

Формулы Фармации. 2023. Т. 5, № 1. С. 40–54

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Лекция

УДК 617.7

DOI: <https://doi.org/10.17816/phf298817>

Современные технологии диагностики и лечения заболеваний органа зрения

(Лекция для фармацевтов – по направлению подготовки 38.03.07 «Товароведение»)

© 2023. А. И. Тюкавин¹, А. В. Соломенников¹, С. З. Умаров¹

¹Санкт-Петербургский химико-фармацевтический университет Минздрава России,
Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Тюкавин Александр Иванович, alexander.tukavin@pharminnotech.com

АННОТАЦИЯ. В лекции освещена морфофункциональная организация зрительной сенсорной системы. Представлено строение органа зрения, особое внимание уделено структурам глаза, ответственным за проведение и восприятие видимого света. Осуждены особенности строения оптической системы глаза, а также механизмы образования и циркуляции водянистой влаги в глазном яблоке. Показана распространенность заболеваний органов зрения и выделены наиболее актуальные виды патологии. Освещены современные высокотехнологичные диагностические и лечебные технологии применяемые при заболеваниях конъюнктивы, синдроме сухого глаза, катаракте и глаукоме. Показаны современные индивидуальные оптические устройства для коррекции нарушений аккомодации у взрослых и детей (очки, контактные линзы, рефракционные операции).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строение и функция органа зрения; патология органа зрения; современные технологии в офтальмологии; рефракционные операции; фактоэмульсификация

ВВЕДЕНИЕ

Зрительная сенсорная система представляет собой совокупность морфофункциональных структур, проводящих и воспринимающих энергию видимого света, трансформирующих кванты света в нервные импульсы и проводящих последние в центры головного мозга для анализа и оценки окружающего мира (рис. 1). Посредством зрительной чувственной системы человек получает 90% всей поступающей в головной мозг информации об окружающей среде [1].

Строение органа зрения. Орган зрения включает глазное яблоко и вспомогательные органы глаза (рис. 2).

Глазное яблоко имеет форму шара, у которого спереди имеется небольшая выпуклость. Стенки глазного яблока состоит из наружной (фиброзной), средней (сосудистой) и внутренней (сетчатой) оболочек. Передняя часть фиброзной оболочки прозрачная. Она называется роговицей, а остальная – склерой. Роговица выполняет оптическую и защитную функции. Склера, состоящая из соединительной ткани, придает форму главному яблоку, а также служит местом крепления глазных мышц. Сосудистая оболочка прилежит к внутренней поверхности склеры. Оболочки окружают структуры, составляющие ядро глазного яблока (рис. 3).

Радужка – это передняя часть сосудистой оболочки. Она видна через роговицу в виде диска с отверстием в центре (зрачком). В радужке находятся мышцы, которые изменяют просвет зрачка. Она выполняет функцию диафрагмы глаза, регулирующей интенсивность светового потока, попадающего на сетчатку. За счет изменения диаметра отверстия зрачка поток входящего в глаз света может изменяться почти в 30 раз.

Ресничное (цилиарное) тело – утолщенная часть сосудистой оболочки, расположенная позади радужки. Она состоит из ресничных отростков и ресничной мышцы. Ресничные отростки продуцируют глазную жидкость (водянистую влагу), а ресничная мышца изменяет напряжение цинновой связки, окружающей хрусталик. Ресничная мышца обеспечивает изменение кривизны хрусталика для фокусировки изображения на сетчатку при взгляде вблизи или вдаль (рис. 4).

Собственно сосудистая оболочка представлена сплетениями артерий и вен, расположенными в рыхлой соединительной ткани. Внутренняя оболочка (чувствительная) – сетчатка – плотно прилежит к внутренней поверхности сосудистой оболочки и содержит световоспринимающие рецепторы, а также слой пигментных клеток, ослабляющих действие света на фоторецепторы.

Ядро глазного яблока включает водянистую влагу, хрусталик и стекловидное тело.

Водянистая влага секретируется ресничными отростками и представляет собой свободно текущую жидкость (рис. 5). Она находится в камерах глаза перед хрусталиком. Водянистая влага обеспечивает прохождение света, а также питание роговицы и хрусталика. В норме водянистая влага непрерывно образуется и реабсорбируется. Баланс между ее притоком и оттоком по шлеммову каналу регулирует общий объем жидкости и внутриглазное давление. В норме внутриглазное давление поддерживается в диапазоне от 12 до 20 мм рт. ст.

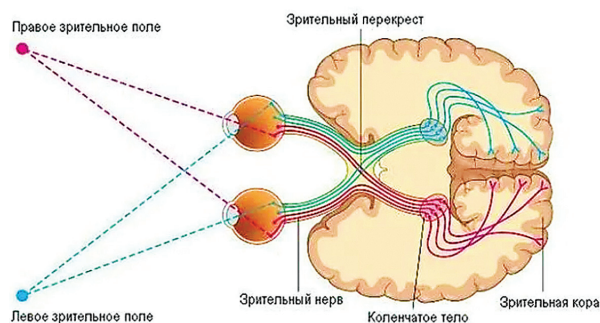


Рис. 1. Организация зрительной сенсорной системы
Fig. 1. Organization of the visual sensory system



Рис. 2. Глаз человека
Fig. 2. Human eye

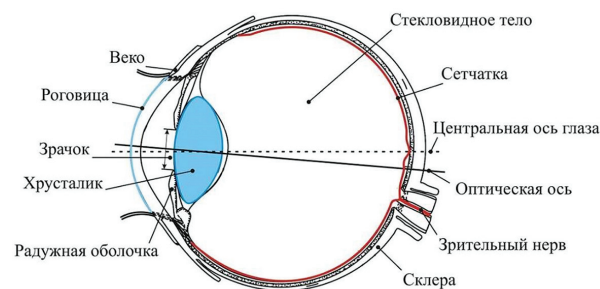


Рис. 3. Строение органа зрения
Fig. 3. The structure of the organ of vision

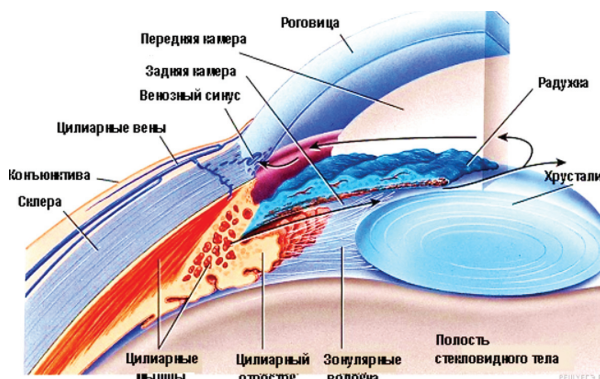


Рис. 4. Ресничное тело и ресничные отростки. Стрелкой обозначено направление движения глазной жидкости
Fig. 4. Ciliary body and ciliary processes. The arrow indicates the direction of movement of the eye fluid

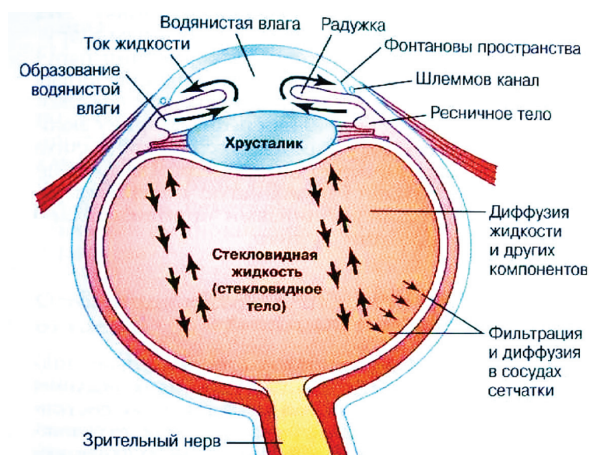


Рис. 5. Формирование и отток жидкости в глазу
Fig. 5. Formation and outflow of fluid in the eye

