

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ивановская государственная медицинская академия»

Министерства здравоохранения Российской

Федерации

Кафедра оториноларингологии и офтальмологии

Рефракция и аккомодация

Учебное пособие для студентов, обучающихся
по специальностям 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.02 «Педиатрия»,
31.05.03 «Стоматология»

Иваново, 2022 год

УДК 617.753

Составители: доцент, к.м.н. Селезнев А.В., д.м.н., проф. Куроедов А.В, к.м.н. Нагорнова З.М., Амашова У.Л., Воронцов А.А.

РЕФРАКЦИЯ И АККОМОДАЦИЯ. Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.02 «Педиатрия», 31.05.03 «Стоматология» – Иваново: ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России, 2022. – с. 44.

Учебное пособие посвящено вопросам рефракции и аккомодации в офтальмологии, имеющим большое значение в клинической практике. Для контроля и закрепления полученных теоретических знаний в пособие включены подробные клинические разборы, тестовые задания и контрольные кейсы.

Пособие предназначено для самостоятельной подготовки студентов IV–V курсов по специальностям 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.02 «Педиатрия», 31.05.03 «Стоматология».

Рецензенты:

- доктор медицинских наук, доцент, зав. кафедрой детских хирургических болезней, анестезиологии и реаниматологии ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия Минздрава России», Борис Григорьевич Сафронов.
- кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры офтальмологии ФГБОУ КГМУ Андрей Юрьевич Брежнев.

Оглавление

Список сокращений	4
Введение	5
Теоретические аспекты	8
Клиническая рефракция	10
Аккомодация. Разбор ситуационных задач.....	13
Астигматизм. Разбор ситуационных задач. Выписка рецептов для коррекции астигматизма	20
Миопия. Номенклатура. Современный взгляд на патогенез. Лечение	28
Рефракционная хирургия. Краткая характеристика методов. Показания. Возможности и ограничения	32
Методы исследования рефракции.....	35
Схема ООД при исследовании скорректированной остроты зрения/ субъективного исследования рефракции.....	39
Список литературы.....	44

Список сокращений

p.r – punctum remotum, дальнейшая точка ясного видения

p.p – punctum proximum, ближайшая точка ясного видения

A – объем аккомодации

D – диоптрия

Hm – гиперметропия

M – миопия

Em – эметропия

OS – oculus sinister, левый глаз

OD – oculus dexter, правый глаз

ПИНА – привычно-избыточное напряжение аккомодации

ПЗО – передне-задняя ось

ПВХРД – периферическая витреохориоретинальная дистрофия

ФРК – фоторефракционная кератэктомия

LASIK – Laser Assisted in Situ Keratomileusis – лазерный кератомилёз, вид коррекции зрения при помощи эксимерного лазера

Введение

«Рефракция и аккомодация» являются ключевой темой в разделе «Общая офтальмология» учебно-тематического плана дисциплины «глазные болезни». Понимание анатомо-функционального единства глазного яблока необходимого для не просто восприятия окружающей действительности, но для динамического отражения ее изменений, необходимо для дальнейшего обучения разделам частной офтальмологии. Самой распространенной патологией органа зрения являются аномалии рефракции – миопия, гиперметропия и астигматизм. Зачастую аномалии рефракции (а также процессы, лежащие в их основе) вызывают развитие хронических заболеваний органа зрения (хронические блефариты при неоткорригированном астигматизме, изменения глазного дна в центральных и периферических отделах вследствие прогрессирования миопии, содружественное аккомодационное косоглазие при гиперметропии и анизометропии). Кроме того, необходима своевременная оптическая коррекция аномалий рефракции для избежания развития сенсорной депривации, а также для социальной адаптации индивида, так как именно зрение позволяет в полной мере реализоваться человеку в работе, отдыхе, искусстве. Также врачу любой специальности необходимо иметь представление об основах и принципах оптической коррекции зрения (в том числе рефракционной хирургии) для предоставления пациентам с сочетанной патологией информации в доступной форме и своевременного направления их к офтальмологу или оптометристу.

Основное внимание в процессе разбора данной темы на практическом занятии со студентами должно быть уделено аспектам диагностики аномалий рефракции и определению последовательности и объема лечебных и профилактических мероприятий.

Цель, стоящая перед студентом, - научиться выявлять аномалии рефракции глаза, знать возможные осложнения миопии и гиперметропии (в том числе в детском возрасте), планировать необходимые диагностические и лечебные медицинские вмешательства.

В результате изучения темы студент должен **знать**:

1. теоретические основы физиологической оптики;
2. клиническую картину, особенности течения и возможные осложнения различных аномалий рефракции;
3. современные методы клинического, инструментального обследования глаза при различных аномалиях рефракции;
4. основные способы оптической коррекции зрения, в том числе принципы рефракционной хирургии;
5. правила ведения типовой медицинской документации в медицинских учреждениях офтальмологического профиля (в том числе правила выписывания рецепта на очки).

В результате изучения темы студент должен **уметь**:

1. определить общий статус пациента: собрать анамнез, провести опрос пациента с аномалиями рефракции и/или его родственников;
2. провести исследование некорригированной и корригированной остроты зрения у пациента;
3. наметить объем дополнительных исследований для уточнения диагноза и получения достоверного результата;
4. интерпретировать результаты дополнительных обследований, поставить пациенту клинический диагноз;
5. разработать план немедикаментозного лечения для пациента с аномалиями рефракции (назначить очковую коррекцию с выпиской рецепта).

В результате изучения темы студент должен **владеть**:

1. правильным ведением медицинской документации в медицинских учреждениях офтальмологического профиля (в том числе выпиской рецепта на очки);
2. методами исследования остроты зрения и определения клинической рефракции;
3. интерпретацией результатов инструментальных методов диагностики различных аномалий рефракции;
4. алгоритмом развернутого клинического диагноза;
5. алгоритмом выбора способа оптической коррекции зрения.

Теоретические аспекты

В переводе с латинского понятие «рефракция» означает «преломление». Известно, что единицей измерения преломляющей силы любой оптической системы является диоптрия (D, или дптр): 1,0 D – это преломляющая сила двояковыпуклой линзы, которая собирает подходящие к ней параллельные лучи в фокус, находящийся от нее на расстоянии 1 м (100 см).

Оптическая система глаза представлена 4 составными частями – это роговица (преломляющая сила +40,0-42,0 D), хрусталик (+18-20,0 D); преломляющая сила передней камеры и стекловидного тела очень незначительна, не более +1,0-1,5 D.

Выделяют физическую и клиническую рефракцию.

- **Физическая рефракция** – это оптическая сила глаза как линзы. В сумме преломляющая сила оптических сред глаза взрослого человека составляет примерно +58,0-62,0 D. Физическая рефракция глаза новорожденного ребенка значительно больше – около +80,0 D за счет большого содержания жидкости, влияющего на толщину роговицы и шаровидного хрусталика. Однако, у новорожденных длина глаза меньше и поэтому, несмотря на большую физическую рефракцию в сравнении со взрослыми, они имеют более слабую клиническую рефракцию и являются гиперметропами.
- **Клиническая рефракция** – это положение главного фокусного расстояние, т.е. соотношение длины глаза к преломляющим лучам.

В 1909 году Альвар Гульстранд создал модель глаза — «схематический глаз». Для большего упрощения расчета Гульстранд вычислил для «усредненного» глаза положения главных и узловых точек, переднее и заднее фокусные расстояния, и преломляющую силу роговицы, хрусталика и полной системы глаза (рис.1).

