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

ЛЕКЦИЯ 2. ТЕМА 1.2. ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА

Составляющие оптической системы глаза и их характеристики

Оптическая система глаза — совокупность анатомических структур, обеспечивающих преломление световых лучей и формирование чёткого изображения на сетчатке. К основным элементам оптической системы относят:

- **Роговицу** — переднюю прозрачную оболочку глаза, обладающую наибольшей преломляющей силой в оптической системе. Радиус кривизны передней поверхности роговицы в среднем составляет около 7,7 мм, задней — 6,8 мм. Показатель преломления вещества роговицы — примерно 1,376. Преломляющая сила роговицы достигает в среднем 43–44 дптр, что составляет около 70 % всей преломляющей силы глаза.
- **Водянистую влагу передней и задней камер глаза** — прозрачную жидкую среду с показателем преломления около 1,336. Сама по себе водянистая влага не вносит значительного вклада в преломление света, но обеспечивает оптическую однородность среды между роговицей и хрусталиком.
- **Хрусталик** — естественную двояковыпуклую линзу глаза, способную изменять свою преломляющую силу за счёт изменения кривизны поверхностей (аккомодация). Показатель преломления ядра хрусталика выше, чем его коры (в среднем от 1,386 до 1,406), что связано с градиентом концентрации белков. В состоянии покоя аккомодации преломляющая сила хрусталика составляет в среднем 19–20 дптр. При максимальной аккомодации она может возрастать на несколько диоптрий (у молодых людей — до 10–12 дптр).
- **Стекловидное тело** — прозрачное гелеобразное вещество, заполняющее полость позади хрусталика. Показатель преломления стекловидного тела близок к показателю водянистой влаги — около 1,336. Оно обеспечивает оптическую проводимость света к сетчатке и поддержание формы глазного яблока.

Суммарная преломляющая сила оптической системы глаза в состоянии покоя аккомодации составляет в среднем около 58–60 дптр. Важной характеристикой оптической системы является положение главных плоскостей, фокусных расстояний и кардинальных точек, определяющих ход лучей в глазу.

Редуцированный глаз

Для упрощения расчётов в физиологической оптике и прикладной офтальмологии применяют модель редуцированного глаза — упрощённую оптическую схему, в которой сложная многоэлементная система реального глаза сводится к одной эквивалентной преломляющей поверхности или тонкой линзе. Наиболее распространённой является модель редуцированного глаза Гульстранда, в которой все преломляющие поверхности заменяются одной суммарной преломляющей поверхностью.

В модели редуцированного глаза принимают следующие усреднённые параметры:

- одна эквивалентная преломляющая поверхность;
- суммарная преломляющая сила — около 58,64 дптр;
- положение узловой точки — на расстоянии примерно 7,5 мм от вершины роговицы;
- длина глаза (переднезадняя ось) — в среднем 24 мм;
- фокусное расстояние — около 16,7 мм.

Модель редуцированного глаза позволяет быстро рассчитывать положение фокуса, оценивать рефракцию и прогнозировать эффект оптической коррекции. Она широко применяется в расчётах очковых и контактных линз, а также в проектировании офтальмологической аппаратуры. При этом следует учитывать, что модель даёт

усреднённое представление и не отражает индивидуальных анатомических и оптических особенностей конкретного глаза.

Применение знаний физиологической оптики в профессиональной деятельности

Понимание принципов работы оптической системы глаза имеет ключевое значение для практической деятельности врача-офтальмолога, оптометриста и специалиста по подбору средств коррекции зрения. Основные направления применения:

- **Расчёт рефракции и подбор оптической коррекции.** На основе данных о преломляющей силе роговицы (кератометрия), длине глаза (оптическая биометрия) и клинической рефракции рассчитывают необходимую силу очковых или контактных линз. Используются формулы расчёта интраокулярных линз (например, SRK/T, Haigis, Holladay) с учётом индивидуальных параметров глаза.
- **Диагностика аметропий и астигматизма.** Знание топографии роговицы и распределения преломляющей силы позволяет выявлять регулярный и нерегулярный астигматизм, кератоконус и другие патологии роговицы. Применяются методы кератотопографии и оптической когерентной томографии.
- **Оценка аккомодационного аппарата.** Понимание механизма аккомодации и возрастных изменений хрусталика необходимо для диагностики пресбиопии, спазма аккомодации, паралича аккомодации. Используются методы динамической рефрактометрии, измерение объёма аккомодации.
- **Планирование рефракционной хирургии.** При лазерной коррекции зрения (LASIK, ФРК) расчёт абляции роговицы производится с учётом исходной преломляющей силы роговицы, целевой рефракции и толщины роговицы. Моделирование послеоперационного профиля роговицы позволяет прогнозировать результат и минимизировать риск осложнений.
- **Работа с офтальмологическими приборами.** Понимание хода лучей в глазу необходимо для корректного использования щелевой лампы, офтальмоскопа, тонометров, периметров и других приборов. Например, при прямой офтальмоскопии врач учитывает оптические свойства глаза пациента для получения чёткого изображения глазного дна.
- **Подбор средств реабилитации при нарушениях зрения.** При слабовидении учитывают остаточную рефракцию, контрастную чувствительность, поле зрения и подбирают телескопические системы, лупы, электронные увеличители с учётом оптических характеристик глаза.

Таким образом, физиологическая оптика служит теоретической основой для большинства клинических решений в офтальмологии и оптометрии, обеспечивая научно обоснованный подход к диагностике, лечению и коррекции нарушений зрения.