

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России)

Б.М. Азнабаев, А.А. Александров, А.Ш. Загидуллина

МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ ДИСКА ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА
У БОЛЬНЫХ ГЛАУКОМОЙ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Уфа

2019

УДК 617.7-007.681:617.732

ББК 56.7,91

А 35

Рецензенты:

Заместитель генерального директора ФГБУ Всероссийского центра глазной и пластической хирургии Минздрава России, д.м.н., профессор *В.У. Галимова*

Заведующий кафедрой офтальмологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России,
д.м.н. *А.Е. Апрелев*

Азнабаев Б.М.

А 35 Микроциркуляция диска зрительного нерва у больных глаукомой: учеб. пособие / Б.М. Азнабаев, А.А. Александров, А. Ш. Загидуллина — Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2019. — 74 с.

Подготовлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности «Офтальмология» и дополнительной профессиональной программы повышения квалификации специальности «Офтальмология» для изучения дисциплины «Офтальмология» на основании рабочей программы и действующего учебного плана.

В нем излагаются принципы оценки микроциркуляции диска зрительного нерва в диагностике глаукомы.

Содержит контрольные вопросы и тестовые задания, позволяющие закрепить полученные знания, ситуационные задачи с эталонами ответов. Решение ситуационных задач способствует освоению навыков оценки микроциркуляции диска зрительного нерва в диагностике глаукомы.

Предназначено для врачей, обучающихся по программам дополнительного профессионального образования по специальности «Офтальмология».

Рекомендовано к печати Координационным научно-методическим советом и утверждено решением Редакционно-издательского совета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России.

УДК 617.7-007.681:617.732

ББК 56.7,91

© Азнабаев Б.М., Александров А.А.,

Загидуллина А.Ш., 2019

© ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений.....	5
Введение.....	6
Глава 1. ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ЗАДНЕГО ОТДЕЛА ГЛАЗА.....	10
Глава 2. НАРУШЕНИЯ ГЛАЗНОГО КРОВОТОКА У БОЛЬНЫХ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ.....	16
Глава 3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГЛАЗНОГО КРОВОТОКА.....	20
3.1. Цветовое доплеровское картирование.....	20
3.2. Лазерная доплеровская велосиметрия.....	21
3.3. Лазерная доплеровская флоуметрия.....	21
3.4. Сканирующая лазерная доплеровская флоуметрия.....	22
3.5. Трансклеральная контактная доплеровская флоуметрия.....	22
3.6. Лазерная спекл-флоуграфия.....	23
3.7. Флюоресцентная ангиография.....	23
3.8. Сканирующая лазерная ангиография.....	24
Глава 4. ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ.....	26
4.1. История метода.....	26
4.2. ОКТ макулярной области.....	27
4.3. Особенности ОКТ-анатомии фовеолярного углубления.....	29
4.4. ОКТ диска зрительного нерва.....	30
4.5. Характеристика ОКТ-изменений при глаукоме.....	32
4.6. Анализ комплекса ганглиозных клеток сетчатки.....	33
4.7. Параметры перипапиллярной сетчатки.....	35
4.8. Классификация глаукоматозного повреждения ДЗН (Broadway D.C., 1999).....	37
Глава 5. ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ С АНГИОГРАФИЕЙ.....	42
5.1. ОКТ-ангиография макулярной области.....	43
5.2. ОКТ-ангиография диска зрительного нерва.....	45
5.3. Методика проведения ОКТ-ангиографии диска зрительного нерва ...	47
5.4. Нормативные показатели ОКТА диска зрительного нерва.....	51

Тестовые задания.....	60
Ситуационные задачи.....	69
Эталоны ответов к тестовым заданиям и ситуационным задачам.....	72
Рекомендуемая литература.....	74

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ВГД — внутриглазное давление
- ГА — глазная артерия
- ГОН — глаукомная оптическая нейропатия
- ГКС — ганглиозные клетки сетчатки
- ДЗН — диск зрительного нерва
- ЗКЦА — задние короткие цилиарные артерии
- КДС — конечная диастолическая скорость
- НРП — нейроретинальный поясок
- ОКТ — оптическая когерентная томография
- ОКТА — оптическая когерентная томография с ангиографией
- ПОУГ — первичная открытоугольная глаукома
- ПСС — пиковая систолическая скорость
- СНВС — слой нервных волокон сетчатки
- УПК — угол передней камеры
- ФАГ — флюоресцентная ангиография
- ЦАС — центральная артерия сетчатки
- ЦВС — центральная вена сетчатки
- ЦДК — цветовое доплеровское картирование
- AUC — area under curve
- GCC — ganglion cells complex
- GLV — global loss of volume
- FLV — focal loss of volume
- ONH — optic nerve head
- PI — пульсационный индекс
- RI — индекс резистентности
- ROC — receiver operator characteristic
- RPC — radial peripapillary capillaries
- RNFL — retinal nerve fiber layer thickness
- SSADA — split-spectrum amplitude decorrelation angiography
- V_{syst} — систолическая скорость кровотока
- V_{diast} — диастолическая скорость кровотока
- V_{mean} — средняя скорость кровотока

ВВЕДЕНИЕ

Первичная открытоугольная глаукома занимает одну из лидирующих позиций среди глазных заболеваний, вызывающих слепоту и инвалидизацию. В России более 1 миллиона человек страдает ПОУГ, а в мире насчитывается до 105 миллионов таких больных. Отсутствие жалоб и необратимость изменений определяют актуальность ранней диагностики ПОУГ.

Несмотря на многочисленные исследования, на сегодняшний день этиология и патогенез ПОУГ во многом остаются неясными. Долгое время развитие и прогрессирование функциональных изменений органа зрения у больных связывали с повышением внутриглазного давления. Однако, несмотря на снижение ВГД до целевого уровня, у многих пациентов заболевание продолжает прогрессировать.

Современные представления о патогенезе ПОУГ сводятся к формированию глаукомной оптической нейропатии, развитие которой объясняется двумя основными теориями: механического поражения решетчатой мембраны склеры, вследствие чего происходит компрессия аксонов зрительного нерва; теорией сосудистой дисфункции, приводящей к ишемии диска зрительного нерва. В связи с этим, необходимыми звеньями в диагностике ПОУГ являются морфометрическое исследование ДЗН и изучение состояния глазного кровотока, микроциркуляторного русла ДЗН.

Существующие современные методы исследования глазного кровотока обладают рядом недостатков и имеют определенные ограничения к широкому применению в диагностике ПОУГ.

Благодаря развитию технологии оптической когерентной томографии появилась возможность визуализации сосудов сетчатки и ДЗН и измерения кровотока на различной глубине исследуемой ткани — от крупных поверхностных ретинальных сосудов до микроциркуляторной сети. Данный метод получил название оптическая когерентная томография с ангиографией. Принцип метода основан на анализе движения крови по сосудам, при этом используется информация об изменении амплитуды отраженного от эритроцитов оптического луча. Важной особенностью нового диагностического метода является возможность

исследования кровотока ДЗН на различной глубине. Помимо неинвазивности, преимуществом метода является возможность четко локализовать исследуемую область и определить глубину залегания патологических изменений. Важным является тот факт, что автоматизация анализа обеспечивает объективность измерений.

Анализ ОКТА основан на оценке структуры и определении количественной характеристики микрососудистого русла. Возможность прижизненного определения микроангиоархитектоники и количественной характеристики кровотока ДЗН позволяет широко применять данный метод в диагностике ПОУГ.

В связи с этим учебно-методическая литература в области исследования глазного кровотока при глаукоме требует регулярного обновления. Кроме того, в доступной литературе отсутствуют учебные пособия по вопросам ранней диагностики глаукомы с изучением особенностей микроциркуляции диска зрительного нерва и сетчатки, что обуславливает актуальность составления настоящего учебного пособия.

Настоящее учебное пособие разработано с целью углубления знаний обучающихся в области методов исследования кровотока глаза, как одной из важных составляющих ранней диагностики глаукомы.

Пособие состоит из четырех разделов: «Особенности кровоснабжения заднего отдела глаза», «Нарушения глазного кровотока при первичной открытоугольной глаукоме», «Методы оценки глазного кровотока», «Оптическая когерентная томография», «ОКТ-ангиография».

В первом разделе пособия описываются варианты кровоснабжения сетчатки и зрительного нерва у здоровых лиц. Во втором разделе раскрываются особенности кровоснабжения сетчатки и зрительного нерва у пациентов с глаукомой. В третьем разделе пособия представлены различные современные методы оценки глазного кровотока. В четвертом разделе описываются возможности применения метода ОКТ в диагностике глаукомы. В пятом разделе раскрываются преимущества применения метода ОКТ-ангиографии в ранней диагностике и динамическом наблюдении у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

Закрепить полученные знания врачи-офтальмологи смогут, ответив на контрольные вопросы, расположенные в конце каждого раздела. Оценить уровень освоения материала обучающиеся сумеют, ответив на тестовые задания и сопоставив свои ответы с эталонами ответов на тестовые задания.

Решение ситуационных задач и разбор предлагаемых ситуаций направлен на обучение врачей-офтальмологов интерпритации результатов и применению методов ОКТ и ОКТ-ангиографии в диагностике ПОУГ на рабочем месте.

Цель изучения материалов пособия — получить знания о методе оценки микроциркуляции зрительного нерва — ОКТ-ангиографии, обозначить место данного метода в комплексной диагностике первичной открытоугольной глаукомы.

Для усовершенствования профессиональных компетенций (ПК) в указанной области диагностической деятельности исходный уровень подготовки обучающихся должен включать в себя способность/готовность выявлять у пациентов основные патологические симптомы и синдромы заболеваний офтальмологического профиля в клинической практике, используя знания основ медико-биологических и клинических дисциплин с учетом законов течения патологии по органам, системам и организму в целом, анализировать закономерности функционирования различных органов и систем при различных заболеваниях и патологических процессах, использовать алгоритм постановки диагноза (основного, сопутствующего, осложнений) с учетом Международной классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, выполнять основные лечебные мероприятия при заболеваниях офтальмологического профиля, способностью и готовностью давать рекомендации по выбору оптимального режима в период реабилитации офтальмологических больных.

Изучение и освоение материалов учебного пособия направлено на формирование у обучающихся готовности к решению профессиональных задач в диагностической деятельности социально значимого заболевания — первичной открытоугольной глаукомы и формирование следующих трудовых функций:

– ТФ А/01.8 — проведение обследования пациентов с заболеваниями и/или состояниями глаза его придаточного аппарата и орбиты с целью установления диагноза, в том числе первичный осмотр пациентов с ПОУГ, направле-

ние пациентов с выявленной патологией на дополнительное инструментальное обследование в соответствии с действующими федеральными клиническими рекомендациями, порядками, стандартами оказания медицинской помощи; повторные осмотры и обследования в динамике пациентов с ПОУГ;

– ТФ А/02.8 — назначение лечения пациентам с заболеваниями и/или состояниями глаза, его придаточного аппарата и орбиты, контроль его эффективности и безопасности, в том числе при разработке плана лечения пациентов с ПОУГ принятие во внимание результатов дополнительных методов диагностики морфологического и функционального состояния сетчатки и зрительного нерва в соответствии с действующими федеральными клиническими рекомендациями (протоколами лечения, порядками, стандартами оказания медицинской помощи); назначение лекарственной и немедикаментозной терапии, проведение лазерных или хирургических вмешательств пациентам с учетом клинической картины заболевания, оценка эффективности и безопасности проводимой терапии.

Данное учебное пособие по практическим аспектам ранней диагностики ПОУГ является основой для последующего изучения врачами-офтальмологами современных алгоритмов для постановки диагноза «первичная открытоугольная глаукома», назначения адекватного лечения и диспансерного наблюдения за данной категорией больных. Пособие соответствует учебному плану ДПП ПК «Офтальмология», «Вопросы офтальмологии», «Сосудистая патология органа зрения» по специальности «офтальмология» и может быть использовано обучающимися в качестве основной и дополнительной литературы.

Глава 1.

ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ

ЗАДНЕГО ОТДЕЛА ГЛАЗА

Основной магистралью, кровоснабжающей глаз, является ветвь внутренней сонной артерии — глазная артерия. Глазная артерия отходит от внутренней сонной артерии в полости черепа под тупым углом и тут же входит в глазницу через зрительное отверстие вместе со зрительным нервом, прилегая к его нижней поверхности. Огибая зрительный нерв с наружной стороны и располагаясь на его верхней поверхности, глазная артерия образует дугу, от которой отходит большинство ее ветвей. Глазная артерия имеет следующие ветви: центральную артерию сетчатки, слезную артерию, мышечные ветви, цилиарные артерии (задние и передние, длинные и короткие).

Центральная артерия сетчатки, являясь первой ветвью глазной артерии после ее ответвления от внутренней сонной артерии, проникает в ретробульбарную часть зрительного нерва на расстоянии 1,2 см от глазного яблока и делится на верхнюю и нижнюю ретинальные артерии на уровне диска зрительного нерва. Ретинальные артерии также делятся на назальные и темпоральные ветви. Ветви ЦАС проникают через внутреннюю пограничную мембрану к внутреннему ядерному слою сетчатки, формируя систему ретинального кровоснабжения, которая питает 2/3 внутренних слоев сетчатки. Важной особенностью является независимость вышеописанной системы от хориоидальной. Височные ветви ЦАС в виде дуги окружают макулярную область, образуя фовеальную аваскулярную зону диаметром 0,5 мм. Благодаря отсутствию васкуляризации в этой зоне свет может достигать центральных фоторецепторов. В ряде случаев отмечается наличие цилиоретинальной артерии у височного края ДЗН, которая является ветвью задних коротких цилиарных артерий. Данная ветвь питает макулярную зону, при этом она не относится к ретинальной сосудистой системе. Учитывая тот факт, что диаметр сосудов в вышеуказанной системе не превышает 0,2 мм, кровоток в ней относится к микроциркуляции. Артериолы и вены ветвей ЦАС формируют две микроциркуляторные сети: поверхностную и глубокую. Первая располагается на уровне слоя нервных волокон и ганглиоз-

ных клеток сетчатки, вторая — на уровне внутреннего ядерного слоя. В периферической зоне и на периферии сетчатки эти сосудистые сети образуют один слой, а в перипапиллярной зоне — до 4 слоев, питают нервные волокна зрительного нерва.

Ретинальные сосуды подвержены большой разнице давлений, и изменение в их сопротивлении за счет изменения внутреннего диаметра играет одну из важных ролей в регуляции кровотока в сетчатке. Внутреннее сосудистое русло, питающее слой нервных волокон, представлено прямыми короткими капиллярами, в отличие от внешнего русла, где капилляры длиннее и имеют извитой вид. Снабжение последней группы капилляров осуществляется артериолами, которые, в свою очередь, отходят от питающей артерии под острым углом. Вышеописанные особенности микроангиоархитектоники обеспечивают повышенное сопротивление кровотоку.

Венозная кровь в сетчатке собирается через ретинальные венулы и вены в центральную вену сетчатки, которая располагается височной ЦАС на уровне ДЗН и впадает в верхнюю глазную вену или в кавернозный синус. Наличие собственного гематоретинального барьера у сетчатки обеспечивает защиту от проникновения токсических веществ. Гематоретинальный барьер образован нефенестрированным эндотелием, который выстилает внутреннюю поверхность ретинальных сосудов, и пропускает лишь жирорастворимые структуры (кислород, двуокись углерода).

Система кровоснабжения головки ДЗН располагается на 4 уровнях: поверхностный слой нервных волокон, преламинарный уровень, ламинарный уровень и ретроламинарный уровень (Рис. 1). Под поверхностным слоем нервных волокон подразумевается вся поверхность ДЗН, соответствующая уровню локализации мембраны Бруха. Данный участок получает питание в основном от ретинальных артериол. Исключение составляет его височная зона, питающаяся из более глубокого преламинарного отдела, кровоснабжаемого из системы задних коротких цилиарных артерий.

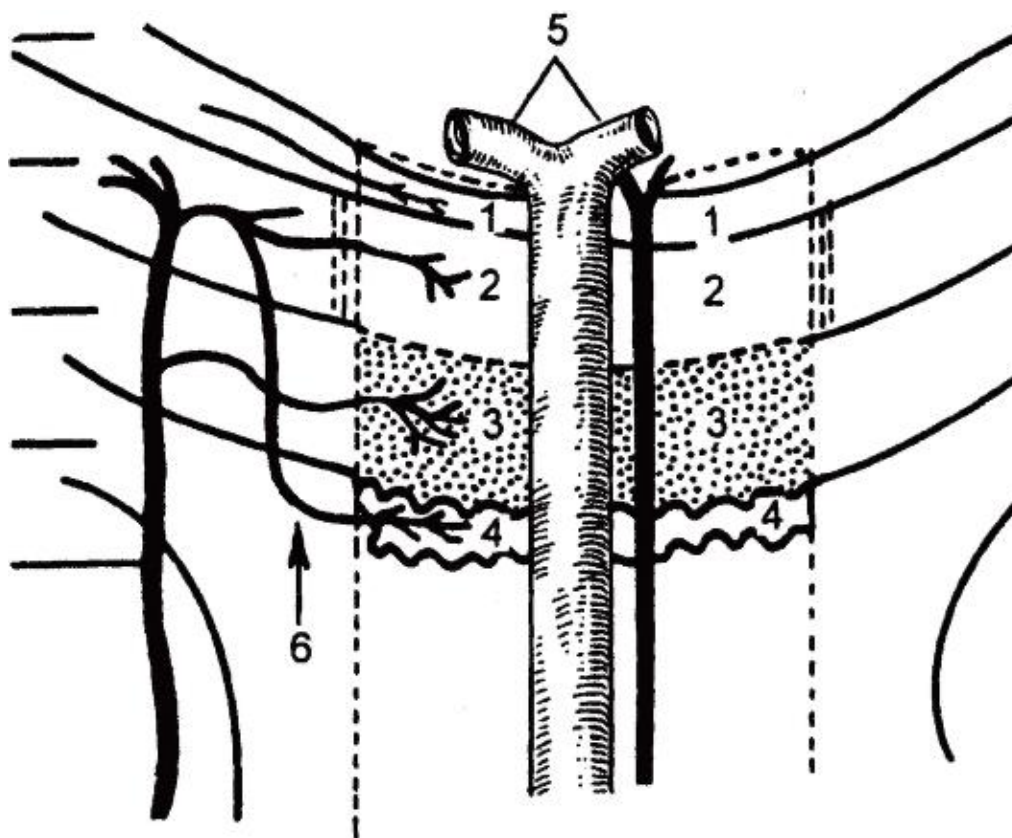


Рис. 1. Схема уровней кровоснабжения ДЗН: 1 — поверхностный слой нервных волокон; 2 — преламинарный; 3 — ламинарный; 4 — ретроламинарный; 5 — центральная артерия сетчатки; 6 — ветви задних коротких цилиарных артерий. (В.Г. Копяевой, 2012.).

Преламинарный уровень является слоем головки зрительного нерва, лежащим в плоскости сосудистой оболочки (между поверхностным слоем и решетчатой пластинкой). Кровоснабжение преламинарного уровня осуществляется центростремительными веточками перипапиллярной хориоидеи. Особенностью является то, что в кровоснабжении этой зоны ЦАС не принимает участие. Распределение кровотока на этом уровне происходит секторально, согласно топографии расположения ветвей ЗКЦА.

Лaminaрный уровень является той частью головки зрительного нерва, которая соответствует уровню расположения склеры и полностью кровоснабжается центростремительными веточками ЗКЦА или непосредственно, либо через круг Цинна-Галлера. Большинство исследователей указывали на отсутствие связи данного участка с ЦАС, однако существуют публикации, где авторы отмечали наличие в этом месте капиллярной сети, связанной с ЦАС. На уровне решетчатой пластинки кровеносные сосуды малого калибра (до 20 мкм) лежат в

фиброзной перегородке и образуют плотные капиллярные сплетения. Круг Цинна-Галлера формируется медиальной и латеральной ветвями коротких параоптических ЗКЦА. В литературе эту сосудистую анатомическую структуру исследователи описали как «интрасклеральный эллиптический микроваскулярный анастомоз», или «периоптический артериолярный анастомоз». По форме он представляет собой эллипс, разделенный на верхнюю и нижнюю части. Ранее предполагалось, что вклад ветвей круга Цинна-Галлера малозначим в кровоснабжении зрительного нерва на уровне решетчатой пластинки. Однако в настоящее время благодаря флюоресцентной ангиографии и сканирующей электронной микроскопии удалось выявить большой вклад ветвей круга Цинна-Галлера в кровоснабжении этой области.

Ретроламинарный уровень располагается непосредственно за решетчатой пластинкой и кровоснабжается двумя сосудистыми системами: периферической центрипетальной системой, образованной возвратными ветвями, берущими начало от перипапиллярной хориоидеи и круга Цинна-Галлера (или от ЗКЦА) и аксиальной центрифугальной сосудистой системой (присутствует в 75% случаев), состоящей из мелких ветвей (от 1 до 8) из интраокулярной части ЦАС.

Система цилиарных артерий питает сосудистую оболочку глаза, состоящую из радужки, цилиарного тела и хориоидеи. Цилиарные артерии делятся на задние и передние. Задние цилиарные артерии, отойдя от глазной артерии, подходят к заднему отрезку глазного яблока и, пройдя склеру в окружности зрительного нерва, распределяются в сосудистом тракте. В задних цилиарных артериях различают короткие (в количестве четырех) и длинные (в количестве двух). Короткие цилиарные артерии, пройдя склеру, образуют 10-20 ветвей, переходящих в густую сеть хориокапилляров, питающих наружную треть всей сетчатки и макулярную зону. Перед прободением склеры они образуют сосудистый венчик вокруг основания зрительного нерва. Длинные задние цилиарные артерии, проникнув внутрь глаза, идут между склерой и сосудистой оболочкой по направлению горизонтального меридиана к ресничному телу. У переднего конца ресничной мышцы каждая артерия делится на две ветви, которые идут концентрически с лимбом и, встречаясь с такими же ветвями второй артерии, образуют замкнутый круг – большой артериальный круг радужной оболочки.

От большого артериального круга радужки в ее ткань идут ветви. На границе ресничного и зрачкового пояса радужной оболочки они образуют малый артериальный круг. Отток крови из задней части ресничного тела и из всей сосудистой оболочки происходит в четыре коллектора — водоворотные вены. Сразу за экватором глаза они прободают склеру в косом направлении и уносят кровь из глаза в глазницу.

Питание сетчатки кислородом до 80% осуществляется за счет хориоидального кровотока. В макулярной зоне диаметр хориокапилляров составляет около 20 мкм, толщина хориоидеи — в среднем до 307 мкм по данным разных авторов. Толщина хориоидеи не зависит от пола, но при этом коррелирует с рефракцией, длиной передне-задней оси глаза и возрастом. Помимо доставки кислорода наружным слоям сетчатки обильный хориоидальный кровоток защищает ткани глаза от перепадов температуры. В заднем полюсе глазного яблока хориокапилляры снабжены чередующимися питающими артериолами и дренирующими венулами. Хориокапилляры имеют очень тонкую стенку с множеством дырчатых мембран и, в отличие от капилляров сетчатки, не могут выполнять барьерную функцию. Важной особенностью является то, что в хориоидеи, так же как и в сосудах сетчатки, отсутствуют прекапиллярные сфинктеры, поэтому в норме кровотоки не прерываются.

Главным коллектором венозной крови глаза и глазницы является верхняя глазничная вена, которая выходит из глазницы через верхнюю глазничную щель и впадает в пещеристую пазуху. Нижняя глазничная вена принимает в себя кровь двух нижних водоворотных вен и чаще всего разделяется на два ствола: один из них впадает в верхнюю глазничную вену, другой направляется через нижнюю глазничную щель к глубокой вене лица и в сторону сплетения крылонёбной ямки. Следует отметить, что орбитальные вены широко анастомозируют с венами лица, носовой полости, решетчатой пазухи, что имеет большое клиническое значение.

