

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., №1-7, 2007 г., №1,2 2008 г.

Публикация 18 Очковая оптика: Система линза-глаз

Биноклярное центрирование

Центровочное расстояние

Расстояние между двумя точками оптического центрирования двух линз в паре очков называется центровочным расстоянием z . Оно должно совпадать с указанным в рецепте на очки межцентровым расстоянием, которое совпадает с расстоянием между главными сълочными точками двух линз в пробной оправе или в форопторе. В каждом рецепте на очки кроме оптической силы линз должно быть указано межцентровое расстояние. (Определение межцентрового расстояния является частью исследования рефракции. Выписанное межцентровое расстояние совсем необязательно должно быть равно межзрачковому расстоянию. Значение PD часто записывают в рецепте для указания межзрачкового расстояния.)

Если в процессе подбора центровочное расстояние должно отличаться от назначенного межцентрового расстояния, то это разница должна быть учтена при оформлении заказа на линзы таким образом, чтобы после установки в оправу линзы обеспечивали предписанные оптические силы для специального указанного в рецепте межцентрового расстояния.

Положение двух точек оптического центрирования в оправе устанавливается на основе их координат x , y (расстояний от назальной вертикальной стороны и от нижней горизонтальной стороны прямоугольника, сторонами которого являются касательные линии, проходящие через крайние точки шаблона линзы в оправе) или их значений с учетом децентрирования u , v (расстояний от геометрического центра M шаблона линзы в оправе (см. рис.18.1).

Если требуется чтобы центровочное расстояние было асимметричным относительно середины переносицы оправы, то расстояния, определяющие положение главных сълочных точек двух линз от середины переносицы,



Рис.18.1. Положение точек оптического центрирования (M – геометрический центр линзы, Z_B – точка оптического центрирования, z_f – центровочное расстояние, m – расстояние между геометрическими центрами шаблонов линз в оправе)

должны быть указаны отдельно. К координатам точки оптического центрирования и их смещениям добавляют буквы R (правый глаз) и L (левый глаз). Применима следующая формула:

$$(18.1) \quad z_f = x_R + x_L + b,$$

где b – ширина переносицы оправы (рис.18.1).

В зависимости от применяемого инструмента для установки линзы достаточно указать либо координаты, либо расстояния децентрирования. Следующие уравнения связывают эти величины:

$$(18.2) \quad u = x - l/2, \quad v = y - h/2,$$

где l — длина шаблона линзы в оправе (расстояние между крайними назальной и темпоральной точками), h — высота шаблона линзы (расстояние между крайними верхней и нижней точками).

Точки ближнего зрения

При взгляде на близких расстояниях линии фиксации обоих глаз пересекают плоскость оправы в главных ссылочных точках ближнего зрения (точки ближнего зрения NVP). Расстояние между точками NVP и серединой переносицы оправы (рис.18.1) — q_R и q_L . Расстояние $p_N = q_R + q_L$ между двумя точками ближнего зрения или центровочное расстояние для близи (неточно называемое PD для близи) зависит от:

1. межзрачкового расстояния p ,
2. заднего вертексного расстояния d ,
3. расстояния до объекта,
4. бинокулярной призматической силы линз в точках NVP.

Если пренебречь последним фактором (оказывающим слабое влияние при небольших оптических силах), то

$$(18.3) \quad p_N = p (l^* - d) / (l^* + 13 \text{ мм}),$$

где l^* — положительное расстояние до объекта от роговицы глаза, l^* и d выражены в мм. В табл. 18.1 приведены соотношения между p_N и p для заднего вертексного расстояния 15 мм.

p (mm)	p _N (mm)		
	250	333	400
58	51.8	53.3	54.1
60	53.6	55.1	55.9
62	55.4	57.0	57.8
64	57.2	58.8	59.7
66	59.0	60.7	61.5
68	60.8	62.5	63.4
70	62.5	64.3	65.3
72	64.3	66.2	67.1