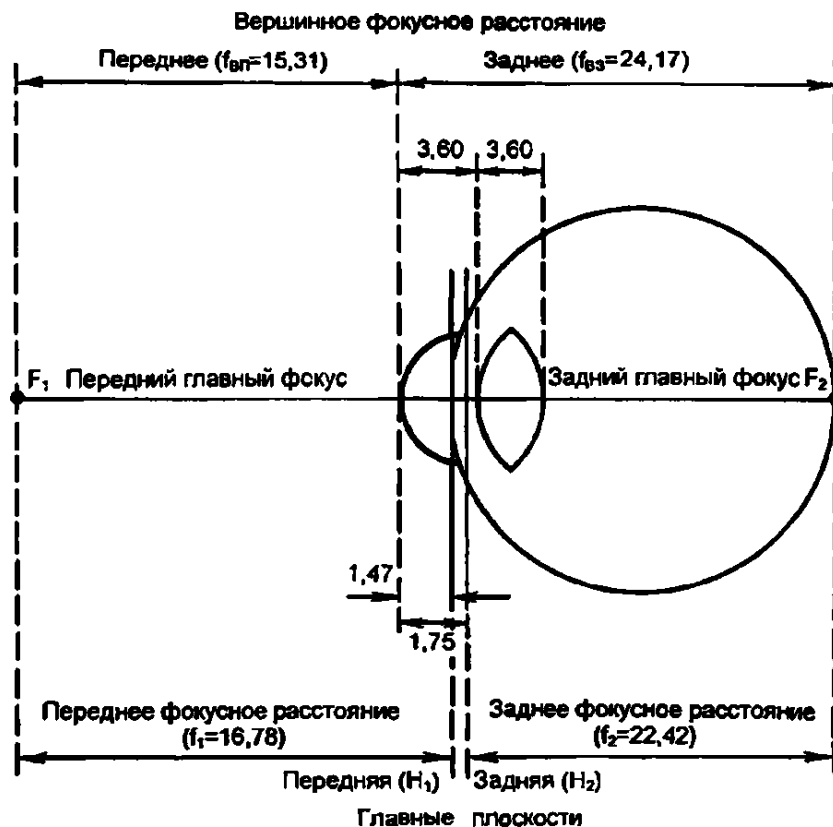


Рисунок 1. Схематический глаз А. Gullstrand (1909)

Преломление света – то есть изменение направления луча (волны – имеет начало, но не имеет конца), возникающее на границе двух сред, через которые этот луч проходит, или в одной среде, но с меняющимися свойствами, в которой скорость распространения волны неодинакова.

Роговица является двояковыпуклой линзой, слегка рассеивающей лучи, сила преломления которой составляет $-0,25$ D. Коэффициент преломления влаги передней камеры такой же – образуя вместе двояковыпуклую линзу, преломление света происходит на границе воздух – роговица+влага передней камеры и вместе составляет примерно $+40,0$ D.

Клиническая рефракция

В среднем длина глаза (передне-задней осью глаза или ПЗО — называют воображаемую линию, проходящую параллельно медиальной стенке и под углом 45° к латеральной стенке глазницы) у взрослых составляет 22 - 24,5 мм. Вариантами клинической рефракции являются эметропия и аметропии (миопия и гиперметропия) (см рис.2). Изменение длины глаза на каждый миллиметр соответствует 3 диоптриям аметропии. Например, известно, что средняя длина эметропического глаза составляет 23 мм. Таким образом, если длина глаза пациента составляет 21 мм, то теоретически он должен быть гиперметропом в 6,0 Дптр. И, соответственно, при длине глаза 27 мм, это должен быть миоп в 12,0 Дптр.

- **Статическая** (циклоплегическая) рефракция глаза — клиническая рефракция глаза в условиях недеиствующей аккомодации.
- **Динамическая** (манифестная) рефракция глаза — клиническая рефракция глаза в условиях действующей аккомодации.

Если фокус параллельных лучей, преломившихся в оптической системе глаза окажется на сетчатке, то это значит, что длина фокусного расстояния данной преломляющей системы глаза совпадает с длиной передне-задней оси глаза. Это так называемая соразмерная рефракция — **эметропия** (Em—Emmetropia). В эметропическом глазу на сетчатке собираются параллельные лучи, его оптическая установка на бесконечность.

Если параллельные лучи, преломившись в линзе, соберутся впереди сетчатки, это значит, что фокусное расстояние не совпадает с длиной передне-задней оси глаза. В данном случае глаз длиннее, чем это требует сила его преломляющего аппарата. Это несоразмерная рефракция — **миопия** (M — Myopia). При миопии на сетчатке соединяются только расходящиеся лучи, а так как эти лучи исходят от предметов, лежащих впереди глаза на конечном от него

расстоянии, то и дальнейшая точка зрения миопы лежит впереди глаза на конечном от него расстоянии.

Если параллельные лучи соберутся сзади сетчатки, т.к. длина фокусного расстояния преломляющего аппарата глаза больше длины передне-задней оси глаза, т.е. преломляющий аппарат слаб для глаза, который короче, чем это нужно для данной системы — это несоизмерная рефракция — **гиперметропия** (Hm — Hypermetropia). При гиперметропии на сетчатке не могут фокусироваться ни параллельные, ни тем более расходящиеся лучи. Для гиперметропа нет точки в пространстве, к которой была бы установлена его оптическая система.

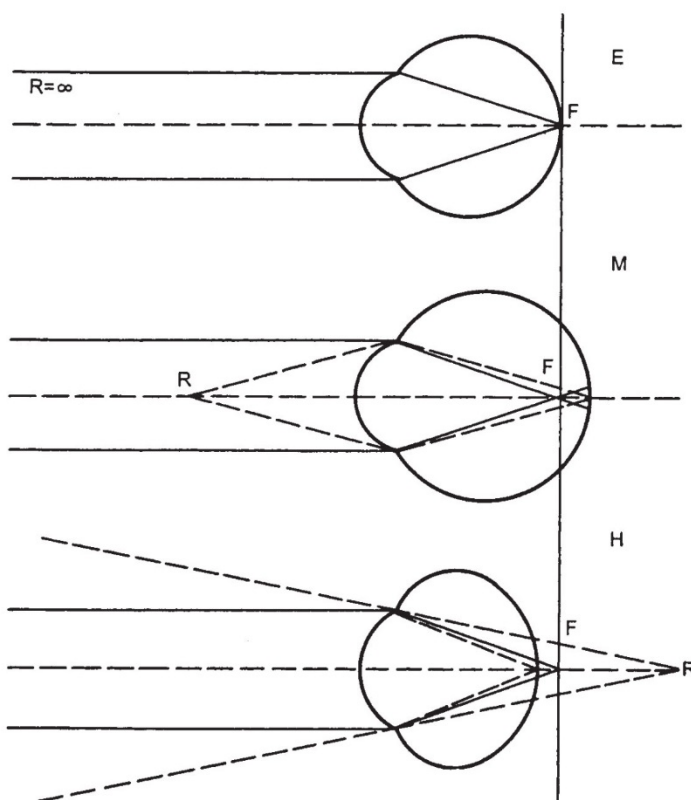


Рисунок 2 – положение дальнейшей точки ясного зрения (R) при эмметропической (Em), миопической (M) и гиперметропической (Hm) клинической рефракции (F – задний главный фокус)

Выделяют следующие степени миопии и гиперметропии:

- **Миопия:**

- * слабая степень — до 3,0 дптр;
- * средняя степень — с 3,25 до 6,0 дптр;
- * высокая степень — с 6,25 дптр.