Важным механизмом, обеспечивающим постоянство уровня дыхательного метаболизма является ауторегуляция, которая поддерживает сосудистый тонус в сетчатке и ДЗН. Регуляция кровотока осуществляется за счет изменения просвета сосудов. Благодаря ауторегуляции в сосудах сетчатки поддерживается

постоянный кровоток независимо от изменений положения тела, зрительной темновой адаптации, перепадов парциального давления кислорода, системного и внутриглазного давления. Ауторегуляция зависит от состояния эндотелия, перицитов, гладкомышечной мускулатуры, экстрацеллюлярного матрикса, растворимых вазоактивных молекул. Тонус хориоидальных сосудов регулируется с помощью автономной нервной системы. При стимуляции симпатической нервной системы происходит вазоконстрикция и уменьшение кровотока в глазу, а шейная симпатэктомия приводит к его усилению. При перепадах перфузионного давления сосудам хориоидеи присущи слабые признаки ауторегуляции. При внезапном подъеме системного артериального давления кровоток в сосудах хориоидеи из-за ауторегуляции меняется очень мало. Однако механизм ауторегуляции отсутствует в хориоидеи в случае повышения ВГД или венозного давления. При этом парциальное давление в хориоидеи и наружных слоях сетчатки падает в отличие от внутренних слоев сетчатки, где благодаря механизмам ауторегуляции кровоток поддерживается на нормальном уровне в широком диапазоне колебаний ВГД.

Контрольные вопросы:

1. Какие ветви имеет глазная артерия?
2. Какие микроциркуляторные сети формируют артериолы и вены ветвей ЦАС и где они располагаются?
3. Куда впадает центральная вена сетчатки?
4. Назовите уровни расположения головки ДЗН.
5. Какой сосуд является главным коллектором венозной крови глаза и глазницы?
6. Какова функция гематоретинального барьера?

Глава 2.

НАРУШЕНИЕ ГЛАЗНОГО КРОВОТОКА У БОЛЬНЫХ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ

В современном представлении глаукома является полиэтиологическим и полипатогенетическим заболеванием. Множество исследователей патогенеза глаукомы, наряду с нарушением оттока внутриглазной жидкости и повышением ВГД, выделяет сосудистый фактор как одну из причин развития и прогрессирования ПОУГ.

Сосудистая теория патогенеза глаукомы основана на поиске механизмов повреждения зрительного нерва, не связанных с повышением ВГД. Исследователи стремились доказать роль сосудистого фактора в патогенезе ПОУГ за счет вазоспазма, низкого перфузионного давления и стойкого понижения системного артериального давления. Ряд исследований показал, что глаукома чаще встречается у больных с системным поражением сосудистого русла (при мигрени, атеросклерозе, сахарном диабете, нарушениях регуляции артериального давления). Было установлено, что нарушения общего сосудистого кровотока приводят к местным изменениям гемодинамики глаза, что влечет за собой развитие дистрофических процессов, в том числе в дренажном аппарате и зрительном нерве. С.Н. Федоров в 1981 г. называл сосудистый фактор очень важным и предлагал выделить цилиарную, увеальную и папиллярную формы открытоугольной глаукомы.

Некоторые исследователи указывают на роль оксида азота (NO) в патогенезе глаукомы. Проведенные исследования показали, что эндотелий кровеносных сосудов вырабатывает и выделяет в кровь вазоактивные пептиды — эндотелины, имеющие существенное значение в регуляции тонуса сосудов глаза и оказывающие на сосуды выраженное вазоконстрикторное действие. Существуют предположения, что изменение функциональной системы «эндотелин-1 – оксид азота» является одной из основных причин нарушения ауторегуляции гемодинамики в ДЗН. О. Brien, предполагая о негативном воздействии эндотелина-1 на сосуды ДЗН, доказал опытным путем, что длительное ретробульбар-

ное введение этого препарата в опытах на животных через несколько недель приводит к формированию глаукоматозной экскавации ДЗН.

Термин «сосудистая дисрегуляция» был предложен Flammer J. в 1994 году. Ученый отметил, что хроническая дисциркуляция в сосудах ДЗН приводит к выбросу свободных радикалов, повреждающих решетчатую мембрану, в результате чего, возможно, возникает экскавация зрительного нерва.

В настоящее время сосудистая теория повреждения ДЗН при ПОУГ несколько видоизменилась. На сегодняшний день добавился ряд факторов риска развития заболевания: наличие сердечно-сосудистых заболеваний, ночной артериальной гипотензии у гипертоников, принимающих гипотензивные препараты. Последний факт в последнее время считается наиболее значимым. Также установлено, что вазоспазм при глаукоме более выражен у гипотоников, при этом наиболее важным тестом, позволяющим выявить вазоконстрикцию, является наличие повышенного содержания в плазме крови эндотелина-1. Изменения реологии и повышенная агрегация эритроцитов являются наиболее важными причинами нарушения микроциркуляции. Было показано, что нарушение агрегации эритроцитов в далекозашедшей стадии глаукомы мало отличается от таковой у больных с ишемическим инсультом мозга.

Установлено, что снижение глазного кровотока приводит к хронической ишемии и реперфузии глубоких слоев сетчатки и головки зрительного нерва. Существует множество научных публикаций, посвященных изучению состояния регионарной гемодинамики глаза при ПОУГ, которые подтверждают нарушение кровоснабжения глаза при данном заболевании. Методом ЦДК исследователи выявляли нарушения гемодинамики в ЗКЦА, ЦАС, ГА, в частности, регистрировали снижение показателей систолической, диастолической и средней скоростей кровотока и повышение RI и PI в ЦАС, ГА и ЗКЦА по сравнению с группой контроля. У пациентов, не страдающих глаукомой, отмечалось снижение скорости кровотока во всех исследованных сосудах и повышение RI по мере увеличения возраста. Была выявлена корреляция изменений кровотока в сосудах, питающих ДЗН, со степенью функциональных нарушений при ГОН.

Методом ФАГ было выявлено увеличение средней суммарной площади абсолютных дефектов кровенаполнения ДЗН у больных ПОУГ по сравнению с контрольной группой и пациентами с подозрением на ПОУГ. Глубокие дефекты флюоресценции были выявлены у 90,9% больных начальной ПОУГ, при этом чаще встречалось поражение периферических секторов ДЗН, в особенности средне- и ниже-височных. Мелкие глубокие очаги нарушения микроциркуляции были выявлены у 30 % пациентов с подозрением на ПОУГ. Установлено, что при глаукоме пролонгированное артериовенозное время на ФАГ зависит от артериального и перфузионного давления, что может быть обусловлено нарушением ауторегуляции сосудов сетчатки. Дефекты перфузии, связанные со снижением накопления флюоресцеина в капиллярах ДЗН, коррелировали со снижением диастолической скорости кровотока и увеличением RI в ЗКЦА, а также со средней скоростью кровотока в ЦАС.

При помощи лазерной доплеровской флоуметрии у больных ПОУГ было установлено наличие двух типов изменений микроциркуляции в хориоидеи и сетчатке: гиперемический и спастический. При наиболее часто встречающемся гиперемическом типе отмечается дилатация микрососудов хориоидеи и сетчатки, которая связана с уменьшенной адренергической нейрогенной и миогенной активностью приносящих артериол и прекапиллярных сфинктеров и ведет к увеличению артериолярного притока и ухудшению веноулярного оттока. Состояние общей микроциркуляции у больных ПОУГ со спастическим типом глазной микрогемодинамики характеризуется относительной склонностью к спазму или спазмом приносящих микрососудов, связанными с повышенной адренергической активностью. При спастическом типе отмечается повышение тонуса приводящих микрососудов, которое вызвано повышенной адренергической, нейрогенной и миогенной активностью приносящих артериол и прекапиллярных сфинктеров, что ведет к снижению притока крови в микроциркуляторное русло внутренних оболочек глаза.

Методом лазерной доплеровской сканирующей флоуметрии установлено значительное снижение гемодинамических параметров ДЗН и сетчатки у пациентов с ПОУГ на ранней стадии и подозрением на ПОУГ при отсутствии функциональных изменений зрительного анализатора. Были обнаружены кор-

реляции между степенью нарушения кровоснабжения и морфометрическими изменениями ДЗН у пациентов с ПОУГ.

Количественные ОКТА-параметры позволяют неинвазивно оценить состояние микроциркуляторного русла диска зрительного нерва и выявить нарушения в нем у больных с ПОУГ, при этом изменения определяются уже на начальной стадии заболевания.

Контрольные вопросы:

1. Какова роль NO в патогенезе глаукомы?
2. Факторы риска развития ПОУГ?
3. От чего зависит пролонгированное артериовенозное время на ФАГ?
4. Какие микроциркуляторные изменения в хориоидеи и сетчатки можно выявить при помощи лазерной доплеровской флуометрии?
5. Что отмечается при микроциркуляторных изменениях гиперемического и спастического типа?

Глава 3.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГЛАЗНОГО КРОВОТОКА

В настоящее время существует множество методов исследования кровотока в сосудах глаза. Разнообразие методик обусловлено отсутствием универсального клинического метода для изучения глазного кровотока. Постоянный поиск оптимального метода исследования гемодинамики порождает новые диагностические тесты, а вместе с ними и новые параметры оценки кровотока. Существующие методы можно разделить на контактные и бесконтактные, инвазивные и неинвазивные, для исследования интраокулярного и ретробульбарного кровотока. Поскольку в настоящее время нет единого доступного метода, который мог бы дать максимальное количество информации о гемодинамике глаза, чаще применяют мультиинструментальный подход. Остановимся подробнее на методах исследования глазного кровотока.

3.1. Цветовое доплеровское картирование

Метод ЦДК является самым распространенным методом исследования глазного кровотока; он основан на измерении доплеровских частотных смещений ультразвукового сигнала с частотой от 5 до 7 МГц и вычислении скоростей кровотока на их основе. Режим серой шкалы позволяет получить изображение В-скана, отражающего внутриглазные структуры, а цветовое картирование позволяет визуализировать движение эритроцитов в сосудах. Интенсивность цвета картирования зависит от скорости кровотока. Для частиц, движущихся по направлению к ультразвуковому датчику (артериальный кровоток), цветовая шкала меняется от красного к белому, а при движении частиц от ультразвукового датчика (венозный кровоток) изменение цветовой шкалы происходит от синего к белому. С помощью метода ЦДК сосудов оценивают их скоростные показатели: пиковая систолическая скорость и конечная диастолическая скорость, пульсационный индекс (PI) и индекс резистентности (RI). Данным методом можно оценить кровоток в глазной артерии, центральной артерии сетчатки и в задних коротких цилиарных артериях (назальная и височная группа сосудов). Разрешение ЦДК не позволяет проводить измерения в отдельных

сосудах коротких цилиарных артерий из-за их малого калибра (менее 0,8 мм), однако этот метод способен уловить доплеровское смещение в назальной и височной группе сосудов.

ЦДК относится к невазивным методам оценки офтальмогемодинамики и имеет приемлемый коэффициент вариации исследуемых параметров, не зависящий от таких факторов, как размер зрачка и прозрачность оптических сред. К недостаткам метода можно отнести дороговизну аппаратуры, высокую чувствительность к ошибкам измерения (качество измерения во многом зависит от опыта исследователя) и невозможность сопоставления данных, полученных на разных приборах. ЦДК дает информацию только о скорости кровотока и не позволяет измерять объемные показатели гемодинамики. Кроме того, ЦДК проводится в положении лежа, что может повлиять на результаты исследования. К недостаткам метода следует также отнести невозможность исследования микроциркуляторного русла.

3.2. Лазерная доплеровская велосиметрия

Метод основан на эффекте Доплера и применяется для определения скоростей кровотока в крупных сосудах сетчатки. Прибор является модифицированной фундус-камерой. Исследователь наводит на ретинальный сосуд лазерный луч, который после отражения от движущихся клеток крови преобразуется в электрический сигнал, содержащий информацию о спектре отраженного луча. Анализ спектра отраженного луча позволяет получить данные о скорости движущихся частиц. Для оценки скорости измерения объемного кровотока определяется диаметр сосуда. Измеряя кровотоки в каждом видимом сосуде, рассчитывают общий объемный кровоток, хорошая фиксация взгляда, поскольку для точных измерений скорости кровотока луч необходимо направить в центр исследуемого сосуда. В основе расчета объемного кровотока лежат заведомо некорректные предположения (закон Пуазейля).

3.3. Лазерная доплеровская флоуметрия

Метод позволяет исследовать участок ткани, богатой капиллярами. Падающий лазерный луч фокусируется на исследуемом участке диаметром около

160 мкм и проводит измерение параметров кровотока на определенную глубину в пределах данного участка. Отраженный луч проходит через зрачок и собирается в плоскости ретинального изображения камеры с помощью оптоволокну. С помощью данного метода измеряют скорость (средняя скорость эритроцитов, движущихся в исследуемом объеме), объем (количество движущихся эритроцитов в исследуемом объеме) и поток (скорость×объем), который расценивается как объемный кровоток.

Лазерная доплеровская флоуметрия позволяет исследовать кровотоки в капиллярах, питающих ДЗН, при направлении лазерного луча на участки ДЗН, лишенные крупных видимых сосудов. Недостатком метода является слишком глубокое проникновение лазерного луча (до 1 мм), что не исключает измерение части хориоидального кровотока. Сравнение результатов измерений в разных исследуемых участках невозможно, поскольку глубина проникновения луча и соответственно измерения объемного кровотока зависит от оптической плотности сред. Необходимо иметь в виду, что повышенное значение потока не всегда означает увеличение объема крови в артериальной системе, и может быть результатом венозного застоя.

3.4. Сканирующая лазерная доплеровская флоуметрия

Данный метод является комбинацией вышеописанного метода и лазерной сканирующей технологии. С помощью данного метода доплеровское измерение величин, характеризующих кровотоки, производят с помощью инфракрасного лазерного луча длиной волны 780 нм на прямоугольном участке глазного дна (сетчатки или ДЗН) с объемом исследуемой ткани 2,56×0,64×0,4 мм. В результате исследования создаются двухмерные карты микроциркуляции сетчатки. Недостатком метода является невозможность послойного исследования микроциркуляции.

3.5. Трансклеральная контактная доплеровская флоуметрия

Трансклеральная контактная доплеровская флоуметрия применяется для исследования хориоидальной перфузии с частичным захватом ретинальной микроциркуляции. Исследование проводится путем зондирования ткани через

склеру гелий-неоновым лазерным излучением (630 нм) в положении лежа. Обработка отраженного от ткани излучения основана на эффекте Доплера, при этом осуществляется регистрация изменения потока крови в микроциркуляторном русле. Метод является контактным, что в определенной степени считается недостатком.

3.6. Лазерная спекл-флоуграфия

Метод позволяет измерять двухмерную относительную скорость кровотока в глазу на основе лазерного спекл-феномена — интерференционного оптического эффекта. При освещении ткани лазерным лучом появляется спекл-узор, структура которого меняется в зависимости от скорости кровотока — эффект расплывчатости. Для количественной оценки относительной скорости кровотока в исследуемой области пользуются показателями нормализованной расплывчатости и квадратным коэффициентом расплывчатости. Коэффициент вариации показателей кровотока у здоровых пациентов составляет до 13%.

3.7. Флюоресцентная ангиография

Является инвазивным методом исследования и применяется для оценки ретинальной и хориоидальной циркуляции и состояния гематофтальмических барьеров в глазу. Метод основан на эффекте флюоресценции. При поглощении энергии излучения свободные электроны некоторых химических соединений перемещаются на более высокие, нестабильные энергетические уровни. Возвращаясь на прежние энергетические уровни, электроны излучают поглощенную энергию за счет реэмиссии электромагнитного излучения, что определяют, как флюоресценцию. Энергия реэмиссии имеет всегда большую длину волны, чем ранее поглощенная энергия излучения. Длины волн флюоресцентного света, излучаемого некоторыми химическими веществами, относят к определенному ряду, называемому спектром излучения. В зависимости от активируемого химического вещества электромагнитная энергия характеризуется определенным диапазоном длин волн, который обозначается как спектр поглощения. К таким химическим (контрастным) веществам относят флюоресцеин натрия (спектр поглощения 465-490 нм, спектр излучения 520-530 нм), применяемый

для исследования преимущественно ретинального кровотока, а также индоцианин зеленый (спектр поглощения 790–805 нм, спектр излучения 825–835 нм) — для исследования преимущественно хориоидального кровотока. В приборах ФАГ свет, направляемый через фильтр с длиной волны в пределах спектра излучения, изучается после возвращения из глаза через фильтр с длиной волны в пределах диапазона спектра поглощения, что позволяет наблюдать циркуляцию контрастного вещества в сосудистой системе глаза. Контрастное вещество вводится внутривенно, а поскольку время «рука-сетчатка» варьирует от 4 сек. до 24 сек., то с 5 секунды последовательно каждую секунду производят фотографирование глазного дна в течение первой минуты инъекции препарата. В ФАГ выделяют хориоидальную, артериальную, артериовенозную и венозную стадии по мере поступления контрастного вещества в глазной кровотоки.

Недостатком метода является инвазивность и связанные с ней потенциальные риски для пациента (головокружение, тошнота, аллергические реакции вплоть до анафилактического шока). Качество полученного изображения зависит от прозрачности оптических сред. Исследование невозможно проводить настолько часто, насколько это необходимо.

3.8. Сканирующая лазерная ангиография

Являясь усовершенствованным вариантом ФАГ, метод открыл новые возможности для количественных исследований в ФАГ. Исследование проводят на основе сканирующей лазерной офтальмоскопии с введением контрастного вещества (флюоресцеина натрия или индоцианина зеленого). Низкоэнергетический лазерный луч сканирует определенный участок глазного дна. Отраженное изображение возвращается через зрачок и конфокальную апертуру на детектор, который преобразует это изображение в видеосигнал и сохраняет его. По сравнению с обычной видеоангиограммой это изображение обладает улучшенным качеством, большим временным и пространственным разрешением, увеличенной контрастной чувствительностью. Основные количественные показатели кровотока, полученные с помощью СЛА, это артериовенозное время и средняя скорость распространения флюоресцеина. Метод обладает теми же недостатками (связанными с инвазивностью), что и ФАГ.

Таким образом, за прошедшие годы накоплен определенный опыт в оценке состояния глазного кровообращения и ангиоархитектоники заднего полюса глазного яблока. Однако, повседневная клиническая практика нуждается в эффективном и надежном диагностическом методе, который позволял бы оперативно и неинвазивно проводить оценку состояния кровотока в микроциркуляторном русле ДЗН и сетчатки. Вероятно, в ближайшее время таким методом может стать оптическая когерентная томография с ангиографией.

Контрольные вопросы:

1. Какие методы исследования глазного кровотока являются основными?
2. Перечислите инвазивные и неинвазивные методы оценки глазного кровотока.
3. В чем заключается суть цветного доплеровского картирования?
4. Какой из методов основан на эффекте флюоресценции?
5. Назовите основные количественные показатели кровотока полученные с помощью сканирующей лазерной ангиографии?

Глава 4.

ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ

4.1. История метода

Первые оптические когерентные томографы были основаны на технологии детекции во временном интервале («ОКТ во временной области»), в котором опорное плечо движется механически и световые эхо (отражения света) из-за временных задержек измеряются последовательно. Первые коммерчески доступные устройства TDOCT демонстрировали скорость в 400 А-сканов/секунду.

Следующее поколение ОКТ приборов основано на детекции спектральной области (spectral domain (SD) detection, домена Фурье (FD)). При ОКТ используются неподвижное опорное плечо, высокоскоростной спектрометр и ПЗС-камеры для обнаружения световых эхо одновременно, что позволило увеличить скорость сбора в 20–100 раз. Скорости сбора современных SD-ОКТ приборов от 25000 до 52 000 А-сканов в секунду с осевым разрешением от 3 до 7 мкм.

В 2006 г. на ежегодной конференции American Academy of Ophthalmology компания Optovue анонсировала первый SD-ОКТ прибор, одобренный FDA.

На сегодняшний день ОКТ приборы представляют 8 компаний: Bioptigen, Heidelberg Engineering, Optopol Technology, Optovue, Ophthalmic Technologies Incorporated/ОРКО, Topcon, Tomey и Zeiss. Большинство этих компаний сделало ставку на быстрое развитие спектральных ОКТ-систем.

В настоящее время ОКТ системы используют не только для получения изображений в разрезе, все чаще начинают использовать трехмерные ОКТ изображения, т.н. enface. Более того, ОКТ стали применять не только для отображения структуры, но и для оценки функций, например, появились методики ОКТ-ангиографии, измерения кровотока.

Технологические инновации и финансовые инвестиции привели к созданию поистине впечатляющих систем. За 20 лет ОКТ стала неотъемлемым диагностическим инструментом при исследовании, скрининге, диагностике и лечении заболеваний сетчатки и зрительного нерва, достигла очевидного прогресса в визуализации переднего сегмента глаза.

4.2. ОКТ макулярной области

Оптическая когерентная томография является методом, позволяющим получить изображение слоев сетчатки и ДЗН, наиболее близкое к гистологическому. Однако, при получении гистологических срезов используются специальные красители и фиксирующие агенты, которые могут внести некоторые артефакты. В свою очередь, при ОКТ изображение строится на основе различий в поглощении и отражении света различными слоями ткани *in vivo*. Этим объясняются некоторые несовпадения между интерпретацией структуры сетчатки, основанной на классической гистологии, и современными данными, полученными при помощи ОКТ.

Наиболее распространенный вариант трактовки слоев заднего полюса глазного дна по данным ОКТ:

- **мембрана Бруха** (*Bruch membrane*) обычно не видна на ОКТ сетчатки здорового глаза, но становится хорошо различимой, когда происходит потеря ее адгезии с пигментным эпителием, например, при экссудативной отслойке пигментного эпителия. В таких случаях мембрана Бруха выглядит в виде тонкой среднерефлективной линии;

- **пигментный эпителий** (*retinal pigment epithelium, RPE*) сетчатки представляет собой гиперрефлективную линию, отделяющую хориоидею от наружных слоев сетчатки. В непосредственной близости от ПЭС располагаются 3 тонких слоя, природа которых не до конца ясна и активно изучается:

- **мембрана Вирхова** состоит из плотных соединений между клетками пигментного эпителия и наружными сегментами фоторецепторов;

- **линия IS / OS** или линия соединения между наружными и внутренними сегментами фоторецепторов (IS / OS junction) соответствует второму гиперрефлективному слою. Гипорефлективное пространство между мембраной Вирхова и линией IS / OS соответствует *наружным сегментам фоторецепторов* (outer segments of photoreceptors (OS)); гипорефлективное пространство между линией IS / OS и наружной пограничной мембраной соответствует *внутренним сегментам фоторецепторов* (inner segments of photoreceptors (IS));

- **наружная пограничная мембрана** (*External limiting membrane, ELM*) соответствует третьему гиперрефлективному слою;

- **наружный ядерный слой** (*Outer Nuclear Layer, ONL*) — гипорефлективный слой, соответствует ядрам фоторецепторов;
- **наружный плексиформный слой** (*Outer Plexiform Layer, OPL*) — среднерефлективный слой, соответствует синапсам биполярных клеток с фоторецепторами;
- **внутренний ядерный слой** (*Inner Nuclear Layer, INL*), как и наружный ядерный слой, является гипорефлективным. Образован ядрами биполярных клеток, а также амакриновых, горизонтальных и мюллеровских клеток;
- **внутренний плексиформный слой** (*Inner Plexiform Layer, IPL*) содержит синапсы между аксонами биполярных клеток и дендритами ганглиозных и амакриновых клеток;
- **слой ганглиозных клеток** (*Ganglion Cell Layer, GCL*) — гипорефлективный слой, образован ядрами ганглиозных клеток;
- **слой нервных волокон** (*Retinal Nerve Fiber Layer, RNFL*) — гиперрефлективный слой, представляет собой аксоны ганглиозных клеток. Толщина слоя увеличивается по направлению к диску зрительного нерва;
- **внутренняя пограничная мембрана** (*Internal Limiting Membrane, ILM*) в большинстве случаев не видна на ОКТ, либо видна лишь на некоторых участках. Становится заметной при увеличении ее плотности, и в этом случае выглядит как тонкая гиперрефлективная линия, плотно прилегающая к внутренней поверхности сетчатки;
- **задняя гиалоидная мембрана стекловидного тела** (*Posterior Hyaloid Membrane*) в норме прилежит к внутренней поверхности сетчатки и не видна. Становится заметной при возникновении отслоек стекловидного тела и может играть важную роль в формировании витреоретинальных тракций;
- **ретиальные сосуды** видны на стандартных ОКТ-сканах в виде округлых образований на внутренней поверхности сетчатки и частично в толще слоя нервных волокон. Отличительными ОКТ-признаками ретиальных сосудов является то, что они всегда дают вертикальную тень на глубжележащие структуры, а также присутствуют на всех соседних ОКТ-сканах;
- **хориоидея** (*Choroid*). Современные ОКТ-системы позволяют измерять толщину хориоидеи, оценивать ее рефлективность, плотность сосудистого рисунка.

