

# 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 конспективном виде изложены практически все необходимые для работы врача-офтальмолога и оптика вопросы.

«Заочная школа Carl Zeiss» была уже напечатана в следующих номерах: №6, №7 2005 г., №1, №2, №4-6 2006 г. В этих номерах были изложены вопросы геометрической, физической и физиологической оптики.

## Публикация 8 Физиологическая оптика: Глаз (продолжение)

### Монокулярная коррекция зрения

#### Полная коррекция рефракции

Цель исследования рефракции состоит в определении корректирующих очковых линз, обеспечивающих полную компенсацию имеющейся аметропии. Такие очковые линзы позволяют получить максимальную остроту зрения; при этом дальнейшая точка ясного видения  $M_{Rcc}$  (системы линза-глаз) лежит в бесконечности, как для эметропичного глаза. Передний фокус линзы  $F'_{SP}$  должен совпадать с дальнейшей точкой ясного видения глаза  $M_R$  (рис.8.1.).

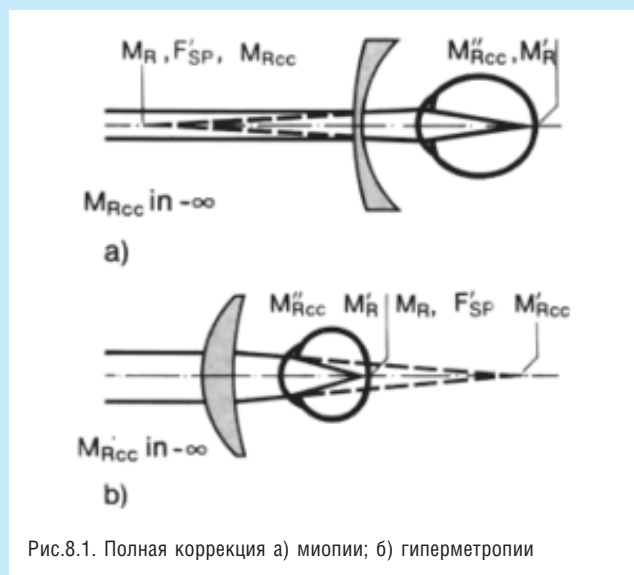


Рис.8.1. Полная коррекция а) миопии; б) гиперметропии

Поскольку для дальнего зрения accommodation ослаблена, то для коррекции применимо следующее правило:

Наилучшей линзой является та самая «сильная» положительная линза или та самая «слабая» отрицательная линза, которая обеспечивает наивысшую остроту зрения.

При наличии астигматизма полная коррекция должна быть достигнута для обоих главных меридианов с помощью астигматических линз. Лучшей сферической линзой в этом случае считается линза, для которой круг наименьшего рассеяния для удаленных объектов располагается на сетчатке.

#### Объективные методы

При определении рефракции объективным методом пациент не играет активной роли. Наиболее распространенными инструментами являются ретиноскоп, скиаскоп или рефрактометр. Офтальмометры или кератометры применяются для измерения радиуса кривизны роговицы.

#### Субъективные методы

Наиболее распространенные методы основываются на определении остроты зрения и улучшении остроты зрения с помощью соответствующих корректирующих очковых линз. Пациент в ходе исследования должен описать изменение остроты зрения при рассматривании специальных тестовых таблиц. В субъективных методах исследуемый играет активную роль. Кроме тестовых таблиц необходимо применять пробный набор линз с оправой или фороптер.

#### Фузия и вергенция

##### Бинокулярное зрение

Бинокулярность зрения достигается, когда два монокулярных одновременно ощущаемых изображения сливаются в единое изображение. Фузия — это совокупность всех процессов, которые приводят к бино-

кулярному зрению в результате слияния стимулов от объекта. Эти процессы происходят в основном непроизвольно. Различают моторную и сенсорную фузии.

Моторная фузия обеспечивает вергенцию с помощью глазодвигательных мышц для того, чтобы максимально точно направить глаза для фиксации объекта.

Сенсорная фузия обеспечивает бинокулярное зрение с помощью процессов в нервной системе, даже тогда, когда имеется некоторая диспаратность, т.е. два монокулярных изображения в обоих глазах расположены не совсем точно на корреспондирующих точках сетчатки.

## Вергенция

Вергенция – это движение линий фиксации обоих глаз в противоположных направлениях (вергенция фиксирующих линий) или движение меридианов сетчатки обоих глаз (цикловергенция):

Основные типы вергенции:

1. конвергенция (положительная горизонтальная вергенция): движение фиксирующих линий вовнутрь (перевод взгляда с дальнего на ближний объект)

2. дивергенция (отрицательная горизонтальная вергенция): движение фиксирующих линий наружу (перевод взгляда с ближнего на дальний объект)

3. положительная (отрицательная) вертикальная вергенция: линия фиксации правого (левого) глаза смещается вверх относительно линии фиксации другого глаза.

