

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, №4-7 2006 г., №1 2007 г. В этих номерах были изложены вопросы геометрической, физической и физиологической оптики.

Публикация 10 Физиологическая оптика: Глаз (продолжение)

Фория и тропия Ортофория

Если положение дальнейшей точки покоя эметропичных или полностью скорректированных глаз совпадает с параллельным ортоположением, то имеет место ортофория для дали. Взаимодействие глаз считается идеальным с точки зрения их двигательной (и обычно также сенсорной) функции, если положение покоя вергенции и ортоположение идентичны для всех направлений взора независимо от расстояния до бинокулярно фиксируемого объекта. В этом случае ортофория достигается во всем диапазоне аккомодации.

Ошибка в положении глаз состоит в отклонении от идеального взаимодействия двух глаз с точки зрения их моторной функции; тогда точка покоя вергенции не совпадает с ортоположением. Здесь различают гетерофорию (скрытая ошибка положения) и гетеротропию (явная ошибка положения, страбизм, косоглазие). Термин ортотропия используется для описания специфического поведения вергенции, при котором оба глаза всегда находятся в ортоположении; это может быть либо ортофория, либо полностью моторно компенсированная гетерофория.

Гетерофория

Гетерофория – это ошибка в положении двух глаз, при которой нормальное бинокулярное зрение поддерживается благодаря наличию фузионного стимула в самой природе зрения. Фузионная вергенция, требуемая для достижения ортоположения, количественно равна гетерофории. Если положение покоя отклоняется от ортоположения кнаружи, то тогда имеется экзофория (требуется

фузионная конвергенция). Если положение покоя отклоняется от ортоположения внутрь, то тогда имеется эзофория (требуется фузионная дивергенция). При вертикальной фории требуется вертикальная фузионная вергенция. Горизонтальная и вертикальная гетерофории часто проявляются вместе. Более того, величина гетерофории может зависеть от направления взгляда и расстояния до объекта (анизофория).

Циклофория – это гетерофория, проявляющаяся в повороте двух глаз в противоположных направлениях вокруг осей, приблизительно совпадающих с линиями фиксации.

Фиксационная диспаратность

Фиксационная диспаратность – это явление, часто наблюдаемое при гетерофории, благодаря которому нормальное (но уже не идеальное) бинокулярное зрение поддерживается, когда рабочее положение вергенции не точно совпадает с ортоположением. При фиксационной диспаратности диспаратно наблюдаемая точка фиксации видна бинокулярно либо благодаря сенсорной фузионной способности в центральной фузионной зоне Панума (фиксационная диспаратность типа I, диспаратная фузия), либо обратному сдвигу корреспондирующего центра в пределах центральной зоны Панума (фиксационная диспаратность тип II, диспаратная корреспонденция). Центральная зона Панума может быть также расширена в направлении, определяемом гетерофорией (при эзофории, соответственно, в назальном направлении, и т.д.).

Фиксационная диспаратность не есть косоглазие, и для различения двух типов фиксационной

диспаратности необходимо соответствующее тестирующее оборудование (например, Polatest компании Zeiss). Любая фиксационная диспаратность снижает качество бинокулярного зрения и приводит к невозможности зрительного стерео баланса.

Аккомодационно-вергентная диаграмма

Индивидуальные значения горизонтальных вергенций и их связь с аккомодацией может быть графически проиллюстрирована с помощью аккомодационно-вергентной диаграммы (графический анализ по Hofstetter). Если, однако, пренебречь существованием фиксационной диспаратности, то диаграммы этого типа могут обеспечить только грубое представление реальных условий.