Применение источника света с большей длиной волны (1050 нм) улучшает визуализацию хориоидеи за счет более глубокого проникновения светового луча за пигментный эпителий.

4.3. Особенности ОКТ-анатомии фовеолярного углубления

Зона фовеолярного углубления отличается особой архитектурой ретинальных слоев. По направлению к центру фовеолы наблюдается увеличение толщины наружного ядерного слоя и постепенное исчезновение внутренних слоев нейроэпителия сетчатки. Кроме того, расстояние между пигментным эпителием, мембраной Вирхова и линией IS / OS в центре фовеа увеличено за счет большей длины наружных сегментов колбочек (Рис. 2).

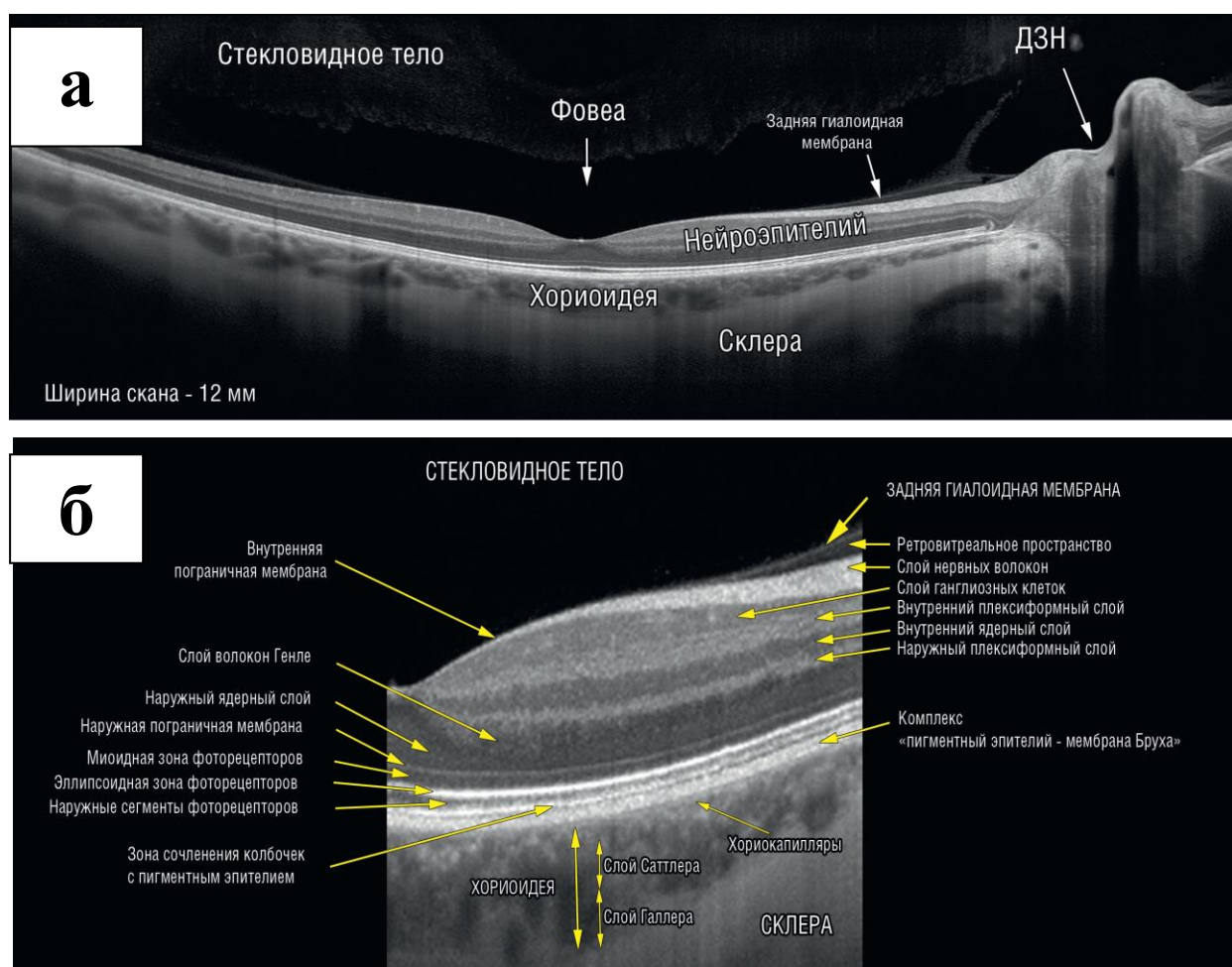


Рис. 2. Нормальная ОКТ-анатомия сетчатки с учетом данных, полученных с помощью последнего поколения спектральных оптических когерентных томографов (Optovue Avanti XR): а — широкоформатный скан высокого разрешения; б — микроанатомия ретинальных слоев (Шпак А.А., 2015).

Непрерывное развитие технологий ОКТ постоянно повышает разрешающую способность, степень визуализации мелких объектов, глубину сканирования, делает более удобным и функциональным программное обеспечение. Данные усовершенствования дают возможность открывать новые нюансы микроанатомии глазного дна. В 2014 году Международной комиссией по номенклатуре ОКТ (International Nomenclature for Optical Coherence Tomography Panel) (Staurenghi G. Et al., 2014) предложен уточненный вариант трактовки нормальной ОКТ-анатомии сетчатки, представленный на рисунке 2.

4.4. ОКТ диска зрительного нерва

ОКТ в режиме сканирования диска зрительного нерва позволяет получать поперечные срезы ДЗН и оценивать его стереометрические параметры, а также измерять толщину слоя нервных волокон вокруг диска. На данный момент ОКТ является наиболее современным методом, предоставляющим исследователю максимально полную информацию о состоянии диска зрительного нерва и объединяющим в одном приборе функционал методов лазерной сканирующей томографии (HRT) и лазерной сканирующей поляриметрии (GDx).

Большинство современных ОКТ-систем предлагают пользователю автоматизированный алгоритм анализа диска зрительного нерва. Данный алгоритм, как правило, основывается на трехмерной реконструкции диска, измерении его стереоскопических параметров и сравнении полученных результатов с данными нормативной базы.

Наиболее распространенные параметры ДЗН, исследуемые при компьютерном анализе:

- **диаметр диска зрительного нерва** — линия, соединяющая точки на границе пигментного эпителия и проходящая через центр экскавации. Измеряется в горизонтальном и вертикальном меридианах (Рис. 3);
- **диаметр экскавации диска зрительного нерва**. На расстоянии 150 мкм по направлению к внутренней поверхности сетчатки параллельно диаметру ДЗН проводится дополнительная линия. Расстояние между точками пересечения данной линии с поверхностью экскавации ДЗН и соответствует диаметру

экскавации. Также измеряется как в горизонтальном, так и вертикальном меридианах;

- *глубина, площадь и объем экскавации диска зрительного нерва* - рассчитываются с помощью специальных компьютерных алгоритмов на основании объемного анализа томограмм (Рис. 4);

- *площадь и объем нейроретинального пояса*. Нейроретинальным пояском называют ткань между внешним краем экскавации и внутренним краем ДЗН. По результатам компьютерного анализа обычно измеряются площадь и объем НРП;

- *анализ толщины перипапиллярного слоя нервных волокон*.

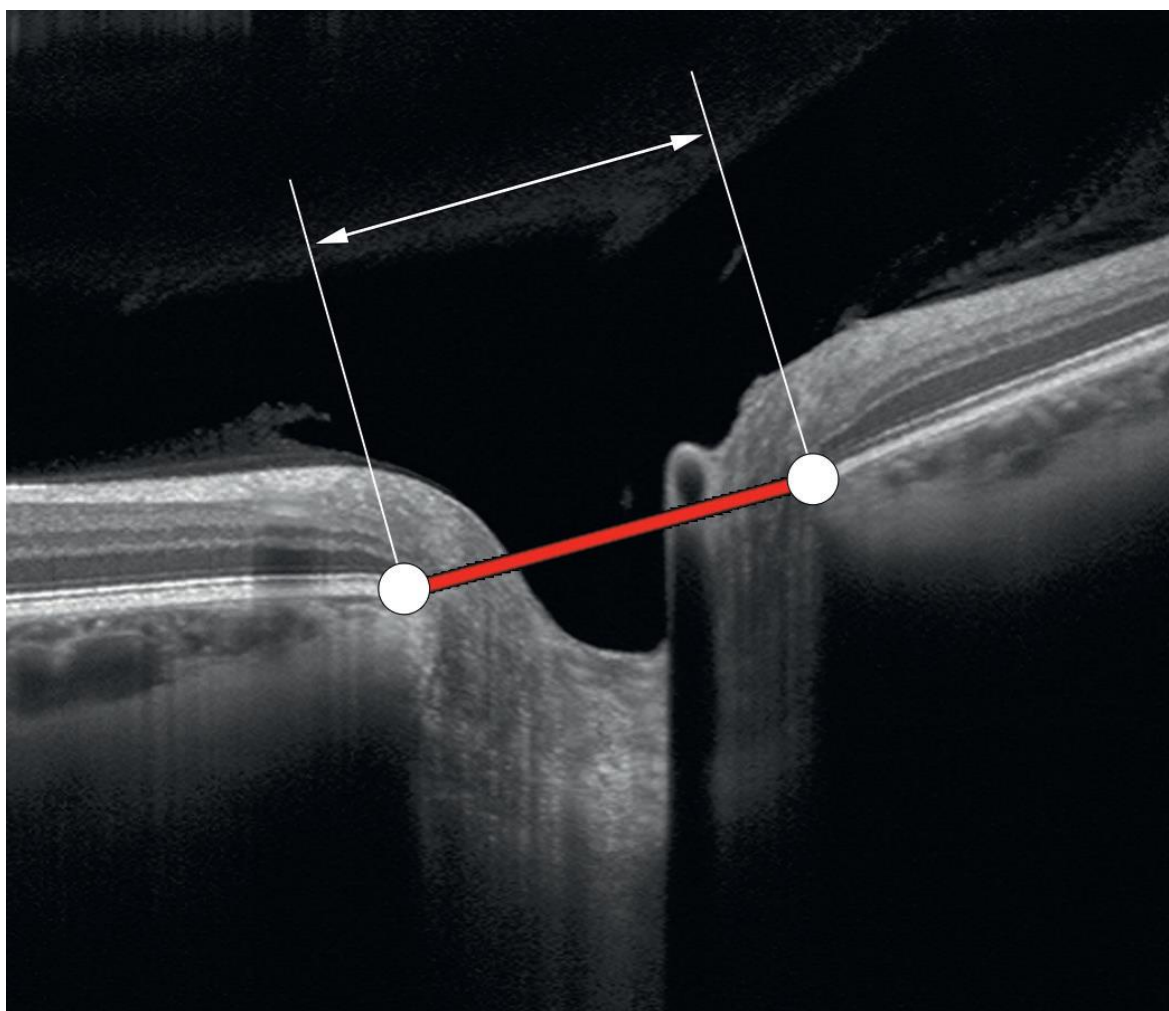


Рис. 3. Диаметр диска зрительного нерва (выделен красным цветом).

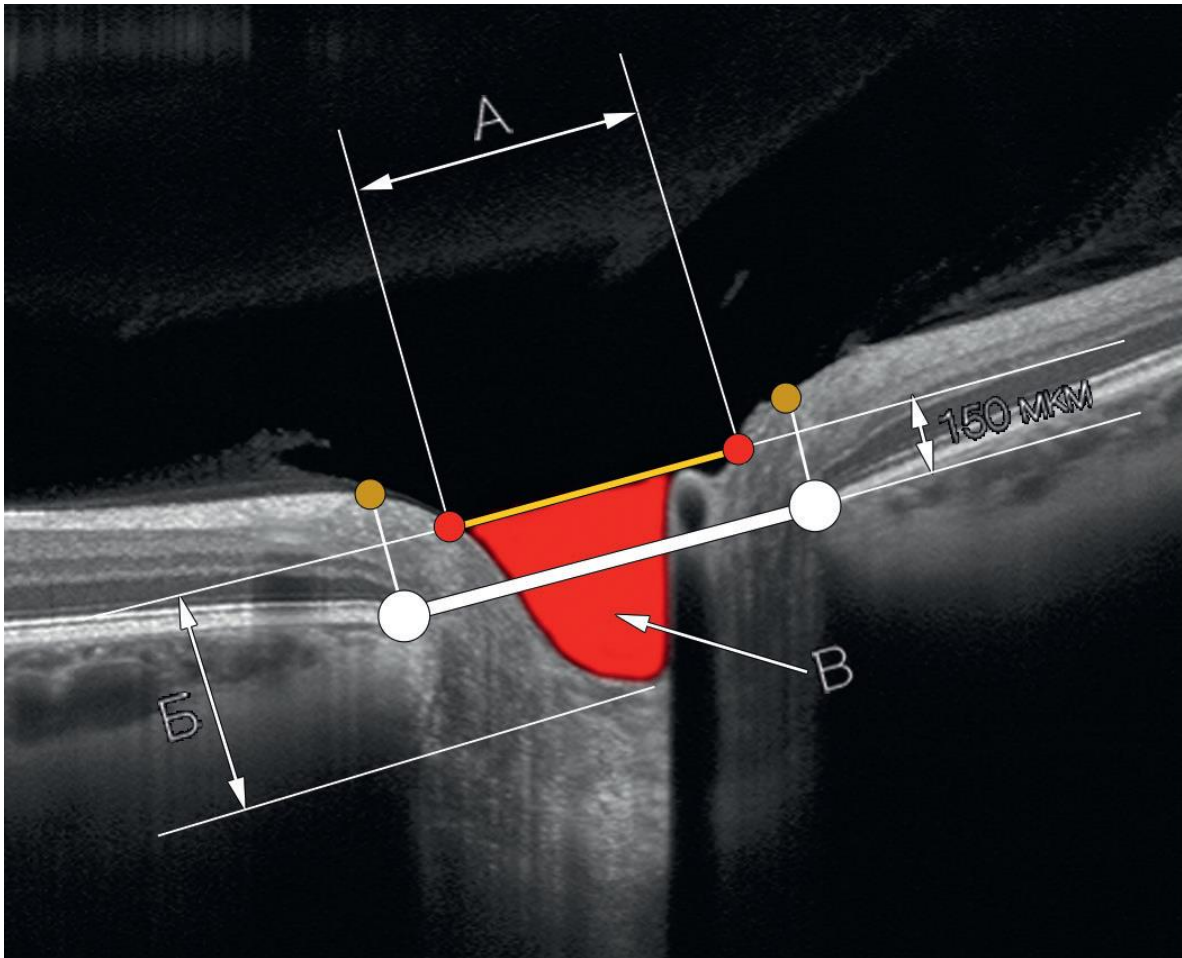


Рис.4. Границы экскавации диска зрительного нерва: А — диаметр экскавации; Б — глубина экскавации; В — объем экскавации.

4.5. Характеристика ОКТ-изменений при глаукоме

Исследование ДЗН в большинстве оптических когерентных томографов производится по стандартному протоколу, включающему в себя линейное сканирование и последующее построение трехмерной модели ДЗН, которая подвергается компьютерному анализу. Анализ включает в себя распознавание слоев перипапиллярной сетчатки, расчет стереометрических параметров ДЗН и сравнение их с нормативной базой данных (Рис. 5).

Area:			Normal range	Площадь:
Disc:	1.11	mm ²		• Диска зрительного нерва (мм ²)
Cup:	0.18	mm ²	0.00 - 0.91	• Экскавации (мм ²)
Rim:	0.93	mm ²	1.02 - 2.01	• Нейроретинального пояска (мм ²)
Cup/Disc ratio:	0.16		0.00 - 0.43	• Соотношение экскавации к диску
Volume:				Объем:
Cup:	0.02	mm ³	0.00 - 0.23	• ЭКСКАВАЦИИ (мм ³)
Rim:	0.17	mm ³	0.15 - 0.54	• Нейроретинального пояска (мм ³)
Depth:				Глубина:
Mean Cup depth:	0.12	mm	0.00 - 0.29	• Средняя глубина экскавации (мм)
Max. Cup depth:	0.31	mm	0.00 - 0.59	• Максимальная глубина экскавации (мм)
Diameter:				Диаметр:
Disc horizontal:	1.10	mm		• Горизонтальный диаметр ДЗН (мм)
Disc vertical:	1.27	mm		• Вертикальный диаметр ДЗН (мм)
Disc mean:	1.19	mm		• Средний диаметр ДЗН (мм)
Cup horizontal:	0.51	mm		• Горизонтальный диаметр экскавации (мм)
Cup vertical:	0.42	mm		• Вертикальный диаметр экскавации (мм)
Cup mean:	0.47	mm		• Отношение горизонтальных диаметров экскавации и ДЗН
C/D horizontal:	0.47			• Отношение вертикальных диаметров экскавации и ДЗН
C/D vertical:	0.33			• Отношение вертикального диаметра ДЗН к горизонтальному
Disc vert./horiz.:	1.16			• Отношение вертикального диаметра экскавации к горизонтальному
Cup vert./horiz.:	0.83			
Rim/Disc ratio:	0.20			Соотношение нейроретинального пояска к ДЗН
Rim absence:	0°			Протяженность дефектов нейроретинального пояска,
DDLS:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			Шкала DDLS

Рис. 5. Стереометрические параметры ДЗН, рассчитываемые программным обеспечением томографа Optopol SOCT Copernicus HR.

4.6. Анализ комплекса ганглиозных клеток сетчатки

Считается, что гибель ГКС происходит задолго до появления глаукомных изменений полей зрения. Эти структурные нарушения могут опережать первые функциональные изменения на несколько лет. Клинически изменения полей зрения у больных глаукомой выявляются при потере до 40% зрительных волокон.

Наибольшее скопление ГКС располагается в макулярной области сетчатки, при этом более половины сосредоточено в области перифовеа. Глаукома преимущественно поражает 3 внутренних слоя сетчатки: нервные волокна, ганглиозные клетки и внутренний плексиформный слой, которые содержат, соответственно, аксоны, клеточные тела и дендриты ГКС. Совокупность этих трех

слоев была названа комплексом ганглиозных клеток (ganglion cell complex, GCC). Считается, что точность OCT-диагностики глаукомы возрастает если проводить измерения толщины в макулярной области, ограничиваясь лишь внутренними слоями сетчатки. Исследование комплекса ганглиозных клеток при помощи ОКТ позволяет выявлять глаукому на более ранней стадии и объективно оценивать динамику заболевания (Рис. 6, 7).

При интерпретации анализа следует учитывать тот факт, что толщина комплекса ганглиозных клеток зависит от возраста (в пожилом возрасте снижается), а потери ганглиозных клеток также могут наблюдаться при нейродегенеративных заболеваниях (болезнь Альцгеймера, рассеянный склероз).

Average Thickness	Thickness (μm)	Толщина комплекса ГКС (мкм) Общая толщина Толщина в верхнем секторе Толщина в нижнем секторе Разница между верхним и нижним секторами Фокальные потери ГКС (%) Глобальные потери ГКС (%)
Total	67.14	
Superior	64.21	
Inferior	70.09	
Intra Eye Difference (S-I)	-5.88	
FLV (%)	9.235	
GLV (%)	27.395	

Рис. 6. Параметры анализа комплекса ганглиозных клеток на томографе Optovue Avanti XR.

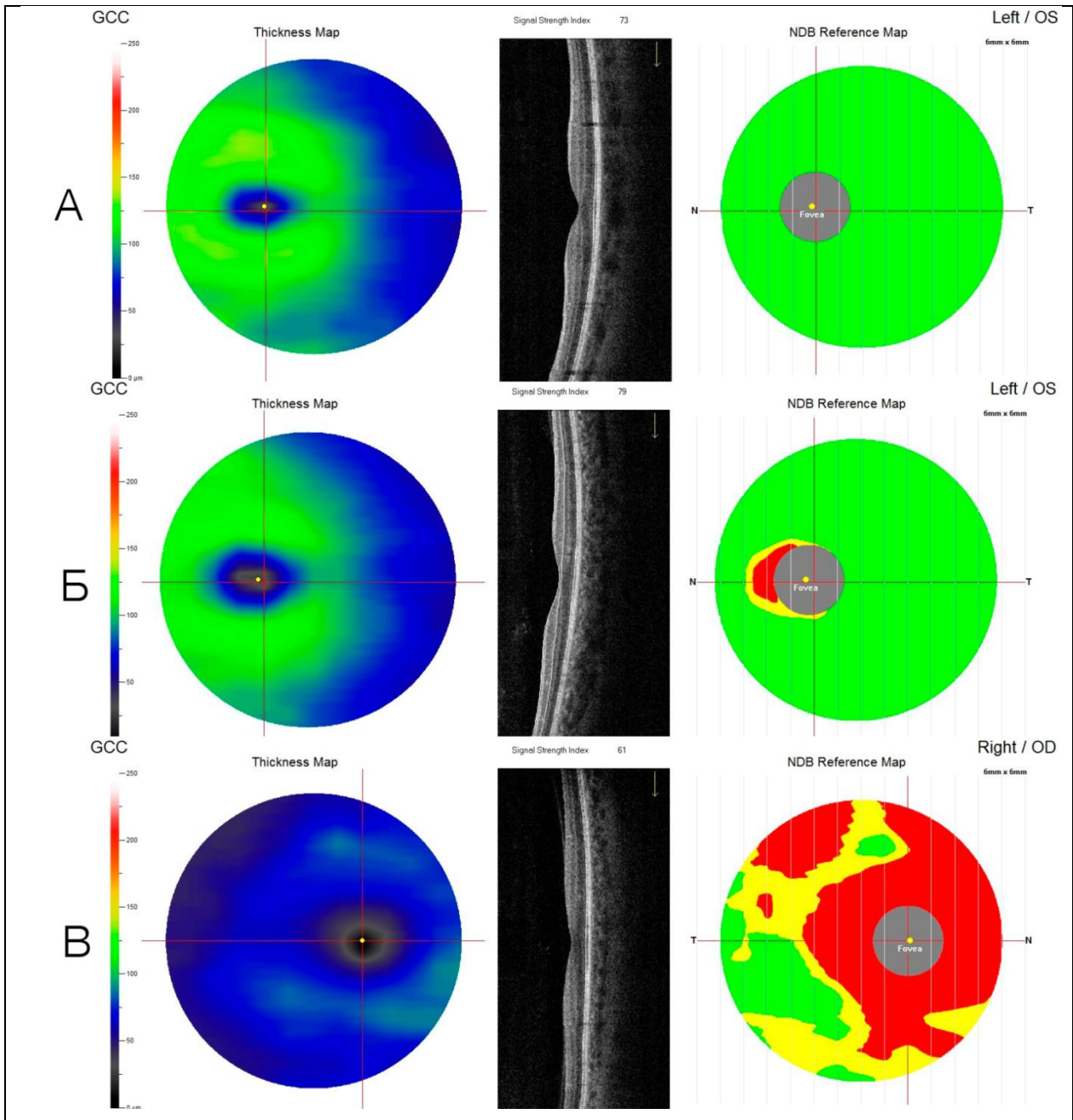


Рис. 7. Результаты исследования комплекса ганглиозных клеток сетчатки: А — здорового человека; Б — при начальной глаукоме; В — при далекозашедшей глаукоме.

