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

ЛЕКЦИЯ 3. ТЕМА 1.3. БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ

Виды движений глаз

Движения глаз представляют собой координированные перемещения зрительных осей, обеспечивающие фиксацию объекта, его прослеживание и поддержание чёткого изображения на сетчатке. В клинической и физиологической офтальмологии выделяют следующие основные виды движений глаз:

- **Саккады** — быстрые, синхронные, скачкообразные движения глаз, направленные на перенос точки фиксации с одного объекта на другой. Саккады обеспечивают быстрое переключение внимания и сканирование визуальной сцены. В практике подбора оптической коррекции саккады имеют значение при оценке зрительной нагрузки в условиях чтения и работы с близко расположенными объектами: избыточная частота саккад может свидетельствовать о некомфортной коррекции или о развитии зрительного утомления.
- **Плавные следящие движения** — медленные, согласованные перемещения глаз, позволяющие удерживать изображение движущегося объекта в зоне максимальной остроты зрения (в области фовеа). Эти движения эффективны при скоростях объекта до 30–40°/с; при превышении этой скорости возникают компенсаторные саккады. Практическая ценность оценки плавных следящих движений проявляется в профессиональном отборе (водители, операторы) и в диагностике неврологических нарушений, которые могут влиять на качество зрительной работы пациента.
- **Вергентные движения** — дивергентные (расходящиеся) и конвергентные (сходящиеся) движения, при которых зрительные оси обоих глаз смещаются в противоположных направлениях для фиксации объектов на разных расстояниях. Эти движения лежат в основе бинокулярной координации и пространственного восприятия. В оптической коррекции вергентные движения критически важны при подборе прогрессивных и бифокальных линз: несоответствие зоны оптической коррекции положению зрительной оси при конвергенции может приводить к дискомфорту, головокружению и отказу от ношения очков.
- **Торзионные (ротационные) движения** — вращения глаз вокруг зрительной оси, компенсирующие наклон головы и стабилизирующие зрительное поле относительно гравитационной вертикали. Они реализуются преимущественно за счёт работы косых мышц глаза и регулируются вестибулоокулярным рефлексом. В практической оптике учёт торзионных движений важен при установке призматической коррекции и при работе с асферическими и прогрессивными линзами, где наклон оправы и положение оптического центра напрямую влияют на эффективность коррекции.
- **Нистагм** — ритмичные колебательные движения глаз, состоящие из медленной фазы (удержание изображения на сетчатке) и быстрой фазы (возврат к исходной точке фиксации). Физиологический нистагм возникает, например, при вращении тела или наблюдении за движущимися объектами; патологический нистагм может быть симптомом неврологических или вестибулярных нарушений. В подборе средств коррекции нистагм требует особого подхода: часто используют призматическую коррекцию, подбор минимальной рефракции, а также учитывают положение «нулевой точки» нистагма для установки оптического центра линзы.

Характер зрения

Характер зрения определяется способностью зрительной системы формировать единое перцептивное поле на основе информации, поступающей от обоих глаз. Выделяют три основных типа характера зрения:

• **Монокулярное зрение** — восприятие осуществляется преимущественно одним глазом, при этом информация от второго глаза либо подавляется, либо не участвует в формировании образа. Монокулярное зрение сохраняет восприятие формы, цвета и контраста, но лишено стереоскопического компонента. Практическое значение монокулярного зрения важно при подборе коррекции для пациентов с амблиопией, монокулярной слепотой или после энуклеации: в таких случаях основной задачей становится обеспечение максимальной остроты и контрастной чувствительности единственного функционирующего глаза, а также профилактика зрительного утомления за счёт устранения аберраций и правильной центровки линз.

• **Одновременное зрение** — оба глаза воспринимают изображение, однако мозг не объединяет их в единый образ. В результате возникает двоение (диплопия) или конкуренция между двумя изображениями. Одновременное зрение часто наблюдается при нарушениях бинокулярной интеграции, например, на ранних этапах лечения косоглазия. В практике медицинской оптики одновременное зрение служит показанием к применению призматической коррекции, тренировочных упражнений и к поэтапной адаптации к бинокулярной работе.

• **Бинокулярное (стереоскопическое) зрение** — объединение изображений от обоих глаз в единый объёмный образ с сохранением глубины пространства. Бинокулярное зрение требует точной согласованности движений глаз, одинаковой остроты зрения, сопоставимой чёткости изображений и нормальной фузионной способности зрительной коры. В профессиональной деятельности (вождение, работа с мелкими деталями, спорт) бинокулярное зрение является ключевым фактором безопасности и эффективности; в подборе коррекции его сохранение или восстановление — одна из главных целей.

Бинокулярное зрение: физиологические основы и условия формирования

Бинокулярное зрение — это способность зрительной системы интегрировать два слегка различающихся изображения (получаемых каждым глазом) в единый пространственный образ, обладающий свойством стереопсиса (глубинного восприятия).