- **Гиперметропия:**

- * слабая степень — до 2,0 дптр;
- * средняя степень — с 2,25 до 5,0 дптр;
- * высокая степень — с 5,25 дптр.

Аккомодация. Разбор ситуационных задач

Аккомодация — это способность глаза, обеспечивающая четкое видение предметов, находящихся на различном расстоянии от него.

Псевдоаккомодация — способность глаза к четкому видению разно-удаленных объектов без изменения рефракции.

Парез/паралич аккомодации — острое или подострое расстройство аккомодации, при котором изменение оптической установки глаза к любому расстоянию за счет изменения рефракции становится временно невозможным.

Спазм аккомодации — острый патологический избыточный тонус аккомодации, вызывающий миопизацию манифестной рефракции и снижающий остроту зрения. Истинный спазм аккомодации может сопровождаться остро развившимся сходящимся косоглазием вследствие нарушения соотношения АК/А (отношение аккомодационной конвергенции/аккомодации). Зачастую возникает путаница между понятиями «спазм аккомодации» и «привычно-избыточное напряжение аккомодации». Необходимо помнить, что спазм всегда развивается остро, тогда как ПИНА (привычно-избыточное напряжение аккомодации) развивается исподволь, имеет волнообразное течение, длительно персистирует и часто переходит в истинную миопию.

В основе **механизма аккомодации** лежит динамическое равновесие противодействующих сил трех структур: хрусталика, собственно сосудистой оболочки и ресничной мышцы. Из них активной является только ресничная мышца. Она состоит из трех типов волокон: меридиональных (m. Brucci), циркулярных (m. Mulleri) и радиальных (мышца Иванова), которые, по существу, функционируют как отдельные мышцы.

Действующие при аккомодации силы хрусталика и собственно сосудистой оболочки обусловлены эластическими свойствами этих структур. В момент перевода взгляда с дальних предметов на близко расположенные происходит

сокращение меридиональной порции ресничной мышцы (начинающейся мышечными «звездами» в супрахориоидее), вследствие чего ресничное тело, а вместе с ним и точка прикрепления аккомодационной связки, смещаются кпереди к склеральной шпоре (точке прикрепления ресничной мышцы). При этом ослабевает натяжение аккомодационной связки за счет смещения точки ее прикрепления ближе к хрусталику, ослабевает натяжение капсулы хрусталика, и он вследствие своей эластичности становится более выпуклым, что увеличивает его преломляющую силу, и на сетчатке фокусируется изображение близко расположенных предметов. При этом сосудистая оболочка растягивается, как пружина.

Для реализации аккомодации вдаль цилиарная мышца расслабляется и под действием эластической тяги хориоидеи точка прикрепления аккомодационной связки смещается кзади, вызывая увеличение эластического напряжения капсулы хрусталика и его уплощение.

Выделяют ближайшую и дальнейшую точку ясного видения.

- **Punctum proximum (p.p)** – ближайшая точка ясного видения – эта та точка, которая четко видна при максимальном напряжении аккомодации.
- **Punctum remotum (p.r)** – дальнейшая точка ясного видения – эта та точка, которая четко видна при максимальном расслаблении (покое) аккомодации.

Выделяют абсолютную и относительную аккомодации.

- **Абсолютная аккомодация** – это аккомодация каждым глазом отдельно.
- **Относительная аккомодация** – это аккомодация двумя глазами, при которой включаются механизмы конвергенции в связи с чем значения относительной аккомодации ниже абсолютной.

Объем аккомодации (A) – это то количество диоптрий, на которое увеличивается преломляющая сила глаза при переводе взгляда из дальнейшей в ближайшую точку ясного зрения, т.е. разница между преломляющей силой оптической системы глаза в момент полного покоя аккомодации и в момент ее максимального (предельного) напряжения (расчет в диоптриях).

При ослаблении аккомодации ближайшая точка ясного видения отдаляется от глаза. Изображения мелких предметов, рассматриваемых вблизи, становятся размытыми. Возрастное ослабление аккомодации называется пресбиопией.

Согласно Международной классификации болезней (МКБ-10) **пресбиопия** (presbyopia: от греч. presbys – старый и opsis – зрение) относится к классу нарушений рефракции и аккомодации и представляет собой постепенное, естественное, обусловленное возрастом, необратимое снижение аккомодационной способности глаза, которое выражается в медленно прогрессирующем ухудшении остроты зрения при работе на близком расстоянии. Появляется, прежде всего, у людей старше сорока лет и связан с изменением физико-химического состава хрусталика (уплотнение, обезвоживание, потеря эластичности тканей и так далее), что в свою очередь приводит к нарушению процесса аккомодации.

Графики и таблицы зависимости снижения монокулярной амплитуды аккомодации от возраста отличаются у разных исследователей, например, Donders, Duane, Hofstetter. Ниже представлена амплитуда аккомодации на примере классификации по Дондерсу (таблица 1). Для чтения вблизи – рабочее расстояние 33 см, необходимый размер аккомодации 3,0 D.

Таблица 1. Амплитуда аккомодации по Дондерсу.

Возраст (годы)	Амплитуда абсолютной аккомодации (D)
20	10,0
25	8,0
30	6,0
35	5,0
40	4,0
45	3,0
50	2,0
55	1,0
60	0

- *Ситуационная задача №1.*

Ближайшая точка ясного видения – 20 см, дальнейшая точка ясного видения – один метр.

Вопросы:

1. Определить тип рефракции.
2. Объем аккомодации.
3. Возраст.
4. Очковая коррекция для дали.
5. Очковая коррекция для близи.

Решение.

1. Определяем тип рефракции.

* **Миопическая рефракция** – если дальнейшая точка ясного видения является конечным расстоянием;

* **Эмметропическая рефракция** – если дальнейшая точка находится в бесконечности;

* **Гиперметропическая рефракция** – если дальнейшая точка – 10 строчка в плюсовых очках.

В данном случае – миопическая рефракция, так как p.r – находится на расстоянии 20 см.

2. Объем аккомодации.

Формула расчета объема аккомодации для различных видов рефракции:

* $A = 100/p_r$ – **эмметропия**,

* $A = 100/p_r - 100/p_r$ – **при миопической рефракции**,

* $A = 100/p_r + 100/p_r$ – **при гиперметропической рефракции**.

В данной задаче:

$$A = 100/20 - 100/100 = 4 \text{ D.}$$

3. Возраст. Определяем по объему аккомодации, используя таблицу Дондерса.

В данном случае возраст пациента составляет – 40 лет.

4. Очковая коррекция для дали.

Для **миопической рефракции** – формула $100/p_r$;

Для **эмметропа** – очковая коррекция для дали не требуется;

Для **гиперметропа** – те же очки, в которых пациент читает 10 строку.

В данной задаче очковая коррекция для дали составляет $100/100 = 1 \text{ D.}$

Коррекция для дали sph. -1,0 D.

5. Очковая коррекция для близи. Для чтения вблизи нам необходимо иметь объем аккомодации – 3 диоптрии (33 см – $100/33 = 3 \text{ D.}$). Необходимо помнить,

что для длительной работы вблизи человек может использовать половину своего объема аккомодации.

*** При эмметропической рефракции** – размер очковой коррекции составляет необходимую прибавку в диоптриях для каждого возраста;

*** При гиперметропической рефракции** – аметроп в очках для дали является эмметропом, поэтому к имеющимся очкам для дали, добавляем аддидацию (прибавку) для близи в этом возрасте;

*** При миопической рефракции**, из аддидации для соответствующего возраста вычитается сила линз для дали.

В данной задаче, объем аккомодации 4 диоптрии, из которых пациент может использовать только две. Для чтения вблизи нам необходима аддидация в одну диоптрию, при условии, что он является миопом очковая коррекция для близи $+1,0 - 1,0 = 0 \text{ D}$.