4.7. Параметры перипапиллярной сетчатки

В большинстве ОКТ-томографов предусмотрена возможность оценки толщины перипапиллярного слоя нервных волокон. Алгоритмы анализа претерпевают постоянное совершенствование, однако базовыми являются измерение толщины перипапиллярного слоя RNFL по окружности ДЗН, а также построение карты толщины (Рис. 8,9). График толщины перипапиллярного слоя нервных волокон (TSNIT — Temporal Superior Nasal Inferior Temporal) пред-

ставляет собой развертку кругового скана перипапиллярной зоны. В норме представляет собой двугорбую линию.

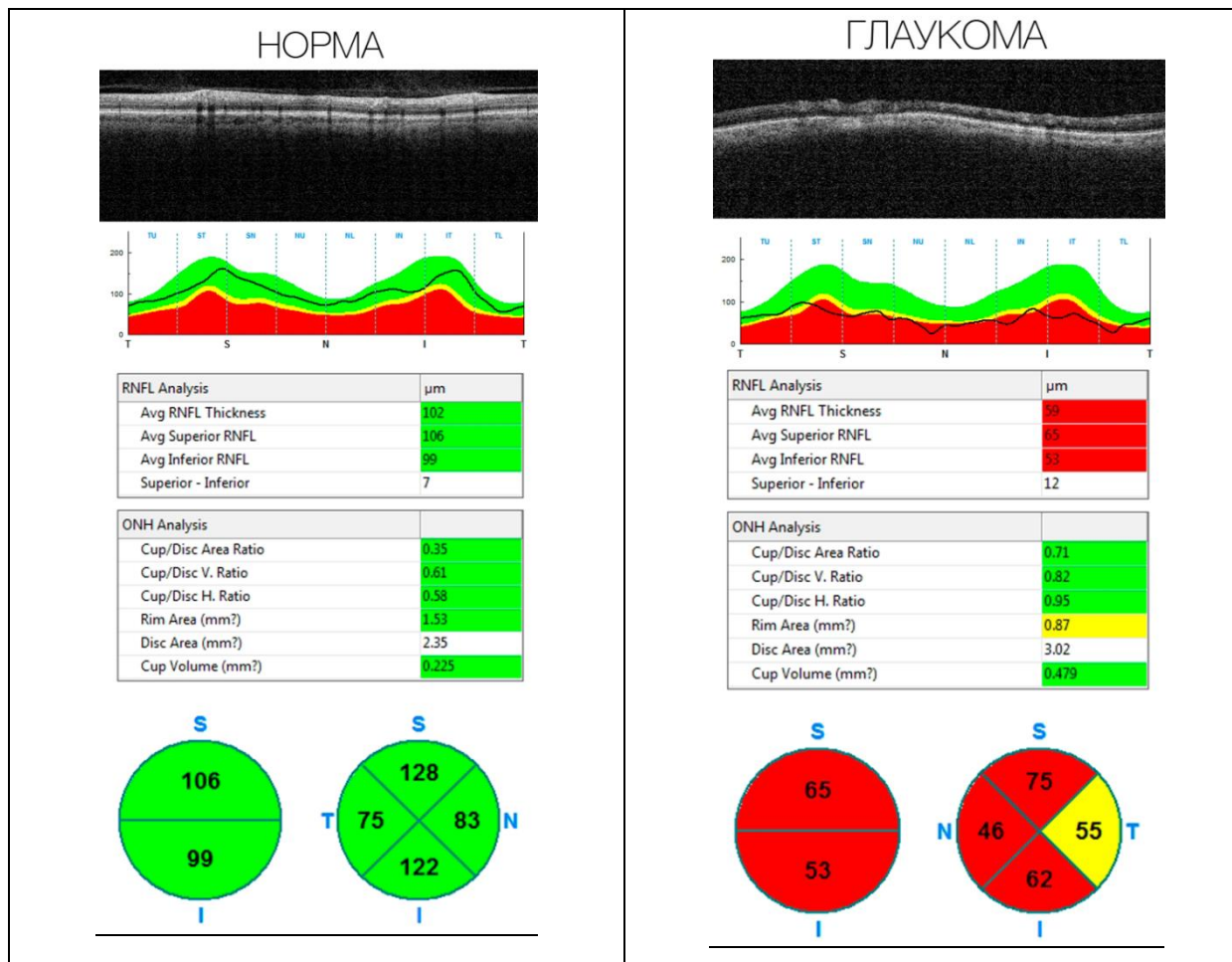


Рис. 8. Результаты компьютерного анализа нейроретинального пояса здорового индивидуума и пациента с клинически подтвержденной глаукомой.

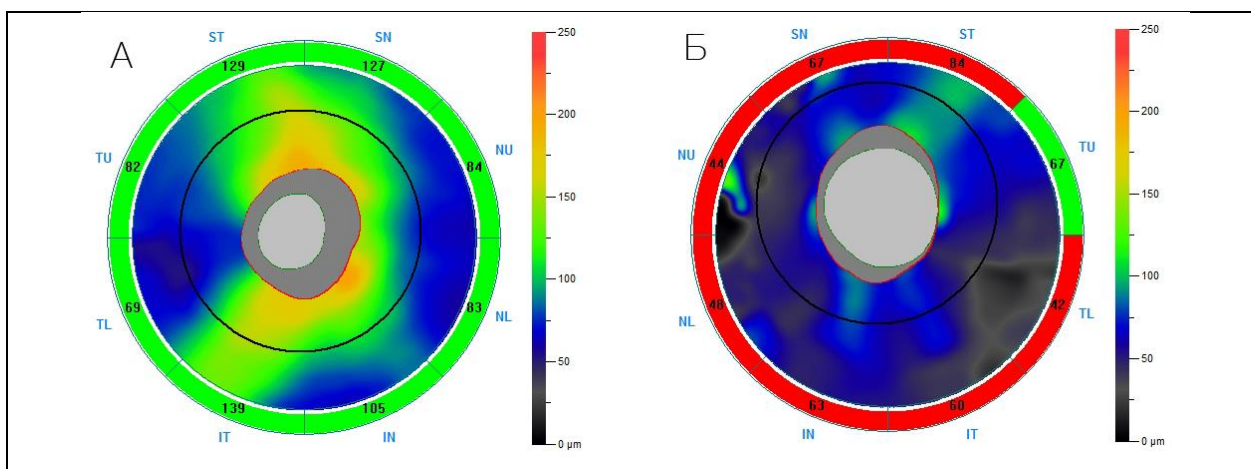


Рис. 9. Карта толщины перипапиллярного слоя нервных волокон: А — здорового человека; Б – пациента с глаукомой.

В соответствии со шкалой в правой части рисунка, градациями цвета от красного к черному обозначается толщина слоя нервных волокон в каждом участке перипапиллярной зоны, что помогает в пространственной оценке патологических изменений соответствующей области.

4.8. Классификация глаукоматозного повреждения ДЗН (Broadway D.C., 1999)

Тип 1 (фокальное ишемическое повреждение диска) (Рис. 10) — локальная утрата нервных волокон преимущественно в верхнем и нижнем полюсах ДЗН. В остальных зонах нейроретинальный поясok остается относительно сохранным. Также характерно появление типичной выемки в нейроретинальном пояске и соответствующий дефект поля зрения. Чаще встречается у женщин, подверженных мигрени и сосудистым спазмам.

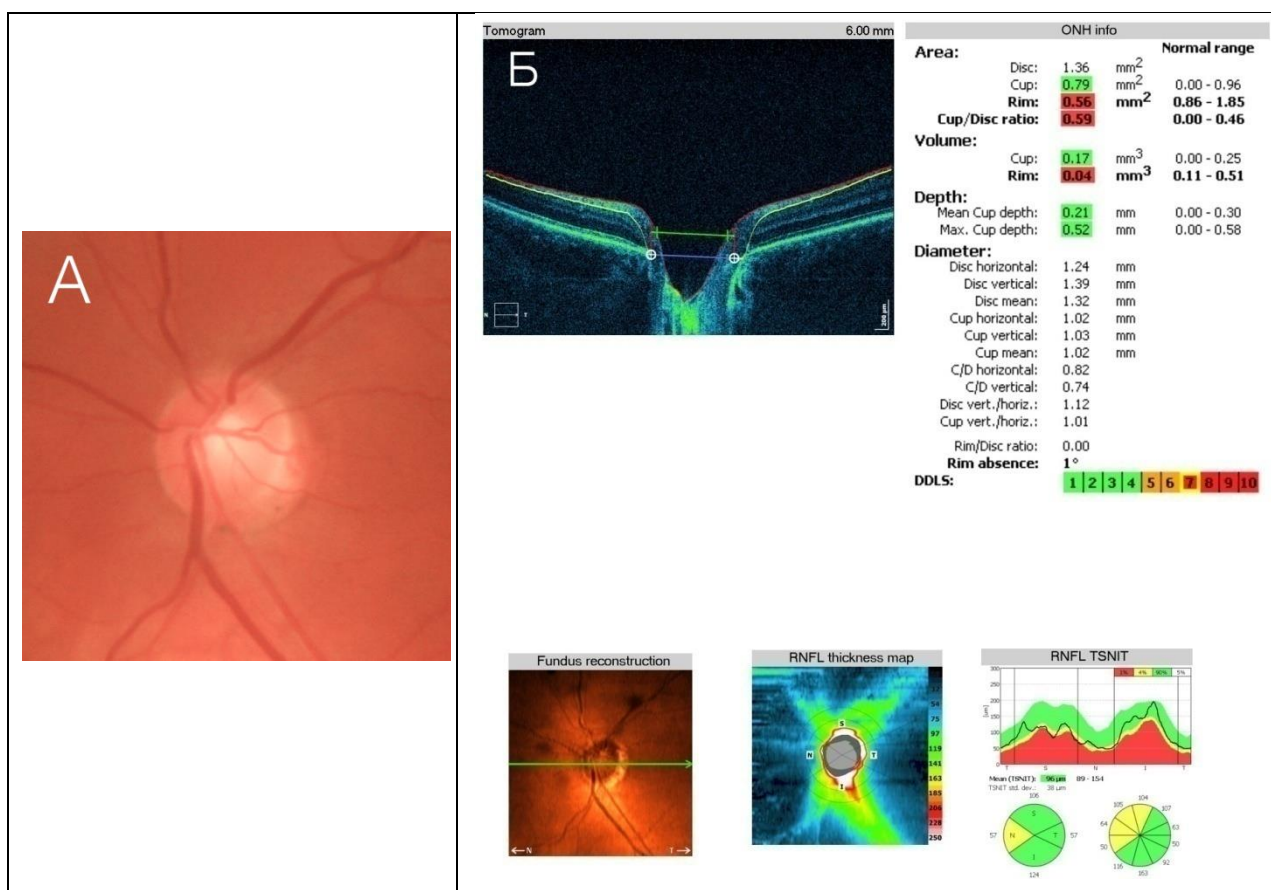


Рис. 10. Тип 1 глаукоматозного повреждения ДЗН – фокальное ишемическое повреждение диска: А – картина глазного дна; Б – результаты ОКТ-анализа. Площадь и объем экскавации в пределах нормы. Отмечается снижение площади и, особенно, объема нейроретинального пояска с формированием дефекта в нижне-височном секторе, протяженностью 1°. Толщина перипапиллярного слоя нервных волокон достигает нижней границы нормы в височном секторе. Степень риска глаукоматозного повреждения по шкале DDLS — 7 из 10.

Тип 2 (миопический глаукоматозный ДЗН) (Рис. 11) — локальное истончение нейроретинального пояска в области верхнего и нижнего полюсов, а также наличие перипапиллярной атрофии с височной стороны (височный полумесяц). При этом другие признаки миопической дегенерации отсутствуют.

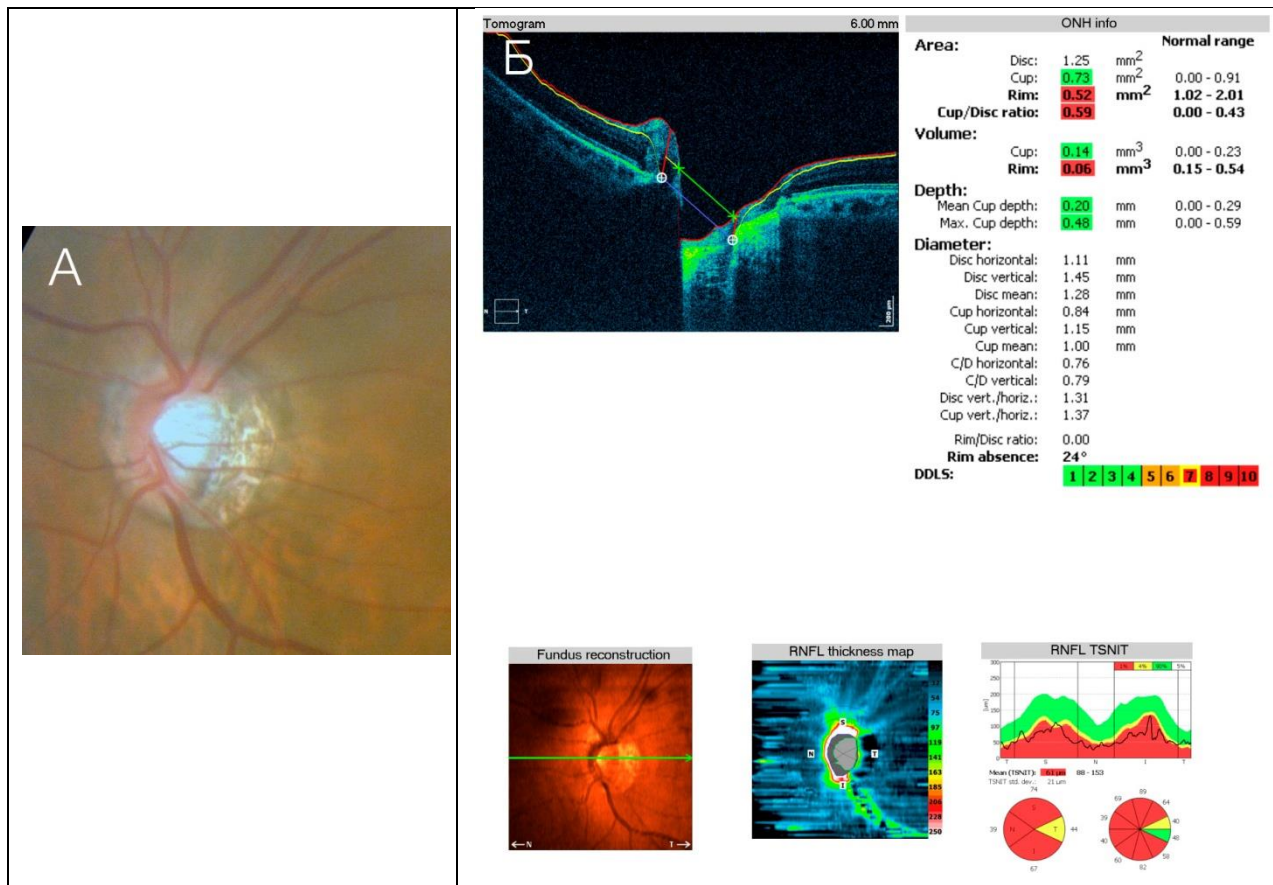


Рис. 11. Тип 2 глаукоматозного повреждения ДЗН — миопический глаукоматозный ДЗН: А — картина глазного дна; Б — результаты ОКТ-анализа. Площадь и объем экскавации в пределах нормы. Отмечается снижение площади объема нейроретинального пояска с формированием дефекта в височном секторе протяженностью 24°. Толщина перипапиллярного слоя нервных волокон ниже нормы во всех секторах, в височном секторе приближается к нижней границе нормы. Степень риска глаукоматозного повреждения по шкале DDLS — 7 из 10.

Тип 3 (сенильный склеротический) (Рис. 12) — неглубокая блюдцеобразная экскавация и пологий край нейроретинального пояска. Характерна перипапиллярная атрофия и периферические дефекты поля зрения.

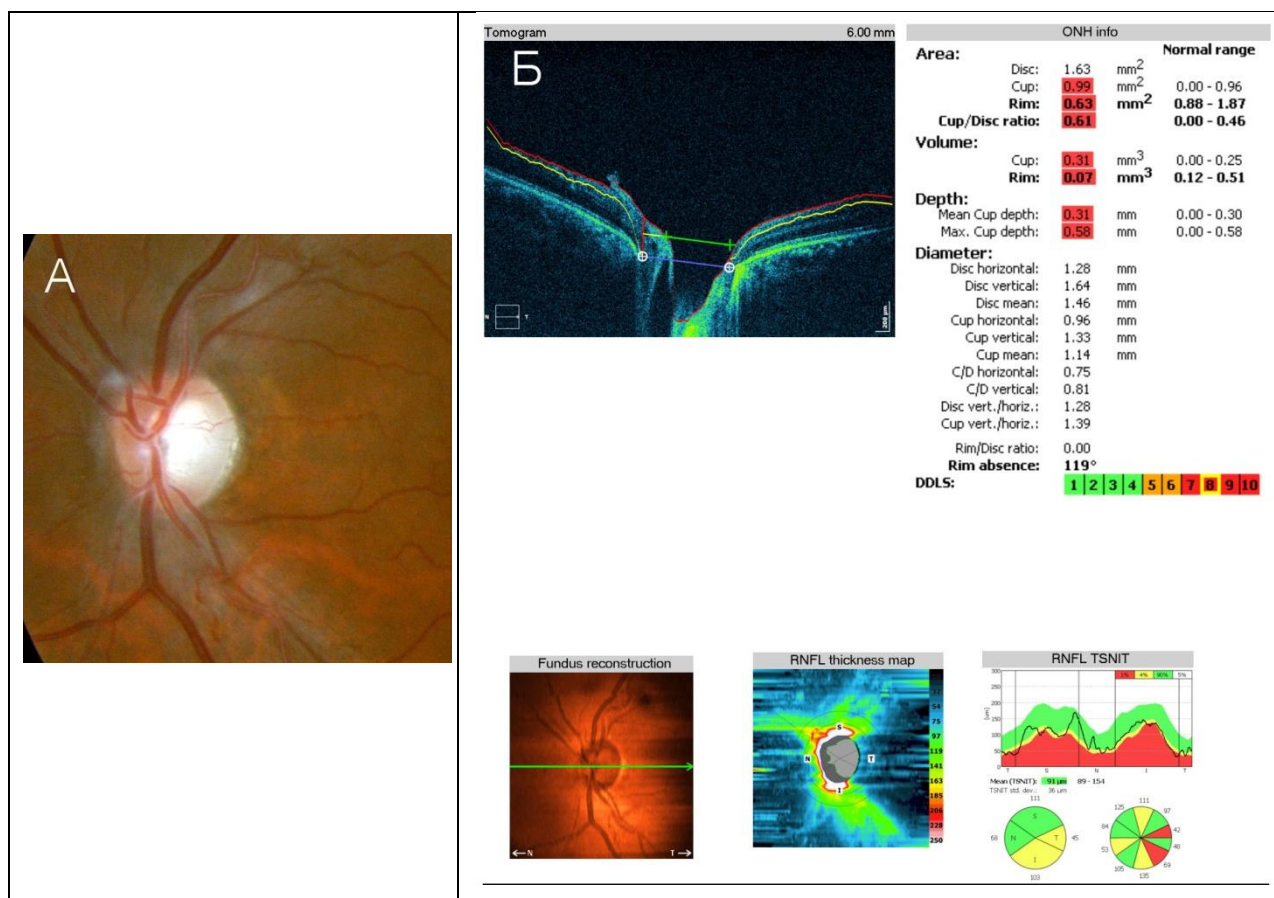


Рис. 12. Тип 3 глаукоматозного повреждения ДЗН – сенильный склеротический ДЗН: А — картина глазного дна; Б — результаты ОКТ-анализа. Отмечается незначительное увеличение площади и объема экскавации ДЗН, и существенное уменьшение площади и объема нейроретинального пояска, сопровождающееся формированием дефекта в височном секторе, протяженностью 119°. Перипапиллярный слой нервных волокон истончен преимущественно в височном и нижнем секторах. Степень риска глаукоматозного повреждения ДЗН по шкале DDLs — 8 из 10.

Тип 4 (с концентрическим расширением экскавации) (Рис.13) — характеризуется диффузной дегенерацией нервных волокон по всей окружности диска, что сопровождается образованием локальных участков истончения нейроретинального пояса. Это сопровождается развитием диффузных дефектов поля зрения. Встречается и у мужчин, и у женщин, как правило, более молодого возраста и с очень высоким ВГД.

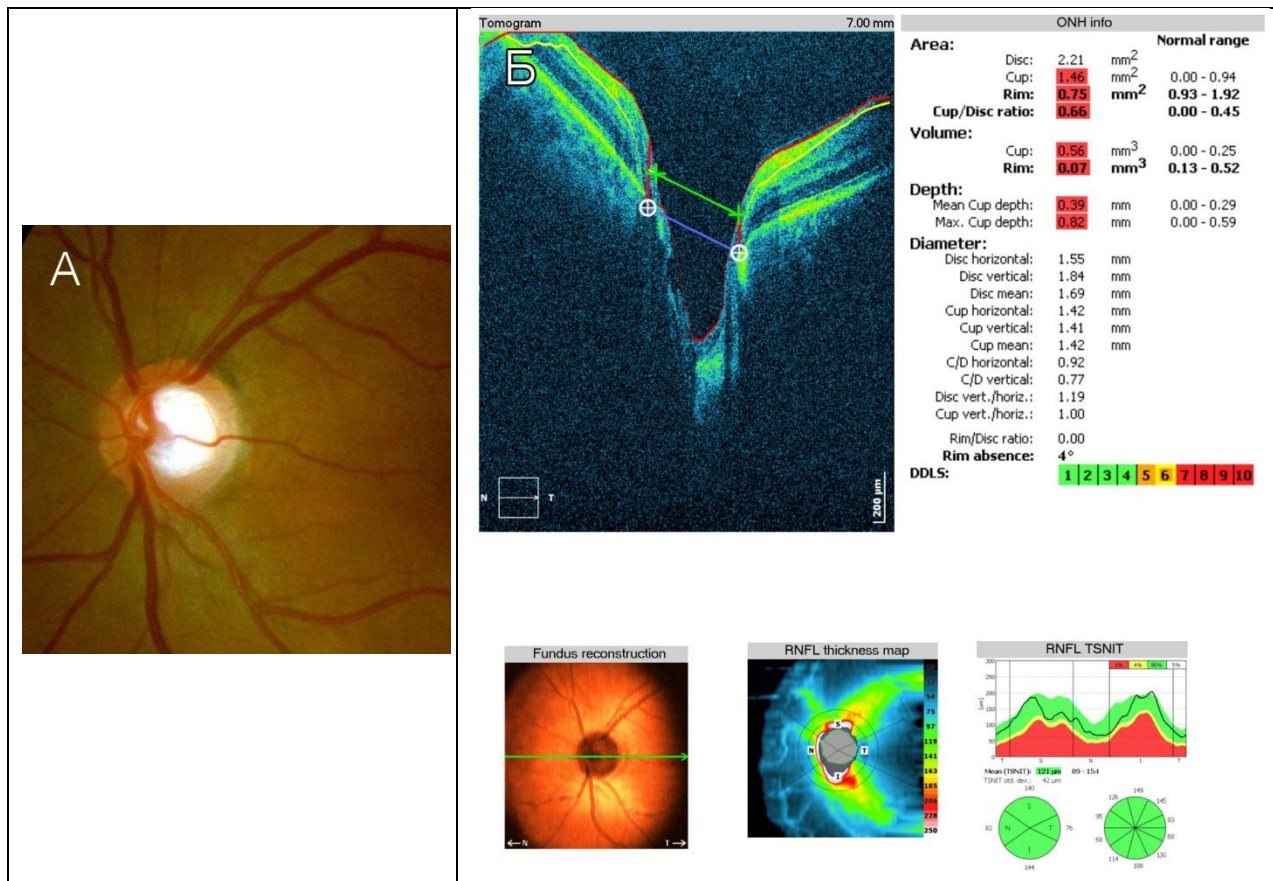


Рис. 13. Тип 4 глаукоматозного повреждения ДЗН — концентрическое расширение экскавации ДЗН: А — картина глазного дна; Б — результаты ОКТ-анализа. На ОКТ томограмме визуализируется увеличение площади и объема экскавации ДЗН, а также уменьшение площади и объема нейроретинального пояса, сопровождающееся формированием дефекта в височном секторе, протяженностью 4°. Толщина перипапиллярного слоя нервных волокон остается в пределах нормы во всех секторах. Степень риска глаукоматозного повреждения диска зрительного нерва по шкале DDLs — 6 из 10.

