



Автономная некоммерческая организация
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ МИОПИИ»

127486, г. Москва, вн. тер. муниципальный округ
Западное Дегунино, ул. Дегунинская, д. 7, помещ. 1Н

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине
«Рефракционные нарушения»

Направление подготовки:

Высшее образование. Программа подготовки научно-педагогических кадров
в аспирантуре по направлению подготовки 31.06.01 «Клиническая медицина»
по научной специальности 3.1.5. «Офтальмология»

Разработчики:

профессор, доктор медицинских наук,
преподаватель отдела подготовки научно-педагогических кадров
Мягков Александр Владимирович
кандидат медицинских наук,
руководитель отдела клинической офтальмологии
Онучина Анна Алексеевна

Изучение рефракции следует начинать с вопросов оптики, понятия о переднем и заднем главных фокусах глаза, фокусном расстоянии. Затем нужно разобрать анатомию прозрачных сред глаза, их преломляющую способность у детей и взрослых; изучить положение заднего главного фокуса по отношению к сетчатке при соразмерной и несоответственной рефракции. Рассмотреть возможные причины их несоответствия (передне-задний размер, физическая рефракция глаза). Следует ознакомить с понятием дальнейшая точка ясного зрения и определить положение ее при каждом виде клинической рефракции. Затем необходимо дать определение понятию клинической рефракции и всесторонне охарактеризовать каждую из них по положению заднего главного полюса и сетчатки, по дальнейшей точке ясного зрения, по виду корректирующих стекол. Хорошо зная анатомию глаза, можно легко определить взаимосвязь между физической и клинической рефракциями и установить характер изменения их у различных возрастных групп. Необходимо охарактеризовать аметропию, эмметропию, гиперметропию, миопию, астигматизм.

Оптическая система глаза

Глаз человека - сложная оптическая система, которая состоит из слезной пленки, роговицы, влаги передней камеры, хрусталика и стекловидного тела.

Преломляющая сила глаза зависит от величины радиусов кривизны передней поверхности роговицы, передней и задней поверхностей хрусталика, расстояний между ними и показателей преломления слезной пленки, роговицы, хрусталика, водянистой влаги и стекловидного тела.

Условно считают, что преломляющие поверхности глаза сферичны и их оптические оси совпадают, т. е. глаз является центрированной системой.

Для оценки преломляющей способности любой оптической системы используют условную единицу - *диоптрию* (сокращенно - дптр). За 1 дптр принята сила линзы с главным фокусным расстоянием в 1 м.

Преломляющую силу выпуклых (собирающих) линз обозначают знаком «плюс», вогнутых (рассеивающих) - знаком «минус», а сами линзы называют соответственно положительными и отрицательными.

Глазу свойственны различные *аберрации* (от лат. aberratio - отклонение) - дефекты оптической системы глаза, приводящие к снижению качества изображения объекта на сетчатке.

Физическая и клиническая рефракция глаза

Физическая рефракция глаза человека варьирует от 51,8 до 71,3 дптр.

Клиническая рефракция - соотношение между преломляющей силой и длиной переднезадней оси глаза. Различают клиническую рефракцию двух видов - статическую и динамическую.

Статическая рефракция обеспечивает получение изображений на сетчатке в состоянии покоя аккомодации.

При включении аккомодации рефракция становится *динамической*. Она изменяется в зависимости от удаленности рассматриваемого объекта.

Статическая рефракция глаза. Эмметропия и аметропии

Статическая рефракция определяется положением заднего главного фокуса оптической системы глаза относительно сетчатки.

При соразмерной клинической рефракции, или *эмметропии* (от греч. emmetros - соразмерный, orsis - зрение), этот фокус совпадает с сетчаткой, при несоответственных видах клинической рефракции, или *аметропиях* (от греч. ametros - несоответственный), - не

совпадает. При *близорукости (миопия)* лучи фокусируются впереди сетчатки, а при *дальнейзорукости (гиперметропия)* - позади нее.

В клинической практике о степени аметропии судят по силе линзы, которая ее корригирует и искусственно превращает глаз в эмметропический.

Если оптическая система глаза не сферичная, то такую рефракцию называют астигматизмом (от греч. astigmatism: а - отрицательная приставка, stigma - точка). При астигматизме в одном глазу имеется сочетание различных рефракций или разных степеней одной рефракции.

Астигматизм называют *правильным*, если четко выявляются два взаимно перпендикулярных меридиана с разной силой преломления. При *неправильном* астигматизме меридианы и даже отдельные радиусы имеют разную силу преломления.