Очки для близи не требуются.

- *Ситуационная задача №2.*

Дальнейшая точка ясного видения – видит 10 строчку Головина-Сивцева в очках $+ 2,75 \text{ D}$. Ближайшая точка ясного видения: а) в этих же очках 50 см, б) 50 см без очков.

Решение:

1. Тип рефракции – гиперметроп.
2. Объем аккомодации.

Пункт а) $A = 100/50 = 2 \text{ D}$ (так как в очках для дали он становится эмметропом)

Пункт б) $A = 100/50 + 2,75 = 4,75 \text{ D}$.

3. Возраст.

Пункт а) 50 лет; пункт б) 36 лет.

4. Очковая коррекция для дали.

Коррекция для дали sph. +2,75 D.

5. Очковая коррекция для близи.

Пункт а) Объем аккомодации две диоптрии, из которых пациент может использовать одну диоптрию. Для чтения нам необходима аддация +2,0 D.

Коррекция для близи sph. +4,75 D.

Пункт б) Объем аккомодации 4,75, из которых пациент может использовать 2,25 диоптрии. Для чтения ему необходима аддация в 0,75 диоптрий.

Коррекция для близи sph. +3,5 D. (К необходимой аддации для близи добавляем очки для дали $0,75+2,75=3,5$ D).

Астигматизм. Разбор ситуационных задач. Выписка рецептов для коррекции астигматизма

Астигматизм (от греческого а – отрицание и stigma – точка) – это сочетание в одном глазу двух или более значений рефракции. Астигматизм не является самостоятельным видом клинической рефракции глаза, а представляет собой меру несферичности оптической системы глаза.

Выделяют правильный и неправильный астигматизм.

- **Правильный астигматизм** – это астигматизм при котором преломляющая сила оптической системы глаза различна, но неизменна в двух перпендикулярных меридианах (сечениях), вследствие чего пучок параллельных лучей света исходящих из любой точки пространства и падающих на глаз собирается не в фокусную точку, а в фигуру, имеющую две фокальные линии – переднюю и заднюю находящиеся на оптической оси (рис 3.).

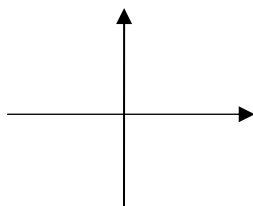


Рисунок 3. Главные меридианы, расположенные под углом 90 градусов, а точка их пересечения находится по зрительной оси.

- **Неправильный астигматизм** – это астигматизм, при котором степень или вид аметропии меняется в пределах одного и того же меридиана. Неправильный астигматизм формируется вследствие заболеваний глаз деформирующих форму его оптических поверхностей: при кератоконусе,

кератоглобусе, рубцах роговицы различного генеза, дистрофических изменений роговицы, лентиконусе, подвывихе хрусталика и прочих состояниях. Неправильный астигматизм требует особого подхода к коррекции и лечению и в данном учебном пособии не рассматривается.

* По сочетанию рефракций в главных меридианах выделяют три **вида** астигматизма: простой, сложный и смешанный астигматизм.

Критерием *простого астигматизма* является сочетание эмметропии и аметропии в двух главных меридианах (рис.4).

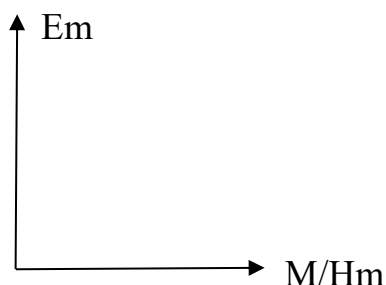
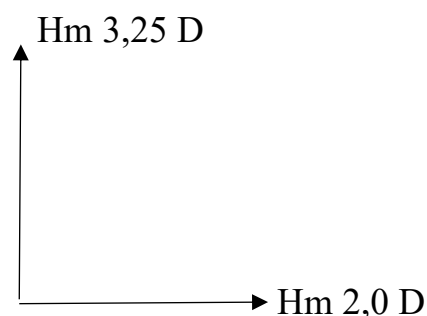


Рисунок 4. Пример сочетаний рефракций в двух главных меридианах при простом астигматизме.

Критерием *сложного астигматизма* является сочетание разной степени одного вида аметропии (рис.5).



Сложный миопический астигматизм



Сложный гиперметропический астигматизм

Рисунок 5. Пример сочетаний аметропий при сложном астигматизме.

Критерием *смешанного астигматизма* является сочетание разных видов рефракции в двух главных меридианах (рис. 6).

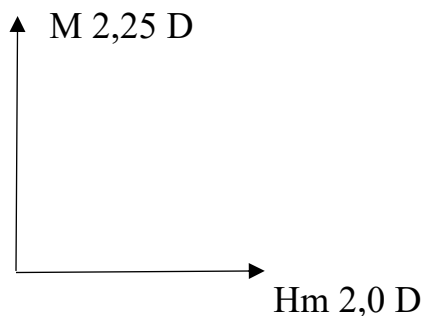


Рисунок 6. Пример сочетания аномалий рефракции при смешанном астигматизме.

* Выделяют три **типа** астигматизма: прямой, обратный и с косыми осями. В зависимости от расположения более сильного меридиана по окружности. Сильнее считается то значение, которое расположено правее по числовой оси (рис. 7).

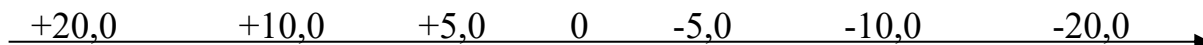


Рисунок 7. Числовая прямая, отражающая увеличение силы рефракции

Если более сильный меридиан или меридиан с большей силой преломления расположен вертикально или $\pm 30^\circ$ от вертикали, то это астигматизм *прямого типа*.

Если более сильный меридиан расположен горизонтально или $\pm 30^\circ$ от горизонтали, то это астигматизм *обратного типа*.

Если оба меридиана лежат в пределах от 31° до 59° и от 121° до 159° , то это астигматизм *с косыми осями*.

* **Степень астигматизма** – это разница степеней рефракции в двух главных меридианах. Её легко получить, если отметить степень рефракции каждого меридиана на числовой оси. Полученный между двумя точками числовой интервал без + и - и будет составлять степень астигматизма (рис.8).