Смешанный тип — имеет смешанную клиническую картину, что, вероятно, объясняется воздействием различных патогенетических механизмов. Встречается наиболее часто, в 2/3 всех случаев.

Контрольные вопросы:

1. Какой метод исследования позволяет получить изображения слоев сетчатки и ДЗН?
2. Какие параметры ДЗН исследуются при оптической когерентной томографии?
3. Особенности ОКТ-анатомии фовеолярного углубления.
4. Какие имеются дополнительные преимущества ОКТ-систем?
5. Назовите классификацию глаукоматозного повреждения ДЗН.

Глава 5.

ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ С АНГИОГРАФИЕЙ

ОКТА является принципиально новым неинвазивным методом количественного и качественного исследования глазного кровотока. Наиболее важной особенностью данного метода визуализации сосудов является отсутствие необходимости внутривенного введения контрастного вещества. Этот перспективный метод основан на применении высокоскоростной ОКТ, которая позволяет визуализировать сосуды сетчатки и ДЗН и измерять кровотоки на различной глубине исследуемой ткани — от поверхностных ретинальных сосудов до микроциркуляторной сети.

Возможность послойной визуализации ангиоархитектоники сетчатки и ДЗН появилась благодаря развитию технологии En Face, которая позволяет «захватывать» конкретно интересующий слой ткани. Благодаря увеличенной скорости сканирования, а также реализации в томографах последнего поколения нового алгоритма — декорреляции амплитуды с разделением спектра (split-spectrum amplitude-decorrelation angiography — SSADA) появилась возможность визуализации сосудов в исследуемой ткани (Рис. 14). Разделение спектра снижает нежелательные сигналы (шумы) от движений глаза в осевом направлении, где разрешение ОКТ выше, чем в поперечном направлении. Уменьшение шума достигается без значимых потерь сигнала кровотока, который в заднем полюсе глаза происходит скорее в поперечном, нежели осевом направлении.

ОКТА позволяет выбирать размер исследуемой области: для макулярной зоны — 2x2, 3x3, 6x6 и 8x8 мм, для ДЗН — 3x3, 4,5 x 4,5 мм. Ангиограммы меньшего размера позволяют лучше визуализировать капилляры, большего — более крупные сосуды.

К новым параметрам количественной оценки кровотока можно отнести плотность сосудистого рисунка, измеряемую в процентах, индекс кровотока (имеет числовое значение от 0 до 1 и пропорционален плотности сосудистого рисунка и скорости движения клеток крови площади исследуемого участка),

площадь кровенаполнения (перфузии) и площадь неперфузируемых зон, измеряемые в квадратных миллиметрах.



Рис. 14. Внешний вид оптического когерентного томографа-ангиографа.

5.1. ОКТ-ангиография макулярной области

ОКТА дает возможность послойной визуализации сосудистых структур. При исследовании сосудистой микроанатомии сетчатки программное обеспечение томографа Optovue Avanti XR позволяет видеть, как полнослойную проекцию сосудистого рисунка (Рис. 15), так и автоматически разделять объемную ОКТ-реконструкцию сетчатки на 4 слоя (цит. по DeCarlo T.E. et al., 2015):

- 1) **поверхностное внутреннее сосудистое сплетение** (super ficial inner retina) — сосудистая сеть слоя нервных волокон и слоя ганглиозных клеток;
- 2) **глубокое внутреннее сосудистое сплетение** (deep inner retina) — сосудистая сеть внутреннего ядерного слоя;
- 3) **«наружная» сетчатка** (outer retina) — ограничивается наружной пограничной мембраной и пигментным эпителием;
- 4) **хориокапилляры** (choroid capillary) – соответствует хориокапиллярному слою сосудистой оболочки.

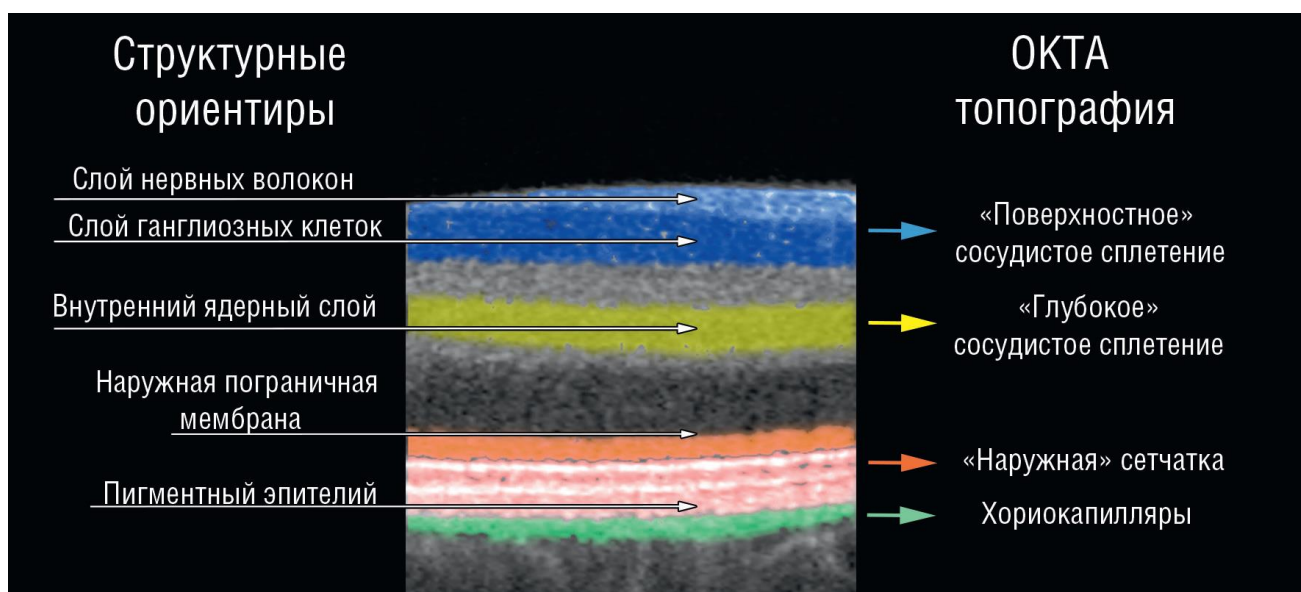


Рис. 15. Уровни визуализации сосудов сетчатки на томографе при автоматической сегментации (Азнабаев Б.М., 2015)

Кроме того, используя функцию послойного исследования ОКТА-реконструкции в режиме ручной установки глубины и толщины среза, врач получает более широкие возможности для исследования структур сетчатки, что дополняет автоматическую сегментацию.

Сосудистая сеть на уровне «наружной» сетчатки в норме не видна, однако исследование данного слоя является полезным в случае подозрения на патологию с субретинальной локализацией (например, классическая хориоидальная неоваскуляризация).

Использование ОКТ-ангиограмм малого размера (2×2 мм, 3×3 мм) позволяет лучше визуализировать мелкую сосудистую сеть, ретинальные капилляры и хориокапилляры, в то время как изображения большего размера (6×6 мм, 8×8 мм) дают более полное представление о ходе крупных сосудов (Рис. 16). SSADA-алгоритм ангиографии позволяет рассчитывать индекс кровотока (flow index), который пропорционален плотности сосудистого рисунка и скорости кровотока.

В норме сосудистый рисунок *поверхностной капиллярной сети* выглядит в виде белых линейных структур, ориентированных центростремительно к фовеальной ямке, вблизи которой они образуют перифовеолярную аркаду, ограничивающую фовеальную аваскулярную зону.



Рис. 16. Полнослойное изображение сосудистого рисунка макулярной области здорового человека. Стрелкой обозначена фовеолярная аваскулярная зона. Размер зоны сканирования — 3×3 мм.

Крупные ветви делятся на более и более мелкие веточки, образуя густую сеть. *Глубокая капиллярная сеть* состоит из более однородных по диаметру капилляров с большим количеством как горизонтальных, так и вертикальных анастомозов.

5.2. ОКТ-ангиография диска зрительного нерва

Согласно сосудистой теории патогенеза глаукомы, гибель клеток происходит вследствие снижения гемоперфузии ДЗН (Курышева Н.И., 2014). Таким образом, необходимой диагностической составляющей является количественная оценка данного параметра. До недавнего времени не существовало точного метода оценки гемоперфузии ДЗН. Флуоресцентная ангиография позволяет получить полезную информацию только о поверхностном сосудистом слое головки зрительного нерва. При помощи цветового доплеровского картирования можно оценить ретробульбарный кровоток и общий кровоток сетчатки без оценки микроциркуляции.

ОКТ-ангиография может использоваться для визуальной оценки плотности сосудистого рисунка головки ДЗН (Рис. 17).

Отслеживание изменений состояния диска зрительного нерва и сетчатки при длительном динамическом наблюдении пациентов с глаукомой является непростой задачей. В традиционной клинической практике это заключается в осмотре глазного дна, однако при этом присутствует определенная доля субъективизма, даже в том случае, если пациент регулярно обращается к одному и тому же опытному клиницисту. ОКТ позволяет получать объективные данные о состоянии ДЗН, перипапиллярной сетчатки, комплекса ганглиозных клеток в цифровом эквиваленте. Дополнительным преимуществом ОКТ-систем является наличие компьютерной базы данных, которая может хранить результаты исследований в течение десятилетий, одновременно обеспечивая моментальный доступ к ним и проведение анализа прогрессирования изменений глазного дна.

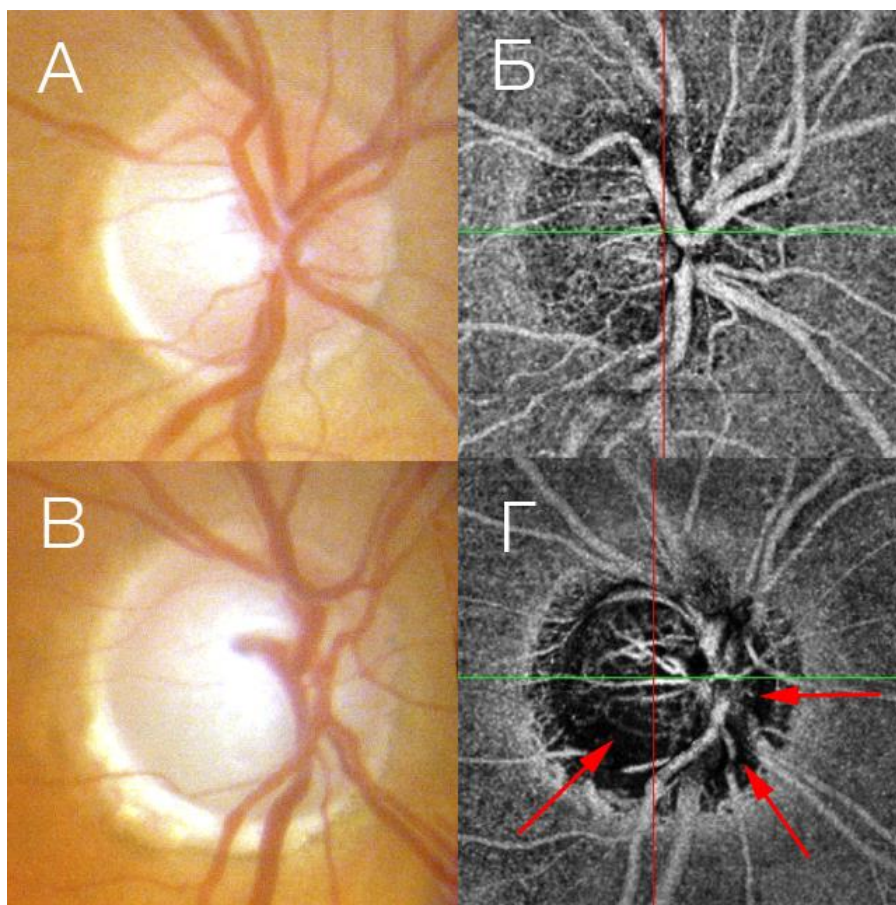


Рис.17. Офтальмоскопическое изображение диска зрительного нерва и полно-слойная ОКТ-ангиограмма здорового человека (А, Б) и пациента с глаукомой (В, Г). На глаукомном ДЗН визуализируется обеднение микрососудистой сети, появление неперфузируемых участков (красные стрелки).

5.3. Методика проведения ОКТ-ангиографии диска зрительного нерва

В первую очередь, перед интерпретацией полученных результатов, нужно обратить внимание на уровень сигнала томографа (говорит о рефлексивности снимка). Значение сигнала должен быть не ниже 50 (Рис. 18). Чем выше значение сигнала, тем четче будет сформирована ангиограмма («прорисованы сосуды») и, таким образом, будет точнее результат количественной оценки микрокровотока. Снимки с артефактами, связанными с недостаточной прозрачности оптических сред, отсутствием фиксации и произвольными движениями глазного яблока должны быть исключены из протоколов исследования.

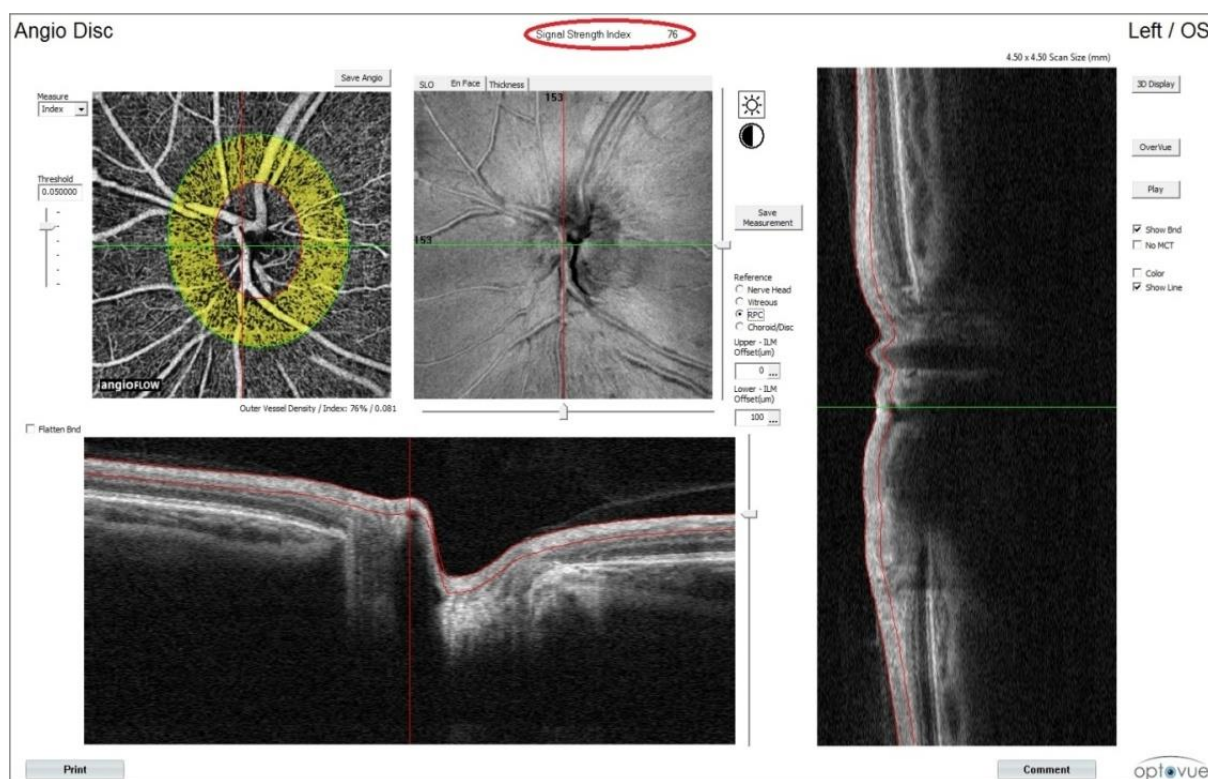


Рис. 18. Индикация уровня сигнала.

ОКТА проводится бесконтактно и без введения контрастных веществ. Сканирование ДЗН может осуществляться на участках размерами 3,5x3,5 и 4,5x4,5 мм в режиме AngioDisc, который представляет собой серию последовательных горизонтальных и вертикальных оптических срезов ДЗН (Рис. 19). Далее, когда сканирование завершено, полученные ангиограммы подвергаются качественному и количественному анализу.

В диске зрительного нерва выделяются два сосудистых сплетения – поверхностное и глубокое. Поверхностное образовано ретинальными сосудами, отходящими от центральной артерии сетчатки, глубокое снабжает кровью ДЗН и образовано капиллярами, происходящими из хориоидальных сосудов системы ЗКЦА.

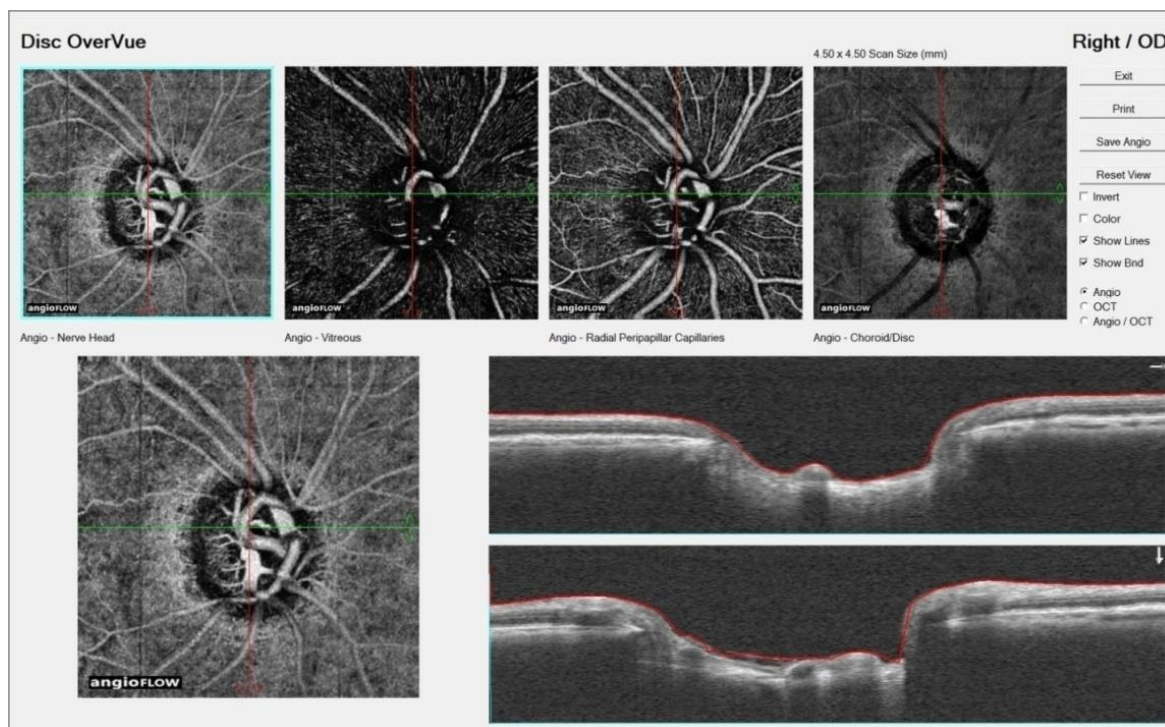


Рис. 19. Протокол ОКТ-ангиографии ДЗН у больного с ПОУГ.

Автоматическая сегментация позволяет разделить сосудистые сплетения ДЗН на четыре уровня: ONH, Vitreous, RPC, Choroid/Disc (Рис. 20).

Уровень ONH является полнослойным и включает в себя как сосуды поверхностного, так и глубокого сплетений ДЗН. Сегментация уровня Vitreous проходит по поверхности ДЗН и захватывает мелкие поверхностные сосудистые сплетения. Сегментация на уровне RPC проходит по слою нервных волокон и захватывает в себя перипапиллярные капилляры. Слой Choroid/Disc проходит на уровне пигментного эпителия и включает в себя слой хориокапилляров.