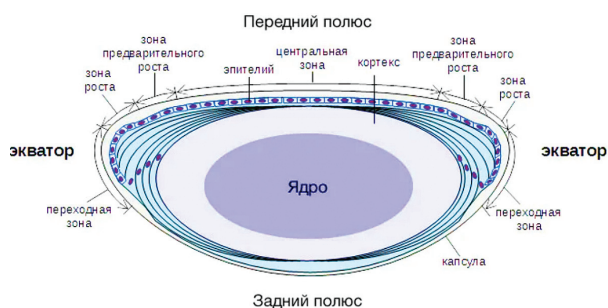


Рис. 6. Микроскопическое строение хрусталика
Fig. 6. Microscopic structure of the lens

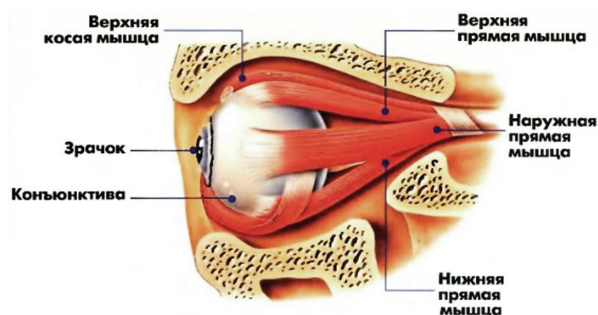


Рис. 7. Микроскопическое строение хрусталика. Глазные мышцы
Fig. 7. Microscopic structure of the lens. Eye muscles

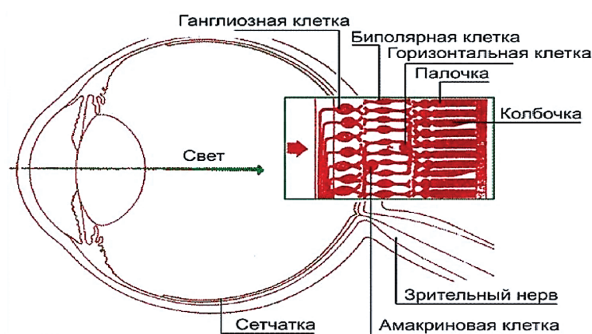


Рис. 8. Глазные мышцы. Сетчатка глаза
Fig. 8. Eye muscles. Retina

Хрусталик осуществляет аккомодацию (адаптацию) органа зрения, преломляя световые лучи с силой 20 диоптрий (дптр). Одна дптр равна оптической силе двояковыпуклой линзы с фокусным расстоянием 1 м (100 см). Чем короче фокусное расстояние, тем больше преломляющая сила линзы. Оптическая система глаза человека состоит из своего рода набора положительных линз и имеет суммарную преломляющую силу у подростков и взрослых около 52,0–68,0 дптр (фокусное расстояние 15–18 мм). С возрастом степень аккомодации хрусталика уменьшается: к 50 годам – до 2 дптр, а к 70 годам – до 0 (рис. 6).

Стекловидное тело представляет собой студенистую массу, скрепленную волокнистой сетью. Оно расположено между хрусталиком и сетчаткой. Вода и растворенные в ней вещества в стекловидном теле медленно диффундируют, но перемещения (тока) жидкости в этой структуре глазного яблока не происходит.

Вспомогательными органами глаза являются **мышцы**, обеспечивающие движения глазного яблока, а также слезный аппарат, оболочка и клетчатка, конъюнктива, веки и ресницы.

Глазные мышцы обеспечивают движения глазных яблок, включая однонаправленные – вверх, вправо и влево и разнонаправленные – сведение глаз (рис. 7).

Слезная железа расположена в верхнем боковом углу глазницы. Она выделяет слезу, содержащую бактерицидные вещества. Оболочка и жировая клетчатка, расположенные около заднего полюса глаза, обеспечивают беспрепятственное движение глазного яблока. Конъюнктива покрывает всю заднюю поверхность верхнего и нижнего века, а также переднюю поверхность глазного яблока до роговицы.

Веки – произвольно и непроизвольно смещаемые структуры, частично или полностью прикрывающие глазное яблоко спереди. Веки выполняют защитную функцию, обеспечивают равномерное распределение слезной жидкости по передней поверхности глаза. При мигании ресницы задерживают крупные частицы пыли, а брови способствуют отведению пота, образовавшегося на коже лобной части головы, от глазного яблока.

Оптическая система глаза. На пути к сетчатке свет проходит через роговицу, хрусталик и стекловидное тело. Для построения изображения на сетчатке необходимо определить размеры предмета и расстояние от него до роговицы глаза. Ясное видение предмета происходит, если лучи от всех его точек сфокусированы на сетчатке глаза (рис. 8).

Аккомодация. Под аккомодацией понимают способность органа зрения приспосабливаться к рассмотрению предметов, расположенных на разном удалении от человека. При рассмотрении предметов, расположенных далеко, их изображение всегда фокусируется на сетчатке, поэтому они видны отчетливо. Изображение предметов расположенных ближе 10 см на сетчатке получается расплывчатым.

Для отчетливого восприятия изображения предмета при его приближении к органу зрения изменяются кривизна хрусталика и его преломляющая способность. Это достигается сокращением цилиарных мышц, приводящего к ослаблению тяги цинновых связок хрусталика,

после чего он вследствие своей эластичности принимает более выпуклую форму (рис. 9).

С возрастом и/или под влиянием неблагоприятных факторов эластичность и выпуклость хрусталика уменьшается, он что приводит к *дальнозоркости*. При дальнозоркости лучше видно объекты, расположенные вдали, а находящиеся рядом предметы видно плохо. При ослаблении функции цинновых связок хрусталик удерживает выпуклую форму, вследствие чего развивается *близорукость*. В результате человек хорошо видит предметы, расположенные на небольшом расстоянии от глаз, но плохо различает удаленные объекты.

ПАТОЛОГИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

Распространенность заболеваний органов зрения.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в мире насчитывается почти 40 млн слепых людей и 124 млн человек страдают плохим зрением. В Российской Федерации количество слепых и слабовидящих составляет 218 тыс. человек, из них абсолютно слепых – 103 тыс. Каждый пятый из слепых – молодой человек трудоспособного возраста. Ослабление зрения наблюдается у современных школьников. Перед поступлением в школу сниженная острота зрения выявляется только у 8% детей, а среди школьников – более чем у 20% [2–4].

Среди основных причин заболеваний органов зрения среди взрослых россиян специалисты называют: воспалительные заболевания; травмы; синдром сухого глаза, катаракта, нарушение аккомодации, а также глаукома (рис. 10).

Классификация заболеваний органов зрения

Различают острые и хронические болезни глаз. Заболевания органа зрения могут быть связаны с инфекцией, аллергией, травмой и опухолевыми процессами. Среди офтальмологических видов патологии выделяют: болезни глазницы, век и слезных путей; болезни конъюнктивы (конъюнктивит, синдром сухого глаза); заболевания роговицы, склеры, цилиарного тела и радужной оболочки; болезни хрусталика (*катаракта*); болезни сетчатки и сосудистой оболочки; болезни глазного яблока и стекловидного тела; патологии мышц глаза, нарушение содружественного движения глазных яблок; патологии зрительных нервов и путей; заболевания, связанные со зрительными расстройствами и слепотой; а также *глаукому*.

Болезни конъюнктивы

Болезни конъюнктивы составляют более трети (30–48%) всех глазных заболеваний (рис. 11). В южных странах наблюдаются эпидемические конъюнктивиты, поэтому этот процент в этих регионах еще выше.

Конъюнктивит – это общее название группы воспалительных заболеваний слизистой оболочки глаза, которые возникают у взрослых и детей. Воспаление может иметь иммунопатологическое (аллергическое) происхождение, вызываться инфекционными или физическими раздражающими агентами [2–4].

Различают бактериальные конъюнктивиты: острые и хронические; вирусные конъюнктивиты: аденовирусный конъюнктивит, аллергический конъюнктивит, лекарственный аллергический конъюнктивит и другие виды заболевания.