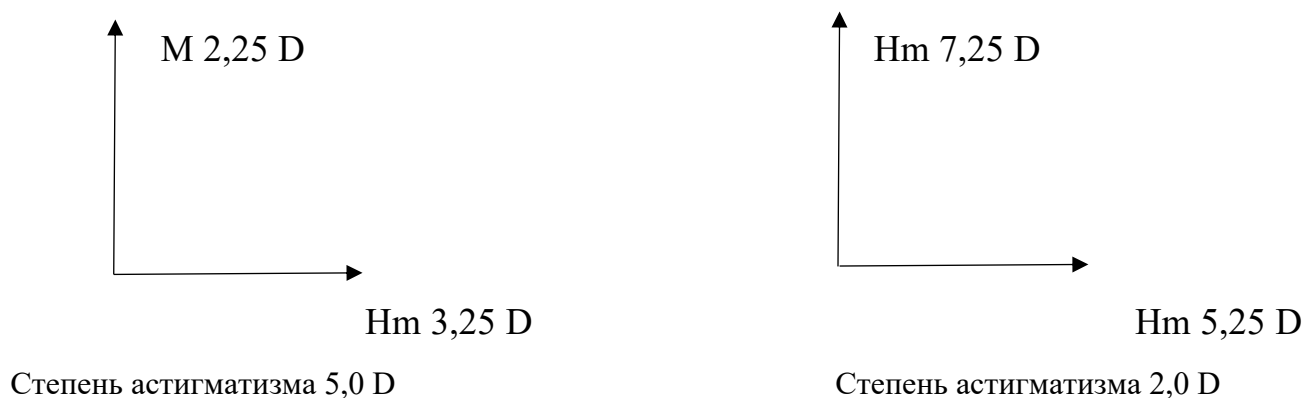
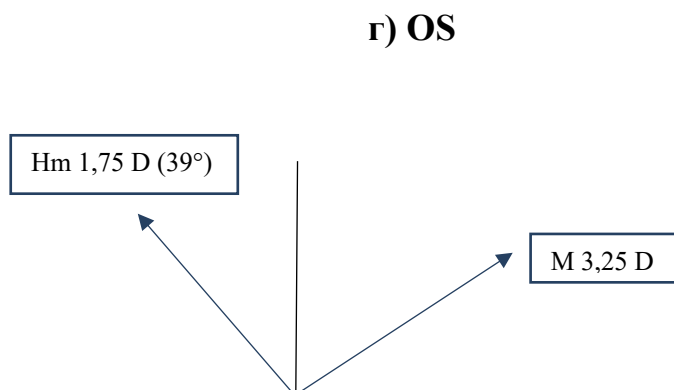
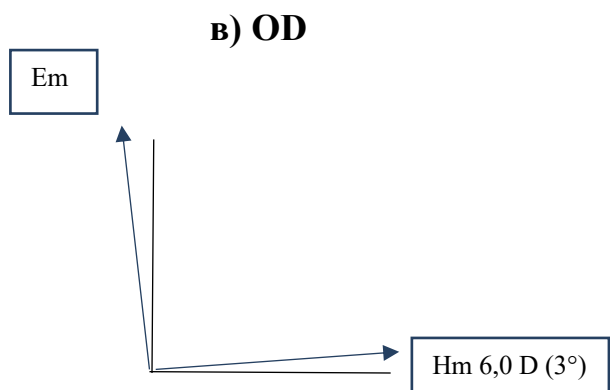
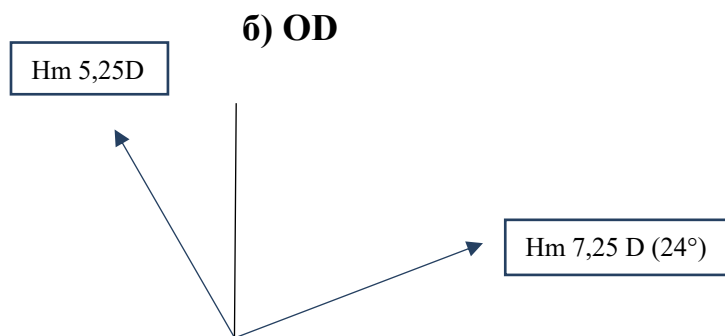
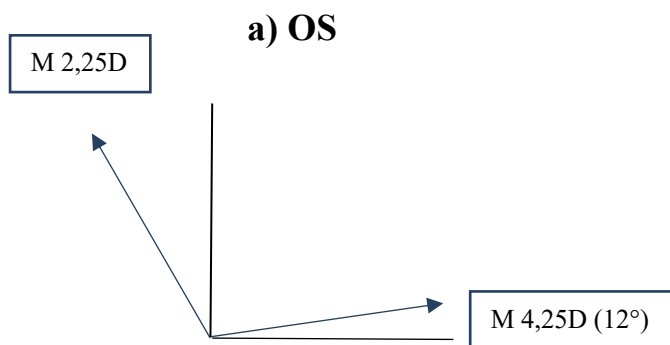


Рисунок 8. Пример различных степеней астигматизма.

* **Степени аметропии** в диагнозе указывается по тому меридиану, который расположен ближе к эмметропическому. Пример: при сложном миопическом астигматизме со значениями -7,25 и -3,0 D в двух главных меридианах – в данном случае значение -3,0 D ближе к эмметропическому соответственно Ds: миопия слабой степени.

Ситуационные задачи:



Решение:

- А) Сложный миопический астигматизм обратного типа, степень в 2,0 диоптрии. Миопия слабой степени левого глаза.
- Б) Сложный гиперметропический астигматизм прямого типа, степень в 2,0 диоптрии. Гиперметропия высокой степени правого глаза.
- В) Простой гиперметропический астигматизм прямого типа степень в 6,0 диоптрий правого глаза.
- Г) Смешанный астигматизм с косыми осями, степень в 5,0 диоптрий левого глаза.

Выписка рецептов для очковой коррекции при астигматизме.

Правила:

1. При выписке рецепта на очки указываются следующие параметры: сфера (sph.), цилиндр (cyl.), ось (ax.)
2. За сферу берём значение любого из двух главных меридианов. Пишем это значение после слова sph с соответствующим знаком (если меридиан M, то "-", если Nm, то "+"). Если в одном из меридианов Em и мы хотим его взять за сферу, то после сферы ставим прочерк (предполагая ноль диоптрий) и переходим ко второму пункту или за сферу берём другой меридиан.
3. Поиск цилиндра. Если астигматизма нет, то в пунктах "cyl" и "ax" ставим прочерк. Если есть астигматизм, то определяем степень цилиндрической линзы.
4. Определяем степень и знак цилиндра. Знак должен быть таким, чтобы алгебраическая сумма (т.е. сумма с учетом знаков "+" и "-" без модулей) цилиндра и взятого за сферу одного из двух главных меридианов совпадала со знаком и значением рефракции второго главного меридиана.
5. Ищем ось цилиндра. Один, а именно взятый за сферу, меридиан уже откорректирован той же сферой. Теперь необходимо полученным цилиндром откорректировать другой главный меридиан (помня, что они перпендикулярны друг к другу). Назовём его "x".

Если "x" располагается в секторе 0° - 90° градусов, то ось цилиндра = $x+90^{\circ}$.

Если "x" лежит в секторе 90° - 180° , то ось = $x-90^{\circ}$.

Ситуационные задачи:

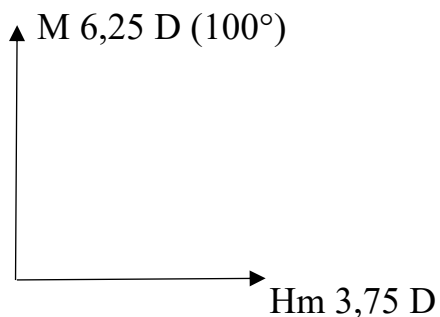


Рисунок 9.

Решение (рис. 9):

1. За сферу возьмем гиперметропию в 3,75 диоптрий, которая находится на 10 градусах, учитывая, что другой главный меридиан находится на 100 градусах, а между двумя главными меридианами 90 градусов.

sph. +3,75 cyl. -10,0 ax. 10'

2. За сферу возьмем миопию в 6,25 диоптрий, которая находится на 100 градусах.

sph. -6,25 cyl. +10,0 ax. 100°

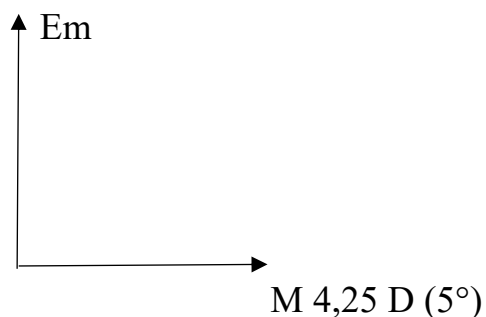


Рисунок 10.