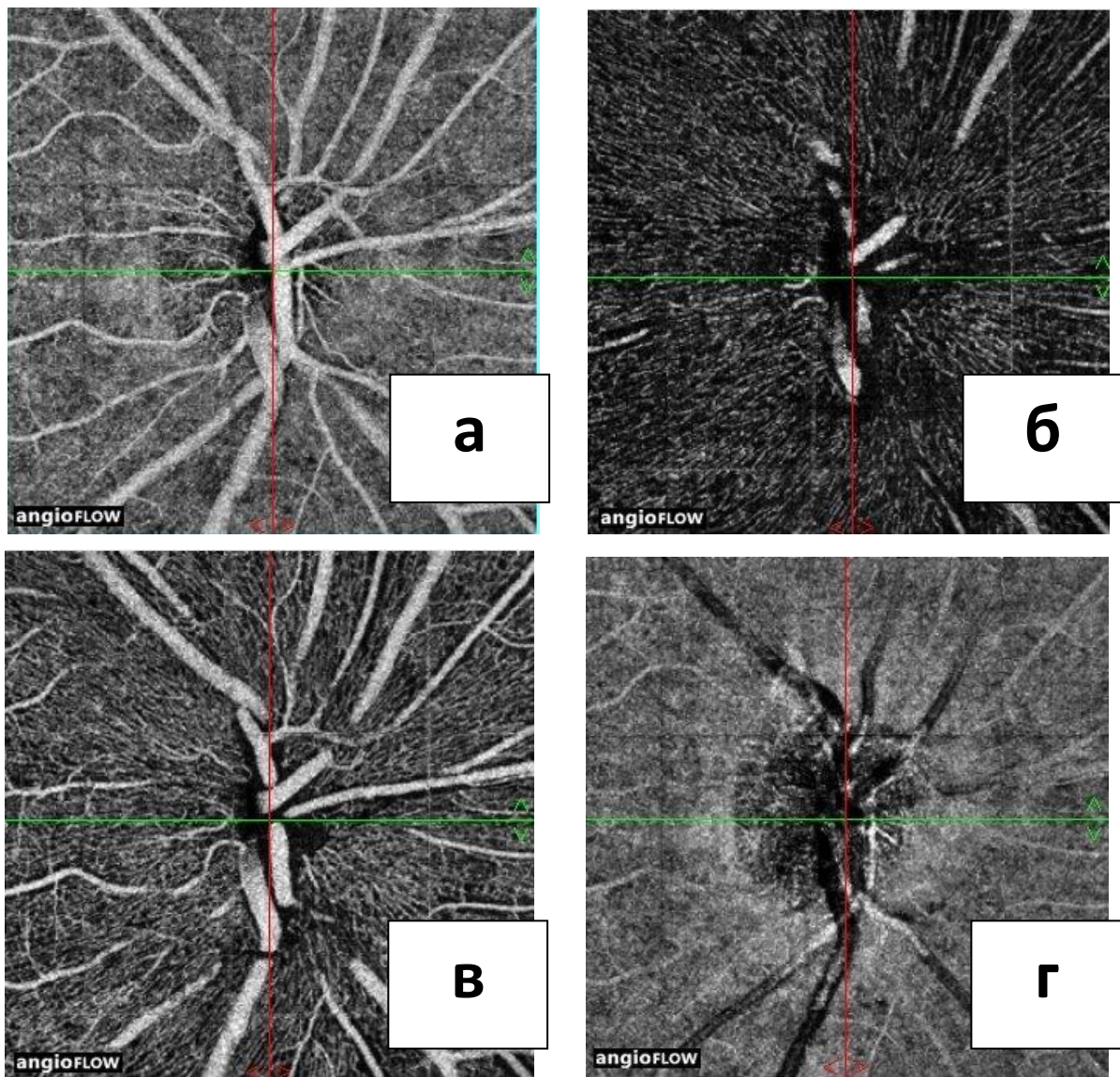


Рис. 20. Послойная сегментация ОКТ-ангиограмм диска зрительного нерва:
 а — ONH; б — Vitreous; в — RPC; г — Choroid/Disc

Изучаются следующие количественные параметры микроциркуляции диска зрительного нерва:

- индекс кровотока (Рис. 21);
- плотность микрокапиллярного рисунка;
- площадь неперфузируемых зон.

Индекс кровотока ДЗН, плотность микрокапиллярного рисунка измеряются прибором автоматически.

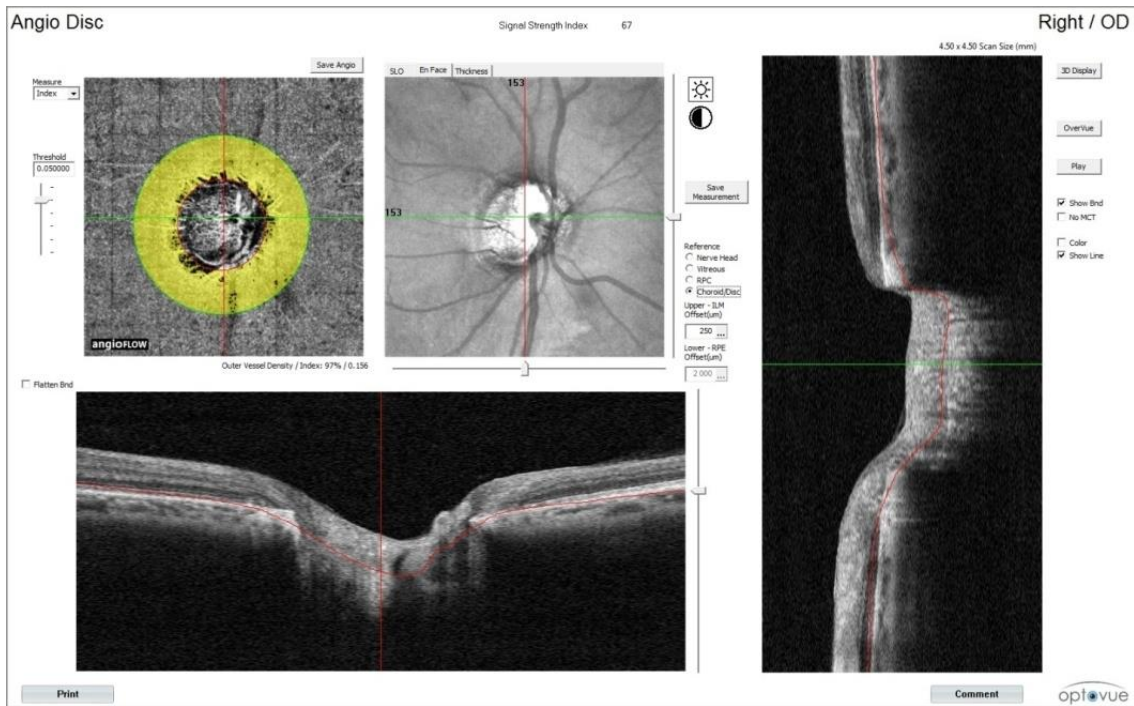


Рис. 21. Протокол ОКТ-ангиографии диска зрительного нерва больного ПОУГ с оценкой индекса кровотока.

Для оценки площади неперфузируемых зон необходимо вручную выделить участки, определяющиеся на ангиограмме в виде темных пятен, а затем произвести автоматизированный подсчет (Рис. 22).

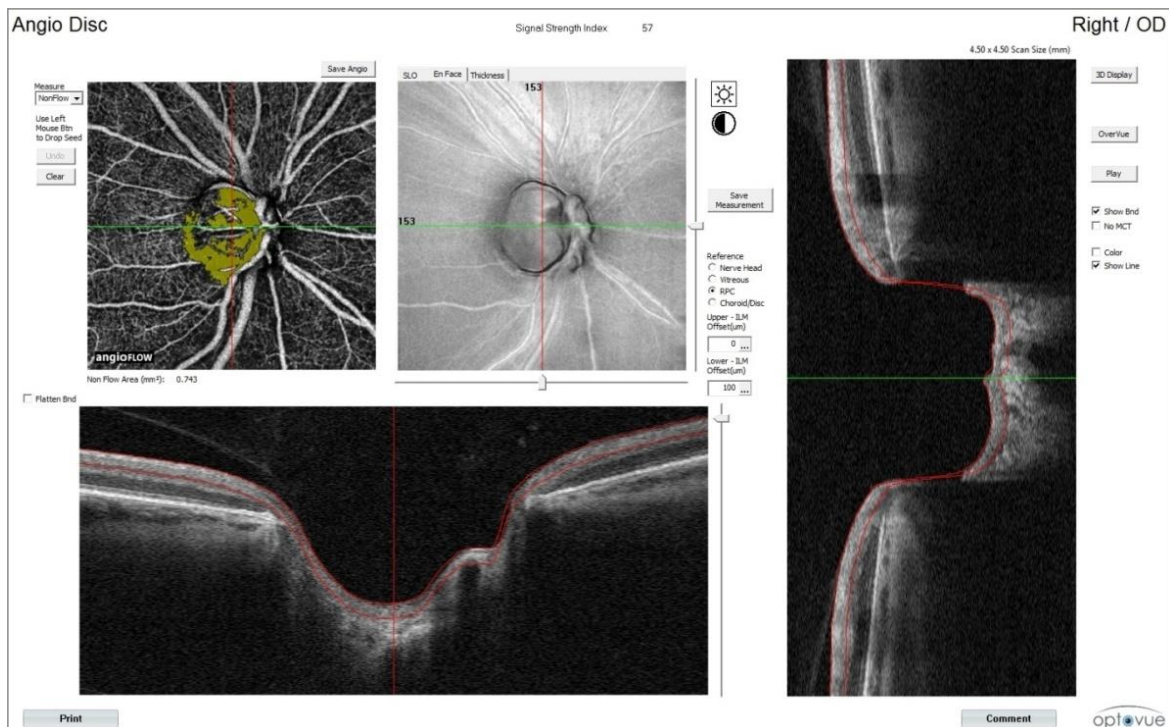


Рис. 22. Протокол ОКТ-ангиографии диска зрительного нерва больного ПОУГ с оценкой площади неперфузируемых зон на уровне сегментации ONH.

5.4. Нормативные показатели ОКТА диска зрительного нерва

В таблице 1 приведены нормативные показатели параметров ОКТА ДЗН у здоровых лиц (средний возраст $61,2 \pm 7,8$ год).

Таблица 1

Параметры микроциркуляции ДЗН по данным ОКТА в норме, $M \pm \sigma$

Уровень сегментации ДЗН	Индекс Кровотока	Плотность микрокапиллярного рисунка, %	Площадь участков свободных от перфузии, mm^2
ONH	$0,146 \pm 0,024$	$98,65 \pm 0,22$	$0,048 \pm 0,026$
Vitreous	$0,019 \pm 0,009$	$25,92 \pm 1,05$	$0,377 \pm 0,143$
RPC	$0,065 \pm 0,019$	$66,12 \pm 1,61$	$0,242 \pm 0,301$
Choroid/Disc	$0,137 \pm 0,028$	$96,57 \pm 0,34$	$0,146 \pm 0,123$

В группу здоровых добровольцев вошли лица без отягощенного анамнеза по глаукоме (наличие кровных родственников, больных ПОУГ) и ранее не подвергавшиеся хирургическим вмешательствам на глазах.

Критерия исключения:

- наличие сопутствующей офтальмопатологии (кроме начальной катаракты);
- аномалии рефракции (миопия, гиперметропия средней и высокой степеней, астигматизм выше $3,0D$);
- хронические аутоиммунные заболевания;
- сахарный диабет;
- острые нарушения кровообращения в анамнезе.

Клинический пример. Пациентка Ш., 53 года, обратилась в клинику 13.06.2015. Из анамнеза известно, что в сентябре 2012 г. ей был выставлен диагноз «первичная открытоугольная глаукома I а».

Острота зрения OD = 1,0.

OS = 0,9с.к. sph-0,5 = 1,0.

Пахиметрия: OD — 567 мкм; OS — 574 мкм.

На момент осмотра ВГД компенсировано (OD — 22 мм.рт.ст.; OS — 21 мм.рт.ст.) на фоне инстилляций ксалатана 1 раз в день.

При гониоскопии отмечался открытый УПК, незначительная пигментация трабекулярной зоны и Шлеммова канала.

При офтальмоскопии ДЗН был бледно-серый, отмечалось расширение экскавации ДЗН, не достигающее до его края, сдвиг сосудистого пучка к носу.

По данным стандартной автоматизированной периметрии у пациентки выявлялось снижение светочувствительности левого глаза в одной точке. На правом глазу изменений по данным периметрии выявлено не было.

ОКТ ДЗН и комплекса ГКС позволила установить в правом глазу пациентки снижение толщины слоя нервных волокон сетчатки в нижне-носовом секторе до 74 мкм, истончение комплекса ГКС перифовеально во всех секторах, а также увеличение GLV до 14,353%; в левом глазу отмечалось снижение толщины СНВС в верхне-носовом (52 мкм) и нижне-носовом (68 мкм) секторах, истончение комплекса ГКС перифовеально, преимущественно в носовом и нижне-височном секторах, а также увеличение GLV до 13,658% (Рис. 23).

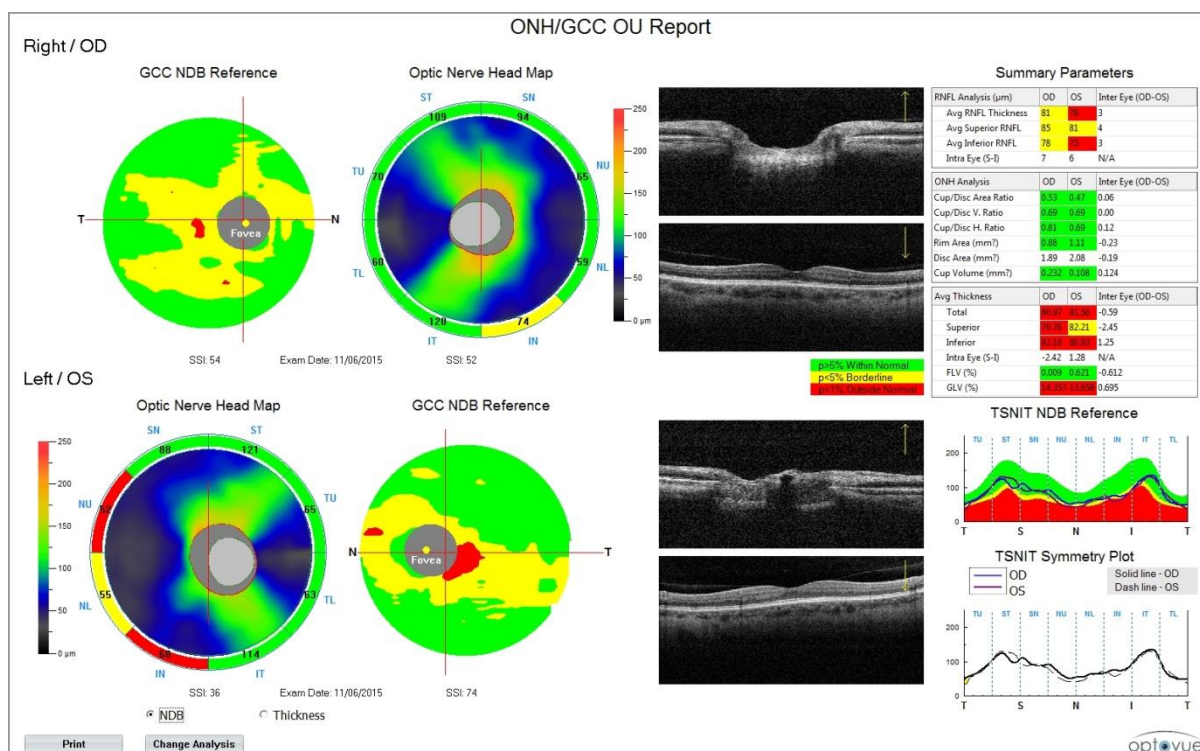


Рис. 23. Протокол ОКТ диска зрительного нерва с оценкой комплекса ГКС пациентки Ш.

По данным ОКТА ДЗН было установлено снижение индекса кровотока на всех уровнях сегментации OD<OS:

ONH: OD – 0,132; OS – 0,128;

Vitreous: OD – 0,008; OS – 0,007;

RPC: OD – 0,028; OS – 0,032;

Choroid/Disc: OD – 0,133; OS – 0,128 (Рис. 24, 25).

На всех уровнях сегментации ДЗН определялись неперфузируемые зоны, площадь которых составила:

ONH: OD – 0,424; OS – 1,01мм²;

Vitreous: OD – 2,493; OS – 1,802 мм²;

RPC: OD – 1,352; OS – 2,565 мм²;

Choroid/Disc: OD – 1,068; OS – 0,676 мм² (Рис. 26, 27).

На основании снижения индексов кровотока ДЗН и увеличения площади неперфузируемых зон на всех уровнях сегментации можно утверждать, что у данной пациентки нарушена микроциркуляция ДЗН.

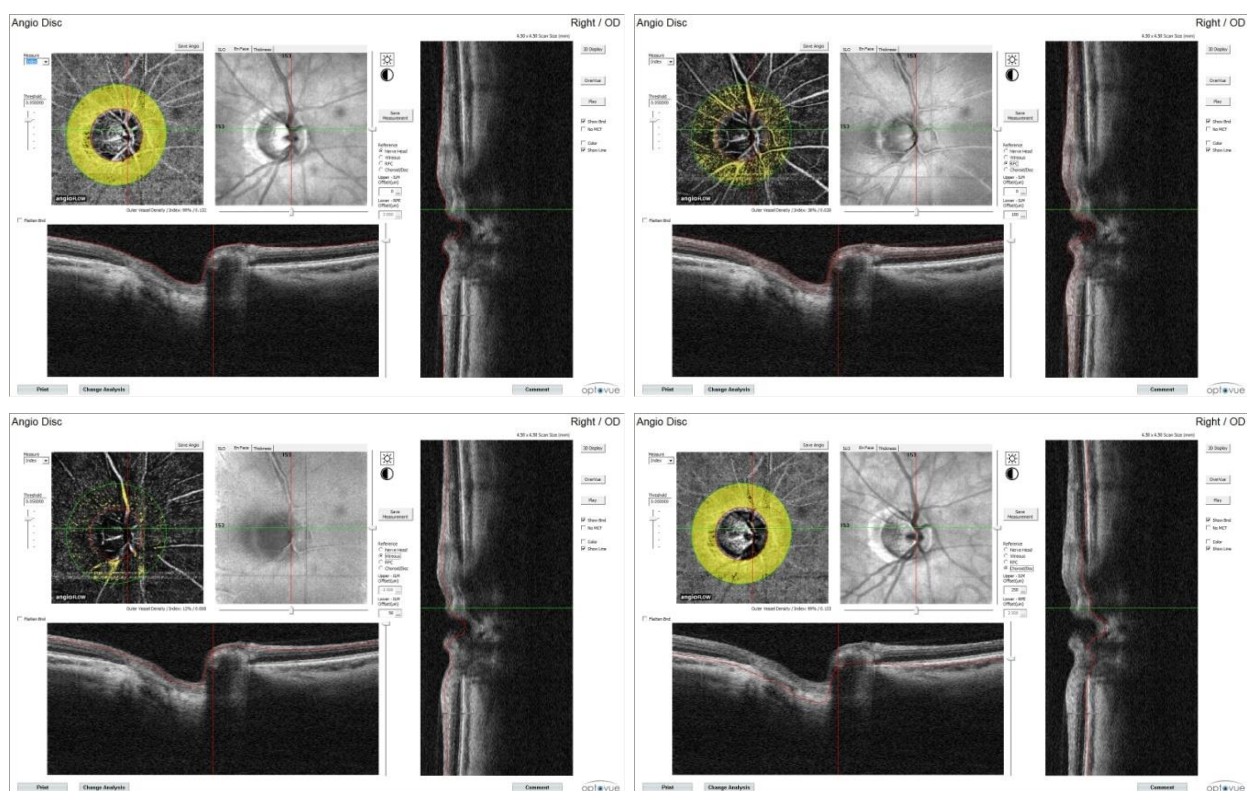


Рис. 24. Протоколы исследования индекса кровотока ДЗН OD пациентки Ш.

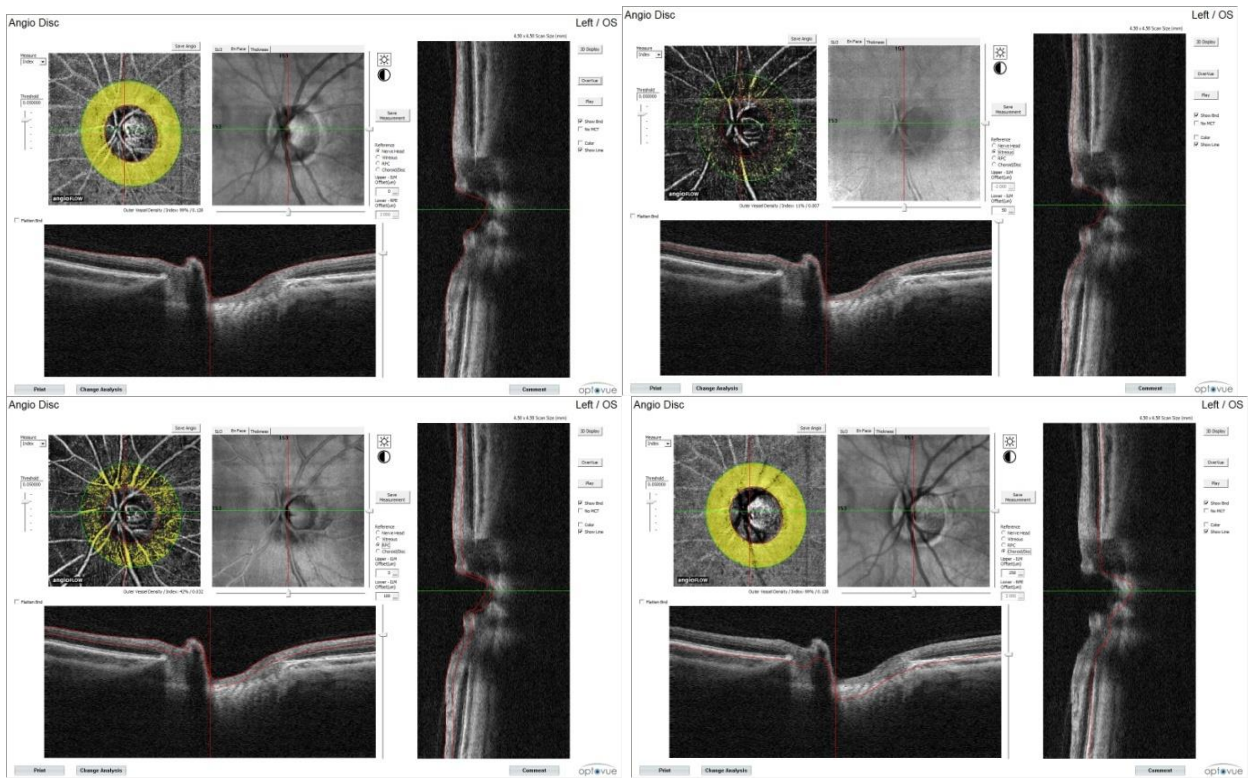


Рис. 25. Протоколы исследования индекса кровотока ДЗН OS пациентки Ш.

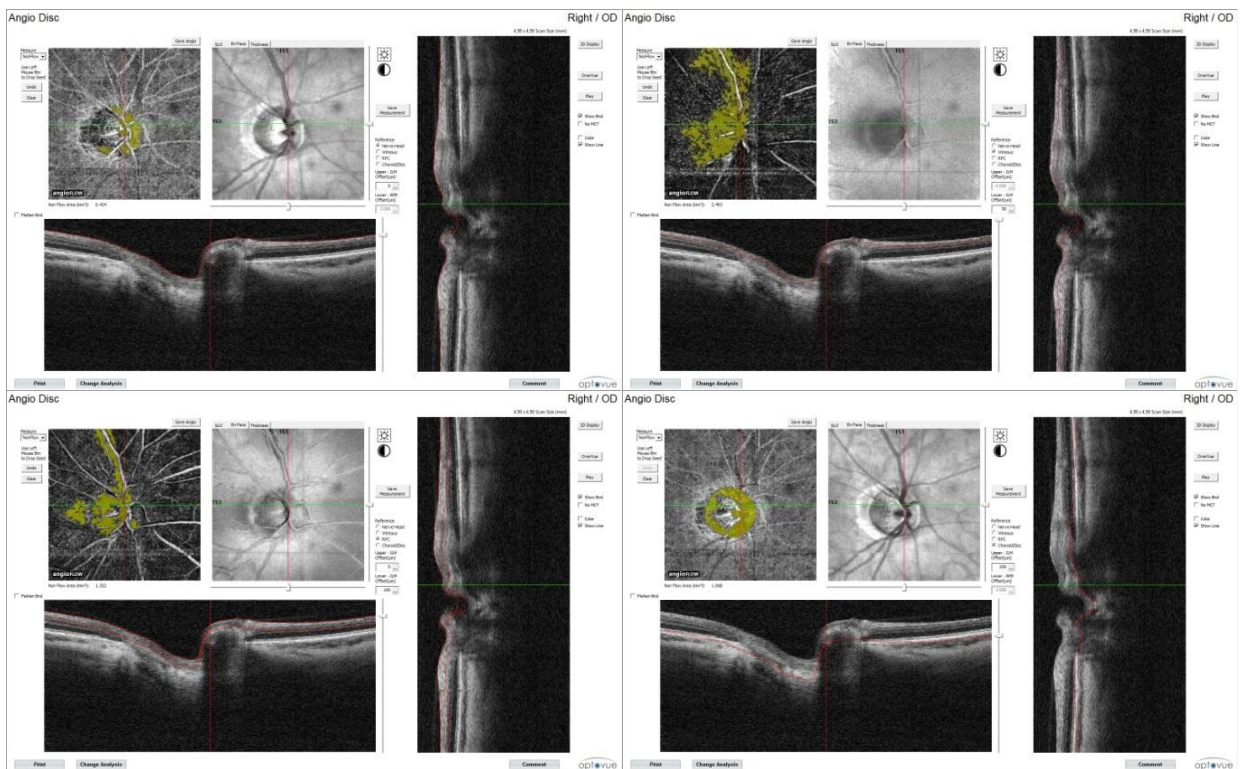


Рис. 26. Протоколы исследования неперфузируемых зон ДЗН правого глаза пациентки Ш.