Когда взгляд направлен вдаль, линии фиксации двух глаз параллельны в ортоположении. Для эметропичного глаза без ошибок положения это состояние соответствует нулевой точке на аккомодационно-вергентной диаграмме, на которой аккомодационный стимул расположен напротив горизонтального вергентного положения двух глаз (рис.10.1); положительные значения горизонтального вергентного положения означают конвергентное положение, отрицательные – дивергентное положение. Ортоположение для ближних объектов является конвергентным положением и зависит от расстояния до объекта и межзрачкового расстояния. Если межзрачковое расстояние p выражено в сантиметрах, и величина E , обратная расстоянию от линии, соединяющей два оптических центра вращения глазного яблока, до объекта (предполагается, что оно положительное) – в диоптриях, то требуемая конвергенция будет в см/м:

$$(10.1) \quad K = p \cdot E.$$

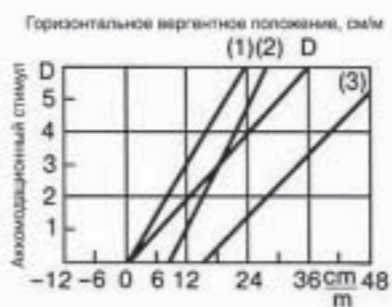


Рис. 10. 1. Аккомодационно-вергентная диаграмма
 D – линия Дондера для межзрачкового расстояния 60 мм
 (1) Линия фории при ортофории вдаль и возрастающая ближняя эзофория для уменьшающегося расстояния до объекта (например, 6 см/м для $E = 3D$).
 (2) Линия фории при эзофории вдаль (9 см/м), уменьшающаяся эзофория при уменьшении расстояния до объекта, ортофория при $E=3D$ и увеличивающаяся эзофория при дальнейшем уменьшении расстояния до объекта.
 (3) Линия фории при независимой от расстояния эзофории (15 см/м).

В таблице 10.1 приведены используемые в формуле (10.1) величины K . Эти значения ортоположения представлены на аккомодационно-вергентной диаграмме (рис.10.1) линией Дондера (Donder).

Горизонтальная фория для каждого аккомодационного стимула (расстояния до объекта) определяется от линии Дондера и дает относительное положение покоя вергенции. (Вертикальные фории не могут быть включены в эту диаграмму; они должны быть уже призматически скорректированы до измерения горизонтальных значений.) Линия, соединяющая положения покоя, известна как линия фории, и это обычно прямая линия. Если ортофория имеется во всем аккомодационном диапазоне, то линия фории и линия Дондера совпадают. При экзофории линия фории лежит слева от линии Дондера, а при эзофории – справа. Если линия фории проходит параллельно линии Дондера, то имеет место гетерофория, которая не зависит от расстояния до объекта; тогда АСА-градиент (см. «Заочную школу Carl Zeiss», ВО, №7, 2006) (как при ортофории) равен межзрачковому расстоянию, заданному в см. На рис.10.1 показаны 3 примера.

Диапазоны дивергенции и конвергенции (при постоянном аккомодационном стимуле) отсчитываются на аккомодационно-вергентной диаграмме от соответствующих положений покоя (линии фории). Диапазон, в котором возможно в течение, по крайней мере, короткого отрезка времени четкое бинокулярное зрение, лежит внутри диапазонов относительной фузии. При возрастании аккомодационного стимула этот диапазон ограничивается максимальным аккомодационным усилием ΔF_{max} (на рис.9.2. окрашен серым цветом).

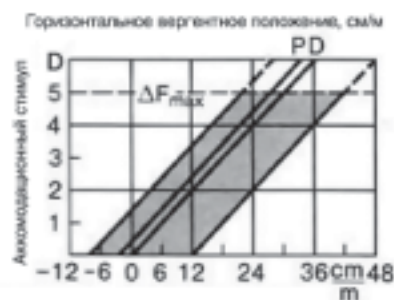


Рис. 10. 2. Аккомодационно-вергентная диаграмма
 O – линия Дондера для межзрачкового расстояния 60 мм
 P – линия фории для независимой от расстояния эзофории (3 см/м).
 ΔF_{max} – максимальная сила аккомодации

Гетеротропия

При гетеротропии (косоглазие) линия фиксации одного из двух глаз отклонена от ортоположения, определенного для соответствующего расстояния до объекта – независимо от присутствия фузионного

Таблица 10. 1. Связь между расстоянием до объекта, межзрачковым расстоянием p и положением конвергенции, необходимой для зрения с бицентральной фиксацией (см/м)