Решение (рис. 10):

1. За сферу возьмем эметропию, которая находится на 95 градусах, учитывая, что другой главный меридиан находится на 5 градусах, а между двумя главными меридианами 90 градусов.

sph. ----- cyl. - 4,25 ах. 95°

2. За сферу возьмем миопию в 4,25 диоптрии, которая находится на 5 градусах.

sph. - 4,25 cyl.+4,25 ах. 5°

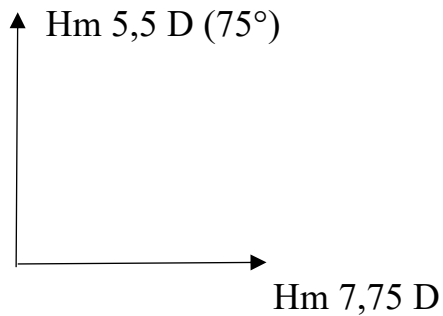


Рисунок 11.

Решение (рис.11)

1. За сферу возьмем гиперметропию в 7,75 диоптрий, которая находится на 165 градусах, учитывая, что другой главный меридиан находится на 75 градусах, а между двумя главными меридианами 90 градусов.

sph. +7,75 cyl. -2,25 ах. 165°

2. За сферу возьмем гиперметропию в 5,5 диоптрий, которая находится на 75 градусах.

sph. +5,5 cyl. +2,25 ах. 75°

Миопия. Номенклатура. Современный взгляд на патогенез.

Лечение

Миопия (миопия, от греческого *muo* – щурю и *ops* – глаз) или близорукость – это несоразмерный вид рефракции глаза, при котором параллельные лучи света фокусируются перед сетчаткой, а на сетчатке формируется круг светорассеяния. Миопия – наиболее частая причина снижения остроты зрения вдаль. При неблагоприятном течении миопия становится причиной развития ретинальных осложнений, косоглазия, снижения корригированной остроты зрения, в тяжелых случаях ведет к инвалидности в трудоспособном возрасте.

Понятие об **этиологии и патогенезе** близорукости у детей отражает трехфакторная теория происхождения близорукости профессора Э.С. Аветисова (1999). Им разработана модель рефрактогенеза, свойственного близорукости. Эта теория предполагает, что основными факторами происхождения и прогрессирования близорукости служат ослабленная аккомодация, наследственная (генетическая) предрасположенность и ослабление опорных свойств склеры. Общие заболевания организма, нарушение обмена в системе соединительной ткани и другие факторы, которым нередко отводится ведущая роль в происхождении миопии, благоприятствуют тому, чтобы причина (работа на близком расстоянии в условиях слабой аккомодационной способности) перешла в следствие – миопическую рефракцию (таблица 2).

Таблица 2. Факторы риска возникновения и прогрессирования близорукости.

Факторы	Описание
Основные	1. Генетическая предрасположенность
	2. Ослабление аккомодации
	3. Слабость склеры
Сопутствующие	1. Ранние и интенсивные зрительные нагрузки на близком расстоянии, использование компьютеров и гаджетов
	2. Недостаточное физическое развитие
	3. Эндокринные изменения в организме в период полового созревания
	4. Недостаток кальция, гиповитаминоз
	5. Снижение иммунитета
	6. Коэффициент Ра/рост
	7. Неблагоприятная экология, неправильное питание
	8. Усиление катаболических процессов в соединительной ткани (возрастание активности гиалуронидазы сыворотки крови, увеличение экскреции гликозаминогликанов и коллагена, повышение уровня свободного оксипролина крови)

Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) – длительно существующий повышенный тонус цилиарного тела, вызывающий или усиливающий миопизацию манифестной рефракции и не сопровождающийся снижением остроты зрения.

Псевдомиопия – состояние, при котором манифестная рефракция миопическая, а циклоплегическая – эметропическая или гиперметропическая. Клинически проявляется снижением остроты зрения, которая восстанавливается при инстилляции циклоплегиков (тропикамид, циклопентолат). Доказана важная роль физической культуры в предупреждении миопии и ее прогрессирования,

поскольку физические упражнения способствуют как общему укреплению организма, активизации его функций, так и повышению работоспособности цилиарной мышцы и укреплению склеральной оболочки глаза.

ПВХРД (периферическая витреохориоретинальная дистрофия) при всех формах миопии развиваются уже в детском возрасте, и их частота достоверно нарастает с увеличением возраста, степени и скорости прогрессирования миопии, размеров глазного яблока, длительности течения заболевания. Пик «накопления» ПВХРД у детей и подростков – возраст 11-15 лет, когда их частота увеличивается в 3-4 раза. Наиболее частая локализация решетчатой дистрофии и разрывов сетчатки - верхние отделы височной половины сетчатки, а также зоны 11-13 и 5-7 часов. Именно эти отделы глазного дна требуют особенно тщательного осмотра при офтальмоскопии.

ВВ! Миопия и ПВХРД не являются показанием для исключения потужного периода у беременных и рожениц, и, тем более, не могут определять способ родоразрешения. Так, на основании проведенных эпидемиологических исследований взаимосвязи между отслойкой сетчатки как исхода имеющейся у беременных и рожениц ПВХРД установлено не было. Во время потуг у рожениц рефлекторно закрывается глазная щель, веки оказывают давление извне на глазное яблоко в результате чего происходит повышение уровня ВГД. Однако, эти условия способствуют лишь более плотному прилеганию сетчатки к хориоиде и склере (то есть вектор силы будет направлен при этом от центра глаза к стенкам, обеспечивая прижатие сетчатки к сосудистой оболочке и фиброзной капсуле), и, учитывая данный механизм повышения уровня ВГД, регматогенная отслойка сетчатки невозможна.

Лечение.

Рекомендуется полная постоянная оптическая коррекция детям с близорукостью с целью компенсации рефракционных и функциональных нарушений. При назначении оптической коррекции учитывают: степень миопии, состояние аккомодации, конвергенции и бинокулярного зрения. Очковая коррекция миопии в детском возрасте может быть реализована в виде монофокальных очков, бифокальных и прогрессивных очков, перифокальных очков, альтернирующей анизокоррекции.

Преимущество контактных линз перед очками – создание более четкого изображения на сетчатке, уменьшение аберраций, отсутствие призматического эффекта и отсутствие ограничения поля зрения очковой оправой.

Рекомендуются ортокератологические линзы (ОКЛ) детям с прогрессирующей близорукостью начиная с шестилетнего возраста с целью коррекции миопии и профилактики ее прогрессирования. Ортокератология – способ временного снижения или устранения аномалий рефракции: миопии и астигматизма, осуществляемый путем запрограммированного изменения формы и оптической силы роговицы с помощью жестких газопроницаемых контактных линз в ночном режиме ношения.

Рекомендуется лазерная барьерная коагуляция сетчатки у детей с миопией при выявлении ретинальных дефектов: решетчатой дистрофии с отверстиями (дистрофическими полнослойными дефектами сетчатки), локализирующиеся в верхней половине глазного дна; любые разрывы сетчатки (клапанные и круглые с крышечкой и без крышечки) – изолированные или связанные с решетчатой дистрофией для профилактики развития отслойки сетчатки.

Рефракционная хирургия. Краткая характеристика методов.

Показания. Возможности и ограничения

По клиническому принципу все рефракционные операции классифицируются следующим образом:

- А. Роговичные (корнеальные) операции:

1. Изменяющие кривизну центра роговицы за счет воздействия на ее периферию:

- передняя радиальная кератотомия;
- тангенциальная продольная кератотомия;
- имплантация интракорнеального кольца;
- термокератопластика;
- лазерная термокератопластика.