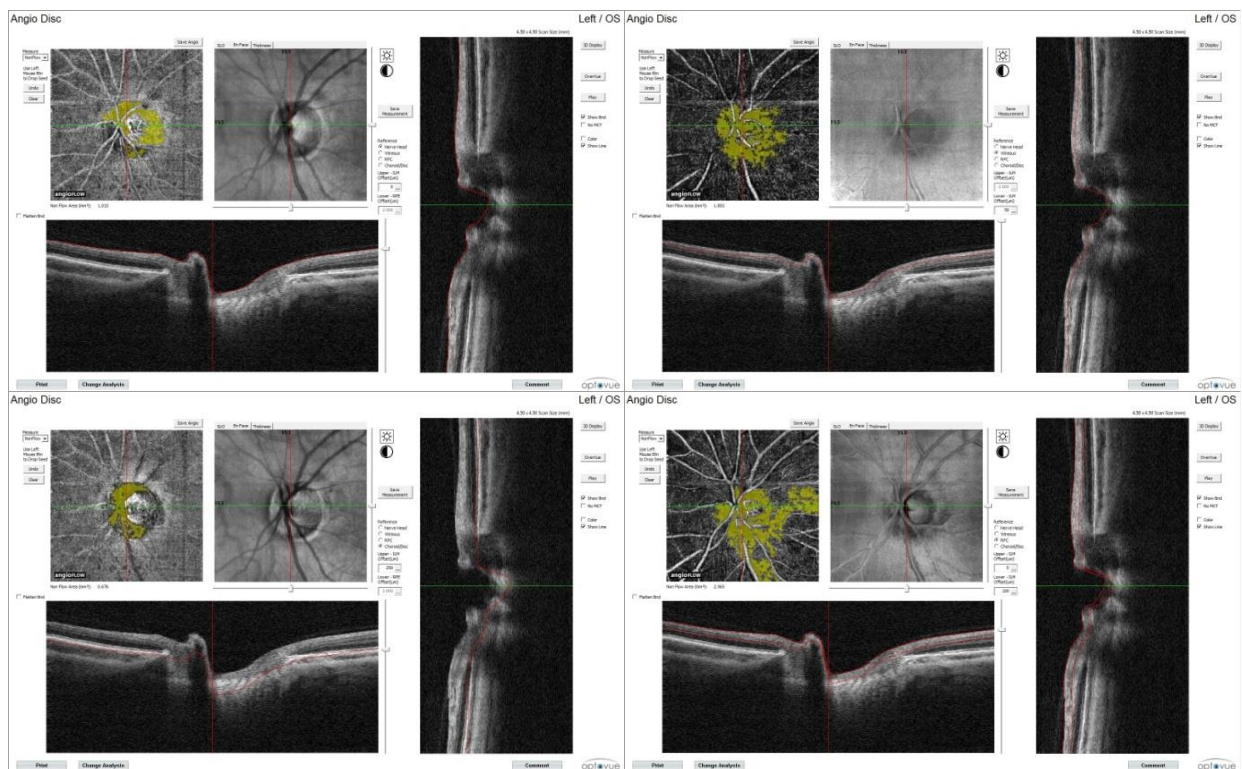


Рис. 27. Протоколы исследования неперфузируемых зон ДЗН левого глаза пациентки Ш.

При динамическом осмотре через 6 месяцев:

Острота зрения OD = 1,0;

OS = 0,9с.к. sph – 0,5 = 1,0;

ВГД компенсировано (OD - 16; OS - 20 мм рт. ст.) на фоне инстилляций ксалатана 1 раз в день.

Гониоскопическая, офтальмоскопическая, периметрическая картины без изменений в динамике.

Проведенное ОКТ в динамике показало прогрессирование глаукомных изменений на диске зрительного нерва и сетчатке: в правом глазу отмечалось снижение толщины слоя нервных волокон сетчатки в ниже-носовом секторе до 67 мкм, истончение комплекса ГКС перифовеально во всех секторах, а также увеличение GLV до 15,69%; в левом глазу отмечалось снижение толщины СНВС и ниже-носовом (68 мкм) секторе, истончение комплекса ГКС перифовеально, преимущественно в носовом и ниже-височном секторах (Рис. 28).

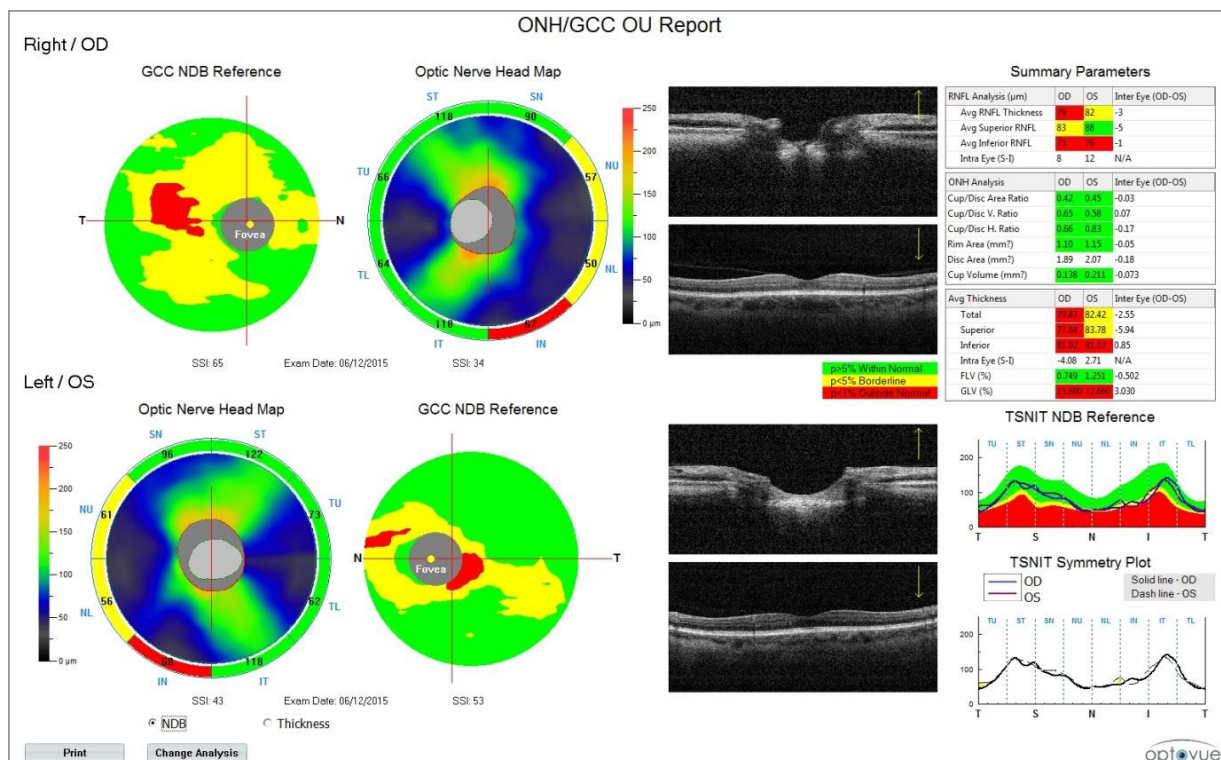


Рис. 28. Протокол ОКТ ДЗН с оценкой комплекса ГКС пациентки Ш. через 6 месяцев.

По данным ОКТА ДЗН было установлено снижение индекса кровотока на всех уровнях сегментации OD<OS:

ONH: OD - 0,085; OS - 0,112;

Vitreous: OD - 0,001; OS - 0,004;

RPC: OD - 0,005; OS - 0,019;

Choroid/Disc: OD - 0,062; OS - 0,111 (рис. 29, 30).

На всех уровнях сегментации ДЗН определялись неперфузируемые зоны, площадь которых составила:

ONH: OD - 1,058; OS - 0,746 мм²;

Vitreous: OD - 1,692; OS - 5,441 мм²;

RPC: OD - 1,352; OS - 3,048 мм²;

Choroid/Disc: OD - 1,068 OS - 0,707 мм² (рис. 31).

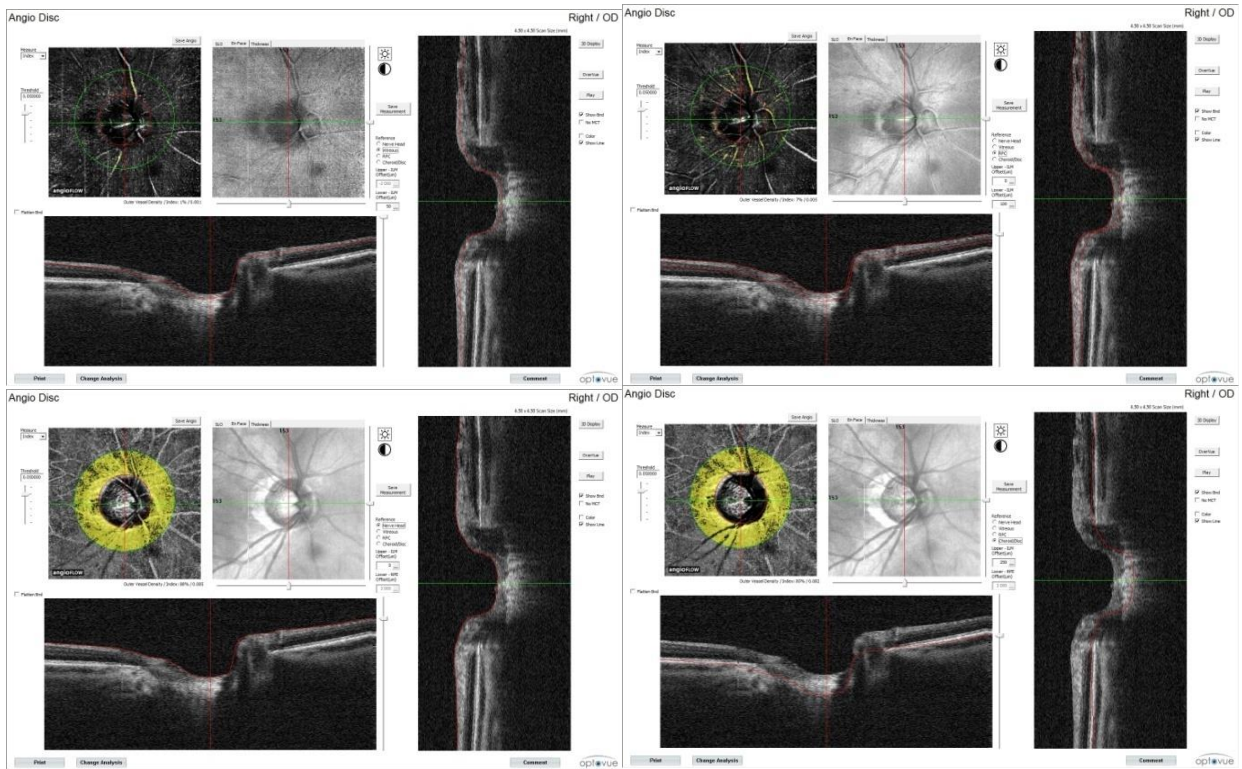


Рис. 29. Протоколы исследования индекса кровотока ДЗН ОД пациентки Ш.

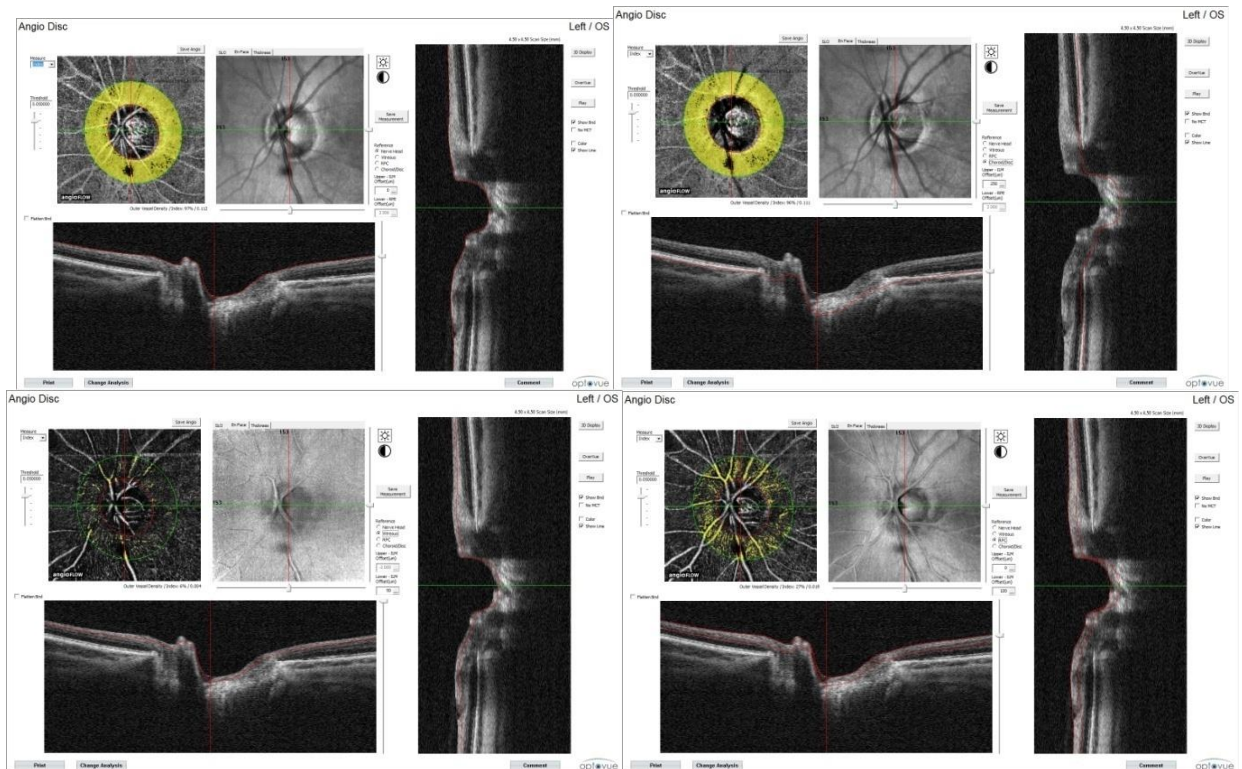


Рис. 30. Протоколы исследования индекса кровотока ОД пациентки Ш.

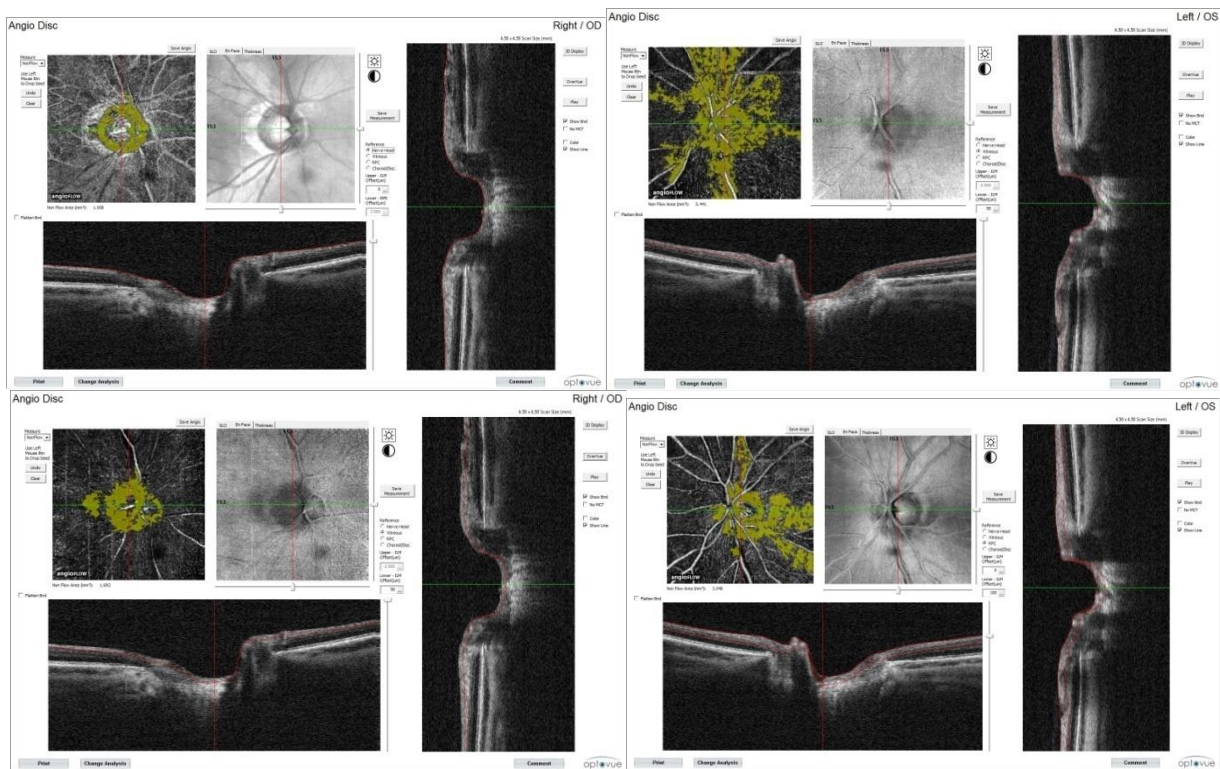


Рис. 31. Протоколы исследования неперфузируемых зон ДЗН OS пациентки Ш.

Несмотря на компенсированное ВГД у пациентки отмечается прогрессирование глаукомной оптиконейропатии по данным ОКТ (уменьшение толщины слоя нервных волокон, истончение комплекса ганглиозных клеток, увеличение глобальных потерь ганглиозных клеток). Учитывая ухудшение микроциркуляторных параметров ДЗН (индекс кровотока, площадь неперфузии) по данным ОКТА, прогрессирование патологического процесса у данной пациентки, происходящее при компенсированном уровне ВГД, можно объяснить изменениями в состоянии микроциркуляторного русла ДЗН.

Данный клинический пример демонстрирует необходимость и целесообразность оценки микроциркуляции ДЗН у больных ПОУГ. Вовремя выявленные нарушения микроциркуляции в диске зрительного нерва нуждаются в своевременной коррекции, и позволяют врачу выбрать оптимальную тактику лечения.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается особенность исследования ОКТА?
2. На какие 4 слоя разделяется сетчатка при объемной ОКТ-реконструкции?
3. Какие имеются дополнительные преимущества ОКТ-систем?
4. Какие два сосудистых сплетения выделяют в ДЗН?
5. Назовите изучаемые параметры микроциркуляции диска зрительного нерва.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Решение данных тестовых заданий направлено на формирование ТФ А/01.8, ТФ А/02.8.

Выберите один правильный ответ.

ГЛАВА 1.

1. КАКАЯ АРТЕРИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ОСНОВНОЙ МАГИСТРАЛЬЮ, КРОВΟΣНАБЖАЮЩЕЙ ГЛАЗ

- а) центральная артерия сетчатки
- б) глазная артерия
- в) латеральная задняя короткая цилиарная
- г) медиальная задняя короткая цилиарная

2. КАКИЕ ДВЕ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНЫЕ СЕТИ ФОРМИРУЮТ АРТЕРИОЛЫ И ВЕНУЛЫ ВЕТВЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АРТЕРИИ СЕТЧАТКИ

- а) латеральную и медиальную
- б) переднюю и заднюю
- в) левую и правую
- г) поверхностную и глубокую

3. НА КАКОМ РАССТОЯНИИ ОТ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА ЦЕНТРАЛЬНАЯ АРТЕРИЯ СЕТЧАТКИ ПРОНИКАЕТ В РЕТРОБУЛЬБАРНУЮ ЧАСТЬ ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА

- а) 1,2 см
- б) 0,2 см
- в) 2,5 см
- г) 0,1 см

4. СКОЛЬКО УРОВНЕЙ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ИМЕЕТСЯ У ДЗН

- а) 5
- б) 4
- в) 3
- г) 2

5. ОТ КАКОГО УРОВНЯ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ДЗН ПОЛУЧАЕТ ПИТАНИЕ ВИСОЧНАЯ ЗОНА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН

- а) преламинарного
- б) поверхностного
- в) ламинарного
- г) ретроламинарного

6. ХОРИОИДАЛЬНЫЙ КРОВОТОК ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПИТАНИЕ СЕТЧАТКИ КИСЛОРОДОМ НА

- а) 80%
- б) 50%
- в) 10%
- г) 100%

7. КАКОЙ УРОВЕНЬ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ДЗН ПОЛНОСТЬЮ ПИТАЕТСЯ ОТ ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНЫХ ВЕТОЧЕК ЗКЦА

- а) ретроламинарный
- б) поверхностный
- в) ламинарный
- г) преламинарный

8. МЕХАНИЗМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ПОСТОЯНСТВО УРОВНЯ ДЫХАТЕЛЬНОГО МЕТАБОЛИЗМА И ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ СОСУДИСТЫЙ ТОНУС В СЕТЧАТКЕ И ДЗН НАЗЫВАЕТСЯ

- а) гематоретинальный барьер
- б) темновая адаптация
- в) ауторегуляция
- г) постоянство перфузионного давления

9. СКОЛЬКО ВЕТВЕЙ ОБРАЗУЮТ ЗАДНИЕ КОРОТКИЕ ЦИЛИАРНЫЕ АРТЕРИИ, ПРОИДЯ СКЛЕРУ

- а) 5-10
- б) 30-40
- в) 50-60
- г) 10-20

10. КАКИМИ ВЕТВЯМИ КОРОТКИХ ПАРАОПТИЧЕСКИХ ЗКЦА СФОРМИРОВАН КРУГ ЦИННА-ГАЛЛЕРА

- а) медиальными
- б) латеральными
- в) медиальными и латеральными
- г) задними

ГЛАВА 2.

1. ТЕОРИЯ ПАТОГЕНЕЗА ГЛАУКОМЫ, ОСНОВАННАЯ НА ПОИСКЕ МЕХАНИЗМОВ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА ВСЛЕДСТВИЕ НАРУШЕНИЯ КРОВОТОКА, И НЕ СВЯЗАННЫХ С ПОВЫШЕНИЕМ ВГД НАЗЫВАЕТСЯ

- а) механическая
- б) генетическая
- в) сосудистая
- г) механико-васкулярная

2. КЕМ ВПЕРВЫЕ БЫЛ ПРЕДЛОЖЕН ТЕРМИН «СОСУДИСТАЯ ДИСРЕГУЛЯЦИЯ»

- а) Flammer J.
- б) Hayreh S
- в) Волков В.
- г) Harris A.

