ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

ЛЕКЦИЯ 2. ТЕМА 1.2. АККОМОДАЦИЯ

Аккомодация — это физиологический механизм, обеспечивающий чёткое видение объектов, расположенных на различных расстояниях от глаза. В клинической офтальмологии и при подборе средств оптической коррекции (очков, контактных линз) понимание механизма аккомодации, её количественных параметров (область, объём) и влияния оптических средств на зрительные функции имеет принципиальное значение.

Механизм аккомодации

Физиологической основой аккомодации служит изменение оптической силы хрусталика за счёт варьирования его кривизны. В состоянии покоя (при взгляде вдаль) цилиарная (ресничная) мышца расслаблена, волокна цинновой связки натянуты, хрусталик уплощён — его преломляющая сила минимальна. При фиксации на близко расположенном объекте цилиарная мышца сокращается, натяжение цинновых связок ослабевает, и эластичный хрусталик становится более выпуклым, увеличивая свою преломляющую способность.

В современной физиологической модели аккомодации доминирует теория Гельмгольца, согласно которой изменение формы хрусталика происходит за счёт изменения тонуса цилиарной мышцы и перераспределения натяжения цинновых связок. Биомеханически это приводит к увеличению передней и задней кривизны хрусталика, преимущественно за счёт передней поверхности.

Регуляция аккомодационного ответа осуществляется через парасимпатический путь: преганглионарные волокна из ядра Эдингера — Вестфаля идут в составе глазодвигательного нерва к цилиарному узлу, откуда постганглионарные волокна иннервируют цилиарную мышцу. Симпатическая система оказывает модулирующее действие, преимущественно снижая тонус цилиарной мышцы при взгляде вдаль.

Область аккомодации

Область аккомодации — это диапазон расстояний, в пределах которого глаз способен поддерживать чёткое изображение на сетчатке за счёт аккомодационных усилий. Она ограничена двумя точками:

- **Дальняя точка ясного зрения (punctum remotum)** — наиболее удалённое положение объекта, при котором чёткое изображение формируется на сетчатке без напряжения аккомодации. У эмметропического глаза она расположена в бесконечности. При миопии дальняя точка смещена на конечное расстояние перед глазом, при гиперметропии — условно «за глазом».
- **Ближайшая точка ясного зрения (punctum proximum)** — минимальное расстояние от глаза, на котором объект ещё воспринимается чётко при максимальном аккомодационном напряжении.

Положение этих точек определяется рефракцией глаза и резервами аккомодационной способности. Область аккомодации численно выражается как интервал между дальней и ближайшей точками и является важным клиническим параметром при оценке зрительных возможностей пациента.

Объём аккомодации

Объём аккомодации (абсолютная аккомодация) — это максимальная величина изменения преломляющей силы глаза при переводе взора с дальней на ближайшую точку ясного зрения. Он измеряется в диоптриях (дптр) и рассчитывается как разность между рефракцией в ближайшей и дальней точках:

$A = \frac{1}{P} - \frac{1}{R}$.

где P — расстояние до ближайщей точки (в метрах), R — до дальней точки (в метрах). Если дальняя точка находится в бесконечности ($R = \infty$), то $\frac{1}{R} = 0$, и объём аккомодации равен $A = \frac{1}{P}$.

С возрастом обьём аккомодации закономерно снижается вследствие уплотнения хрусталика и ослабления его эластичности — этот процесс лежит в основе развития пресбиопии. Эмпирически обьём аккомодации можно оценить по формуле Дондерса:

$A_{max} = 18{,}5 - 0{,}3 \cdot \text{возраст (лет)}$.

Эта формула отражает среднестатистическую динамику снижения аккомодационных резервов и широко применяется в клинической практике для ориентировочной оценки ожидаемого объёма аккомодации у пациентов разных возрастных групп.

Относительная аккомодация оценивается при бинокулярной фиксации и учитывает взаимодействие аккомодации и конвергенции. Она подразделяется на положительную (неиспользованные резервы) и отрицательную (уже задействованная часть) части, что важно при подборе коррекции для работы на близком расстоянии.