• 2. Изменяющие кривизну центра роговицы за счет воздействия на самую центральную зону:

- кератофакия;
- эпикератофакия;
- кератомилез;
- фоторефрактивная кератэктомия (ФРК);
- Lasik.

Все рефракционные операции направлены на коррекцию аметропии за счет манипуляций непосредственно **на роговице**, как самой сильной преломляющей структуры глазного яблока, либо **на хрусталике**.

На протяжении нескольких десятилетий разрабатываются и внедряются в клиническую практику разнообразные способы кераторефракционных операций. В соответствии с постулатом Barraquer (1966) для коррекции миопии должна быть "минус ткань" в центре роговицы, что эквивалентно "плюс ткани"

на периферии. То есть, для создания более слабой преломляющей поверхности роговицы в центре необходимо увеличить толщину роговицы на периферии.

- Одним из таких методов коррекции аметропии является **радиальная кератотомия (РК)**, суть которой заключается в том, что на периферии прозрачной роговицы специальным алмазным дозиметром делают несквозные микросечения. Благодаря ним роговица под действием внутриглазного давления становится более плоской и ее преломляющая сила уменьшается. Количество и глубину микросечений рассчитывают с помощью специальных компьютерных программ для каждого пациента индивидуально. Существуют различные стили проведения надрезов: «русский» - от периферии к центру, «американский» - от центра к периферии. Однако следует заметить, что в последние годы в большинстве стран интерес к РК значительно снизился, в основном из-за доказанного снижения механической прочности роговицы после операции.
- **Фоторефракционная кератэктомия (ФРК)**. Метод заключается в моделировании формы роговицы путем абляции необходимой части роговичной ткани эксимерным лазером с длиной волны 193 нм (в ряде лазеров длина волны различается). При миопии уменьшают толщину роговицы в центральной оптической зоне, следовательно, происходит увеличение радиуса кривизны передней поверхности роговицы, и она становится более плоской. При гиперметропии фотоабляции подвергается параоптическая или периферическая зона роговицы, следовательно, радиус роговицы уменьшается. В том и в другом случае оптическая сила роговицы изменяется, и при постоянной величине длины оси глаза главный оптический фокус перемещается к сетчатке.
- **Лазерный in situ кератомилез (LASIK, ЛАСИК)** - операция, при которой фотоабляция выполняется в стромальном слое роговицы с

предварительным формированием доступа к этому слою посредством формирования лоскута (с последующим укладыванием этого лоскута обратно в ложе). В отличие от ФРК, это - структуро-сохраняющая операция, т. к. не происходит удаления боуменовой оболочки и роговица остается анатомически целостной.

Методы исследования рефракции

Клиническую рефракцию можно исследовать субъективным и объективным методами. К объективным относят:

Рефрактометрия. Для объективного исследования рефракции в настоящее время широко используются специальные приборы – авторефрактометры и автокераторефрактометры с дополнительной возможностью измерения радиусов кривизны роговицы и оптической силы роговицы в двух главных меридианах, выраженной в диоптриях. Большинство авторефрактометров работают с использованием пучка света инфракрасного спектра. Электронные сенсоры регистрируют изображение этого пучка после его отражения от сетчатки глаза и после того, как свет дважды пройдет через глаз (при входе в глаз и при выходе из него). Параметры луча анализируются с помощью специальных компьютерных программ, и в результате выдается значение рефракции.

Ретиноскопия – техника объективного исследования клинической рефракции. Техника заключается в наблюдении исследователем за движением отраженного от глазного дна пациента света (рефлекса) и путем приставления линз разной преломляющей силы для нейтрализации этого движения.

Субъективный метод состоит в подборе корректирующих сферических или цилиндрических стекол под контролем определения максимальной остроты зрения. Исследование проводят отдельно для каждого глаза в определенной последовательности. Сначала определяют вид клинической рефракции. Пациенту надевают пробную оправу, закрывают один глаз окклюдором и определяют остроту зрения без коррекции. Затем поочередно устанавливают слабую (0,5 дптр) положительную или отрицательную линзу. Слабая положительная линза снижает остроту зрения у миопы и эметропа и улучшает или не изменяет у гиперметропа. Слабая отрицательная линза улучшает остроту

зрения у миопы и ухудшает или не изменяет остроту зрения у эметропа (см схему ООД при исследовании скорректированной остроты зрения/ субъективного исследования рефракции).

Затем пошагово увеличивают силу корректирующих линз (отрицательных при миопии и положительных при гиперметропии), устанавливаемых в пробной оправе сначала перед правым, а затем перед левым глазом. Величина миопии определяется самым слабым стеклом, с которым удастся получить максимальную остроту зрения. Величина гиперметропии, напротив, определяется самой сильной положительной линзой, с которой еще возможна максимальная острота зрения. При миопии рефракцию глаза надо ослабить. Это достигается приставлением к глазу рассеивающей линзы (concave). При гиперметропии надо усилить рефракцию, для чего к глазу приставляют собирающую линзу (convex). Для коррекции астигматизма применяются цилиндрические стекла, которые в одном из своих сечений (меридианов) действуют как положительные или отрицательные, а в другом - как нейтральные (плоские) стекла (оптически нейтральный меридиан обозначается специальной ризкой).

Исследование аккомодации используют для изучения работоспособности глаза и зрительного утомления, выбора рациональной коррекции аметропии, определения состояния аккомодационного аппарата и его патологии. Для этой цели определяют объемы абсолютной и относительной аккомодации, проводят эргографию и аккомодометрию.

Прирост преломляющей силы хрусталика в процессе аккомодации от состояния ее покоя до максимального напряжения называется объемом **абсолютной аккомодации**. Его определяют отдельно для каждого глаза, выражают в диоптриях и вычисляют по следующей формуле: $A = P - (\pm R)$, где A – объем аккомодации; P и R — клиническая рефракция при фиксации глаза

соответственно в ближайшей и дальнейшей точках ясного зрения. Положение ближайшей точки ясного зрения (P_p) находят путем измерения наименьшего расстояния, на котором обследуемый может читать мелкий печатный текст (обычно шрифт № 4 таблицы исследования зрения вблизи). Чтобы выразить это расстояние в диоптриях, 100 см делят на полученную величину в см. Объем абсолютной аккомодации (ОАА) измеряют монокулярно с помощью: измерительной линейки и опто типов для близи; аккомодометра Шаповалова; приборов АКА — 01, АКТР — 2 или других, предназначенных для этой цели.

Аккомодация глаз при определенной конвергенции зрительных осей называется **относительной аккомодацией**. Определение величины относительной аккомодации проводят следующим образом. Пациента просят бинокулярно (т. е. двумя глазами) читать текст таблицы для проверки остроты зрения вблизи. В пробную оправу последовательно (с интервалом 0,5 дптр) вставляют сначала положительные, а затем отрицательные линзы до тех пор, пока обследуемый еще может читать. При этом положительные линзы будут компенсировать уже затраченное напряжение аккомодации, а отрицательные, наоборот, усиливать это напряжение. Величины максимальной положительной и максимальной отрицательной линз укажут соответственно на отрицательную, т. е. израсходованную, и положительную, т. е. оставшуюся в запасе, части относительной аккомодации (ЗОА). Сумма этих показателей составит объем относительной аккомодации.

