

**Министерство здравоохранения Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»**

Кафедра оториноларингологии с курсами офтальмологии и стоматологии

Авторы: Дравица Л.В. к.м.н., доцент  
Ларионова О.В. старший преподаватель  
Альхадж Хусейн Анас старший преподаватель  
Садовская О.П. старший преподаватель

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

для проведения практического занятия  
со студентами 4 курса лечебного факультета  
обучающихся по специальности 1-79 01 01 «Лечебное дело»  
по дисциплине «Офтальмология»

**ТЕМА №3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИКА, РЕФРАКЦИЯ,  
АККОМОДАЦИЯ. МИОПИЯ.**

Время 6 часов

Обсуждена на заседании кафедры оториноларингологии  
с курсами офтальмологии и стоматологии  
Протокол №5 от 19.04.2024

2024

## **МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ, УЧЕБНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ, ТРЕБОВАНИЯ К ИСХОДНОМУ УРОВНЮ ЗНАНИЙ**

**Учебная цель:** формирование у студентов академических, социально-личностных и профессиональных компетенций. Формирование у студентов научных знаний об офтальмологии, методах обследования органа зрения, физиологической оптике, рефракции, аккомодации и миопии. Ознакомить студентов с основными методиками осмотра органа зрения, новейшими достижениями в ранней диагностике заболеваний глаза и его вспомогательного аппарата. Изучить клиническую рефракцию, ее виды, характеристику каждого вида рефракции. Овладеть методами исследования клинической рефракции: субъективный и объективные (скиаскопия, авторефрактометрия). Ознакомить с проблемой близорукости: миопия как аномалия рефракции и миопия как болезнь. Ознакомить с современными методами лечения аномалий рефракций, расстройствами аккомодации глаза, коррекцией пресбиопии. Обратить внимание студентов на важность возрастных особенностей пациента в процессе исследования глаза. Формирование у студентов навыков устной и письменной коммуникации, владеть профессиональной и научной лексикой. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни и обладать качествами гражданственности, способностью к межличностным коммуникациям, а также владеть навыками здоровьесбережения.

**Воспитательная цель:** формирование у студентов этического сознания будущего работника медицины. Развитие у студента способности к активной деятельности и творческому профессиональному труду. Сформировать у студентов представление о психологическом климате в лечебных учреждениях, о психологических особенностях этики и деонтологии в системе отношений врач – медсестра – пациент.

### **Задачи занятия:**

#### ***Студент должен знать:***

- виды клинической рефракции: гиперметропия, миопия и эметропия. Анизометропия. Астигматизм, его виды.
- методы исследования клинической рефракции.
- назначение очков при гиперметропии, миопии, астигматизме, анизометропии, пресбиопии, афакии.
- аккомодация. Возрастные изменения аккомодации.
- миопия. Роль наследственности в происхождении близорукости.
- современные теории происхождения миопии.
- принципы организации диспансерного наблюдения при миопии.

#### ***Студент должен уметь:***

- определить рефракцию при помощи пробного набора стекол.

- определить объем абсолютной и относительной аккомодации.
- выписать рецепты на очки.

***Студент должен владеть:***

- визометрия;
- определение характера зрения;
- определение рефракции при помощи набора стекол.
- определение объема абсолютной аккомодации.
- оптическая коррекция аметропии и выписка рецептов на очки.

**Мотивация для усвоения темы:** организовать эффективный и гибкий учебный процесс, во время подготовки специалистов лечебного факультета с высшим медицинским образованием, позволяющий учитывать индивидуальные особенности мотивационной сферы студентов, что в свою очередь обеспечивает высокий уровень учебной и профессиональной мотивации («приобретение знаний» – стремление к приобретению знаний и любознательность, «овладение профессией врача» – стремление овладеть профессиональными знаниями и сформировать профессионально важные качества, «получение диплома» – стремление приобрести диплом при усвоении знаний).

## **МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ**

Рентгенограммы, фотографии, рисунки, таблицы и учебные рисунки, муляжи, плакаты: строение орбиты, строение глазного яблока. Таблицы для определения остроты зрения Головина-Сивцева, набор оптических стекол, таблица для определения остроты зрения вблизи, периметр Ферстера, таблицы Рабкина, рисунки, таблицы и учебные рисунки, муляжи. Мультимедийная презентация по теме физиологическая оптика, рефракция, аккомодация. Миопия.

