

ЗАОЧНАЯ ШКОЛА CARL ZEISS

Уважаемые читатели! Мы продолжаем публикацию учебных материалов из руководства «Handbook of Ophthalmic Optics», подготовленного компанией Carl Zeiss. В указанном руководстве в сжатом конспективном виде изложены практически все необходимые для работы врача-офтальмолога и оптика вопросы.

Всем читателям этой рубрики предлагается письменно ответить на несколько вопросов по «пройденному» материалу. Ответы следует высылать в ООО «Карл Цейсс» по указанному в конце статьи адресу. Читатели, активно участвующие в работе «Заочной школы», по окончании ее получат сертификат компании Carl Zeiss. «Заочная школа Carl Zeiss» была уже напечатана в следующих номерах: №6, №7 2005 г., №1, №2 2006 г. В этих номерах были изложены вопросы геометрической, физической и физиологической оптики.

Публикация 5 Физиологическая оптика: Глаз (продолжение)

Аккомодация Терминология

Цилиарная мышца уменьшает радиус кривизны передней поверхности хрусталика (а также задней поверхности, но в меньшей степени). Это вызывает увеличение оптической силы хрусталика и, следовательно, всего глаза в целом. Этот механизм позволяет глазу адаптироваться к различным расстояниям до объекта фиксации, и он называется аккомодацией.

Когда аккомодация «выключена» (этому состоянию соответствует оптическая сила глаза F_R), глаз четко фокусируется на дальнейшей точке ясного видения M_R (punctum remotum). Расстояние (k) от этой точки до передней главной точки глаза (см. «Заочную школу» в №6 2005г.) может быть отрицательным (M_R — реальная и находится перед глазом) или положительным (M_R — мнимая и находится позади глаза).

Рефракция, соответствующая дальнейшей точке ясного видения, равна:

$$K = 1/k \text{ (D)}. \quad (5.1)$$

При максимальной аккомодации (этому состоянию соответствует оптическая сила глаза F_P) в фокусе находится ближайшая точка ясного видения P_P (punctum proximum). Расстояние (b) от этой точки до передней главной точки глаза может быть отрицательным или положительным.

Рефракция, соответствующая ближайшей точке ясного видения, равна:

$$B = 1/b \text{ (D)}. \quad (5.2)$$

Дальнейшая и ближайшая точки ясного видения ограничивают объем аккомодации. Глаз может четко сфокусироваться на любой точке E (этому состоянию соответствует оптическая сила глаза F_E), лежащей между этими двумя точками. Расстояние (b_E) от точки E до передней главной точки глаза называется аккомодационным расстоянием.

Рефракция, соответствующая точке E , равна:

$$B_E = 1/b_E \text{ (D)}. \quad (5.3)$$

Аккомодационной силой ΔF называется величина, на которую увеличивается оптическая сила глаза в результате аккомодации:

$$\Delta F = F_E - F_R. \quad (5.4)$$

Максимальная аккомодационная сила ΔF_{\max} равна:

$$\Delta F_{\max} = F_P - F_R. \quad (5.5)$$

Величина ΔF_{\max} есть мера аккомодационной силы глаза.

Объемом аккомодации ΔA называется разница между соответствующими рефракциями:

$$\Delta A = K - B_E. \quad (5.6)$$

Максимальным объемом аккомодации называется разница:

$$\Delta A_{\max} = K - B. \quad (5.7)$$

(В отечественной литературе понятию ΔA_{\max} соответствует термин «объем абсолютной аккомодации».)

В случае применения средств коррекции зрения аккомодацию характеризуют аналогичными величинами с индексом «сс»: ΔF_{cc} и ΔA_{cc} (*cum correctione* – с коррекцией). Если средства коррекции не применяются, то ΔF будет практически равна ΔA . Для глаза с контактной линзой ΔF примерно равна ΔA_{cc} , но если используются очки, то ΔF и ΔA_{cc} будут различаться.

Если оптические приборы с постоянным расстоянием до объекта заставляют глаза конвергировать, то может возникать аккомодация (конвергентная аккомодация), хотя изображения на сетчатке в процессе конвергенции будут расплывчатыми.

Относительная дивергенция, возникающая таким же путем, способствуют отрицательной аккомодации.

Пресбиопия

Аккомодационная сила ΔF_{max} зависит от возраста. С увеличением возраста эластичность хрусталика уменьшается, что приводит к уменьшению объема аккомодации. На рис.5.1 показана зависимость средней ΔF_{max} от возраста. Если ΔF_{max} стано-

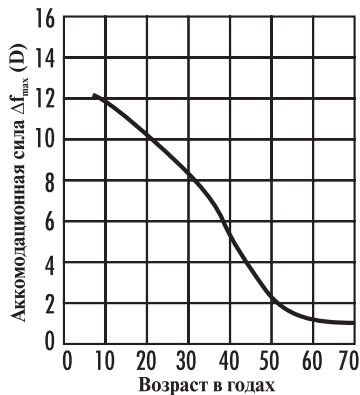


Рис. 5.1. Зависимость средней ΔF_{max} от возраста

вится меньше 4 D, то такое состояние называется пресбиопией.

Влияние освещенности

С уменьшением уровня освещенности объекта ближайшая точка ясного видения отодвигается вдаль от глаза (ночная пресбиопия), а дальнейшая точка ясного видения приближается к глазу (ночная миопия). Это приводит к уменьшению объема аккомодации (рис.5.2) и вызывает у человека чувство дискомфорта на ранней стадии пресбиопии, пока он еще не стал носить очки для чтения (чувство дискомфорта особенно сильно при чтении печатного текста с маленькими буквами, как например, в телефонных справочниках при недостаточном искусственном освещении).