Ключевые условия реализации бинокулярного зрения:

1. **Согласованность движений глаз** — зрительные оси должны быть направлены на одну и ту же точку фиксации с высокой точностью (доли градуса). В практике это означает необходимость точной центровки очковых линз и учёта конвергенции при работе на близком расстоянии.
2. **Сопоставимая острота зрения** — значительная разница в остроте зрения между глазами (анизометропия) может приводить к подавлению изображения от одного глаза (амблиопии). При подборе коррекции стремятся к максимально возможной уравнивающей коррекции, а в ряде случаев — к применению контактных линз, снижающих анизейконию по сравнению с очками.
3. **Идентичность или сопоставимость изображений** — размеры и чёткость изображений на сетчатках должны быть близки; выраженная анизейкония (различие в размере изображений) нарушает фузию. Практический подход включает расчёт анизейконии при высоких степенях аметропии, подбор асферических линз, а при значительной разнице — рассмотрение контактной коррекции.
4. **Фузионная способность зрительной коры** — способность мозга объединять два изображения в один образ. Снижение фузионной способности может быть связано с возрастом, утомлением, неврологическими состояниями или длительной монокулярной работой (например, при использовании смартфонов).
5. **Отсутствие выраженных патологий глазодвигательного аппарата** — косоглазие, парезы глазодвигательных мышц и другие нарушения

могут препятствовать формированию бинокулярного зрения. В таких случаях коррекция направлена на компенсацию угла отклонения (призмы), тренировку фузии и поэтапное восстановление бинокулярной работы.

Физиологически бинокулярное зрение базируется на принципе **корреспондирующих точек сетчатки**: точки, расположенные симметрично относительно центральных ямок обоих глаз, проецируются в одну и ту же область зрительной коры и воспринимаются как единое изображение. Несовпадение проекций приводит к диспаратности, которая в определённых пределах используется для оценки глубины (стереопсис), а при значительных отклонениях — к диплопии.

Практическое следствие этого принципа — необходимость точного позиционирования оптических элементов (линз, призм) с учётом зрительных осей и конвергенции. Например, при работе на близком расстоянии зрительные оси сходятся, и оптические центры линз должны соответствовать этому положению, чтобы избежать призматического эффекта и утомления.

Определение величины фузионных резервов глаз

Фузионные резервы — это количественная мера способности зрительной системы поддерживать бинокулярное слияние изображений при расхождении зрительных осей. Они отражают запас компенсаторных возможностей глазодвигательного и фузионного механизмов.

Методы определения фузионных резервов

1. **Призменная проба** — наиболее распространённый клинический метод. К одному глазу последовательно приставляют призмы возрастающей силы (в призменных диоптриях, Δ), ориентированные основанием к носу (для оценки дивергенции) или к виску (для конвергенции). Пациент фиксирует неподвижную мишень и сообщает момент появления двоения. Величина призмы, при которой возникает диплопия, соответствует пределу фузионного резерва. *Практическая значимость:* метод позволяет быстро оценить компенсаторный потенциал пациента и определить допустимую величину призматической коррекции без риска декомпенсации.
2. **Синоптофор** — аппаратный метод, позволяющий раздельно предъявлять стимулы каждому глазу и точно измерять фузионные резервы, а также оценивать способность к слиянию и наличие аномальной корреспонденции сетчаток.

Практическая значимость: синоптофор незаменим при диагностике и мониторинге косоглазия, планировании ортоптического лечения и оценке динамики восстановления бинокулярных функций.

3. **Тесты с поляризованными или красно-зелёными фильтрами** (например, тест Worth 4 dot, стереотесты) — используются для оценки характера зрения и косвенной оценки фузионной способности. *Практическая значимость:* эти тесты позволяют быстро дифференцировать монокулярное, одновременное и бинокулярное зрение, что важно при первичном обследовании и скрининге, а также при контроле эффективности лечения.

Показатели фузионных резервов

- **Положительные (конвергентные) фузионные резервы** — характеризуют способность глаз сходиться для фиксации близких объектов. В норме у взрослых составляют порядка 15–20 Δ при взгляде вдаль и значительно выше вблизи. *Практическое применение:* высокие конвергентные резервы позволяют компенсировать небольшие отклонения зрительных осей и обеспечивают устойчивость бинокулярного зрения при зрительной нагрузке.

• **Отрицательные (дивергентные) фузионные резервы** — отражают способность глаз расходиться для фиксации удалённых объектов. Нормальные значения — примерно 5–10 Δ.

Практическое применение: низкие дивергентные резервы могут быть причиной дискомфорта при переводе взгляда с близких на дальние объекты и требуют учёта при подборе прогрессивных линз.

Снижение фузионных резервов может свидетельствовать о нарушениях бинокулярного взаимодействия, утомлении глазодвигательной системы или декомпенсации скрытого косоглазия. Оценка фузионных резервов важна при подборе оптической коррекции, планировании ортоптического лечения и диагностике астенопических жалоб.

Практические алгоритмы в работе специалиста по медицинской оптике

• **При жалобах на зрительное утомление и двоение** первым шагом является оценка фузионных резервов (призменная проба) и характера зрения (тест Worth 4 dot). При выявлении снижения резервов рассматривают варианты: призматическая коррекция, тренировка фузии, поэтапная адаптация к бинокулярной работе.

• **При подборе прогрессивных линз** обязательно учитывают конвергенцию: оптические зоны должны соответствовать положению зрительных осей на разных дистанциях. При низких фузионных резервах рекомендуют более плавный переход между зонами и поэтапную адаптацию.

• **При анизометропии и риске анизейконии** предпочтение отдают контактным линзам или асферическим очковым линзам, снижающим разницу в размере изображений. Проводят расчёт ожидаемой анизейконии и оценивают её влияние на фузию.

• **При нистагме** определяют «нулевую точку» и устанавливают оптический центр линзы в соответствии с ней. Часто требуется минимальная рефракция и призматическая коррекция для стабилизации изображения.