Таблица 18.1. Зависимость p_N от межзрачкового расстояния p и расстояния l^* от объекта до роговицы для заднего вертексного расстояния 15 мм

Бинокулярная призматическая сила в точках ближнего зрения в однофокальных очках для дали зависит от задней вершинной силы линз и центрирования и может быть приближенно оценена по формуле Прентиса. Конвергенция в очках в результате действия этой бинокулярной призматической силы отличается от конвергенции, имеющейся без очков (ВО, Публикация 10, формула 10.1). Если очки для дали были центрированы таким образом, что расстояние между оптическими центрами двух линз больше p_N , то положительные линзы создают бинокулярную призму основанием наружу в точках ближнего зрения и следовательно для гиперметропичных глаз требуется избыточная конвергенция, отри-

цательные линзы создают призму основанием внутрь и следовательно для миопичных глаз требуется меньшая конвергенция.

Горизонтальное центрирование

Кроме условия монокулярного центра вращения, также должно быть выполнено условие бинокулярности, т.е. чтобы соблюдалось межцентровое расстояние, указанное в рецепте. Чем больше оптическая сила линз, тем выше требования к точности межцентрового расстояния. Ошибки в расстоянии приводят к появлению нежелательного бинокулярного призматического действия в зрительных точках.

Если центровочное расстояние слишком большое, глаз должен обеспечить фузионную конвергенцию в случае положительных линз и фузионную дивергенцию для отрицательных линз. Если межцентровое расстояние слишком маленькое, ситуация обратная.

Точность, рекомендуемая для соблюдения межцентрового расстояния, определяется максимально допустимыми отклонениями от указанного в рецепте бинокулярного призматического действия в главных ссылочных точках. Так как для глаз конвергенция обычно лучше, чем дивергенция (от параллельного положения), то бинокулярная призматическая переносимость для определенного межцентрового расстояния в однофокальных очках будет:

$$(18.4) \quad \Delta P_D = 1 \text{ см/м основание наружу.}$$

Допустимые отклонения при горизонтальном центрировании получают удвоением значений, приведенных в табл.18.2.

Так как переносимая бинокулярная призматическая сила действует основанием наружу, то межцентровое расстояние для положительных линз может быть больше предписанного на указанные величины, а для отрицательных линз — соответственно, меньше.

Главные ссылочные точки однофокальных очков для чтения обычно центрируют относительно межцентрового расстояния, назначенного для дали. Если это не так, то условие центра вращения не может быть корректно выполнено и смена очков для дали на очки для чтения, бифокальные или прогрессивные очки будет вызывать затруднения, так как пользователь очками привыкает к бинокулярной призматической силе в точках ближнего зрения в своих очках для дали, которые он ранее использовал также для зрения вблизи.

Так как в соответствии с коэффициентом АСА (см. Публикация 8, ВО, 2006, №7) аккомодационная конвергенция уменьшается из-за действия аддидации, то отклонение от требуемого межцентрового расстояния может приводить только к ослаблению условия (требования) конвергенции. Бинокулярно призматическая переносимость межцентрового расстояния однофокальных очков для чтения, таким образом, будет:

$$(18.5) \quad \Delta P_D = 1 \text{ см/м основание внутрь,}$$

F_v' (D)	Погрешность (mm)		F_v' (D)
+ 1.0	4.86	5.14	- 1.0
+ 1.5	3.20	3.48	- 1.5
+ 2.0	2.36	2.64	- 2.0
+ 2.5	1.88	2.14	- 2.5
+ 3.0	1.53	1.81	- 3.0
+ 3.5	1.29	1.57	- 3.5
+ 4.0	1.11	1.39	- 4.0
+ 4.5	0.97	1.25	- 4.5
+ 5.0	0.86	1.14	- 5.0
+ 5.5	0.77	1.05	- 5.5
+ 6.0	0.70	0.98	- 6.0
+ 6.5	0.63	0.91	- 6.5
+ 7.0	0.58	0.86	- 7.0
+ 7.5	0.53	0.81	- 7.5
+ 8.0	0.49	0.77	- 8.0
+ 9.0	0.42	0.70	- 9.0
+ 10.0	0.36	0.64	- 10.0
+ 11.0	0.32	0.60	- 11.0
+ 12.0	0.28	0.56	- 12.0
+ 15.0	0.20	0.48	- 15.0
+ 20.0	0.11	0.39	- 20.0