Расстояние до объекта (м)	Межзрачковое расстояние p (мм)									
	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76
4.00	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9
2.00	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8
1.00	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6
0.67	8.7	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.8	11.0	11.4
0.50	11.6	12.0	12.4	12.8	13.2	13.6	14.0	14.4	14.8	15.2
0.40	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0
0.33	17.4	18.0	18.6	19.2	19.8	20.4	21.0	21.6	22.2	22.8
0.25	23.2	24.0	24.8	25.6	26.4	27.2	28.0	28.8	29.6	30.4
0.20	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0
0.16	37.2	37.5	38.8	40.0	41.3	42.5	43.7	45.0	46.3	47.5

стимула – до такой степени, что изображение точки фиксации лежит вне центральной зоны Панума в косящем глазу. Это означает, что нормальное бинокулярное зрение уже невозможно.

Угол косоглазия – это отклонение линии фиксации косящих глаз от ортоположения при положении вергенции вдаль. Если косящий глаз принимает участие во всех зрительных движениях фиксирующего глаза таким образом, что угол отклонения всегда остается постоянным, то имеется содружественное косоглазие. Если у обоих глаз примерно одинаковая острота зрения, они обычно отклоняются попеременно от направления фиксации, то имеет место альтернирующее косоглазие. Если всегда отклоняется один и тот же глаз от направления фиксации, имеется монолатеральное (одностороннее) косоглазие. Паралитическое косоглазие, при котором угол косоглазия изменяется с направлением взгляда, вызывается параличом зрительных мышц. Косоглазие вызывает двоение зрения, если не подавлено зрительное представление косящего глаза, или если бинокулярное зрение достигается благодаря аномальной ретиальной корреспонденции. Микрострабизм – необратимая форма одностороннего косоглазия, вызванная сенсорными факторами с углом косоглазия меньше 5° .

Анизометропия и анизейкония

Анизометропия

Если у двух глаз рефракция при зрении вдаль различается, то имеет место анизометропия. Разница в оптической силе двух линз, обеспечивающих наилучшую сферическую коррекцию, называется анизометропической разницей $\Delta F'_v$:

$$(10.2) \quad \Delta F'_v = F'_{v2} - F'_{v1},$$

где F'_{v2} – большая (по абсолютной величине) оптическая сила. Таким образом, $\Delta F'_v$ – всегда величина положительная.

При осевой анизометропии у обоих глаз одинаковая рефракция, но разные длины глаз; при рефракционной анизометропии длины обоих глаз одинаковые, но различаются рефракции.

Зрительные движения анизометропического глаза при полной коррекции очковыми линзами требуют различной фузионной вергенции в зависимости от направления фиксации. Это происходит из-за различной бинокулярной призматической силы (геометрическая разница

между призматическими силами) в соответствующих зрительных точках линз. Эта гетерофория, которая изменяется при изменении направлении взгляда, возрастает при увеличении анизометропической разницы и может затруднять зрение. Особое внимание следует уделить анизометропии при подборе корригирующих линз.

Анизейкония

Если форма или размер объекта воспринимаются по-разному двумя глазами, имеет место анизейкония. Анизейкония, таким образом, означает несоответствие размера или формы двух монокулярных изображений объекта. Эта разница необязательно вызвана различием ретиальных изображений. Анизейкония может быть вызвана анатомическими, функциональными (сенсорными) или геометрически-оптическими факторами.

При анизейконии анатомического (ретиального) происхождения зрительные элементы обоих сетчаток имеют различную структуру, что приводит к тому, что в глазах формируются различные зрительные представления, несмотря на одинаковую рефракцию для дали (изометропию) и идентичные изображения на сетчатке.

Функциональная анизейкония вызвана центральной нервной системой и может быть следствием, например, фиксационной диспаратности. Оптическая анизейкония возникает из-за несоответствия изображений на сетчатках двух глаз. Разница в размере изображений на сетчатках двух глаз может быть вызвана:

1. Разницей длин двух глаз даже в случае изометропии.
2. Разницей в степени увеличения двух очковых линз, обеспечивающих полную коррекцию в случае анизометропии.
3. Афакией одного из двух глаз.
4. Несовпадением расстояний до расположенного вблизи объекта для двух глаз как следствие косой фиксации объекта.