Определение относительной аккомодации и ее частей имеет большое практическое значение. Для длительной зрительной работы на близком расстоянии (в ряде многих профессий) необходимо, чтобы положительная часть относительной аккомодации была примерно в 2 раза больше отрицательной ее части. В противном случае наступает утомление ресничной мышцы, что проявляется неприятным чувством «усталости» в глазах и ухудшением

зрительной функции: рассматриваемые детали расплываются, сливаются, вследствие чего приходится прерывать работу. При подборе очков необходимо учитывать соотношение положительной и отрицательной частей аккомодации.

Для объективной оценки состояния аккомодационного аппарата глаза применяют эргографию. Суть метода заключается в определении работоспособности цилиарной мышцы при зрительной работе на близком расстоянии. Результаты исследования фиксируют в виде графической кривой.

Предложено различать 4 типа эргографических кривых: 1-й характеризует нормальную работоспособность цилиарной мышцы, остальные - нарастающее снижение аккомодационной способности.

Схема ООД при исследовании скорректированной остроты зрения/ субъективного исследования рефракции

Последовательность действий	Ориентировочные признаки			
	средства	обоснование	критерии контроля	осложнения
1. Пациента усадите на стул на расстоянии 5м от таблицы оптопов	Таблица Головина – Сивцева, таблицы Орловой, аппарат Рота,	Достигается возможность исследования остроты зрения с расстояния, при котором оптопы 10 строки видны под углом 5 угловых минут	Пациент находится на расстоянии 5 метров от таблицы	Нет
2. При определении остроты зрения одного из глаз попросите помощника (медицинскую сестру) закрыть парный глаз непрозрачной заслонкой	офтальмологический окклюдор, указка, набор стекол для субъективного	Исключается возможность «подглядывания» парным глазом и неверного определения остроты зрения каждого глаза в отдельности	Окклюдор полностью закрывает периокулярную область парного глаза, плотно прилегая снутри к переносице и скату носа	
3. На освещенной таблице показывают пациенту знаки каждого ряда таблицы (у взрослого человека показ начинают с 10 ряда, у детей – с верхней строки, постепенно переходя	исследования рефракции, пробная оправа для подбора очков	Достигается возможность определения самого нижнего ряда оптопов, элементы которых, видны под углом в одну угловую	Пациент безошибочно указывает все оптопы в строке	

к строкам с более мелкими знаками)		минуту	
4. Интерпретируйте результат исследования для каждого глаза отдельно и внесите запись в первичную медицинскую документацию. Различение знаков 10-й строки с 5 м соответствует остроте зрения 1,0, а распознавание каждой расположенной выше строки будет оцениваться на 0,1 меньше предыдущей. Показатель остроты зрения, выраженный в отвлеченных единицах измерения, обозначен справа около каждой строки таблиц.		Достигается возможность документирования важнейшей зрительной функции и ее количественная оценка в соответствии общепринятыми стандартами	Острота зрения измерена для каждого глаза отдельно, значение этого показателя соответствует номеру самого нижнего прочитанного пациентом ряда оптотипов/10
5. Попросите испытуемого надеть пробную оправу. Проверьте правильное положение пробной очковой оправы и отрегулируйте размер на соответствие межзрачкового расстояния. Установите окклюдер в гнездо пробной оправы перед левым глазом пациента.		Достигается возможность правильного расположения положительных и отрицательных линз перед глазом пациента необходимого для точного определения рефракции каждого глаза, а также исключается возможность	Оправа комфортно «сидит» перед глазами пациента, обеспечена возможность установки линз непосредственно перед исследуемым глазом. Окклюдер перекрывает центральное поле зрения парного глаза

		«подглядывания» парным глазом и неверного определения остроты зрения каждого глаза в отдельности		
6. Установите линзу +0,5 дптр перед правым глазом пациента.		Достигается возможность дифференциальной диагностики наличия или отсутствия аномалии рефракции.	Острота зрения пациента не изменяется/улучшается/ухудшается	
Если линза +0,5 дптр улучшает или не изменяет остроту зрения, продолжите устанавливать перед глазом испытуемого положительные линзы возрастающей силы с шагом 0,5 (0,25) дптр до тех пор, пока очередная линза не снизит остроту зрения. Выберите наибольшую положительную линзу, с которой достигается максимальная острота зрения.		Достигается возможность установления диагноза гиперметропия, а также определения величины (степени) гиперметропии по значению наибольшей положительной линзы, с которой достигается максимальная острота зрения.	Острота зрения пациента не изменяется/улучшается. Пациент безошибочно определяет все знаки в ряду таблицы с наименьшим размером оптических с наибольшей положительной линзой.	
7. Если линза +0,5 дптр ухудшает остроту зрения, установите линзу -0,5 дптр перед правым глазом пациента.		Достигается возможность проведения дифференциальной	Острота зрения пациента не изменяется/улучшается.	

Если линза -0,5 дптр ухудшает или не изменяет остроту зрения, диагностируется эметропия. Если линза -0,5 дптр улучшает остроту зрения, продолжите устанавливать перед глазом испытуемого отрицательные линзы возрастающей силы с шагом 0,5 (0,25) дптр до тех пор, пока очередная линза не снизит остроту зрения, либо не будет повышать остроты зрения по сравнению с предыдущей линзой. Выберите наименьшую отрицательную линзу, с которой достигается максимальная острота зрения. Запишите результат определения скорректированной остроты зрения в первичную медицинскую документацию (линзы в оправе и будут отражать субъективную клиническую рефракцию).		диагностики эметропии или миопии, а также определения величины миопии по значению наименьшей отрицательной линзы, с которой достигается максимальная острота зрения	Пациент безошибочно определяет все знаки в ряду таблицы с наименьшим размером оптических типов с наименьшей отрицательной линзой.	
8. Повторите исследование для левого глаза.		Аналогично пунктам 5-7	Аналогично пунктам 5-7	
9. Оцените бинокулярную скорректированную остроту зрения Запишите результат определения бинокулярной скорректированной остроты		Достигается возможность оценки бинокулярной остроты зрения пациента и оценки переносимости	Пациент безошибочно называет все буквы в ряду оптических типов наименьшего размера с подобранной	

зрения в первичную медицинскую документацию		подобранной коррекции	коррекцией и не предъявляет жалоб на дискомфорт (головная или глазная боль, двоение)	
Попросите испытуемого снять пробную оправу	—	Исследование закончено	Исследование закончено	Нет

Примечание: если пациент с 5,0 метров не видит самые большие знаки верхней строки, то его приближают к таблице до момента, когда он сможет различить эти знаки и, пользуясь формулой Снеллена ($Visus = d \backslash D$), вычисляют остроту зрения. В формуле d – означает расстояние, с которого виден больному верхний ряд знаков; D – это расстояние в метрах, с которого знаки верхней строки видны в норме (для таблицы Сивцева-Головина оно равно 50,0 метрам). Можно показывать и раздвинутые пальцы руки, -толщина пальцев примерно соответствует толщине штрихов знаков верхнего ряда. Если отсутствует предметное зрение (глаз не видит пальцы у самого лица), то проверяется светоощущение: фонариком или лампой, направляя в глаз свет от них с разных положений, определяют способность человека указать направление источника света. Если пациент указывает правильно, то такая острота зрения обозначается, как $1 \backslash \infty$ правильная проекция света. При отсутствии светоощущения острота зрения ($visus$) обозначается 0 (ноль!).

Список литературы

1. Миопия. Клинические рекомендации 2020. Общероссийская общественная организация "Ассоциация врачей-офтальмологов". – 49 с.
2. 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.
3. Аккомодация: Руководство для врачей/ Под ред. Л.А. Катаргиной. – М.: Апрель, 2012. – 136 с., ил. ISBN 978-5-905212-16-1.