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН**

1. Анатомия человека. Строение органа зрения.
  - топографическая анатомия 4 отделов зрительного нерва;
  - хиазма, зрительный тракт, подкорковые зрительные центры;
  - зрительные центры коры головного мозга;
  - сосудистый тракт (радужная оболочка, цилиарное тело, хориоидея);
  - зрительный путь.
2. Гистология, цитология, эмбриология. Методы гистологических и цитологических исследований.
  - гистологическое строение конъюнктивы;

- гистологическое строение роговой оболочки;
  - гистологическое строение склеры;
  - гистологическое строение сетчатой оболочки глаза;
  - гистологическое строение сосудистого тракта.
3. Нормальная физиология. Зрительный анализатор. Функции.
- физиология зрительного анализатора;
  - физиология зрачкового рефлекса.
4. Латинский язык. Знание латинских и греческих словообразовательных элементов и определенного минимума терминологии на латинском языке.
- латинские и греческие словообразовательные элементы в офтальмологической практике.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Оптическая система глаза. Виды клинической рефракции.
2. Характеристика гиперметропии, миопии и эметропии.
3. Анизометропия. Астигматизм, его виды.
4. Методы исследования клинической рефракции: субъективный и объективные (скиаскопия, рефрактометрия на рефрактометре Гайдингера и авторефрактометрия).
5. Порядок обследования пациента при назначении очков, назначение очков при гиперметропии, миопии, астигматизме, анизометропии, пресбиопии, афакии.
6. Контактная коррекция зрения.
7. Аккомодация. Возрастные изменения аккомодации. Конвергенция и ее роль в аккомодации.
8. Пресбиопия. Аккомодативная астиномия.
9. Спазм аккомодации, его причины и лечение, профилактика у детей.
10. Гигиена зрительной работы в детском возрасте.
11. Миопия. Роль наследственности в происхождении близорукости.
12. Современные теории происхождения миопии.
13. Антенатальная профилактика, роль медико-генетических консультаций.
14. Постнатальная профилактика: создание благоприятных условий для зрительной работы, общий режим, оптимальные условия общего развития ребенка.
15. Принципы организации диспансерного наблюдения при миопии.
16. Медикаментозное и хирургическое лечение миопии. Режим и гигиена зрительной работы.

## **ХОД ЗАНЯТИЯ**

### **Физиологическая оптика, рефракция, аккомодация. Миопия.**

#### **Теоретическая часть**

##### **Клиническая рефракция глаза, ее типы, методы определения, эмметропия.**

В физике рефракцией оптической системы принято считать ее преломляющую силу, выраженную в диоптриях.

Физическая рефракция глаза человека варьирует от 51,8 до 71,3 дптр, составляя в среднем 60,0 дптр, из них 40,0 дптр приходится на роговицу, 1,0 дптр – на влагу передней камеры, 19,0 дптр – на хрусталик в состоянии покоя, 1,0 дптр – на стекловидное тело. Физическая рефракция глаза у новорожденных составляет в среднем около 80,0 дптр. Для получения четкого изображения важна не преломляющая сила оптической системы глаза сама по себе, а ее способность фокусировать лучи на сетчатке. В связи с этим в офтальмологии пользуются понятием клинической рефракции, под которой понимают соотношение между преломляющей силой и положением сетчатки, или, что то же самое, между задним фокусным расстоянием оптической системы и длиной переднезадней оси глаза. Различают два вида рефракции глаза – статическую и динамическую. Статическая рефракция характеризует способ получения изображения на сетчатке в состоянии максимального расслабления аккомодации. Нетрудно заметить, что статическая рефракция – это искусственное понятие и отражает лишь структурные особенности глаза как оптической камеры, формирующей ретинальное изображение. Для правильного решения многих вопросов, связанных со зрительной деятельностью в естественных условиях, необходимо иметь представление о функциональных особенностях оптической системы глаза. Судить о них позволяет динамическая рефракция, под которой понимают преломляющую силу оптической системы глаза относительно сетчатки при действующей аккомодации. В практической деятельности офтальмолог определяет только клиническую рефракцию, которая отражает соразмерность физической рефракции с длиной анатомической оси глаза. Клиническую рефракцию характеризует положение главного фокуса по отношению к сетчатой оболочке. Если задний главный фокус оптической системы глаза совпадает с сетчаткой, то падающие на глаз параллельные лучи собираются в фокус и дают изображение бесконечно удаленных от глаза предметов на его сетчатке. Такая клиническая рефракция называется эмметропией (от греч. Emmetros – соразмерный и ops – зрение). При несовпадении заднего главного фокуса с сетчаткой клиническая рефракция глаза является аметропической[1].

В практической деятельности используют различные субъективные и объективные методы определения рефракции глаза. Субъективный метод основан на показаниях обследуемого относительно изменений остроты его

зрения при подборе корректирующих линз. Объективные методы базируются на законах преломления света в глазу. Их результаты не зависят от показаний обследуемого. Объективные методы определения клинической рефракции нашли широкое применение в детской практике, при экспертизе и освидетельствовании военнообязанных. Однако тонкие ощущения, получаемые при использовании субъективных методов, дают такую информацию врачу, какую невозможно получить ни одним из объективных методов, поэтому названные методы не противопоставляются, а дополняют друг друга.

Субъективный метод определения рефракции. Определение рефракции с помощью очковых линз. Субъективный способ определения рефракции с помощью очковых линз заключается в подборе такой линзы для коррекции аметропии, при которой острота зрения аметропического глаза в условиях покоя аккомодации будет наиболее высокой. Каждый глаз вначале исследуется отдельно.

