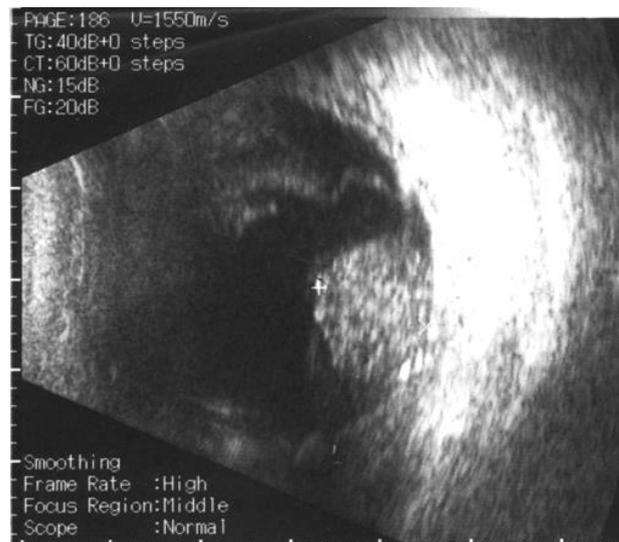


Рис. 101. Меланома хориоидеи

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАЦИЕНТА С НЕИЗВЕСТНОЙ ПРИЧИНОЙ НАРУШЕНИЯ ЗРЕНИЯ

В практике оказания неотложной помощи пациентам с офтальмологической патологией иногда приходится сталкиваться со снижением зрительных функций, которое не объясняется очевидными причинами.

В таких случаях важно действовать по четкому алгоритму, позволяющему установить причину и назначить правильное лечение.

Ниже приведен алгоритм, позволяющий дифференцировать оптические, неврологические и другие причины снижения зрительных функций (рис. 102).

Алгоритм обследования пациента с неизвестной причиной нарушения зрения

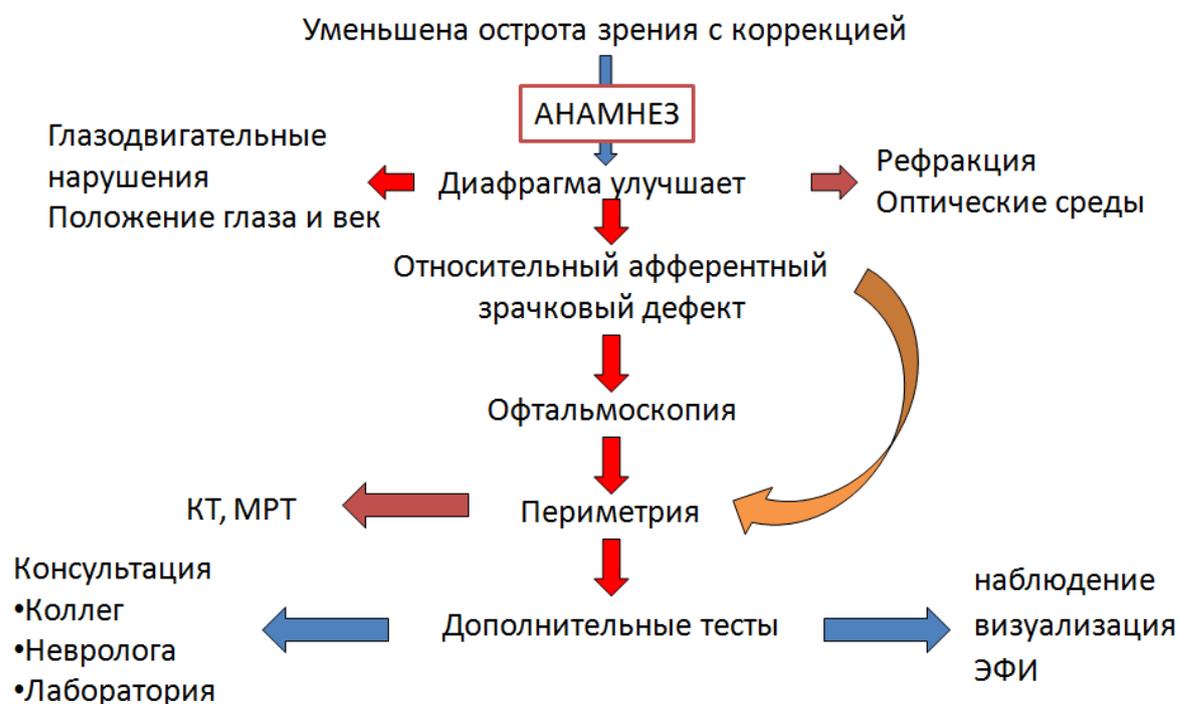


Рис. 102. Дифференциальная диагностика зрительных нарушений

САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

Контрольные вопросы:

1. Какие жалобы могут предъявлять пациенты с заболеваниями глаза?
2. Могут ли пациенты с нарушениями зрения видеть то, чего нет?
3. С какой периодичностью выполняются базовые диагностические исследования?
4. В каких случаях можно исследовать остроту зрения с расстояния менее 5 метров и как при этом определяется острота зрения?
5. Какие виды освещения при биомикроскопии вы знаете, и для чего они применяются?
6. На каком расстоянии нужно держать линзу при офтальмоскопии в обратном виде?
7. Какие методы исследования глазного дна показывают его в прямом виде?
8. Перечислите известные вам флюоресцеиновые пробы и показания к ним.
9. Каковы показания к гониоскопии?
10. Какой метод исследования поля зрения вы выберете у пациента с 3-й стадией глаукомы и почему?
11. У пациента анизокория, сформируйте план обследования этого пациента и обоснуйте каждый метод диагностики.
12. По каким показателям можно заподозрить у пациента кератоконус?
13. Какой метод измерения внутриглазного давления вы выберете у пациента после циклофотокоагуляции с отеком роговицы?
14. У пациента с миопией высокой степени при ОКТ выявлено уменьшение толщины перипапиллярного слоя нервных волокон в верхнем секторе ДЗН на обоих глазах. О чем это говорит?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Mukherjee, P. K. Clinical Examination in Ophthalmology* / P. K. Mukherjee. – 2nd ed. – Elsevier, 2006. – 387 p.
2. *Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с болезнями глаза и его придаточного аппарата : клинический протокол* / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Минск : Профессиональные издания, 2024. – 74 с.
3. *Шамшинова, А. М. Функциональные методы исследования в офтальмологии* / А. М. Шамшинова, В. В. Волков. – М. : Медицина, 2004. – 428 с.
4. *Клиническая физиология зрения* / под ред. А. М. Шамшиновой, А. А. Яковлева, Е. В. Романовой. – М. : Научно-медицинская фирма МБН, 2002. – 672 с.
5. *Проскурина, О. В. Использование проекторов знаков в практике подбора очков* / О. В. Проскурина // Вестник оптометрии. – 2004. – №1. – С. 61–64.
6. *Золотарева, М. М. Глазные болезни* / М. М. Золотарева. – Минск, 1961. – 547 с.
7. *Шульпина, Н. Б. Биомикроскопия глаза : практическое пособие* / Н. Б. Шульпина. – 2021. – 288 с.
8. *Астахов, Ю. С. Офтальмоскопия: пособие для врачей-интернов и клинических ординаторов* / Ю. С. Астахов, Н. Ю. Даль. – СПб. : Эко-Вектор, 2011. – 48 с.
9. *Cordero, I. Understanding and looking after a retinoscope and trial lens set* / I. Cordero // Community Eye Health Journal. – 2017. – Vol. 30, № 98. – P. 40.
10. *The retinoscopy book: an introductory manual for eye care professionals* / J. Corboy, D. Norath [et al.]. – 5th ed. – Slack Incorporated, 2003. – 156 p.
11. *Волков, В. В. Клиническая визо- и рефрактометрия* / В. В. Волков, А. И. Горбань, О. А. Джалиашвили. – Л. : Медицина, 1976. – 215 с.
12. *Нестеров, А. П. Первичная глаукома* / А. П. Нестеров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1982. – 288 с.
13. *Schiefer, U. Clinical neuro-ophthalmology: a practical guide* / U. Schiefer. – Springer Science & Business Media, 2007. – 319 p.
14. *Heijl, A. Essential Perimetry. The Field Analyser Primer* / A. Heijl, V. M. Patella. – 2002. – 163 p.
15. *Балашевич, Л. И. Методы исследования поля зрения : учеб. пособие.* – СПб. : изд. дом СПбМАПО, 2004. – 55 с.
16. *Automated Perimetry — Visual Field Digest* / A. Weijland, F. Fankhauser, H. Bebie, J. Flammer. – CH-Köniz; Haag-Streit AG, 2004. – 196 p.
17. *Schuman, J. S. Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases* / J. S. Schuman, C. A. Puliafito, J. G. Fujimoto. – 2nd ed. – Slack, 2004. – 714 p.
18. *Handbook of Optical Coherence Tomography* / ed. by B. E. Bouma, G. J. Tearney. – 2002.
19. *УЗИ в офтальмологии* / И. А. Лоскутов, А. А. Афанасьева, А. С. Бредихина, Г. М. Гурбанова. – Москва, 2025. – 112 с.
20. *Синг, А. Д. Ультразвуковая диагностика в офтальмологии* / А. Д. Синг, Б. К. Хейден ; под ред. А. Н. Амирова. – М. : МЕДпресс-информ, 2015. – 280 с.
21. *Comparison of central corneal thickness: ultrasound pachymetry versus slit-lamp optical coherence tomography, specular microscopy, and Orbscan* / W. A. Khaja [et al.] // Clinical ophthalmology. – 2015. – P. 1065–1070.
22. *Делягин, В. М. Ультразвуковые исследования глаза и орбиты* / В. М. Делягин, М. Б. Мельникова, М. А. Мельникова // Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum. – 2013. – №. 2. – С. 72–78.