3. КАК НАЗЫВАЕТСЯ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ ПОСЛОЙНО И НЕИНВАЗИВНО ОЦЕНИТЬ СОСТОЯНИЕ ПЕРФУЗИИ ДЗН

- а) флюоресцентная ангиография
- б) ОКТ-ангиография
- в) ультразвуковая доплерография
- г) лазерная флоуметрия

4. ПРИ ПОМОЩИ КАКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ БЫЛО УСТАНОВЛЕНО НАЛИЧИЕ ДВУХ ТИПОВ (ГИПЕРЕМИЧЕСКОГО И СПАСТИЧЕСКОГО) ИЗМЕНЕНИЙ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В ХОРИОИДЕИ И СЕТЧАТКЕ

- а) флюоресцентная ангиография
- б) лазерная доплеровская сканирующая флоуметрия

- в) лазерная доплеровская флоуметрия
- г) ОКТ-ангиография

5. ОДНИМ ИЗ ВЕДУЩИХ СИСТЕМНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА РАЗВИТИЯ ГЛАУКОМЫ ЯВЛЯЕТСЯ

- а) артериальная гипертензия
- б) ночная артериальная гипотензия у гипертоников
- в) внутричерепная гипертензия
- г) инфекционные заболевания в анамнезе

ГЛАВА 3.

1. МЕТОД, ОСНОВАННЫЙ НА ИЗМЕРЕНИИ ДОППЛЕРОВСКИХ ЧАСТОТНЫХ СМЕЩЕНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СИГНАЛА С ЧАСТОТОЙ ОТ 5 ДО 7 МГЦ И ВЫЧИСЛЕНИИ СКОРОСТЕЙ КРОВОТОКА НА ИХ ОСНОВЕ, НАЗЫВАЕТСЯ

- а) лазерная доплеровская сканирующая флоуметрия
- б) лазерная спекл-флоуграфия
- в) сканирующая лазерная ангиография
- г) цветное доплеровское картирование

2. ОДНИМ ИЗ ОСНОВНЫХ НЕДОСТАТКОВ ЦДК ЯВЛЯЕТСЯ

- а) невозможность исследования микроциркуляции
- б) сложность проведения исследования
- в) невозможность исследования кровотока у больных с катарактой
- г) сложности при проведении исследования у больных глаукомой

3. ВАЖНЫМ УСЛОВИЕМ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ВЕЛОСИМЕТРИИ ЯВЛЯЕТСЯ

- а) наличие эметропии у пациента
- б) хорошая фиксация взгляда
- в) проведение исследования в утренние часы
- г) отсутствие оперативных вмешательств в анамнезе

4. ЛАЗЕРНАЯ ДОППЛЕРОВСКАЯ ФЛОУМЕТРИЯ ПОЗВОЛЯЕТ ИССЛЕДОВАТЬ

- а) объемный кровоток
- б) кровоток в каждом отдельном сосуде

- в) только хориоидальный кровоток
- г) ретробульбарный кровоток

5. ТРАНССКЛЕРАЛЬНАЯ ДОППЛЕРОВСКАЯ ФЛОУМЕТРИЯ ПРИМЕНЯЕТСЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

- а) микроциркуляции ДЗН
- б) ретробульбарной гемодинамики
- в) хориоидальной перфузии
- г) ангиоархитектоники сетчатки

6. МЕТОД, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ ИЗМЕРЯТЬ ДВУХМЕРНУЮ ОТНОСИТЕЛЬНУЮ СКОРОСТЬ КРОВОТОКА В ГЛАЗУ НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ОПТИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НАЗЫВАЕТСЯ

- а) лазерная флоуметрия
- б) лазерная спекл-флоуграфия
- в) лазерная доплерография
- г) сканирующая лазерная доплеровская флоуметрия

7. СКОЛЬКО СТАДИЙ ПО МЕРЕ ПОСТУПЛЕНИЯ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА В ГЛАЗНОЙ КРОВОТОК ВЫДЕЛЯЮТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФАГ

- а) 2
- б) 3
- в) 4
- г) 5

8. ЯВЛЕНИЕ, ПРИ КОТОРОМ СВОБОДНЫЕ ЭЛЕКТРОНЫ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ПОГЛОЩЕНИИ ЭНЕРГИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЕРЕМЕЩАЮТСЯ НА БОЛЕЕ ВЫСОКИЕ, НЕСТАБИЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УРОВНИ, А ВОЗВРАЩАЯСЬ НА ПРЕЖНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УРОВНИ, ИЗЛУЧАЮТ ПОГЛОЩЕННУЮ ЭНЕРГИЮ ЗА СЧЕТ РЕЭМИССИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НАЗЫВАЕТСЯ

- а) аутофлюоресценция
- б) электромагнитное свечение
- в) люменисценция
- г) флюоресценция

9. ИНДОЦИАНИН-ЗЕЛЕНЬЙ В КАЧЕСТВЕ КОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АНГИОГРАФИИ ПРИМЕНЯЮТ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ

- а) хориоидального кровотока
- б) ретинального кровотока
- в) кровотока в «глубоких» слоях сетчатки
- г) нарушений перфузии ДЗН

10. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КРОВОТОКА, ЯВЛЯЮЩИЙСЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ ВАРИАНТОМ ФАГ, НАЗЫВАЕТСЯ

- а) сканирующая лазерная флоуграфия
- б) ангиография с индоцианин-зеленым
- в) сканирующая лазерная ангиография
- г) сканирующая доплеровская флоуметрия

ГЛАВА 4.

1. НА КАКОЙ ТЕХНОЛОГИИ БЫЛИ ОСНОВАНЫ ПЕРВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ КОГЕРЕНТНЫЕ ТОМОГРАФЫ

- а) детекция во временном интервале
- б) детекция спектральной области
- в) детекция в пространстве
- г) ультразвук

2. СТРУКТУРА, ОБЫЧНО НЕ ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯСЯ НА ОКТ СЕТЧАТКИ ЗДОРОВОГО ГЛАЗА, НО ХОРОШО РАЗЛИЧИМАЯ ПРИ ПОТЕРЕ ЕЕ АДГЕЗИИ С ПИГМЕНТНЫМ ЭПИТЕЛИЕМ ПРИ ЭКССУДАТИВНОЙ ОТСЛОЙКЕ ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ

- а) мембрана Вирхова
- б) линия соединения между наружными и внутренними сегментами фоторецепторов
- в) наружная пограничная мембрана
- г) мембрана Бруха

3. СЛОЙ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЙ СОБОЙ АКСОНЫ ГАНГЛИОЗНЫХ КЛЕТОК, ТОЛЩИНА КОТОРОГО УВЕЛИЧИВАЕТСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ К ДИСКУ ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА

- а) слой ганглиозных клеток
- б) слой нервных волокон
- в) внутренний плексиформный слой
- г) наружный плексиформный слой

4. ТКАНЬ МЕЖДУ ВНЕШНИМ КРАЕМ ЭКСКАВАЦИИ И ВНУТРЕННИМ КРАЕМ ДЗН

- а) перипапиллярные нервные волокна
- б) слой ганглиозных клеток
- в) нейроретинальный пояс
- г) пигментный эпителий

5. ПРИ КАКОМ ЗАБОЛЕВАНИИ, КРОМЕ ГЛАУКОМЫ, НАБЛЮДАЕТСЯ ПОТЕРЯ ГАНГЛИОЗНЫХ КЛЕТОК СЕТЧАТКИ

- а) болезнь Альцгеймера
- б) возрастная макулярная дегенерация
- в) катаракта
- г) отслойка сетчатки

6. СЛОЙ СЕТЧАТКИ, ОБРАЗОВАННЫЙ ЯДРАМИ БИПОЛЯРНЫХ, АМАКРИНОВЫХ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И МЮЛЛЕРОВСКИХ КЛЕТОК

- а) наружный ядерный слой
- б) наружный плексиформный слой
- в) внутренний плексиформный слой
- г) внутренний ядерный слой

7. СТРУКТУРА, КОТОРАЯ СТАНОВИТСЯ ЗАМЕТНОЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ОТСЛОЙКИ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА И ИГРАЮЩАЯ ВАЖНУЮ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ВИТРЕОРЕТИНАЛЬНЫХ ТРАКЦИЙ:

- а) задняя гиалоидная мембрана
- б) внутренняя пограничная мембрана
- в) наружная пограничная мембрана
- г) мембрана Бруха

8. ЛИНИЯ, СОЕДИНЯЮЩАЯ ТОЧКИ НА ГРАНИЦЕ ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ И ПРОХОДЯЩАЯ ЧЕРЕЗ ЦЕНТР ЭКСКАВАЦИИ ДЗН

- а) диаметр экскавации диска зрительного нерва
- б) диаметр диска зрительногоо нерва
- в) толщина нейроретинального пояска
- г) глубина экскавации ДЗН

9. НАИБОЛЬШЕЕ СКОПЛЕНИЕ ГАНГЛИОЗНЫХ КЛЕТОК СЕТЧАТКИ РАСПОЛАГАЕТСЯ

- а) перипапиллярно
- б) в макулярной области сетчатки
- в) на средней периферии сетчатки
- г) на крайней периферии сетчатки

10. КАКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, СОГЛАСНО СОВРЕМЕННЫМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯМ, ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ НА ОКТ У БОЛЬНЫХ ГЛАУКОМОЙ РАНЬШЕ ВСЕГО

- а) гибель гангиозных клеток сетчатки
- б) истончение нейроретинального пояска
- в) увеличение глубины экскавации ДЗН
- г) увеличение диаметра экскавации ДЗН

ГЛАВА 5.

1. К ОКТА-ПАРАМЕТРАМ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КРОВОТОКА МОЖНО ОТНЕСТИ

- а) индекс кровотока
- б) плотность микрокапиллярного рисунка
- в) площадь неперфузии
- г) все верно

2. КАКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОКТ-СИГНАЛА ДОЛЖНО БЫТЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОКТА

- а) 20-40
- б) 40-50
- в) 50 и выше
- г) ниже 50

3. ЧЕМУ СООТВЕТСТВУЕТ ГЛУБОКОЕ ВНУТРЕННЕЕ СОСУДИСТОЕ СПЛЕТЕНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОКТА-СЕКМЕНТАЦИИ

- а) сосудистой сети слоя нервных волокон
- б) хориокапиллярам
- в) сосудистой сети наружного ядерного слоя
- г) сосудистой сети внутреннего ядерного слоя

4. КАКОМУ УРОВНЮ СЕКМЕНТАЦИИ СООТВЕТСТВУЮТ СПЛЕТЕНИЯ СЛОЯ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН И ПЕРИПАПИЛЛЯРНЫЕ КАПИЛЛЯРЫ

- а) Vitreous
- б) RPC
- в) Choroid/Disc
- г) ONH

5. КАК НАЗЫВАЕТСЯ ПОЛНОСЛОЙНЫЙ УРОВЕНЬ СЕКМЕНТАЦИИ, ВКЛЮЧАЮЩИЙ В СЕБЯ КАК СОСУДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО, ТАК И ГЛУБОКОГО СПЛЕТЕНИЙ ДЗН

- а) ONH
- б) Vitreous
- в) RPC
- г) Choroid/Disc

6. КАК НАЗЫВАЕТСЯ СОСУДИСТОЕ СПЛЕТЕНИЕ, ОБРАЗОВАННОЕ КАПИЛЛЯРАМИ, ПРОИСХОДЯЩИМИ ИЗ ХОРИОИДАЛЬНЫХ СОСУДОВ СИСТЕМЫ ЗКЦА И ПИТАЮЩЕЕ ДЗН

- а) поверхностное
- б) глубокое
- в) хориоидальное
- г) перипапиллярное

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

Решение данных ситуационных задач направлено на формирование ТФ А/01.8, ТФ А/02.8.

ЗАДАЧА № 1.

В клинику обратился пациент В. 46 лет с жалобой на отсутствие четкости изображения при чтении книг и газет. В результате стандартного комплексного обследования (визометрия, рефрактометрия, пневмотонометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия) было выявлено незначительное повышение ВГД (OD/OS 21/22 мм.рт.ст.), изменений при проведении офтальмоскопии выявлено не было. Со слов пациента известно, что бабушка пациента в старости полностью ослепла (от чего — затрудняется ответить). Также известно, что пациент страдает мигренью.

Вопросы:

1. Какой предварительный диагноз можно выставить пациенту?
2. Какие дополнительные методы исследования необходимо назначить пациенту для установки диагноза?
3. Есть ли необходимость в назначении ОКТА ДЗН данному пациенту?
4. Может ли мигрень влиять на течение глаукомы?

ЗАДАЧА № 2.

Пациентка С. 58 лет страдает гипертонической болезнью, принимает гипотензивные препараты. По результатам назначенного кардиологом холтеровского мониторирования артериального давления были установлены эпизоды гипотензии в ночное время.

Офтальмологический статус: острота зрения OD – 0,8 н.к. / OS – 0,9 н.к.; ВГД OD/OS 14/14 мм.рт.ст., по данным офтальмоскопии — OU ДЗН бледноватые, экскавация ДЗН несколько расширена, артерии сужены, вены умеренно полнокровны, с-м Салюса-Гунна 2; по данным гониоскопии — OU угол передней камеры открыт; по данным периметрии изменений не выявлено.

Вопросы:

1. Какой предварительный диагноз можно выставить пациентке?
2. Как ночная гипотензия может влиять на этот диагноз?
3. Какие диагностические тесты еще нужно назначить данной пациентке?
4. Какова дальнейшая тактика ведения данного пациента?

ЗАДАЧА № 3.

В клинику обратился пациент С. 32 лет с жалобами на ухудшение зрения, нарушение периферического зрения обоих глаз. Известно, что раньше пациент занимался боксом на протяжении нескольких лет.

Офтальмологический статус: острота зрения OU – 0,3 н.к.; ВГД OD/OS 12/13 мм.рт.ст.; по данным офтальмоскопии — ДЗН бледные, границы четкие, экскавация в пределах физиологической нормы, артерии сужены, вены умеренно полнокровны; по данным периметрии — концентрическое сужение полей зрения на 10-20°; по данным ОКТ обнаружено истончение слоя ганглиозных клеток сетчатки, снижение толщины слоя нервных волокон сетчатки, геометрические параметры ДЗН без изменений; по данным ОКТА выявлено снижение индекса кровотока ДЗН, увеличение площади неперфузируемых зон ДЗН.

Вопросы:

1. Какой диагноз можно выставить пациенту?
2. Какая взаимосвязь между данными периметрии и данными ОКТА ДЗН?
3. Есть ли необходимость в назначении дополнительных методов исследования для уточнения диагноза?
4. Консультации каких смежных специалистов необходимы?

ЗАДАЧА № 4.

В клинику обратился пациент Т. 64 лет с жалобами на резкое снижение зрения правого глаза утром, появление темного пятна. В результате стандартного комплексного офтальмологического обследования (визометрия, рефрактометрия, пневмотонометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, периметрия) было выявлено незначительное повышение ВГД (OD/OS 21/20 мм.рт.ст.), при периметрии определяется секторальная (в верхне-наружном секторе) абсолютная положительная скотома справа, при проведении офтальмоскопии правого глаза отмечается бледность ДЗН, границы ступеваны, размеры экскавации четко определить не удалось из-за отека тканей диска, артериолы резко сужены, вены умеренно полнокровны, извиты, с-м Салюса-Гунна 2. Из сопутствующих заболеваний: гипертоническая болезнь 2в, ИБС, ФКП. Со слов пациента, периодически мучают боли в сердце при физической нагрузке, одышка.

1. Какой диагноз можно выставить пациенту?

2. Какие дополнительные методы исследования необходимо провести для уточнения диагноза?
3. Каков прогноз при предполагаемом заболевании?
4. Консультации каких смежных специалистов необходимы?
5. Нужна ли госпитализация и лечение пациента в условиях стационара?

ЗАДАЧА № 5.

В клинику обратился пациент А. 62 лет с жалобами на ухудшение зрения, нарушение периферического зрения обоих глаз. Диагноз ПОУГ I стадии был выставлен 3 года назад. Регулярно закапывает арутимол 0,5% 2 раза в день. Из сопутствующих заболеваний отмечает гипертоническую болезнь.

Офтальмологический статус: острота зрения OU — 0,8 н.к.; ВГД OD/OS 18/19 мм. рт. ст.; по данным офтальмоскопии — ДЗН бледные, границы четкие, экскавация расширена, но не доходит до края ДЗН, артерии сужены, вены умеренно полнокровны; по данным периметрии — концентрическое сужение полей зрения на 15–25°, в верхнем полуполе скотома в правом глазу, 2 скотомы — в левом глазу; по данным ОКТ обнаружено истончение слоя ганглиозных клеток сетчатки перипапиллярно, снижение толщины слоя нервных волокон сетчатки, изменены параметры ДЗН: уменьшение НРП, увеличение объема и площади экскавации ДЗН; по данным ОКТА выявлено снижение индекса кровотока ДЗН, увеличение площади неперфузируемых зон ДЗН.

1. Какой диагноз можно выставить пациенту?
2. Какая взаимосвязь между данными периметрии и данными ОКТА ДЗН?
3. Есть ли необходимость в назначении дополнительных гипотензивных препаратов или смены схемы лечения?
4. Какие дополнительные лекарственные препараты необходимо назначить?
5. Консультации каких смежных специалистов необходимы?

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ И СИТУАЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ

Эталоны ответов к тестовым заданиям

Вопрос	1 глава Ответ	2 глава Ответ	3 глава Ответ	4 глава Ответ	5 глава Ответ
01	Б	В	Г	А	Г
02	Г	А	А	Г	В
03	А	Б	Б	Б	Г
04	Б	В	А	В	Б
05	А	Б	В	А	А
06	А		Б	Г	Б
07	В		В	А	
08	В		Г	Б	
09	Г		А	Б	
10	В		В	А	

Эталоны ответов на ситуационные задачи

Задача 1.

1. ОУ — Подозрение на глаукому. Пресбиопия.
2. Для установления диагноза необходимо дообследование: пахиметрия, гониоскопия, периметрия, ОКТ ДЗН, ОКТА ДЗН.
3. Да, данному пациенту целесообразно назначение ОКТА для оценки микроциркуляции ДЗН.
4. Да, может.

Задача 2.

1. ОУ — Нормотензивная глаукома. Гипертоническая ангиопатия сетчатки.
2. Ночная артериальная гипотензия у больных гипертонической болезнью является одним из факторов риска развития глаукомы.
3. Необходимо назначить ОКТ ДЗН, ОКТА ДЗН для подтверждения диагноза.

4. Данному пациенту необходимо рекомендовать консультацию терапевта для коррекции схемы лечения гипертонической болезни. Также необходимо рекомендовать осмотр офтальмолога не реже 2 раз в год.

Задача 3.

1. OU — Частичная атрофия зрительного нерва (посттравматическая?).
2. Сужение полей зрения может быть связано с локальным нарушением микроциркуляции сетчатки и ДЗН.
3. Да, данному пациенту необходимо назначить дополнительное обследование — электрофизиологические методы исследования.
4. Необходимо назначить консультацию невролога.

Задача 4.

1. OD — передняя ишемическая нейропатия.
2. Допплерография сосудов головного мозга и орбиты, ОКТ с ангиографией ДЗН.
3. Прогноз в отношении зрительных функций неблагоприятный.
4. Терапевта.
5. Да, необходима срочная госпитализация, проведение курса сосудистой терапии.

Задача 5.

1. ПОУГ Па.
2. Глаукоматозные изменения ДЗН сопровождаются нарушением его микроциркуляции, что потенциально может усугубить течение глаукомного процесса.
3. Необходимо усилить гипотензивную местную терапию, назначив комбинированные препараты.
4. Дополнительно можно назначить нейропротекторную терапию.
5. Необходима консультация терапевта.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Азнабаев Б.М. Оптическая когерентная томография + ангиография глаза / Б.М. Азнабаев, Т.Р. Мухамадеев, Т.И. Дибаяев — М.: «Август Борг», 2015. — 248 с.
2. Национальное руководство по глаукоме / под ред. Е.А. Егорова, Ю.С. Астахова, В.П. Еричева. — М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2015. — 456 с.
3. Lumbroso V., Huang D., Jia Y., Fujimoto J.A, Rispoli M. Clinical Guide to Angio-OCT: Non Invasive, Dyeless OCT Angiography // Jaypee Brothers Medical Pub. — 2015. — P. 86.
4. Курышева Н.И. ОКТ-ангиография и ее роль в исследовании ретинальной микроциркуляции при глаукоме (часть первая) / Н.И. Курышева // Российский офтальмологический журнал. — 2018. — Т. 11. — № 2. — С. 82–86. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35001208>.

Дополнительная:

1. Азнабаев Б.М. Микроциркуляция диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой нормального и повышенного внутриглазного давления [Электронный ресурс] / Б.М. Азнабаев, А.Ш. Загидуллина, А.А. Александров, Г.Р. Исмагилова, Р.Р. Саттарова // Катарактальная и рефракционная хирургия. — 2016. — № 3. — С. 50–53. Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26643871>.
2. Азнабаев Б.М. Количественная оценка микроциркуляции диска зрительного нерва у больных первичной открытоугольной глаукомой [Электронный ресурс] / Б.М. Азнабаев, А.А. Александров, А.Ш. Загидуллина // Врач-аспирант. — 2015. — Т. 71 — № 4.1. — С. 129–132. Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25443620>.
3. Курышева Н.И. ОКТ-ангиография и ее роль в исследовании ретинальной микроциркуляции при глаукоме (часть вторая) / Н.И. Курышева // Российский офтальмологический журнал. — 2018. — Т. 11. — № 3. — С. 95–100. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35384697>.

4. Злобин И.В. ОКТ-ангиография в оценке ишемического поражения макулярной области у пациентов с окклюзией ретинальных вен. / И.В. Злобин, А.Г. Щуко, Т.Н Юрьева // Современные технологии в офтальмологии. — 2018. — № 3. — С. 109–111.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35213063>.
5. Азнабаев Б.М. Микроциркуляция диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой нормального и повышенного внутриглазного давления / Б.М. Азнабаев, А.Ш. Загидуллина, А.А. Александров, Г.Р. Исмагилова, Р.Р. Саттарова // Катарактальная и реракционная хирургия. — 2016. — № 3. — С. 50–53.
6. Загидуллина А.Ш. Особенности микроциркуляции и морфометрии диска зрительного нерва у больных глаукомой нормального давления / А.Ш. Загидуллина, Б.М. Азнабаев, А.А. Александров, Г.Р. Исмагилова, Р.Р. Саттарова // РМЖ. Клиническая офтальмология. — 2017. — № 1. — С. 17–20.
7. Юрьева Т.Н., Жукова С.И. ОКТ-ангиография в комплексной оценке эффективности гипотензивной терапии у больных с первичной открытоугольной глаукомой. / Т.Н. Юрьева, С.И. Жукова // Российский офтальмологический журнал. — 2019. — Т. 12. — № 3. — С. 43–49.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39250386>.
8. Lumbroso B., Huang D., Chen C., Jia Y. et al. Clinical OCT Angiography atlas // JaypeeBrothers Medical Publishers, 2015. — P. 174.

Азнабаев Булат Маратович
Александров Аркадий Андреевич
Загидуллина Айгуль Шамилевна

**Микроциркуляция диска зрительного нерва
у больных глаукомой**
Учебное пособие

Лицензия № 0177 от 10.06.96 г.

Подписано к печати 08.02.2018 г.

Отпечатано на ризографе с готового оригинал-макета,
представленного авторами.

Формат 60x84 ¹/₁₆. Усл.-печ. л. 4,42.

Тираж 20 экз. Заказ № 69.

450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3,
Тел.: (347) 272-86-31, e-mail: izdat@bashgmu.ru
ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России)**

Б.М. Азнабаев, А.А. Александров, А.Ш. Загидуллина

**МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯ ДИСКА ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА
У БОЛЬНЫХ ГЛАУКОМОЙ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Уфа

2019