Объективные методы определения рефракции. Скиаскопия. На первом месте среди объективных методов определения рефракции стоит скиаскопия (от греч. Skio – тень, scoreo – осматриваю), носящая еще название теневой пробы. Этот метод был впервые предложен в 1873 г. Французским окулистом Кюинье под названием кератоскопия. Теория метода была разработана Ландольтом, предложившим для него название кератоскопии, а затем скиаскопии, или теневой пробы (1878). Если плоским зеркалом направить свет лампы в исследуемый глаз, то зрачок светится красным светом. При вращении зеркала вокруг вертикальной оси яркость свечения отдельных участков зрачка будет изменяться. Исследующий заметит, как при этих движениях зеркала в области зрачка пробегает тень. Направление и скорость движения этой тени зависят от рефракции глаза и расстояния зеркала от глаза. Обычно производят скиаскопию с расстояния в 1 м. Основное положение теории скиаскопии заключается в том, что движения тени не наблюдается, если дальнейшая точка ясного зрения исследуемого глаза совпадает с зеркалом, т.е. глазом исследующего. Если скиаскопировать плоским зеркалом с расстояния в 1 м, то движения тени не будет наблюдаться при исследовании глаза с миопической рефракцией в 1,0 дптр. С помощью приставления перед глазом специальных скиаскопических линеек с положительными и отрицательными линзами подбирают такую линзу, при которой исчезает движение тени в зрачке; учитывая силу линзы, с которой рефракция глаза превратилась в миопическую в 1,0 дптр, определяют искомую рефракцию глаза.

Рефрактометрия. Для объективного определения рефракции предложено много специальных приборов – рефрактометров. Некоторые их модели (диоптрон, офтальметрон и др.) управляются миниатюрными компьютерами, и после наведения прибора на глаз автоматически измеряют клиническую рефракцию во всех меридианах, выдавая результаты в виде графика или рецепта на очки. В нашей стране наиболее распространен рефрактометр Гартингера. Прибор позволяет проецировать на сетчатку через

зрачок светящиеся марки в виде вертикальных и горизонтальных полосок. Совмещая марки, определяют вид и степень аномалии рефракции.

**Эмметропия.** Эмметропическая рефракция является наиболее совершенным видом клинической рефракции глаза. Дальнейшая точка ясного зрения находится в бесконечности, нагрузка на аккомодационный аппарат при работе на близком расстоянии небольшая, поэтому эмметропы имеют хорошее зрение и вдаль, и вблизи, а жалобы на зрительные расстройства появляются только с развитием пресбиопии[1,5].

### **Миопия. Изменения в оболочках глаза при прогрессирующей близорукости. Профилактика прогрессирования миопии. Принципы лечения.**

Миопия (близорукость) является сильной рефракцией, поэтому напряжение аккомодации в таких глазах не может улучшить изображения отдаленных предметов, и миопы плохо видят вдаль и хорошо – на близком расстоянии.

Принято выделять три степени миопии: слабую – до 3,0 дптр, среднюю – до 6,0 дптр и высокую – свыше 6,0 дптр. По клиническому течению различают миопию непрогрессирующую (стационарную) и прогрессирующую. Прогрессирование миопии может протекать медленно и закончиться с завершением роста организма. Иногда миопия прогрессирует непрерывно, достигает высоких степеней (до 30,0-40,0 дптр), сопровождается рядом осложнений и значительным снижением зрения. Исследования последних лет все больше убеждают в том, что близорукость из оптического дефекта может превратиться в серьезную болезнь глаза, если в организме имеются для этого потенциальные благоприятные условия, в частности ослабленная склера. Словом, осложненная близорукость может быть и формой и стадией миопии. Такая миопия называется злокачественной – миопической болезнью, непрогрессирующая миопия является аномалией рефракции. Чаще формируется близорукость слабой или средней степени, которая остается такой в течение всей жизни. Клинически она проявляется снижением зрения вдаль, хорошо корригируется и не требует лечения. Как правило, она не вызывает нарушения зрительных функций и не сопровождается патологическими изменениями в средах и оболочках глаза. Эта форма миопии не является, по сути дела, заболеванием органа зрения. Благоприятно протекает и временно прогрессирующая миопия. Постоянно прогрессирующая миопия – всегда серьезное заболевание, являющееся основной причиной инвалидности, связанной с патологией органа зрения. Клиническая картина миопии связана с наличием первичной слабости аккомодации, перенапряжением конвергенции и растяжением заднего сегмента глаза, происходящим после остановки роста глаза. Аккомодативная мышца в миопических глазах развита слабо, но так как при рассматривании близко расположенных предметов напряжения аккомодации не требуется, клинически это обычно не проявляется, однако, по данным Э.С. Аветисова, способствует компенсаторному растяжению глазного яблока и увеличению

близорукости. Несбалансированность слабой аккомодации со значительным напряжением конвергенции может привести к спазму ресничной мышцы, развитию ложной близорукости, которая со временем переходит в истинную.