Принципиальные основы контактной коррекции и аккомодация

Контактные линзы (КЛ) располагаются непосредственно на роговице, что принципиально отличает их от очковых линз по оптико-физиологическим характеристикам. С точки зрения аккомодации ключевыми преимуществами КЛ являются:

1. **Отсутствие вертексного расстояния.** Поскольку линза находится на роговице, её оптическая сила практически совпадает с требуемой рефракцией глаза. Это особенно важно при высоких степенях аметропии, когда даже небольшое изменение вертексного расстояния существенно влияет на эффективную оптическую силу.
2. **Минимальное влияние на размер ретинального изображения.** Контактные линзы формируют изображение, размер которого близок к физиологическому. При миопии очковые линзы уменьшают ретинальное изображение, при гиперметропии — увеличивают. Эти изменения могут косвенно влиять на аккомодационный ответ и комфорт зрения.
3. **Сохранение поля зрения и периферической оптики.** Контактная линза перемещается вместе с глазом, обеспечивая стабильную коррекцию во всех направлениях взора. Это снижает искажения и аберрации на периферии поля зрения, которые при очковой коррекции усиливаются при отклонении взгляда от оптического центра линзы.
4. **Меньшее влияние на конвергенцию и аккомодацию.** При работе на близком расстоянии контактные линзы не создают дополнительных призматических эффектов, обусловленных децентрацией очковых линз относительно зрительной оси. Это способствует более естественному соотношению аккомодации и конвергенции и снижает зрительное утомление.

Таким образом, контактная коррекция обеспечивает более физиологичные условия для аккомодационной функции глаза, особенно у пациентов с высокими степенями аметропии и при необходимости частой смены дистанции фиксации.

Влияние очковых линз на величину поля зрения

Очковые линзы оказывают значимое влияние на пространственные характеристики зрительного восприятия, включая величину и качество поля зрения:

• **Ограничение поля зрения рамкой оправы.** Физические размеры и форма оправы механически ограничивают поле зрения, особенно в горизонтальной и вертикальной периферии. Узкие оправы уменьшают этот эффект, но полностью устранить его невозможно.

• **Оптические искажения на периферии линзы.** Вне оптического центра очковой линзы возникают аберрации (в первую очередь дисторсия, хроматические аберрации, астигматизм наклонных пучков), которые искажают форму, размер и чёткость объектов. Эти искажения усиливаются с увеличением оптической силы линзы и при отклонении линии взора от центра.

• **Призматический эффект при децентрации.** При взгляде в сторону от оптического центра возникает призматическое действие линзы, которое может вызывать дискомфорт, двоение и утомление. Величина призматического эффекта определяется по формуле Прелла: $P=F \cdot d$, где F— оптическая сила линзы в диоптриях, d — децентрация в сантиметрах.

• **Изменение эффективного поля зрения при аметропии.** При миопии очковые линзы уменьшают поле зрения и сужают периферическое восприятие, при гиперметропии — могут создавать эффект «увеличительного стекла», который также искажает пространственное восприятие.

• **Влияние вертексного расстояния и пантоскопического угла.** Расстояние от линзы до глаза и наклон оправы влияют на эффективную оптическую силу и распределение аберраций, что дополнительно модулирует качество и размер воспринимаемого поля зрения.

С клинической точки зрения эти эффекты необходимо учитывать при подборе очковой коррекции, особенно для пациентов, которым требуется широкое поле зрения (водители, операторы, спортсмены) или у которых выражена чувствительность к визуальным искажениям.

Аккомодация является ключевым механизмом обеспечения чёткого зрения на различных дистанциях. Её параметры (механизм, область, объём) служат основой для объективной оценки зрительных функций и планирования оптической коррекции. Контактные линзы обеспечивают более физиологичные условия для аккомодации и сохраняют естественное поле зрения за счёт отсутствия вертексного расстояния, минимального влияния на размер ретинального изображения и стабильной оптики при движениях глаз. Очковые линзы, напротив, вносят ряд оптических и механических ограничений, влияющих на поле зрения и комфорт зрительной работы. Понимание этих различий позволяет обоснованно выбирать метод коррекции с учётом индивидуальных особенностей пациента и его зрительных задач.