- Если клиническая рефракция обоих главных меридианов одинакова – *сложный* астигматизм.
- При *смешанном* астигматизме один из меридианов имеет гиперметропическую рефракцию, другой - миопическую.
- При *простом* астигматизме рефракция одного из меридианов эмметропическая.

В зависимости от положения главных меридианов различают три типа астигматизма глаза - прямой, обратный и с косыми осями: при *прямом* астигматизме направление меридиана, обладающего наибольшей преломляющей силой, ближе к вертикальному, а при *обратном* - к горизонтальному. Наконец, при астигматизме с *косыми осями* оба главных меридиана лежат в секторах, удаленных от указанных направлений.

О степени астигматизма судят по разности рефракции в двух главных меридианах.

Для сопоставления астигматизма со сферическими видами рефракции используют понятие «сферический эквивалент» - средняя арифметическая рефракция двух главных меридианов астигматической системы.

Аккомодация. Динамическая рефракция глаза

В естественных условиях преломляющая сила оптики глаза постоянно изменяется, т. е. действует не статическая, а динамическая рефракция глаза, в ее основе лежит механизм аккомодации - *приспособительной функции глаза, обеспечивающей возможность четкого видения предметов, расположенных на разных расстояниях от него.*

Для объяснения механизма аккомодации предложены различные теории. Наиболее признанной является теория Гельмгольца: при зрении вдаль цилиарная мышца расслаблена, а циннова связка, соединяющая внутреннюю поверхность цилиарного тела и экваториальную зону хрусталика, находится в натянутом состоянии и таким образом не дает возможности хрусталику принять более выпуклую форму. В процессе аккомодации происходит сокращение циркулярных волокон цилиарной мышцы, круг суживается, в результате чего циннова связка расслабляется, а хрусталик благодаря своей эластичности принимает более выпуклую форму. При этом увеличивается преломляющая способность хрусталика, что в свою очередь обеспечивает возможность четкой фокусировки на сетчатке изображений предметов, расположенных на достаточно близком расстоянии от глаза.

Динамическая рефракция - функциональная система, работа которой основана на принципе саморегуляции для обеспечения четкого фокусирование изображений на сетчатке, несмотря на изменение расстояния от глаза до фиксируемого объекта. Установлено, что порог ощущения нечеткости изображения на сетчатке, который вызывает регулирующее воздействие на ресничную мышцу, составляет 0,2 дптр.

При максимальном расслаблении аккомодации динамическая рефракция совпадает со статической и глаз устанавливается к *дальнейшей точке ясного зрения*. По мере усиления динамической рефракции вследствие увеличения напряжения аккомодации точка ясного видения все больше приближается к глазу. При максимальном усилении динамической рефракции глаз оказывается установленным к *ближайшей точке ясного зрения*. Расстояние

между дальнейшей и ближайшей точками ясного зрения определяет ширину, или область, аккомодации (это линейная величина).

К **аномалиям аккомодации** относят параличи и парезы аккомодации, спазм аккомодации, аккомодационную астенопию.

Методы исследования рефракции и аккомодации

Общепринято деление методов исследования рефракции и аккомодации на субъективные и объективные.

Истинная оценка статической рефракции требует выключения аккомодации, которое обозначают термином «циклоплегия». Добиться циклоплегии можно инстилляциями в конъюнктивальный мешок препаратов длительного (1 % раствор атропина сульфата) или кратковременного (1 % раствор гомотропина, 1 % или 0,5 % раствор мидриацила) действия.

Методы исследования рефракции

Наиболее распространенным субъективным методом исследования рефракции является способ, основанный на определении максимальной *корригированной остроты зрения (МКОЗ)*.

Для проведения исследования необходимы так называемая очковая оправа, набор пробных линз и тестобъекты для оценки остроты зрения. Суть методики сводится к определению влияния пробных линз на остроту зрения, при этом оптическая сила той (или тех - при астигматизме) линзы, которая обеспечит максимальную остроту зрения, будет соответствовать клинической рефракции глаза.

Скиаскопия (от греч. scia - тень, scoreo - осматриваю) - способ объективного исследования клинической рефракции, основанный на наблюдении за движением теней, получаемых в области зрачка при освещении последнего с помощью различных методик.

Более точные данные о клинической рефракции могут быть получены с помощью приборов-*рефрактометров и авторефрактометров*, основанных на регистрации отраженных от сетчатки световых сигналов, фокусировка которых зависит от вида и степени клинической рефракции.