При миопии выше 6,0 дптр постоянное напряжение конвергенции, обусловленное близким расположением дальнейшей точки ясного зрения, является большой нагрузкой для внутренних прямых мышц, в результате чего возникает зрительное утомление – мышечная астенопия. С этим же связаны расстройства бинокулярного зрения: гетерофория, монокулярное зрение (уже не требующее конвергенции) и, наконец, явное содружественное косоглазие.

В части случаев глазное яблоко продолжает удлиняться, соответственно увеличивается и степень миопии. Дальнейшая точка ясного зрения все больше приближается к глазу, область и объем аккомодации уменьшаются, слабость цилиарной мышцы нарастает, гемодинамика глаза ухудшается. Прогрессирование близорукости может привести к серьезным необратимым изменениям в глазу и значительной потере зрения, которое под влиянием очков улучшается лишь в небольшой мере или не улучшается совсем. Нарушается темновая адаптация, могут появляться выпадения в поле зрения. Часто наблюдаются изменения в заднем отделе глаза, который подвергается растяжению, они, прежде всего, затрагивают область диска зрительного нерва. Имевшиеся здесь прежде или возникшие вновь конусы постепенно увеличиваются и охватывают диск зрительного нерва в виде кольца чаще неправильной формы. Иногда изменяется и сам диск: он выглядит удлинненным, увеличенным или уменьшенным, более плоским, приобретает сероватый оттенок.

При очень высоких степенях близорукости в области заднего полюса глаза могут встречаться истинные выпячивания – стафиломы. Вследствие нарастающей атрофии элементов сосудистой и сетчатой оболочек дегенеративные изменения становятся все более распространенными. Понижение остроты зрения бывает особенно значительным, если атрофический процесс захватывает область желтого пятна. Прогрессирующие изменения сетчатой оболочки, особенно на крайней периферии глазного дна: очаговая гиперпигментация, истончение, кистовидная дегенерация, расщепление, мелкие дефекты и разрывы, могут способствовать отслойке сетчатки. Целостность стенок ретинальных сосудов иногда нарушается, что сопровождается кровоизлияниями в сетчатку. После таких кровоизлияний в области желтого пятна может возникнуть большой пигментированный очаг, окруженный светлым ободком, - так называемое пятно Фукса.

В результате мелких геморрагий, разжижения и деструкции из стекловидного тела в нем появляются нитевидные или хлопьевидные помутнения, которые воспринимаются больным в виде перемещающихся в поле зрения темных теней.

В случае прогрессирования близорукости при повторной ультразвуковой биометрии выявляют удлинение переднезадней оси глаза,



степень которого обычно коррелирует со степенью миопии и выраженностью ее осложнений[4].

### **Гиперметропия. Клинические проявления и коррекция.**

Гиперметропия (дальнозоркость) является слабым видом рефракции, когда даже для зрения вдаль требуется напряжение аккомодации. Эта аномалия рефракции характеризуется не всегда отчетливо выраженными симптомами функционального несовершенства оптической системы глаза (снижение остроты зрения, расстройства аккомодации и бинокулярного зрения), к которым могут присоединиться изменения в других отделах глаза.

Постоянное напряжение аккомодационного аппарата нередко становится привычным для глаза, и ресничная мышца даже в покое не расслабляется, поэтому при исследовании рефракции в молодом возрасте часто обнаруживают только явную гиперметропию. Часть гиперметропии, обнаруживаемая при медикаментозном параличе аккомодации, называется скрытой гиперметропией. Полная гиперметропия является суммой ее явной и скрытой частей. Принято выделять три степени гиперметропии: слабую – до 2,0 дптр, среднюю – до 5,0 дптр и высокую – свыше 6,0 дптр. В связи с тем, что напряжением аккомодации в молодом возрасте гиперметроп может устранять имеющийся недостаток преломляющей силы глаза, острота зрения при слабой и нередко средней степени дальнозоркости обычно не уменьшается, но она снижена при высоких степенях, когда даже полная коррекция часто не дает хорошей остроты зрения. При слабом развитии аккомодационной мышцы или последующем ее ослаблении (возрастном или связанном с воздействием неблагоприятных факторов) гиперметропия любых степеней проявляется рядом клинических симптомов. Так при возрастном ослаблении аккомодации скрытая часть гиперметропии постепенно уменьшается и к 45 годам обычно полностью переходит в явную, что сопровождается снижением зрения вдаль. С этим связано и более раннее развитие пресбиопии у гиперметропов. При длительной работе на близком расстоянии нередко наступает перегрузка ресничной мышцы, что проявляется головными болями, аккомодативной астенопией, или спазмом аккомодации, устранить которые можно только с помощью правильной коррекции гиперметропии.

В детском возрасте некорригированная гиперметропия средней и высокой степени неблагоприятно отражается на формировании бинокулярного зрения, в связи с чем могут развиваться гетерофория, монокулярное зрение, амблиопия и содружественное косоглазие. Кроме того, при гиперметропии любых степеней нередко наблюдается трудно поддающиеся лечению конъюнктивиты и блефариты. При гиперметропии средних и особенно высоких степеней на дне глаза иногда появляются гиперемия и ступеванность контуров диска зрительного нерва – ложный неврит. Выявление гиперметропии, улучшение зрения с коррекцией, нормальные границы поля зрения, сохранность цветоощущения позволяют отличить его от истинного[3].