Согласованные движения обоих глаз в одном направлении (повороты глаз в стороны при рассматривании объектов) называются верзионными движениями.

## Вергентные положения

Вергенция измеряется величиной угла между линиями фиксации глаз (вергенция фиксирующих линий) и углом между вертикальными меридианами сетчатки двух глаз (положение цикловергенции).

Главные вергентные положения:

1. конвергентное положение (положительная горизонтальная вергенция): внутреннее положение линий фиксации

2. дивергентное положение (отрицательная горизонтальная вергенция): наружное положение линий фиксации

3. положительное (отрицательное) положение вертикальной вергенции: линия фиксации правого (левого) глаза лежит выше линии фиксации другого глаза.

Если линии фиксации обоих глаз пересекаются в точке наблюдения объекта и если вертикальные меридианы обоих глаз параллельны друг другу, то глаза находятся в ортоположении, соответствующем расстоянию до наблюдаемого объекта. В ортоположении имеется бинокулярное зрение с бицентральной фиксацией. Вергентное положение, требующее минимального напряжения – вергенция покоя – существует для каждого состояния аккомодации, соответствующего различным расстояниям. Это предпола-

гает, что глаза занимают это положение покоя при отсутствии фузионного стимула. Положение покоя для аккомодации, соответствующей дальнейшей точке, называется положением покоя дальнейшей точки. Различные положения покоя могут иметь место для различных состояний адаптации зрения. Практически важно положение покоя в условиях яркой освещенности (фотооптическое зрение).

Вергентное положение, необходимое для зрения с бицентральной фиксацией, может быть изменено оптическим прибором (например, призмой) (рис.8.2). Отклоняющие наружу оптические устройства (например, призмы основанием наружу, рис.8.2а) изменяют вергентное положение глаз, имеющих бицентральной фиксацию в конвергентном направлении для обеспечения необходимого зрения, отклоняющие внутрь оптические устройства (например, призмы основанием внутрь, рис.8.2б) изменяют вергентное положение глаз, имеющих бицентральной фиксацию в дивергентном направлении для обеспечения необходимого зрения.

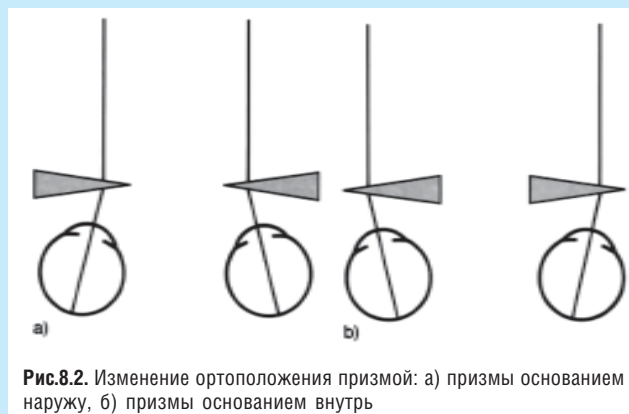


Рис.8.2. Изменение ортоположения призмой: а) призмы основанием наружу, б) призмы основанием внутрь

## Диапазоны фузии

Если исследуется фузионная способность глаз, то с помощью оптических устройств (например, призм) вызывают изменение вергентного положения; объект на неизменном расстоянии в зависимости от остроты зрения обеспечивает одновременно постоянный аккомодационный и фузионный стимулы. Конвергентные возможности определяются с помощью призм основанием наружу, а дивергентные – с помощью призм основанием внутрь (рис.8.2). Оптическая сила призмы постепенно увеличивается, усиливая изменение вергентного положения линий фиксации глаз до достижения размытия изображения. Это пороговое значение призмы, при котором объект, наблюдаемый с помощью бинокулярного зрения, становится плохо различим. Это размытие происходит потому, что фокусирующая рефракция глаз изменилась в соответствии с существующей взаимосвязью вергенции и аккомодации. При дальнейшем увеличении силы призм и неизменном аккомодационном стимуле, добавляются двоения изображения, таким образом, достигается точка разрыва (точка двоения).

Если после достижения точки разрыва начать постепенно уменьшать силу призм, то бинокулярное зрение снова появится, но не мгновенно и не точно в этой точке, а при несколько меньшей силе. Это пороговое значение, при котором — при неизменном аккомодационном стимуле после наступления диплопии — восстанавливается бинокулярное зрение, называется точкой восстановления.