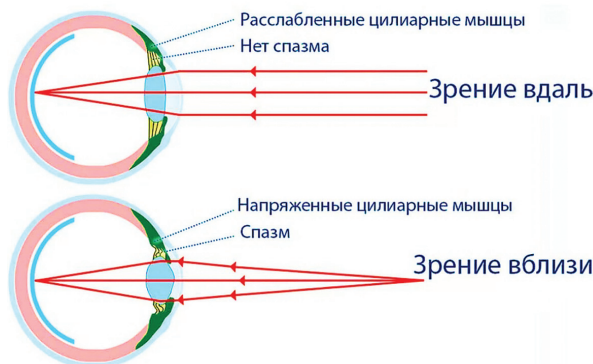


Рис. 9. Аккомодация глаза
Fig. 9. Eye accommodation

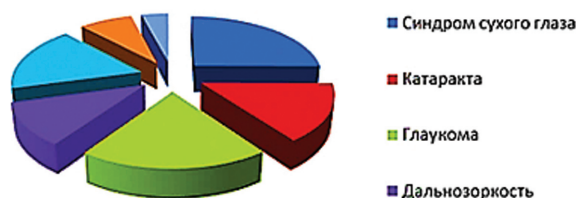


Рис. 10. Распространенные офтальмологические заболевания в Российской Федерации
Fig. 10. Common ophthalmic diseases in the Russian Federation

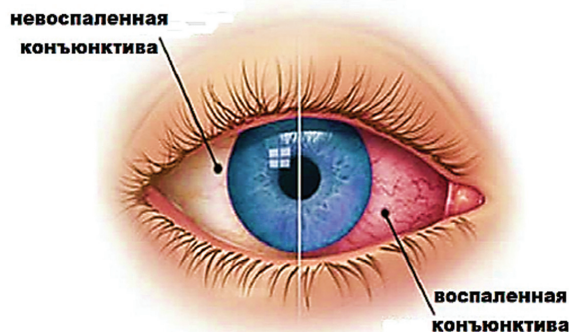


Рис. 11. Здоровая (слева) и воспаленная конъюнктива (справа)
Fig. 11. Healthy (left) and inflamed conjunctiva (right)

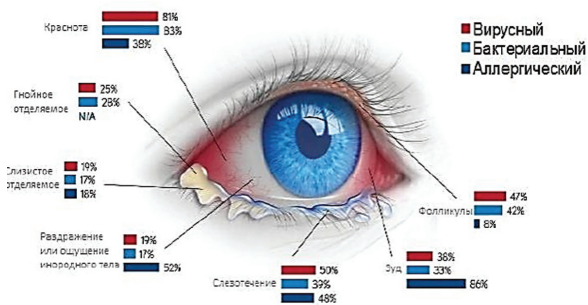


Рис. 12. Особенности течения конъюнктивита после действия причинных факторов
Fig. 12. Features of the course of conjunctivitis after the action of causative factors

Проявления. Для конъюнктивита характерны гиперемия (покраснение) конъюнктивы и отек век, слезотечение и чувство инородного тела в глазу (рис. 12).



Рис. 13. Офтальмологический биомикроскоп
Fig. 13. Ophthalmic biomicroscope



Рис. 14. Инстиляция капель
Fig. 14. Instillation of drops

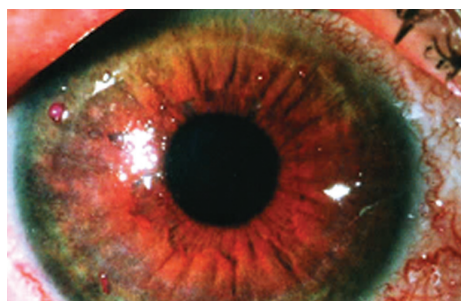


Рис. 15. «Сухой» кератоконъюнктивит у пациента с синдромом «сухого глаза»

Fig. 15. "Dry" keratoconjunctivitis in a patient with "dry eye" syndrome



Рис. 16. Аппаратура и оснащение для проведения флюоресциновой инстилляционной пробы

Fig. 16. Apparatus and equipment for conducting a fluorescein instillation test

Диагностика. Диагноз устанавливается на основании жалоб, характерных симптомов, объективного обследования при помощи специального оборудования и лабораторных способов диагностики (рис. 13).

Лечение. Основой лечения являются глазные капли, гели и мази. При необходимости терапия включает внутримышечные, внутривенные инъекции и прием лекарств через рот (перорально) (рис. 14).

Синдром сухого глаза

Синдром сухого глаза (ксерофтальмия) – это состояние недостаточной увлажненности поверхности роговицы и конъюнктивы вследствие нарушения качества и количества слезной жидкости и нестабильности слезной пленки [5]. Синдромом сухого глаза встречается у 9–18% населения, преимущественно у женщин. Частота заболевания значительно увеличивается с возрастом – с 12% (до 50 лет) и до 67% (после 50 лет).

Причины. Синдром сухого глаза может быть осложнением общего заболевания или развиваться вследствие уменьшения слезопродукции: аутоиммунные заболевания, эндокринная дисфункция (климакс), истощение организма и инфекционные заболевания, а также беременность (рис. 15).

Синдром сухого глаза может возникать при хроническом конъюнктивите, рубцовом поражении роговицы. Стабильность слезной пленки нарушают: сухой воздух от кондиционеров, напряженная работа с ПК, погрешности подбора и использования контактных линз. Снижает слезопродукцию и вызывает синдром сухого глаза длительное применение некоторых глазных лекарственных средств.

Проявлениями синдрома сухого глаза служат жжение и резь, ощущение песка в глазах, слезотечение, светобоязнь, быстрое утомление при зрительной работе, непереносимость сухого и пыльного воздуха.

Диагностика. Синдром сухого глаза диагностируют по проявлениям синдрома и результатам биомикроскопии, флюоресцеиновой инстилляционной пробы, тиаскопии.

Флюоресцеиновая инстилляционная проба – метод исследования в офтальмологии, основанный на окрашивании определенных тканей глаза раствором флюоресцеина. Применяется для обнаружения дефектов поверхности роговицы и конъюнктивы, фистулы роговицы, исследования проходимости слезных путей глаза (рис. 16).

Тиаскопия – осмотр роговицы, подкрашенной раствором флюоресцеина натрия, в поляризованном свете (рис. 17).

Исследование выполняют на щелевой лампе, оснащенной синим светофильтром. Тест оценивается как положительный при обнаружении в эпителии роговицы точечных дефектов (рис. 18).

Полное офтальмологическое обследование при синдроме сухого глаза также включает в себя лабораторное исследование осмолярности и кристаллографию слезной жидкости, цитологическое исследование мазка с конъюнктивы.

Лечение синдрома сухого глаза

Фармакотерапия направлена на устранение этиологических факторов повреждения; полноценное увлаж-

нение глазной поверхности и повышение стабильности прероговичной слезной пленки и др. При синдроме сухого глаза применяют регулярные инстилляции препаратов искусственной слезы (слеза натуральная и специальные гели). При легком течении синдрома сухого глаза назначают препараты низкой вязкости, при среднетяжелых и тяжелых формах – средней и высокой вязкости (гели), в особо тяжелых случаях ксероза – препараты низкой вязкости без консервантов. Также при синдроме сухого глаза показаны инстилляционные противовоспалительных и иммуномодулирующих средств.

Хирургическое лечение синдрома сухого глаза проводят при необходимости ограничить отток и испарение нативной или искусственной слезы из конъюнктивальной полости, а также увеличить приток слезной жидкости. При выраженном поражении роговицы (ксеротической язве и др.) и отсутствии эффекта от медикаментозной терапии и закупорке слез отводящих путей кератопластику.

Кератопластика роговицы – это микрохирургическая операция на глазах, с помощью которой можно заменить поврежденную роговицу.

При кератопластике роговицу полностью или частично заменяют трансплантатом (рис. 19). Инновационными способами лечения синдрома сухого глаза является трансплантация слюнных желез из полости рта в конъюнктивальную полость, имплантация дакриорезервуаров в мягкие ткани пациента с выведением специальных трубок в полость конъюнктивы.