### **Аккомодация глаза. Механизм. Изменения с возрастом.**

**Аккомодация.** Клиническая рефракция глаза является таким статическим физическим соотношением между его преломляющим аппаратом и длиной анатомической оси, которое обеспечивает четкое видение предметов в дальнейшей точке ясного видения. Однако, для жизнедеятельности человека необходимо ясное видение предметов на различном расстоянии. Это осуществляется с помощью особого физиологического механизма, называемого аккомодацией (от лат. *Assomodatio* – приспособление) – способностью глаза фокусировать изображение рассматриваемых предметов на сетчатке независимо от расстояния, на котором находится предмет.

Интерес к деятельности аккомодационного механизма появился несколько столетий назад. Получено немало фактов, позволяющих приблизиться к полному пониманию функции аккомодационного аппарата. Понятие «аккомодация» относительно молодо: в 1841 г. Вигем ввел этот термин вместо бытовавшего ранее «адаптация», относящегося к приспособительной деятельности как оптической системы глаза, так и сетчатки.

Представляет интерес строение ресничной мышцы – движителя аккомодационного механизма. Ресничная мышца состоит из трех порций, которые в силу морфологических и иннервационных особенностей расцениваются как отдельные мышцы: мышца Мюллера иннервируется парасимпатическими ветвями глазодвигательного нерва, меридиональные волокна мышцы Брюкке – симпатическим нервом. Иннервация и функция мышцы Иванова остаются неизученными.

Ресничные пояски прикрепляются по круговой линии непосредственно спереди и сзади от экватора хрусталика, а некоторые – прямо к экватору. Они прикрепляются к краю ресничных отростков и не доходят до плоской части ресничного тела. Ресничные связки представляют собой мостик, соединяющий кратчайшим путем хрусталик и отростки стекловидного тела. Теория аккомодации. С середины прошлого столетия и до наших дней теория Гельмгольца считается общепризнанной. По Гельмгольцу, в покое аккомодации кольцо ресничного тела остается широким, что обуславливает натяжение ресничных поясков, которые, в свою очередь, создают тракцию капсулы хрусталика. Натяжение капсулы хрусталика в направлении экватора обуславливает уплощение хрусталика и сохранение наименьшей преломляющей силы. При напряжении аккомодации кольцо ресничного тела суживается, ресничные пояски расслабляются, напряжение капсулы хрусталика падает, и он в силу своей эластичности принимает более выпуклую форму, обуславливающую более сильное преломление.

Напряжение аккомодации рассматривается как пассивный процесс восстановления более шаровидной формы поверхности хрусталика. Работа аккомодационного аппарата. Аккомодационный механизм включается после поступления сигналов от различных отделов зрительного анализатора.

Речь идет о следующих стимулах аккомодационного рефлекса:

1. Нечеткость изображения на сетчатке.
2. Изменение величины изображения на сетчатке. Увеличение изображения указывает на приближение рассматриваемого объекта и вызывает напряжение аккомодации, уменьшение – расслабление аккомодации.

1. Сознание дистанции. Человек может по косвенным признакам оценить удаление предмета и ввести в действие аккомодацию, чтобы предмет получил четкое изображение на сетчатке.

2. Стимул от конвергенции возможен в условиях бинокулярного зрения.

Появление в поле зрения объекта, дающего на сетчатке нечеткое изображение, и начало изменения преломляющей силы хрусталика разделяет промежуток времени порядка 0,3 секунды – время реакции аккомодации. Если даже ни один из названных стимулов не включен, происходит толчкообразное напряжение и расслабление аккомодации амплитудой 0,2-0,4 дптр с частотой примерно 2 раза в 1 секунду. Назначение аккомодационных флюктуаций, по-видимому, связано с удержанием четкости изображения на сетчатке.

Покой аккомодации. Согласно теории Гельмгольца, под покоем аккомодации следует понимать полное расслабление ресничной мышцы, наступающее, например, в эметропическом глазу при зрении вдаль. Полное расслабление тонуса ресничной мышцы, точнее, двух ее порций – мышцы Мюллера и мышцы Брюкке может быть достигнуто фармакологическим путем или наблюдается после смерти организма. Но это расслабление вовсе не адекватно покою аккомодации с физиологической точки зрения. Мышца Мюллера и мышца Брюкке являются антагонистами, они находятся в состоянии определенного тонуса. Покой аккомодации следует рассматривать как равновесие в действии названных мышц, регулируемое вегетативной нервной системой. Более сильные циркулярные волокна мышцы Мюллера обычно несколько превалируют над мышцей Брюкке. У человека постоянно нарушается обычное взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, что сказывается на функции мышц ресничного тела. Так, в условиях сумеречного освещения за счет усиления тонуса парасимпатической системы повышается тонус мышцы Мюллера, что выражается некоторой миопизацией глаза, носящей название сумеречной миопии. Было бы неправильно рассматривать сумеречную миопию как болезнь, так как она носит функциональный характер и обусловлена своеобразным для сумеречного освещения покоем аккомодации. Нарушение обычного баланса между мышцами-антагонистами ресничного тела возникает при использовании оптических систем, например бинокля. Влияние нескольких факторов, таких как увеличение изображения рассматриваемого предмета на сетчатке, сужение поля зрения, нахождение в поле зрения близко к глазу массивных деталей (окулярных), вызывает

повышение тонуса мышцы Мюллера, и эметропический глаз становится миопическим. Степень так называемой инструментальной миопии имеет значительные индивидуальные различия, но среднее ее значение составляет 1,5 дптр. Инструментальная миопия служит серьезной помехой для использования зрительной трубы в качестве рефрактометрического устройства.