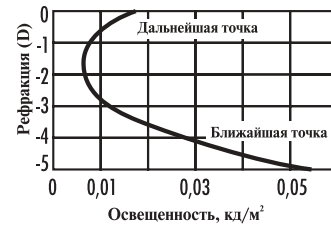


Рис. 5.2. Объем рефракции как функция уровня освещенности

Зрачок Диаметр

Отверстие в радужке глаза называется зрачком. Его диаметр зависит от освещенности (табл.5.1), возраста (рис.5.3) и общего физического состояния человека. Более того, размер зрачка, аккомодация и конвергенция взаимозависимы. Диаметр зрачка изменяется в пределах от 10 мм до 1 мм в зависимости от различных условий.

Роговица и влага передней камеры оказывают увеличивающее действие, и поэтому зрачок ка-

Таблица 5.1. Диаметр входного зрачка глаза для разных видов аметропии при разных уровнях освещенности

Освещенность E (люкс)	Диаметр для эметропов (мм)	Диаметр для миопов (мм)	Диаметр для гиперметропов (мм)	Среднее значение (мм)
0 (темнота)	7.63	7.79	7.23	7.55
0.1	6.66	6.84	6.09	6.53
1.0 (сумерки)	5.88	6.13	5.48	5.83
10	4.98	5.02	4.91	4.97
100 (экран в кинотеатре)	3.92	3.97	3.88	3.92
1000 (через 10 мин. после восхода солнца)	3.09	3.13	3.06	3.09
2500	2.61	2.68	2.51	2.60

Таблица 5.2. Распределение PD для взрослого населения Германии

PD	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72 (мм)
Мужчины	0	0	1	2	3	5	8	11	13	14	13	11	8	5	3	2	1 (%)
Женщины	1	2	3	7	10	12	14	13	12	10	7	5	2.5	1	0.5	0	0 (%)

жется в 1,13 раза больше. Средний диаметр зрачка составляет от 3 мм до 5 мм.

При наблюдении с помощью оптических инструментов размер зрачка глаза должен совпадать с размером выходного отверстия прибора. Если это отверстие шире зрачка глаза, то световой поток, выходящий из прибора, не будет полностью попадать в глаз.

У миопичных глаз зрачок обычно шире, а у гиперметропичных уже, чем у эметропичных глаз (табл.5.1).

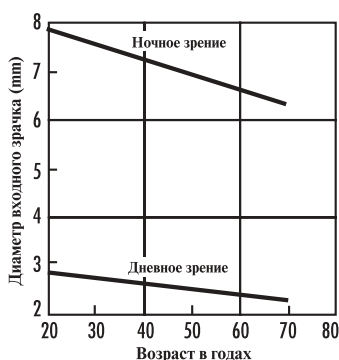


Рис. 5.3. Зависимость от возраста среднего размера входного зрачка

Межзрачковое расстояние

Межзрачковым расстоянием (PD, обозначение в формулах – p) называется расстояние между центрами зрачков, когда оба глаза фиксированы на удаленной (в бесконечность) точке, т.е. когда линии фиксации параллельны. PD измеряют с помощью интерпупиллометров, и PD по величине совпадает с расстоянием между оптическими центрами вращения глаз. В табл.5.2 приведено статистическое распределение PD для взрослого населения Германии.

Влияние интенсивности освещения

Размер зрачка, как и уровень освещения, очень важны для обеспечения достаточной освещенности сетчатки и, следовательно, для ощущения яркости. По этой причине интенсивность освещения зрачка I_p была введена как мера освещения сетчатки в дневное время. Величина I_p есть произведение освещенности L на площадь поверхности зрачка A_p :

$$I_p = L \times A_p \quad (5.8)$$

Интенсивность освещения зрачка указывается в специальных единицах троланд (Trol), если освещенность дана в кд/м², а площадь поверхности зрачка в мм².

Контрольные вопросы по материалам, опубликованным в №1 и №2 2006 (Геометрическая оптика. Публикация 3. Физиологическая оптика. Публикация 4)

- Сферические аберрации приводят к:
 - Размытию изображения (типа «гало»)
 - Окрашиванию контуров изображения
 - Изменению формы объекта
- Аберрации «кома» приводят к искажению изображения точечного объекта, напоминающему по форме:
 - Грушу
 - Баранку
 - Комету
- Каково основное свойство поляризационных очковых линз?
 - Устранение бликов с водных, снежных, блестящих поверхностей
 - Устранение цветовых дефектов изображения
 - Устранение сферических аберраций
- Какое физическое явление используется для уменьшения отражения света от очковой линзы?
 - Дифракция
 - Интерференция
 - Поляризация
- Оптическая система глаза включает :
 - Оптический центр вращения глазного яблока
 - Поле фиксации
 - Палочки и колбочки
- Для правильного центрирования очковых линз важным элементом является:
 - Механический центр вращения глазного яблока
 - Оптический центр вращения глазного яблока
 - Зрительная линия

*Ответы присылать по факсу: (495) 933-51-50, по электронной почте dyadina@zeiss-msk.ru или по почте: 105005, Москва, Денисовский пер., 26, ООО «Карл Цейсс» с пометкой на конверте «Заочная школа». На сообщении для факса также следует сделать пометку: «Заочная школа». Обязательно укажите свои координаты (ФИО, адрес, телефон для связи), номер журнала, в котором был напечатан материал, к которому даны вопросы, и номера вопросов и ответов на них.
Образец ответов: Иванова А.Т., почтовый адрес, номер телефона, №6 2005, 1.А, 2.В, 3.Б, 4.В*