Профилактика синдрома сухого глаза. Даже при легком течении синдром сухого глаза требует проведения полноценного и адекватного лечения во избежание развития тяжелых заболеваний конъюнктивы и роговицы. Развитие синдрома сухого глаза можно уменьшением воздействия на глаза искусственных (искусственных) факторов, проведением профилактического лечения внутренних заболеваний.

Катаракта

Катарактой называется помутнение ядра или капсулы хрусталика глаза с частичной или полной потерей зрения. Катаракта выявляется у пациентов в развитых и развивающихся странах, вне зависимости от их географического расположения, встречается у людей всех рас, у мужчин и у женщин [6–8]. По данным ВОЗ в мире насчитывается 150 млн человек со значительными зрительными расстройствами. Одной из основных причин слепоты в мире (около 70%), особенно, в развивающихся странах, является катаракта (16 млн человек).

По степени помутнения катаракта бывает: начальной и незрелой, зрелой и перезрелой. По состоянию ядра хрусталика катаракты бывают: плотные и мягкие. Катаракты бывают врожденные и приобретенные, в том числе возрастные (рис. 20).

Механизм развития возрастных катаракт изучен не полностью. С возрастом увеличивается масса и толщина хрусталика и уменьшается его преломляющая сила. Ядро хрусталика подвергается сдавлению новыми слоями волокон, формирующихся концентрично, и становится тверже. В результате прозрачность хрусталика резко уменьшается. Химически измененные белки ядра постепенно прокрашиваются и хрусталик с возрастом принимает оттенки от желтого до коричневого.

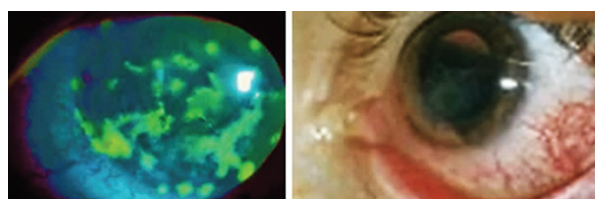


Рис. 17. Дефекты в эпителии роговицы, выявленные методом тиаскопии при синдроме сухого глаза

Fig. 17. Defects in the corneal epithelium detected by thiascopy in dry eye syndrome



Рис. 18. Приборы для проведения тиаскопии
Fig. 18. Tiascopy device

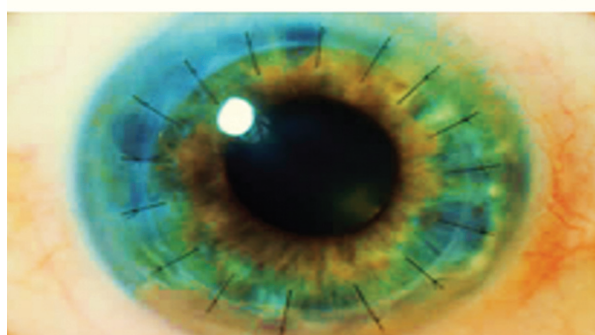


Рис. 19. Внешний вид глаза после кератопластики (до снятия швов)

Fig. 19. Appearance of the eye after keratoplasty (before removal of sutures)

Диагностика. При катаракте вследствие помутнения оптической системы глаза снижается острота зрения, вплоть до светоощущения. У пациентов с катарактой остроту зрения исследуют без коррекции с помощью

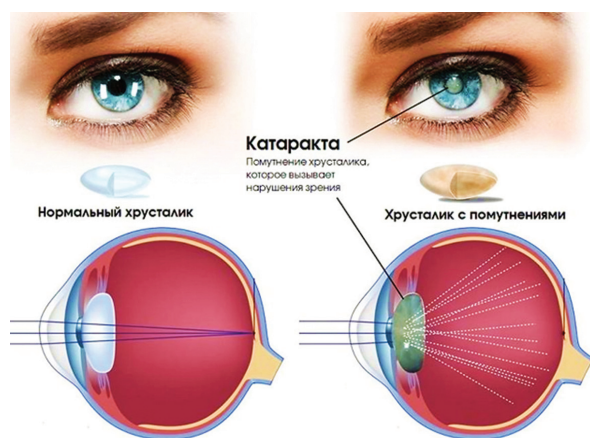


Рис. 20. Помутнение хрусталика – катаракта
Fig. 20. Opacification of the lens – cataract



Рис. 21. Биомикроскопия глаз
Fig. 21. Eye biomicroscopy

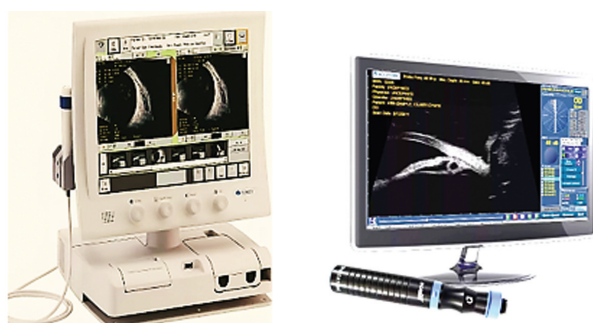


Рис. 22. Аппарат для ультразвукового сканирования глаз
Fig. 22. Ultrasound eye scanner



Рис. 23. Техника бесшовного лечения катаракты (факоэмульсификация)
Fig. 23. Seamless cataract treatment technique (phacoemulsification)

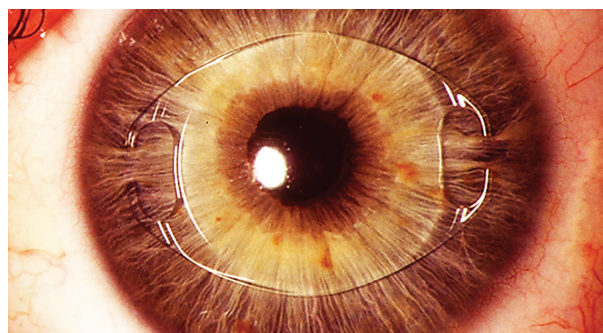


Рис. 24. Глаз с установленным искусственным хрусталиком
Fig. 24. Eye with an artificial lens

пробных сферических и цилиндрических линз. Исследование роговицы и хрусталика методом офтальмоскопии позволяет определить прозрачность преломляющих сред глаза, а осмотр глазного дна делает возможным оценить состояние зрительного нерва, сосудистой системы, центральных и периферических отделов сетчатки.

Биомикроскопия – объективный метод, позволяющий диагностировать патологические изменения роговицы и хрусталика (рис. 21).

С помощью ультразвуковой биометрии определяют длину глаза, глубину передней камеры и толщину естественного хрусталика (рис. 22).

Лечение катаракты может быть медикаментозным и хирургическим. В современных офтальмологических центрах медикаментозная терапия практически не проводится, поскольку фармакотерапия лишь несколько замедляет процесс помутнения хрусталика, но не восстанавливает проведение света по оптической системе глаза.

Бесшовное лечение катаракты (факоэмульсификация) заключается в установке в глаз искусственного хрусталика (*интраокулярной линзы*) из прозрачного эластичного материала. При бесшовной технике операции через микропрокол производится направленное ультразвуковое разрушение замутненного хрусталика. Вместо помутненного хрусталика помещается имплант, эластичный материал которого позволяет вводить его в сложенном состоянии. Впоследствии искусственный хрусталик распрямляется в глазу самостоятельно. Крошечный прокол не требует наложения швов, поэтому период реабилитации составляет всего 10 дней (рис. 23).

При использовании лазера для лечения катаракты соблюдают все обозначенные выше этапы операции, но в качестве инструмента для разреза тканей используется луч фемтосекундного лазера (рис. 25, 26).

После операции по трансплантации хрусталика человек ведет привычный образ жизни – в ближайшие дни после операции он может гулять, работать без тяжелой физической нагрузки, читать, писать, пользоваться компьютером.