Офтальмометрия (по зарубежной терминологии - кератометрия) - объективный метод исследования рефракции роговицы. Суть метода сводится к измерению зеркальных изображений, проецируемых на роговицу тест-марок прибора (офтальмометр), размеры которых при прочих равных условиях зависят от радиуса кривизны передней поверхности роговицы. В ходе исследования определяют положение главных меридианов роговицы (в градусах), а также оптическую силу (в диоптриях) и радиус кривизны передней поверхности роговицы (в миллиметрах) в указанных меридианах.

Методы исследования, предусматривающие оценку кривизны и рефракции всей поверхности роговицы, названы *кератотопографическими*, так как с их помощью можно получить представление о взаимоотношениях рефракции различных участков роговицы (топография).

Ориентировочная оценка рефракции всей поверхности роговицы может быть проведена с помощью такого простого способа, как *кератоскопия*, в ходе которой с помощью несложного устройства (кератоскоп) на роговицу проецируется изображение концентрически расположенных окружностей.

Наиболее информативный метод исследования рефракции роговицы - *компьютерная кератотопография*, обеспечивающая возможность проведения детального объективного анализа рефракции и кривизны на различных участках роговицы.

Методы исследования аккомодации

Абсолютная аккомодация - аккомодация одного (изолированного) глаза при выключении из акта зрения другого.

Абсолютную аккомодацию характеризуют дальнейшая точка ясного зрения PR (*punctum remotum*) и ближайшая точка ясного зрения PP (*punctum proximum*). Объем абсолютной

аккомодации вычисляются по формуле: $A = R - PP$, где A - объем абсолютной аккомодации, R - клиническая рефракция, PP - ближайшая точка ясного зрения (все величины в диоптриях). Для определения величины *относительной аккомодации* пациента просят бинокулярно читать текст № 4 таблицы для проверки остроты зрения вблизи. В пробную оправу последовательно (с интервалом 0,5 дптр) вставляют сначала положительные (компенсирующие уже затраченное напряжение аккомодации), а затем отрицательные линзы (вызывающие напряжение) до тех пор, пока обследуемый еще может читать. Величины максимальной положительной и максимальной отрицательной линз укажут соответственно на отрицательную, т. е. израсходованную, и положительную, т. е. оставшуюся в запасе, части относительной аккомодации. Сумма этих показателей составит объем относительной аккомодации.

Возрастные особенности аккомодации и рефракции

Возрастные изменения аккомодации. У пациентов дошкольного и школьного возраста на фоне гиперметропической рефракции и «слабости» аккомодационного аппарата может наблюдаться привычное избыточное напряжение аккомодации, клинически проявляющееся «ложной миопией». С возрастом, по мере нарастания возрастных изменений хрусталика, дегенеративных изменений цинновой связки и уменьшения сократительной способности ресничной мышцы, происходит физиологическое уменьшение объема абсолютной аккомодации – пресбиопия.

Возрастные изменения рефракции. В общей тенденции возрастных изменений рефракции можно выделить две фазы: гиперметропизации глаза (ослабление статической рефракции) - в раннем детстве и в период от 30 до 60 лет и две фазы миопизации (усиление статической рефракции) - во втором и в третьем десятилетиях жизни и после 60 лет.

Классификации аметропии

1. Выделяют аметропии *слабой* (3,0 дптр и менее), *средней* (3,25- 6,0 дптр) и *высокой* (6,0 дптр и более) степени.
2. В зависимости от равенства или неравенства величин рефракции обоих глаз следует различать *изометропические* (от греч. isos - равный, metron - мера, opsis - зрение) и *анизометропические* (от греч. anisos - неравный) аметропии при разнице в величинах рефракции двух глаз составляет 1,0 дптр и более.
3. *Врожденные* и *приобретенные* аметропии, в том числе *профессиональные*, т. е. обусловленные условиями труда.
4. *Первичные* и *вторичные (индуцированные)* аметропии, формирующиеся в результате различных изменений как основных преломляющих сред глаза (роговица, хрусталик), так и длины переднезадней оси: например, миопизация глаза при кератоконусе, катаракте; появление послеоперационного и посттравматического астигматизма.
5. С точки зрения влияния на анатомо-функциональное состояние глаза целесообразно выделить *осложненные* и *неосложненные* аметропии с развитием:
 - рефракционной амблиопии
 - нарушений бинокулярного зрения
 - астигматизма
 - изменений сетчатки и зрительного нерва
6. С точки зрения стабильности клинической рефракции следует выделять *стационарные* и *прогрессирующие* аметропии.

Принципы коррекции аметропии.