По Гельмгольцу, полное расслабление аккомодации должно наступить во время сна, в условиях отсутствия стимулов к аккомодации и вообще зрительной деятельности. Но при рефрактометрии у спящих людей с нормальным зрением обнаружена близорукость порядка 3-4 дптр. Положительная и отрицательная аккомодация. В эксперименте можно создать такие условия, чтобы в поле зрения исследуемого глаза отсутствовали объекты, которые могли бы привлечь внимание и послужить стимулом к аккомодации. Установлено, что в условиях пустого поля взаимодействие мышц Мюллера и Брюкке обуславливает установку эметропического глаза в пространстве на удалении приблизительно 1 м от глаза.

При появлении объекта в поле зрения действие аккомодационного аппарата зависит от того, где располагается данный объект. Если он оказался ближе зоны, в которую был установлен глаз, происходит напряжение мышцы

Мюллера. Приспособление к четкому зрению в пределах близко расположенного пространства носит название положительной аккомодации. Если же рассматриваемый объект оказался в бесконечности, срабатывает отрицательная аккомодация, характеризующаяся напряжением мышцы Брюкке. Следовательно, способность человека с нормальным зрением видеть на далекие расстояния следует рассматривать как активный процесс, а не как пассивное расслабление ресничной мышцы до состояния полного покоя, как полагал Гельмгольц. Понятия положительной и отрицательной аккомодации адекватны понятиям аккомодации в близь и аккомодации вдаль. Связь аккомодации и конвергенции. Под конвергенцией понимают сведение зрительных осей глазных яблок на точке фиксации, под дивергенцией – разведение зрительных осей. Аккомодация и конвергенция – два сочетанных процесса, оказывающих взаимное влияние. Связь аккомодации с конвергенцией в каждом конкретном случае имеет большие индивидуальные различия.

Аккомодационная способность, измеренная в диоптриях, называется объемом аккомодации. Аккомодация каждого глаза в отдельности называется абсолютной. Аккомодация глаз при определенной конвергенции называется относительной аккомодацией[3,5].

### **Спазм аккомодации. Причины. Клиническая картина. Лечение и профилактика.**

Перегрузка аккомодационного аппарата проявляется зрительным утомлением (аккомодативная астенопия) или возникновением спазма аккомодации с явлениями ложной эметропии или ложной миопии.

Аккомодативная астинопия наблюдается при некорригированных гиперметропии и астигматизме, особенно часто на фоне общего ослабления организма (переутомление, интоксикация, реконвалесценция и др.). При этом развивается парез ресничной мышцы, сопровождающийся уменьшением объема аккомодации и переходом скрытой гиперметропии в явную. Клинически заболевание характеризуется ухудшением зрения вдаль и особенно при чтении и рассматривании предметов на близком расстоянии. При спазме ресничной мышцы, в основе которого лежат те же причины, также развивается аккомодативная астинопия, но сопровождающаяся усилением рефракции – ослаблением степени гиперметропии, появлением ложной эмметропии и ложной миопии. Основным признаком спазма аккомодации является ослабление рефракции на высоте циклоплегии. Лечение аккомодативной астинопии и спазмов аккомодации состоит, прежде всего, в рациональной коррекции имеющейся аномалии рефракции в сочетании с общеукрепляющим лечением. Если этого недостаточно, то можно применить комплекс плеопто-ортоптических упражнений [2].

### **Астигматизм. Клинические проявления. Современные принципы коррекции. Хирургическое лечение.**

Астигматизм. Исследования оптического аппарата, проведенные на живых глазах, показали, что идеально сферические преломляющие поверхности встречаются редко, гораздо чаще наблюдается их деформация. Она одинаково часто встречается и у роговицы, и у хрусталика, но влияние роговой оболочки на рефракцию глаза сказывается сильнее вследствие ее большей преломляющей способности. Предполагают, что деформация преломляющих поверхностей обусловлена неравномерным давлением на развивающееся глазное яблоко век, глазодвигательных мышц и костей орбиты. В глазах, имеющих отклонения от сферической формы в строении преломляющих поверхностей, при исследовании в двух взаимно перпендикулярных меридианах отмечается разная преломляющая сила и разные фокусные расстояния, и в результате чего на сетчатке не получается точечного изображения.