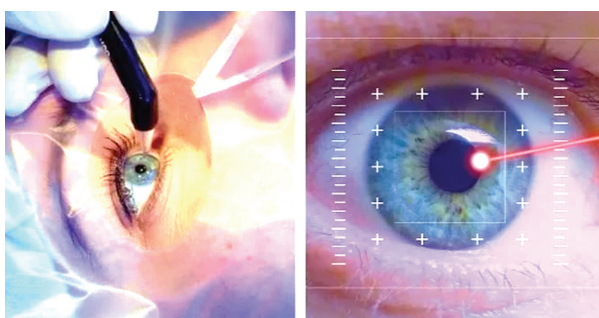


Рис. 25. Луч фемтосекундного лазера
Fig. 25. Femtosecond laser beam



Рис. 26. Удаление катаракты с использованием лазера
Fig. 26. Cataract removal using a laser

Глаукома

Глаукома – группа хронических заболеваний глаз, вызванных нарушениями гидродинамики глаза, повышением внутриглазного давления (ВГД) и развитием глаукомной оптической нейропатии (ГОН). В совокупности это приводит к необратимым повреждениям зрительно-го нерва (рис. 27).

По данным ВОЗ число больных глаукомой в мире насчитывается от 60 до 105 млн человек. В Российской Федерации число таких пациентов составляет около 1 млн. Прогрессирующая глаукома быстро приводит к снижению качества жизни больных, потере трудоспособности и инвалидизации. Самым эффективным способом предотвращения инвалидизации при глаукоме является ранняя диагностика заболевания и своевременное начатое лечение, позволяющие контролировать динамику болезни и сохранить функцию зрения.

Этиология и патогенез. В развитии глаукомы лежат нарушения дренажной системы глаза. Глаукома классифицируется с учетом формы и стадии заболевания, величины внутриглазного давления и динамики нарушений зрительных функций. При глаукоме в патологический процесс вовлекаются радужно-роговичный угол передней камеры и система путей оттока водянистой влаги.

Выделяют начальную, развитую, далеко зашедшую и терминальную стадии болезни. Стадии глаукомы определяются по состоянию поля зрения и диска зрительного нерва. Развитая и далеко зашедшая стадия глаукомы характеризуются сужением периферических границ поля зрения и появлением центральных и парацентральных ограниченных участков зрения. По состоянию внутриглазного давления различают нормальное, умеренно повышенное и высокое внутриглазное давление (табл. 1).

Ранняя диагностика первичной глаукомы основывается на жалобах больного, клинической картины болезни, результатов исследования функций глаза, особенно центральной области поля зрения, состояния внутриглазного давления. Ведущее значение для диагностики

глаукомы имеет определение уровня внутриглазного давления с помощью тонометрии и топографии, а также при исследовании центральной части поля зрения.

Тонометрия – основной метод определения внутриглазного давления (рис. 28). Измерение давления производится больному в положении лежа тонометром с грузом 10 г. В норме оно не должно превышать 27 мм рт. ст., а разница в величине этого параметра в правом и левом глазу не превышает 5 мм рт. ст.

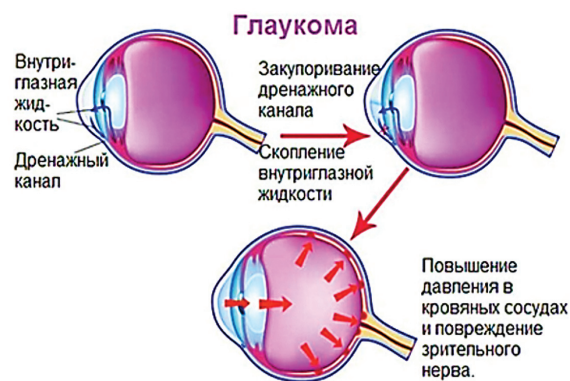


Рис. 27. Механизмы нарушения зрения при глаукоме
Fig. 27. Mechanisms of visual impairment in glaucoma



Рис. 28. Тонометрия (слева) и эластонометрия глаза (справа)
Fig. 28. Tonometry (left) and elastotonometry of the eye (right)

Классификационная схема уровня ВГД при глаукоме

Classification scheme of the level of visual field damage in glaucoma

Уровень ВГД	ВГД тонометрическое, Рт	ВГД истинное, Ро
Нормальное (А)	<25 мм рт. ст.	<25 мм рт. ст.
Умеренно повышенное (В)	26 < Рт < 32 мм рт. ст.	От 22 < Ро < 28 мм рт. ст.
Высокое (С)	>33 мм рт. ст.	>29 мм рт. ст.

Табл. 1.

Table 1.



Рис. 29. Гониоскопическое исследование глаза
Fig. 29. Gonioscopy examination of the eye



Рис. 30. Кинетическая периметрия
Fig. 30. Kinetic perimetry

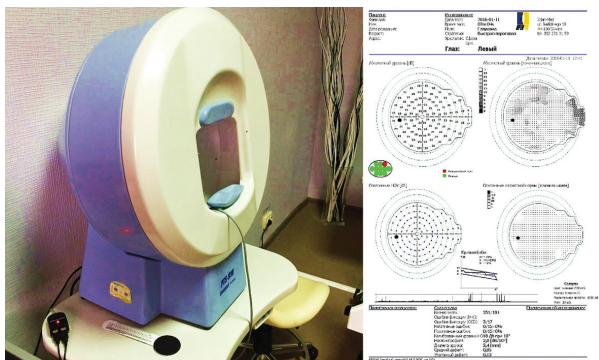


Рис. 31. Компьютерная периметрия
Fig. 31. Computer perimetry



Рис. 32. Офтальмоскопия
Fig. 32. Ophthalmoscopy

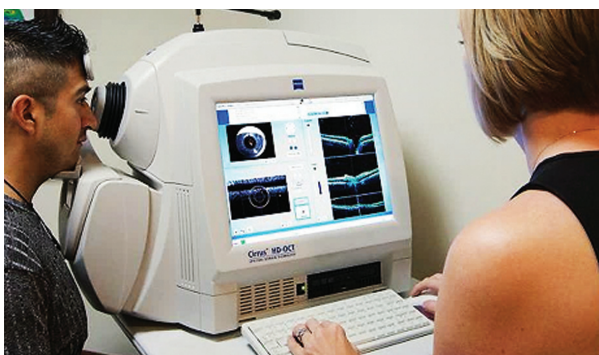


Рис. 33. Метод оптической когерентной томографии
Fig. 33. Method of optical coherence tomography

Эластотонометрия – метод определения внутриглазного давления при его измерении тонометрами различной массы. Для эластотонометрии применяют набор тонометров массой 5; 7,5; 10 и 15 г, при помощи которых в порядке возрастания их массы 4 раза измеряют внутриглазное давление. Показания тонометров разной массы наносят на график: на оси абсцисс откладывается масса тонометров в граммах, на оси ординат – значения тонометрического внутриглазного давления.

Тонотография – метод исследования динамики водянистой влаги с графической регистрацией внутриглазного давления на электронном тонографе. Сущность метода

заключается в продленной тонометрии с последующим вычислением основных показателей гидродинамики глаза – коэффициента легкости оттока и минутного объема водянистой влаги.

Гониоскопия – один из важнейших методов исследования глаз при глаукоме (рис. 29).

Гониоскопия позволяет визуально оценить состояние угла передней камеры глаза, одного из важнейшего показателя в постановке правильного диагноза различных типов глаукомы.

Периметрия. Высокую диагностическую ценность при глаукоме имеют методы кинетической и статической периметрии (рис. 30). К последним относится метод компьютерной периметрии. Эти методы исследования являются неотъемлемой частью диспансерного обследования больного глаукомой и должны выполняться 1 раз в 3 месяца, а при необходимости и чаще.

Офтальмоскопия. Для диагностики стадии глаукоматозного процесса [9] исследуют проводят офтальмоскопическое исследование состояния диска зрительного нерва (рис. 32). Глазного дна позволяет определить изменения диска зрительного нерва, наличие экскавации (углубления), которые часто развиваются при длительно текущей глаукоме.