Основная задача - создание условий для фокусировки изображения на сетчатке. Методы коррекции аметропий условно можно разделить на две большие группы: методы, не изменяющие рефракцию основных преломляющих сред глаза - очковые и контактные

линзы, и методы, изменяющие рефракцию основных преломляющих сред глаза - хирургические.

При миопии основная цель коррекции - уменьшение рефракции, при гиперметропии - ее усиление, а при астигматизме - неравномерное изменение оптической силы главных меридианов.

Коррекция аметропии с помощью очковых линз

Очки остаются наиболее распространенным способом коррекции аметропий благодаря их доступности, отсутствию осложнений, возможности предварительного моделирования и изменения силы коррекции, а также обратимости эффекта. Основным недостатком очков обусловлен тем, что очковая линза располагается на определенном (около 12 мм) расстоянии от вершины роговицы и не составляет с глазом единой оптической системы, что приводит к изменению ретинального изображения, ограничению поля зрения и появлению аберраций. Кроме того, очки запотевают при определенных условиях окружающей среды, ограничивают пациентов от занятий активными видами спорта и невозможны при определенных видах профессиональной деятельности.

Контактная коррекция аметропии

Контактные линзы непосредственно соприкасаются с глазом и удерживаются силами капиллярного притяжения. Они хорошо корригируют астигматизм и высокие аметропии, анизометропию, компенсируют оптические аберрации, мало изменяют положение кардинальных точек в оптической системе и оказывают незначительное влияние на величину изображения, не ограничивают поле зрения, обеспечивают хороший обзор, не видны окружающим.

Контактные линзы могут быть применены с лечебными целями при различных заболеваниях роговицы, таких как буллезная кератопатия, незаживающие язвы роговицы, для реабилитации пациентов после кератопластики и ожогов глаза.

Контактные линзы противопоказаны при непроходимости слезных путей и дакриоциститах, синдроме сухого глаза и инфекционно-воспалительных заболеваниях глаза, а также в период заболеваний пациентом ОРВИ.

При птеригиуме и пингвекуле подбор контактных линз затруднен из-за механических препятствий для их движения по роговице. В этих случаях рекомендуется предварительно выполнить хирургическое лечение.

Осложнения контактной коррекции зрения могут быть связаны с механическим повреждением роговицы, токсико-аллергическими реакциями, инфицированием, развитием индуцированного синдрома сухого глаза или усугублением предсуществующего нарушения слезообразования. Основные причины развития осложнений - нарушение пациентом режима ношения линз и правил ухода за ними.

Хирургическая коррекция аметропии или «рефракционная хирургия»

Изменяя оптическую силу двух главных оптических элементов глаза - роговицы и хрусталика, можно формировать клиническую рефракцию глаза и корригировать таким образом близорукость, дальнозоркость, астигматизм.

В зависимости от локализации зоны оперативного вмешательства выделяют корнеальную, или роговичную, и хрусталиковую хирургию.

Хрусталиковая рефракционная хирургия включает:

- удаление прозрачного хрусталика - рефракционная лентэктомия с введением искусственного хрусталика или без него;
- введение в глаз дополнительной отрицательной или положительной интраокулярной линзы, так называемой факичной линзы (рис.).

Кераторефракционная коррекция аномалий рефракции

Под воздействием излучения эксимерного лазера или фемтосекундного лазера происходит перепрофилирование роговицы согласно заранее проведенным расчетам.

Основные достоинства лазерной хирургии - бесконтактность воздействия, высокая, субмикронная, точность, минимальная травматичность, высокая прогнозируемость

рефракционного эффекта, проведение операций в амбулаторных условиях, бактерицидный эффект ультрафиолетового излучения эксимерного лазера, стабильность полученных результатов.

Основными рефракционными лазерными операциями являются фоторефрактивная кератэктомия (ФРК), лазерный интрастромальный кератомилез (ЛАЗИК) и его модификации - эпителиальный лазерный интрастромальный кератомилез (Эпи-ЛАЗИК), лазерный субэпителиальный кератомилез (ЛАСЭК), персонализированный ЛАЗИК, выполняемый по данным кератотопографии или абэррометрии; ЛАЗИК, выполняемый с помощью фемтосекундного лазера (Фемто-ЛАЗИК), а также лазерная коррекция зрения с использованием исключительно фемтосекундного лазера - ReLEx SMILE.

Лазерная рефракционная хирургия роговицы - одно из наиболее динамично развивающихся высокотехнологичных направлений в офтальмологии, имеющее большое будущее.

В практической части освоения дисциплины следует ознакомить аспирантов со всеми выше изложенными методами диагностики и коррекции (оптической и хирургической) с освоением основных навыков, предусмотренных направленностью НИР.