Таблица 18.2. Допустимая погрешность для бинокулярно-призматического центровочного отклонения 0,5 см/м как функция задней вершинной силы F_v' для расстояния центр вращения / вертексное расстояние $s_2 = 28$ мм. (Приведенные значения дают максимально допустимое отклонение от предписанного центровочного расстояния, определенные на основании бинокулярно-призматической переносимости с учетом знака вершинной силы линз)

И она относится к межцентровому расстоянию, назначенному для очков для дали. Так как в данном случае допустимая переносимость имеет направление основанием внутрь, межцентровое расстояние для положительных линз может быть только меньше, чем предписанное на соответствующее переносимое отклонение, для отрицательных линз — соответственно, больше. Толерантные отклонения опять-таки равны удвоенным значениям, приведенным в табл. 18.2.

Условия горизонтального центрирования для однофокальных очков для дали применяются и для зоны для дали в бифокальных и прогрессивных очках.

Для того, чтобы получить максимальное поле зрения в зоне ближнего зрения в бифокальных и прогрессивных линзах, оправа должна быть максимально наклонена, а заднее вертексное расстояние установлено минимально возможным. Более того, расстояние между двумя главными сълочными точками для близи должно быть равно расстоянию между точками ближнего зрения для требуемого рабочего расстояния, чтобы обеспечить оптимальное перекрытие полей зрения двух зон зрения вблизи.

Вертикальное центрирование

Обычно главные сълочные точки (для дали) обоих очковых линз устанавливаются на одинаковой высоте в оправе.

Если требуется отклонение от этого правила, то желательная разница должна быть определена при исследовании рефракции и указана в рецепте на изготовление очков. Положение зон зрения вблизи по вертикали для бифокальных и прогрессивных линз зависит от оптических требований, вытекающих из установочной высоты и зрительных привычек пациента. Если положение главных сълочных точек (для дали) обоих линз не соответствует предписанной высоте (в соответствии с требованием центра вращения глазного яблока), то глаза вынуждены совершать фузионные вергентные движения по вертикали. Так как глаза особенно чувствительны к этому, то бинокулярная призматическая переносимость по вертикали для всех типов линз будет всего

$$(18.6) \quad \Delta P = 0,5 \text{ см/м основание вверх или вниз.}$$

Соответствующие допустимые отклонения расстояния приведены в табл.18.2, и они являются функцией задней вершинной силы.

Анизометропия

При анизометропии правильное центрирование линз в любом направлении особенно важно, так как использование наиболее важных зрительных точек линз в противном случае вызовет у пользователя неестественное зрительное положение (глаз, тела, головы). Ограничение полезного зрительного поля, вызванное различными бинокулярными призматическими эффектами двух глаз вне главных сълочных точек, приводящими к фузионной вергенции двух глаз, в большой степени зависит от анизометропической разницы $\Delta F_v'$.

В бифокальных и прогрессивных очках с различной задней вершинной силой зон для дали компенсирующая призма может быть включена в зону для близи одной из линз для выравнивания разных призматических эффектов в главных зрительных точках для близи. Требуемая сила компенсирующей призмы совпадает с призматической разницей по вертикали:

$$(18.7) \quad \Delta P = c \cdot \Delta F_v'$$

ΔP будет выражены в см/м, если c выражена в см, а $\Delta F_v'$ - в диоптриях. Здесь c — расстояние по вертикали от зрительных точек ближнего зрения до оптических центров основных линз. При выписывании рецепта или при оформлении заказа на линзы компенсирующая призма должна быть либо включена в призму зоны для близи, либо четко указана каким-либо другим образом (например, «требуется компенсирующая призма»).