Для определения характеристик диска зрительного нерва применяется метод оптической когерентной томографии (рис. 33).

Одной из наиболее продвинутых технологий диагностики глаукомы является гейдельбергская ретиальная томография глаза. Данный метод помогает диагностировать глаукому на ранних этапах развития и контролировать эффективность терапии, назначенной при заболевании. Томограф представляет собой систему лазерного сканирования, которая позволяет исследовать состояние зрительного нерва (рис. 34).

Полученное изображение является высококонтрастным, трехмерным (3D) изображением.

Лечение глаукомы. В современной офтальмологии лечение глаукомы производится тремя способами: консервативная методика (медикаментозная), лазерная терапия и хирургическое вмешательство.

Лекарственная терапия относится к наиболее распространенным методам лечения этого заболевания. Терапия направлена на препараты пролонгированного действия, которые уменьшают давление в глазу за счет снижения образования жидкости в яблке.

Немедикаментозная терапия. Одним из самых безопасных методов лечения глаукомы является лазерная терапия (трабекулопластика) (рис. 35).

С помощью лазера в трубекулярной диафрагме глаза прорезаются микропоры, которые ускоряют отток внутриглазной жидкости и снижают давление. Однако, искусственно созданные поры длительно не сохраняются, они постепенно зарастают, поэтому лечебный эффект лазерного воздействия сохраняется только несколько месяцев. Пролонгировать его можно с помощью традиционной медикаментозной терапии, которая тормозит процессы образования внутриглазной влаги. Комплексное лечение позволяет продлить эффективность операции на несколько лет.

Хирургические методы. В практике передовых офтальмологических центров появились оригинальные методики дренажного лечения глаукомы (рис. 36). Они призваны обеспечить отток глазного секрета, способствуя тем самым снижению внутриглазного давления.

Процедура дренажного лечения отличается высокой эффективностью. Однако техника операции сложная и требует особого мастерства и опыта офтальмолога. В настоящее время эта операция проводится во многих российских глазных клиниках, а не только в крупных зарубежных офтальмологических центрах.



Рис. 36. Оборудование операционной современной офтальмологической клиники
Fig. 36. Operating room equipment of a modern ophthalmological clinic

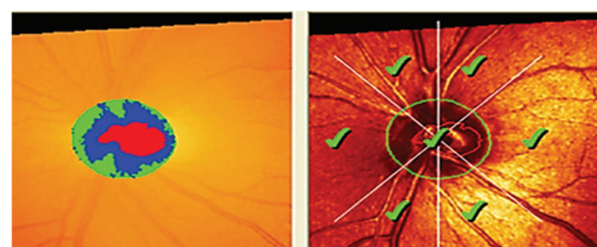


Рис. 34. Гейдельбергский ретиальный томограф HRT III поколения
Fig. 34. Heidelberg retinal tomograph HRT III generation

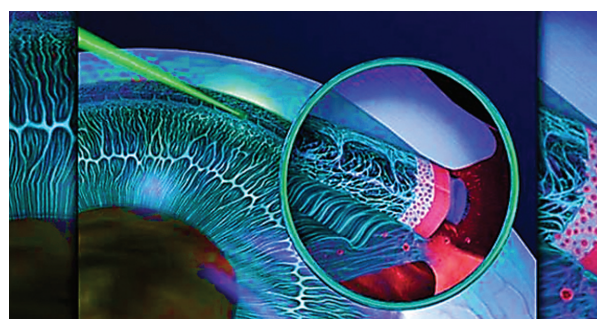


Рис. 35. Лазерная трабекулопластика
Fig. 35. Laser trabeculoplasty

Новейшим хирургическим методом лечения глаукомы является вживление в соединительную ткань глаза тончайшей искусственной нити. Она минимизирует образование рубцов на поверхностях тканей и способствует эффективной работе оттока жидкости через венозный синус склеры (канала Шлемма). При такой технике оперативного вмешательства усиливается естественный отток глазной жидкости без создания искусственного дренажа (рис. 37).

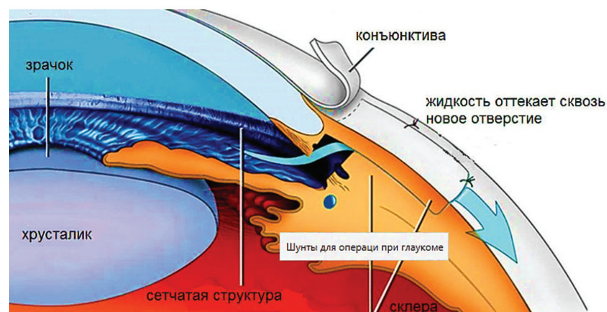


Рис. 37. Схема методики дренажного лечения глаукомы
Fig. 37. Scheme of the method of drainage treatment of glaucoma

НАРУШЕНИЯ АККОМОДАЦИИ И СРЕДСТВА КОРРЕКЦИИ ЗРЕНИЯ

Нарушения возможностей глаза рассматривать предметы, расположенные на разном удалении от человека, (аккомодации) во многом обусловлены неправильным преломлением света в его оптической системе. Оптическая система глаза осуществляет преломление (рефракцию) световых лучей, в результате которого лучи света, изменяя свое направление, фокусируются на сетчатке и дают изображения этих предметов.

Точка, в которой после преломления сходятся лучи света, называется фокусом (F). Рефракция в клинике определяется положением фокуса глаза по отношению

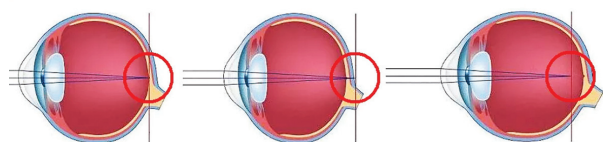


Рис. 38. Рефракция глаза и ее аномалии: слева – норма; посередине – дальновзоркость; справа – близорукость
Fig. 38. Refraction of the eye and its anomalies: on the left – the norm; in the middle – farsightedness; right – myopia

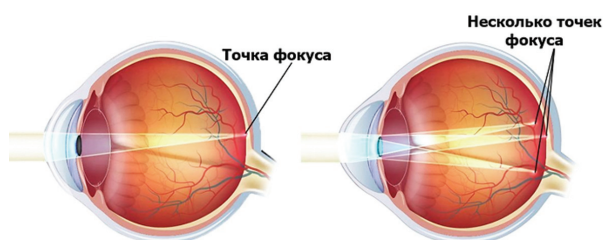


Рис. 39. Астигматизм. Слева – норма; справа – нарушение рефракции
Fig. 39. Astigmatism. Left – the norm; right – refractive error

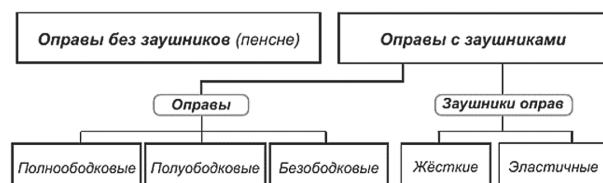


Рис. 40. Виды оправ (по конструкции)
Fig. 40. Types of frames (by design)

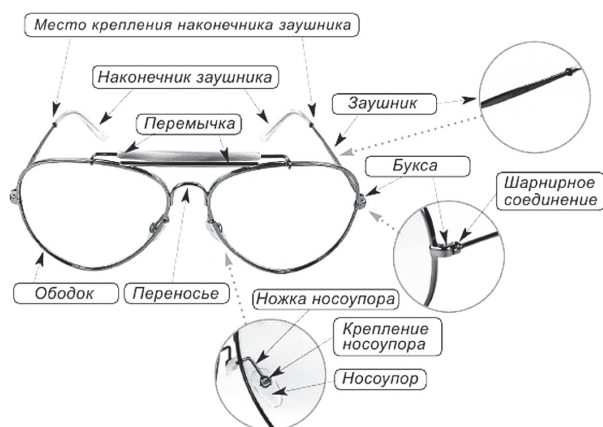


Рис. 41. Элементы оправы очков из металла
Fig. 41. Elements of metal eyeglass frames

к сетчатке. Она зависит от преломляющей силы оптического аппарата глаза и от расстояния от передней поверхности роговицы до заднего полюса глаза (сетчатки) – длины оси глаза.