23. *B-scan* ultrasonography findings in unilateral posterior scleritis / A. Maleki [et al.] // Journal of Current Ophthalmology. – 2022. – Vol. 34, № 1. – P. 93–99.
24. *Hayden, B. C.* Ophthalmic ultrasonography: theoretic and practical considerations / B. C. Hayden, L. Kelley, A. D. Singh // Ultrasound clinics. – 2008. – Vol. 3, № 2. – P. 179–183.
25. *Lystad, L. D.* Ophthalmic ultrasonography: Optic Nerve Disorders / L. D. Lystad, B. C. Hayden, A. D. Singh. – 2008. – Vol. 3, № 2. – P. 257–266.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	3
Мотивационная характеристика темы	3
Введение.....	4
Глава 1. Сбор анамнеза и жалоб	5
Жалобы на нарушение зрительных функций.....	5
Жалобы, не связанные со зрительными функциями	17
Анамнез в офтальмологии	24
Глава 2. Базовые диагностические исследования	27
Визометрия	27
Наружный осмотр	34
Исследование сред глаза в проходящем свете.....	35
Исследование переднего отрезка глаза методом бокового освещения	36
Биомикроскопия глаза	37
Офтальмоскопия.....	50
Глава 3. Обязательные и дополнительные диагностические исследования.....	62
Рефрактометрия.....	63
Определение рефракции с помощью набора пробных линз.....	66
Скиаскопия.....	69
Офтальмометрия и кератометрия	73
Тонометрия глаза.....	76
Суточная тонометрия	85
Гониоскопия.....	87
Биомикроскопия глазного дна	93
Определение эпителиальных дефектов глазной поверхности и флюоресцентный тест Зейделя.....	95
Тест Ширмера.....	96
Тест Норна — исследование времени разрыва слезной пленки	97
Исследование функции слезных путей: канальцевая и слезно-носовая проба.....	98
Измерение ширины глазной щели и экскурсии век.....	99
Измерение величины птоза	99

Тест Симпсона	99
Исследование роговичного рефлекса (кератоэстезиометрия)	100
Пупиллометрия и исследование зрачкового рефлекса	100
Исследование цветоощущения	104
Периметрия	108
Оптическая когерентная томография	132
Ультразвуковые исследования органа зрения.....	164
Обследование пациента с неизвестной причиной нарушения зрения.....	177
Самоконтроль усвоения темы	178
Список использованной литературы	179

Учебное издание

Вашкевич Галина Владимировна

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Учебное пособие

Ответственная за выпуск Т. А. Имшенецкая
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 24.12.25. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Марафон Бизнес».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 10,69. Уч.-изд. л. 10,41. Тираж 100 экз. Заказ 875.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 24.11.2023.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