Относительный диапазон конвергенции и относительный диапазон дивергенции рассчитываются как разница между положением покоя вергенции и соответствующих точек размытия, а абсолютные диапазоны — точек разрыва. Горизонтальный фузионный диапазон включает диапазон конвергенции (положительная часть горизонтального фузионного диапазона) и диапазон дивергенции (отрицательная часть горизонтального фузионного диапазона). Вертикальный фузионный диапазон определяется аналогичным образом, и все диапазоны фузии приводятся в единицах «см/м».

Если измерение проводят от дальней точки после достижения аккомодации, абсолютный диапазон конвергенции обычно шире относительного диапазона конвергенции, в то время как абсолютный диапазон дивергенции обычно равен относительному диапазону дивергенции (т.е. точка размытия и точка разрыва совпадают), так как отрицательная аккомодация возможна с помощью только одного дивергентного стимула.

Фузионные диапазоны для разных субъектов сильно различаются. В норме самый большой диапазон конвергенции, а диапазон вертикальной фузии — наименьший.

Резерв конвергенции и резерв дивергенции измеряют от ортоположения. Различают также относительный и абсолютный резервы. Сумма резервов конвергенции и дивергенции всегда такая же, как сумма диапазонов конвергенции и дивергенции.

Относительные величины характеризуют диапазон фузионной вергенции, в котором фузионный объект может быть видим (по крайней мере, в течение короткого промежутка времени) бинокулярно и четко различим. Абсолютные значения также включают диапазон, в котором бинокулярность достигается, но изображение фузионного объекта вследствие взаимодействия вергенции и аккомодации будет нечетким.

### Компоненты вергенции

Бинокулярное зрение требует определенного рабочего вергентного положения; идеальным является ортоположение. (Для зрения с фиксационной диспаратностью рабочее положение отклоняется от ортоположения, в зависимости от направления и величины фиксационной диспаратности.)

В вергенции, необходимой для достижения рабочего положения, различают 4 компонента:

1. тоническая вергенция
2. аккомодационная горизонтальная вергенция
3. психическая (проксимальная) горизонтальная вергенция
4. фузионная вергенция.

Все компоненты вергенции измеряются в единицах «см/м».

Тоническая вергенция — это изменение вергентного положения между состоянием сна глаз и положением дальнейшей точки покоя.

Аккомодационная горизонтальная вергенция описывает изменение положения покоя по отношению к положению дальнейшей точки покоя, когда получен аккомодационный стимул, включивший движения глаз вовнутрь, вызванные аккомодацией. Степень согласованности аккомодации и движений глаз вовнутрь описывается АСА-градиентом:

$$\text{АСА-градиент} = \frac{\text{аккомодационная вергенция}}{\text{аккомодация}}$$

АСА-градиент задается в «см» (точнее, в см/м на D). Он может быть измерен изменением аккомодационного стимула для обоих глаз с помощью оптических устройств в отсутствии фузионного стимула и при постоянном расстоянии до объекта.

Психическая горизонтальная вергенция вызывается субъективным ощущением «близости» или дали; в ходе этого процесса проксимальная конвергенция включает в себя внутренние движения глаз, запускаемые «знанием близости» в случае реально расположенных вблизи объектов (приборная конвергенция, инструментальная конвергенция).

Величина психической горизонтальной вергенции связана с аккомодационной вергенцией через АСА-коэффициент:

$$\text{АСА-коэффициент} = \frac{\text{аккомодационная вергенция} + \text{психическая вергенция}}{\text{аккомодация}}$$

АСА-коэффициент измеряется в тех же единицах, что и АСА-градиент, и больше его. АСА-коэффициент может быть измерен изменением аккомодационного стимула путем изменения расстояния до объекта в отсутствии фузионного стимула.

С помощью тонической, аккомодационной и психической вергенции глаза достигают положения покоя вергенции, соответствующего определенному расстоянию до объекта. Если это положение покоя не является еще рабочим положением, то необходима дальнейшая вергенция для обеспечения бинокулярного зрения, это называется фузионной вергенцией. Если линии фиксации обоих глаз отклонены от положения покоя в ортоположение (идеальное рабочее положение) за счет фузионной вергенции, то достигнуто зрение с бицентральной фиксацией, и, следовательно, обеспечено бинокулярное зрение, идеальное с точки зрения зрительных ощущений. Если, однако, фузионной вергенции оказалось недостаточно для этого, то имеет место фиксационная диспаратность, гарантирующая нормальное бинокулярное зрение; это однако, не идеально с точки зрения зрительных ощущений.