Различают три вида клинической рефракции: эметропию, миопию и гиперметропию (рис. 38).

Эметропия характеризуется совпадением фокуса преломляющей системы глаза с длиной его переднезадней оси. Лица, обладающие соразмерной рефракцией (**эметропы**), хорошо видят вдаль, при расслабленной аккомодации, и вблизи, при ее включении. При несообразной рефракции длина фокусного расстояния преломляющей системы глаза не совпадает с длиной оси глаза. Таких людей называют **амметропами**. Различают три вида амметропии: **миопия**, **гиперметропия** и **астигматизм**.

Миопия (близорукость) возникает при избыточно усиленной рефракции. При миопии параллельные лучи фокусируются перед сетчаткой, и изображение получается нечетким. Близорукие люди хорошо видят вблизи и плохо вдаль. Улучшить зрение пациента с миопией можно рассеивающими линзами, ослабляющими преломление в глазу.

Гиперметропия (дальновзоркость) слабая рефракция. У лиц, страдающих дальновзоркостью, параллельные лучи фокусируются за сетчаткой, изображение также получается нечетким. Однако гиперметропы хорошо видят вдаль. Это достигается постоянным увеличением кривизны и преломляющей силы хрусталика (**напряжением аккомодации**). При гиперметропии для усиления рефракции необходимы собирающие линзы.

Астигматизм – вид нарушения рефракции, при котором происходит расфокусировка света на сетчатке. Такое состояние возникает при нарушениях сферичности роговицы, в результате чего в одних сечениях она преломляет лучи сильнее, а в других – слабее (рис. 39).

Астигматизм может быть врожденным или следствием нарушений формы роговицы после воспаления и травмы (приобретенным).

СПОСОБЫ КОРРЕКЦИИ АНОМАЛИЙ РЕФРАКЦИИ

Существуют три способа коррекции аномалий рефракции: **очковая коррекция**, **контактная коррекция** (линзы) и **рефракционная хирургия**.

Очковая коррекция. Очки – самый распространенный способ коррекции аметропии. Они состоят из оправы и оптических корригирующих линз.

Оправа – часть очков, фиксирующая линзы в правильном положении перед глазами. Сама оправка держится на лице благодаря опоре на нос в области переносицы и ушные раковины. Оправа состоит из рамки и крепящихся к ней заушников. По конструкции различают несколько видов оправ (Рис. 40).

Оправы могут быть разделены по материалу, из которого они изготовлены, на следующие типы: натуральные материалы, такие как рог, кость, и другие; металлические материалы, включая нержавеющую сталь, титан, сплавы с титаном и драгоценные металлы; пластиковые материалы, такие как нитрат целлюлозы, акриловые смолы и другие; а также комбинации и комбинированные материалы (рис. 41).

По форме оправы бывают круглыми, овальными, прямоугольными и квадратными, а также стилизованными «Авиаторы – Aviator», «Вэйфареры – Wayfarer», «Кошачий глаз – Cat eye» и другими (Рис. 42).

Оптические линзы бывают сферическими (назначают при миопии, пресбиопии и других зрительных нарушениях слабой степени), асферическими (рекомендованы при близорукости, дальнозоркости и астигматизме), а также индивидуальные и оптимизированные. Последние назначают пациентам со зрительными нарушениями средней или высокой степени.

Контактная коррекция (линзы) осуществляется с помощью контактных линз, внутренняя поверхность которых прилегает к роговице, отделяясь от неё только слоем слезы, а внешней – контактирует с воздушной средой. Её конструкцию, диаметр и толщину определяют геометрические и оптические параметры глаза (рис. 43).

Контактные линзы бывают жесткие и мягкие. Жёсткие линзы применяют для коррекции тяжёлых нарушений зрения, мягкие – используются для коррекции миопии и гиперметропии, жесткие чаще применяют для коррекции астигматизма. В настоящее время используют сферические, асферические торические, бифокальные и мультифокальные линзы. Для изготовления контактных линз используют гидрогелевые, силикон-гидрогелевые и водоградиентные материалы.

Контактные линзы не вызывают искажения пространства и сужения поля зрения, они не запотевают при резкой смене температур. Однако контактные линзы требуют особого ухода. При неправильном уходе и использовании у пациентов могут возникнуть осложнения, требующие лечения и отмены контактных линз.

Рефракционная хирургия – это направление современной офтальмологии, специалисты которого занимаются операциями по изменению формы роговицы, определяющей её способность преломлять световые лучи при аномалиях рефракции человеческого глаза (близорукость, дальнозоркость, астигматизм). Для этих целей применяются технологии эксимерной лазерной коррекции – воздействие на наружную поверхность роговицы (кератэктомия) и на нее внутренние слои (кератомилез).

При невозможности проведения лазерной коррекции зрения пациентам с высокой степенью миопии имплантируют специальные (факичные) линзы. В отличие от лечения катаракты, хрусталик при этом остается на месте, а имплантат (корректирующее устройство) устанавливается непосредственно перед или за радужкой (рис. 44).

Линзу вводят через небольшой разрез, поэтому хирургическое вмешательство проводят в стерильной операционной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие современной офтальмологии тесно связано с новыми знаниями, полученными на базе фундаментальных медико-биологических исследований морфофункциональной организации зрительной сенсорной системы [10]. Все более успешно применяются технологии искусственного интеллекта (ИИ) для автоматического анализа результатов визуализации структур



Рис. 42. Оправа Кошачий глаз (Cat eye)
Fig. 42. Cat eye frame



Рис. 43. Контактная линза
Fig. 43. Contact lens

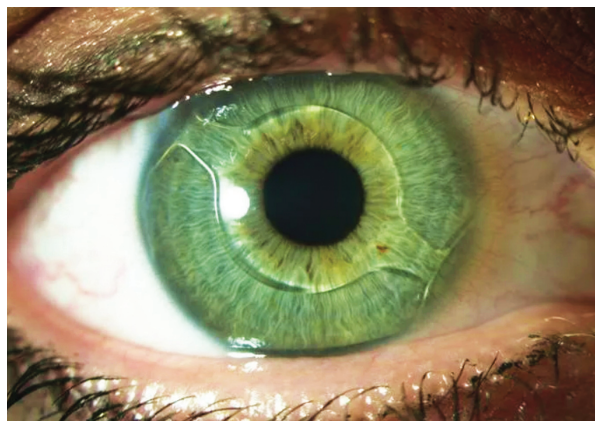


Рис. 44. Глаз пациента с установленной факической линзой
Fig. 44. Patient's eye with phakic lens in place