Сочетание в одном глазу различных видов рефракции или разных степеней одного вида рефракции называется астигматизмом (от греч. а – отрицание и stigma – точка). В астигматических глазах две перпендикулярные плоскости сечения с наибольшей и наименьшей преломляющей силой называются главными меридианами. Чаще они располагаются вертикально и горизонтально, но могут иметь и косое расположение, образуя астигматизм с косыми осями. В большинстве случаев преломление в вертикальном главном меридиане бывает сильнее, чем в горизонтальном. Такой астигматизм называют прямым (astigmatismus versus). Иногда, наоборот, горизонтальный меридиан преломляет сильнее вертикального, это – обратный астигматизм (astigmatismus perversus). Кроме

того, когда главный меридиан не является вертикальным или горизонтальным, а проходит в косом меридиане, говорят об астигматизме с косыми осями (*astigmatismus obliquus*).

Различают правильный и неправильный астигматизм. Неправильный астигматизм (*astigmatismus irregularis*) обычно роговичного происхождения. Он характеризуется локальными изменениями преломляющей силы на разных отрезках одного меридиана и обусловлен заболеваниями роговицы: рубцы, кератоконус и др.

Правильный астигматизм (*astigmatismus regularis*) имеет одинаковую преломляющую силу на протяжении всего меридиана. Это врожденная аномалия, передается по наследству и мало изменяется в течение жизни.

Далее астигматизм различают по виду клинической рефракции в главных меридианах:

1) простой астигматизм (*astigmatismus simplex*), когда в одном из главных меридианов имеется эмметропия, а в другом – миопия (простой миопический) или гиперметропия (простой гиперметропический);

2) сложный астигматизм (*astigmatismus compositus*), когда в обоих главных меридианах аметропия одинакового вида (сложный миопический или гиперметропический), но различной степени;

3) смешанный астигматизм (*astigmatismus mixtum*), когда в одном из главных меридианов имеется миопия, а в другом – гиперметропия.

Следует отметить, что правильный прямой астигматизм в 0,5 дптр считается физиологическим, не дающим никакой патологии, не вызывающим субъективных жалоб и поэтому обычно не требующим коррекции [2,6].

### **Лазерная коррекция зрения**

С момента внедрения в клиническую практику первой методики лазерной коррекции зрения, с середины 80-х годов прошлого века, количество операций по всему миру постоянно растет, что обусловлено совершенствованием и распространением технологий. Операции становятся комфортнее для пациента, дают большие точность рефракционного результата и профиль безопасности. Доктор Маргуерит Макдональд первой сделала в 1985 г. операцию, названную фоторефрактивной кератэктомией (ФРК). Лазер она решила использовать скорее как шлифовальный инструмент: на операции пациенту «сточили» часть роговицы. В центре роговицы выпарили много ткани, дальше к краям – чуть меньше. В результате получилось, что роговица приобрела форму «новой линзы», поменяв свои параметры – толщину в центре и радиус кривизны, – а соответственно, и свои оптические свойства. Проблемы на тот момент были в том, что рабочая зона лазера выбиралась около 4 миллиметров по центру роговицы. А зрачок здорового человека раскрывается в темноте иногда до 6–8 миллиметров, то есть прямо напротив зрачка оказывалась переходная зона (кольцо), образованная резом. Отсюда – сильные «гало-эффекты» (ореолы вокруг источников света ночью), что было крайне неудобно для пациентов и вызывало много жалоб и нареканий.

В 90-х лазерные установки с расширенной рабочей областью массово пошли в производство. С тех пор ФРК не особо сильно поменялась – сегодня эта методика еще жива, но выполняется современными устройствами и с широкими зонами абляции (испарения) менее травматично. LASIK Примерно одновременно с ФРК появилась идея не выпаривать «шлифовкой» линзу на поверхности глаза, а снимать верхний слой роговицы, вырезать под ним полость, а потом пришивать верхний слой («крышечку») обратно.

**LASIK** (это аббревиатура: К – это кератомилёз, остальные буквы – Laser ASsted, то есть «кератомилез при поддержке лазера»). В 1992 году LASIK был введен как массовая операция. Наибольший вклад в развитие технологии привнес греческий офтальмолог Иоаннис Палликарис – он оставлял «ножку» для «шапочки», чтобы ей было за что держаться, и это позволяло относительно ровно накладывать ее обратно. Для формирования флэпа («крышечки с ножкой») используется специальное устройство – микрокератом (укладывающаяся на глаз «шайба» сдвигающимся стальным лезвием). «Крышка» держится именно на лоскуте шириной около 20-40° и сверху покрывается эпителием.