глаза, а также оценки цифровых фотографий сетчатки глаза и зрительных нервов. Создаются алгоритмы ИИ для автоматического определения этапов выполнения фактоэммульсификации катаракты. Одним из методов диагностики совершившим переворот в офтальмологии в последнее десятилетие является оптическая когерентная ангиография (ангио-ОКТ) сетчатки. Ангио-ОКТ – неинвазивная технология, позволяющая на ранних этапах заболевания выявить первичную глаукому и осуществлять качественный мониторинг эффективности лечения этого заболевания. В офтальмологию неуклонно внедряется робототехника с использованием таргетных и малоинвазивных методов, направленных на существенное снижение потенциального риска послеоперационных осложнений и улучшение результатов лекарственной и других видов лечения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Физиология с основами анатомии: учебник / под ред. А. И. Тюкавина, В. А. Черешнева, В. Н. Яковлева, И. В. Гайворонского / Ю. В. Наточин, И. А. Наркевич, В. Н. Яковлев [и др.]. – Москва: Издательский Дом «Инфра-М», 2016. – 574 с. – ISBN 978-5-16-011002-8.
2. Копаева В. Г. Глазные болезни: учебник / Под ред. В. Г. Копаевой – Москва: Медицина, 2008. – 560 с. (Учеб. лит. Для студентов мед. Вузов) – ISBN 5-225-04713-0. – Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: сайт. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5225047130.html> (дата обращения: 11.05.2023)
3. Аветисов С. Э. Офтальмология: Национальное руководство. Под ред. С. Э. Аветисова, Е. А. Егорова, Л. К. Мошетовой, В. В. Нероева, Х. П. Тахчиди. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 944 с.
4. Морозов В. И., Фармакотерапия глазных болезней / В.И.Морозов, А.А.Яковлев. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: МЕДпрессинформ, 2009. – 512 с. ISBN 5983225405
5. Горенков Р. В., Рябцева А. А., Агафонов Б. В. и др. Синдром сухого глаза в общей врачебной практике // Эффективная фармакотерапия. 2019. Т. 15. № 33. С. 30–36. DOI 10.33978/2307-3586-2019-15-33-30-36
6. Веселовская З. Ф., Блюменталь М., Боброва Н. Ф. Катаракта. Монография под редакцией Веселовской З. Ф. Москва: Издательство «Медицина», 2002. – 208 с.
7. Анисимова С. Ю., Анисимов С. И., Трубилин В. Н., Новак И. В. Фактоэмульсификация катаракты с фемтолазерным сопровождением. Первый отечественный опыт. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2012;3:7–10.
8. Копаева В. Г., Лазерная экстракция катаракты [Текст] / В. Г. Копаева, Ю. В. Андреев; под ред. Х. П. Тахчиди. – Москва: Офтальмология, 2011. – 260, [1] с.: ил., табл., цв. ил.; 27 см.; ISBN 978-5-94289-051-3
9. Национальное руководство по глаукоме: [для практикующих врачей] / под ред. Е. А. Егорова, Ю. С. Астахова, А. Г. Щуко. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 280 с.
10. Шляпникова О. А. Перспективные направления развития офтальмологии (обзор) / О. А. Шляпникова, Т. Г. Каменских, В. В. Рощепкин, Л. Б. Решникова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 675–678.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Иванович Тюкавин – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии и патологии Санкт-Петербургского государственного химико-фармацевтического университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, alexander.tukavin@pharminnotech.com

Александр Васильевич Соломенников – д-р мед. наук, профессор кафедры физиологии и патологии Санкт-Петербургского государственного химико-фармацевтического университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, aleksandr.solomennikov@pharminnotech.com

Сергей Закирджанович Умаров – д-р фарм. наук, заведующий кафедрой медицинского и фармацевтического товароведения Санкт-Петербургского государственного химико-фармацевтического университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия, sergei.umarov@pharminnotech.com

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 28.02.2023 г., одобрена после рецензирования 15.03.2023 г., принята к публикации 30.03.2023 г.

Pharmacy Formulas. 2023. Vol. 5, no. 1. P. 40–54

PHARMACEUTICAL LEARNING ACTIVITY

Lecture

Modern technologies for diagnosis and treatment of eye diseases

(Lecture for pharmacists – in the field of training 38.03.07 “Commodity science”)

© 2023. Alexander I. Tyukavin¹, Alexander V. Solomennikov¹, Sergei Z. Umarov¹¹Saint Petersburg Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author: Alexander I. Tyukavin, alexander.tyukavin@pharminnotech.com

ABSTRACT. The lecture covers the morphofunctional organization of the visual sensory system. The structure of the visual organ is presented, with particular attention given to the eye structures responsible for conducting and perceiving visible light. The peculiarities of the eye's optical system and the mechanisms of the formation and circulation of aqueous humor in the eye are discussed. The prevalence of eye diseases is shown, and the most relevant types of pathology are identified. Modern high-tech diagnostic and therapeutic technologies used in conjunctivitis, dry eye syndrome, cataracts, and glaucoma are discussed. Modern individual optical devices for the correction of accommodation disorders in adults and children (glasses, contact lenses, refractive surgery) are also presented.

KEYWORDS: structure and function of the organ of vision; pathology of the organ of vision; modern technologies in ophthalmology; refractive operations; phacoemulsification

REFERENCES

1. Fiziologija s osnovami anatomii: uchebnik / pod red. A. I. Tyukavina, V. A. Cheresheva, V. N. Jakovleva, I. V. Gajvoronskogo / Ju. V. Natoshin, I. A. Narkevich, V. N. Jakovlev [i dr.]. – Moskva: Izdatel'skij Dom «Infra-M», 2016. – 574 s. – ISBN 978-5-16-011002-8. (In Russ.).
2. Kopaeva V. G. Glaznye bolezni: uchebnik / Pod red. V. G. Kopaevoj – Moskva: Medicina, 2008. – 560 s. (Ucheb. lit. Dlja studentov med. Vuzov) – ISBN 5-225-04713-0. – Tekst: jelektronnyj // JeBS “Konsul'tant studenta”: sajto. – URL <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5225047130>. (In Russ.).
3. Avetisov S. Je. Oftal'mologija: Nacional'noe rukovodstvo. Pod red. S. Je. Avetisova, E. A. Egorova, L. K. Moshetovoj, V. V. Neroeva, H. P. Tahchidi. – M.: GJeOTAR-Media, 2008. – 944 s. (In Russ.).
4. Morozov V. I., Farmakoterapija glaznyh boleznej / V. I. Morozov, A. A. Jakovlev. – 6e izd., pererab. i dop. – M.: MEDpressinform, 2009. – 512 s. ISBN5-98322-540-5. (In Russ.).
5. Gorenkov R.V., Rjabceva A. A., Agafonov B. V. i dr. Sindrom suhogo glaza v obshhej vrachebnoj praktike // Jefferktivnaja farmakoterapija. 2019. T. 15. № 33. S. 30–36. DOI 10.33978/2307-3586-2019-15-33-30-36. (In Russ.).
6. Veselovskaja Z. F., Bljumental' M., Bobrova N. F. Katarakta. Monografija pod redakciej Veselovskoj Z. F. Moskva: Izdatel'stvo “Medicina”. 2002. – 208 s. (In Russ.).
7. Anisimova S. Ju., Anisimov S. I., Trubilin V. N., Novak I. V. Fakojemul'sifikacija katarakty s femtolazernym soprovozhdeniem. Pervyj otechestvennyj opyt. Kataraktal'naja i refrakcionnaja hirurgija. 2012;3:7–10. (In Russ.).
8. Kopaeva V. G., Lazernaja jekstrakcija katarakty [Tekst] / V. G. Kopaeva, Ju. V. Andreev; pod red. H. P. Tahchidi. – Moskva: Oftal'mologija, 2011. – 260, [1] s.: il., tabl., cv. il.; 27 sm.; ISBN 978-5-94289-051-3. (In Russ.).
9. Nacional'noe rukovodstvo po glaukome: [dlja praktikujuščih vrachej] / pod red. E. A. Egorova, Ju. S. Astahova, A. G. Shhuko. – 2-e izd., ispr. i dop. – M.: GJeOTAR-Media, 2011. – 280 s. (In Russ.).
10. Shljapnikova O. A. Perspektivnye napravlenija razvitiya oftal'mologii (obzor) / O. A. Shljapnikova, T. G. Kamen'skih, V. V. Roshhepkin, L. B. Reshnikova // Saratovskij nauchno-meditsinskij zhurnal. – 2021. – T. 17, № 3. – S. 675–678. (In Russ.).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander I. Tyukavin – Doctor of Medicine (MD), Professor, Head of the Department of Physiology and Pathology, Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia, alexander.tukavin@pharminnotech.com

Alexander V. Solomennikov – Doctor of Medicine (MD), Professor of the Department of Physiology and Pathology, Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia, aleksandr.solomennikov@pharminnotech.com

Sergei Z. Umarov – Doctor of Pharmacy, Professor, Head of the Department of Medical and Pharmaceutical Commodity Science, Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia, sergei.umarov@pharminnotech.com

The authors declare no conflicts of interests.

The article was submitted February 28, 2022; approved after reviewing March 15, 2022;
accepted for publication March 30, 2022.