**FemtoLASIK и FLEx** Хирургам хотелось от лазера большей точности реза и меньшего нагрева тканей, то есть куда большей частоты при куда меньшей энергии импульса. Поначалу была разработана технология femtoLASIK, при которой с помощью фемтосекундного лазера делали разрез по горизонтали (то, что раньше делали микрокератомом), затем пациента переносили под эксимерный лазер, «флэп» откидывали, а внутри стромы роговицы выпаривали линзу, далее сверху укладывали то, что отрезали вначале. Фемтосекундный лазер позволял сделать то, что не получалось раньше, а именно – не «пробивая» поверхность роговицы глаза, резать внутри, формируя рез, который вообще может не касаться поверхности: выпаривание ткани роговицы заменили на ее «вырезание». Так появился FLEx – фемтосекундная экстракция лентикулы (Femtosecond Lenticule Extraction). Методика, по сути, не лучше и не хуже FemtoLASIK, поскольку там всё равно есть «флэп». Но FLEx делали уже одним лазером, а не двумя, поэтому операция происходила значительно быстрее, рез по линзе был криволинейным, что на 2006 год было прорывом. Правда, из-за слишком малой толщины реза иногда оставались спайки, которые надо было аккуратно разделять. Лазеры только-только обеспечивали нужную частоту, и поэтому кроме спаек могли появиться мостики в результате неточного попадания фокуса (из-за микрокапель жира, например, на поверхности глаза), их тоже надо было разделять шпателем. Далее для FLEx стали делать разрез не во всю дугу, а в половину, а потом профессор Вальтер Секундо и Маркус Блум попробовали вырезать линзу внутри целиком и достать ее через небольшой разрез.

**SMILE** Так FLEx проэволюционировал до SMILE (ReLEx SMILE) – это тоже аббревиатура, означает «малоинвазивное извлечение лентикулы» (SMall Incision Lenticula Extraction). При использовании этой технологии

сохраняется больше нервных окончаний и меньше травмируется боуменова мембрана (сохраняется биомеханика роговицы)[7].

### **Практическая часть**

Работа студентов проводится в отделении микрохирургии глаза в присутствии преподавателя кафедры с целью отработки и закрепления практических навыков. Приобретенные навыки закрепляются в учебной комнате при разборе пациентов или на семинарском занятии. В учебной комнате студенты самостоятельно изучают современные клинические протоколы обследования и лечения, методические рекомендации МЗ РБ.

### **Контроль усвоения темы**

Контроль конечного уровня знаний проводится на семинарском занятии или при клиническом разборе пациента, амбулаторной карты или медицинской карты стационарного пациента.

1. Разбор тематического пациента.
2. Клинический разбор амбулаторной карты, медицинской документации.
3. Оппонирование студентами работ УСР по теме занятия.
4. Ответы на вопросы компьютерной тестовой программы по офтальмологии по теме «Физиологическая оптика, рефракция, аккомодация. Миопия».

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ СРС**

**Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться студентами на (выбрать нужное):**

- подготовку к лекциям и практическим занятиям;
- подготовку к дифференцированному зачету;
- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- решение задач;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- конспектирование учебной литературы;
- составление обзора научной литературы по заданной теме;
- оформление информационных и демонстрационных материалов (стенды, плакаты, графики, таблицы, газеты и др.);
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;

**Основные методы организации самостоятельной работы (выбрать нужное):**

- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом;
- изучение тем и проблем, не освещаемых на учебных занятиях;



- изготовление дидактических материалов;
- подготовка и участие в активных формах обучения;

#### **Перечень заданий СРС:**

- изучение нормативно-правовых актов (современные клинические протоколы обследования и лечения, методические рекомендации МЗ РБ);
- выполнение научно-исследовательской работы;

#### **Контроль СРС осуществляется в виде:**

- контрольной работы;
- итогового занятия в форме устного собеседования;
- обсуждения рефератов;
- оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или решения задачи на практических занятиях;
- проверки рефератов, письменных докладов, отчетов, рецептов;
- индивидуальной беседы.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Сидоренко, Е. И. Офтальмология : учебник / под ред. Сидоренко Е. И. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-4620-1. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970446201.html>.
2. Аветисов, С. Э. Офтальмология. Национальное руководство / под ред. Аветисова С. Э. , Егорова Е. А. , Мошетовой Л. К. , Нероева В. В. , Тахчиди Х. П. - Москва : 2-е изд. , перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 904 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970465851.html>
3. Сидоренко, Е. И. Офтальмология. Руководство к практическим занятиям : учебное пособие / под ред. Е. И. Сидоренко - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 304 с. - Режим доступа : <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970450529.html>
4. Нероев, В. В. Офтальмология : клинические рекомендации / под ред. В. В. Нероева - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 496 с. - Режим доступа : <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970448113.html>
5. Егоров, Е. А. Офтальмология : учебник / под ред. Е. А. Егорова. - 2-е изд. , перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 272 с. – Режим доступа : <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970459768.html>
6. Тахчиди, Х. П. Клинические нормы. Офтальмология / под ред. Х. П. Тахчиди, Н. А. Гаврилова, Н. С. Гаджиева и др. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 272 с. - Режим доступа : <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970457283.html>
7. Шилова, Т. Ю. Технологии лазерной коррекции зрения: от простого к сложному / Т. Ю. Шилова // The Eye Глаз. – 2020. – Т. 22. – № 1(129). – С. 48-50. – DOI 10.33791/2222-4408-2020-1-48-50. - Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_42619623\\_53344857.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_42619623_53344857.pdf)