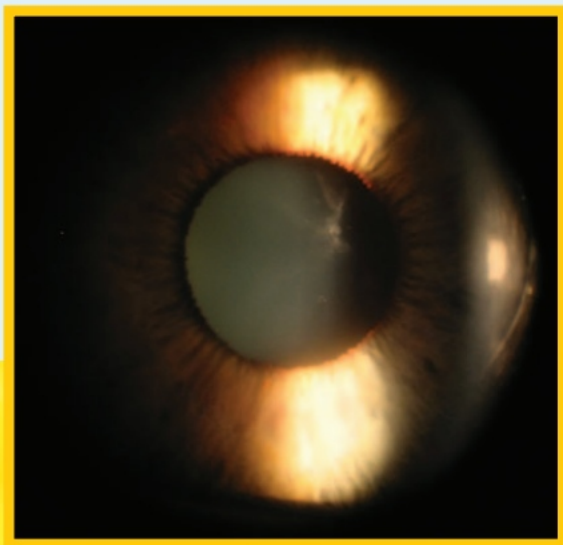


Учебник по клинической оптике

Офтальмологический медицинский персонал

Руководство по законам, формулам, расчетам
и клиническим применениям



Аарон В. Шукла

СЛАК Инкорпорейтед

Учебник по клинической оптике

Офтальмологический медицинский персонал

Руководство по законам, формулам,
расчетам и клиническим применениям

Учебник по клинической оптике
Офтальмологический медицинский персонал
Руководство по законам, формулам,
расчетам и клиническим применениям

Аарон В. Шукла, доктор философии, СОМТ
Доцент и директор программы для
техников-офтальмологов Университета
Св. Екатерины, Миннеаполис, Миннесота

Директор по образованию
Eye Care Associates, Пенсильвания
Миннеаполис, Миннесота

SLACK
INCORPORATED

Delivering the best in health care information and education worldwide

www.slackbooks.com

ISBN: 978-1-55642-899-9.

Фотографии на обложке сделаны Аароном В. Шуклой.

Авторские права © 2009 г., SLACK Incorporated.

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена, сохранена в поисковой системе или передана в любой форме и любыми средствами, электронными, механическими, фотокопированием, записью или иным образом, без письменного разрешения издателя, за исключением кратких цитат, включенных в критические статьи и отзывы.

Процедуры и практики, описанные в этой книге, должны применяться в соответствии с профессиональными стандартами, установленными для обстоятельств, применимых в каждой конкретной ситуации. Приложены все усилия, чтобы подтвердить достоверность представленной информации и правильно соотнести общепринятые практики. Авторы, редактор и издатель не могут нести ответственность за ошибки или исключения, а также за результаты представленного здесь материала. На эту книгу или информацию, содержащуюся в ней, не дается никаких явных или подразумеваемых гарантий. Были приняты меры для обеспечения того, чтобы выбор лекарств и их дозировка соответствовали общепринятой/рекомендуемой практике. В связи с продолжающимися исследованиями, изменениями в государственной политике и правилах, а также различными последствиями реакций и взаимодействий лекарственных средств читателю рекомендуется внимательно просмотреть все материалы и литературу, предоставленные по каждому препарату, особенно те, которые являются новыми или используются нечасто. Любой обзор или упоминание конкретных компаний или продуктов не является одобрением со стороны автора или издателя.

SLACK Incorporated использует процесс проверки для оценки представленных материалов. Перед публикацией преподаватели или врачи предоставляют важные отзывы о публикуемом нами контенте. Мы приветствуем отзывы о данной работе.

Издатель: SLACK Incorporated, 6900
Grove Road.

Торофэр, Нью-Джерси 08086
США Телефон: 856-848-1000
Факс: 856-848-6091
www.slackbooks.com

Свяжитесь с SLACK Incorporated для получения дополнительной информации о других книгах в этой области или о доступности наших книг у дистрибьюторов за пределами США.

Данные каталогизации публикаций Библиотеки Конгресса

Учебник по клинической оптике для медицинского персонала-офтальмологов: справочник по законам, формулам, расчетам и клиническому применению / Аарон В. Шукла.

п. ; см.

Включает библиографические ссылки и указатель.

ISBN 978-1-55642-899-9 (алк. бумага)

1. Физиологическая оптика. 2. Офтальмологические ассистенты. I. Название.

[DNLM: 1. Нарушения рефракции -- Диагностика -- Справочники. 2. Контактные линзы. Справочники. 3. Очки. Справочники. 4. Помощники офтальмолога. Справочники. 5. Офтальмология--Методика--Справочники. 6. Расстройства зрения. Справочники. WW 39 S562c 2009]

QP475.S555 2009

612,8'4--dc22

2008046243

Для получения разрешения на перепечатку материала в другой публикации свяжитесь со SLACK Incorporated. Разрешение на фотокопирование материалов для внутреннего, личного или академического использования предоставляется SLACK Incorporated при условии, что соответствующая плата уплачивается непосредственно в Центр проверки авторских прав. Прежде чем приступить к фотокопированию, обратитесь в Центр проверки авторских прав по адресу: 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA; телефон: 978-750-8400; сайт: www.copyright.com; электронная почта: info@copyright.com

Напечатано в Соединенных Штатах Америки.

Последняя цифра — номер печати: 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Преданность

К

Ариэль и Джордана

Мои дочери, Мои
лучшие друзья, Мои
самые большие
поклонники.

Давным давно,
Мы росли вместе, Они
- в своих годах, я - в
своей профессии.

Содержание

| | |
|--|-------------------------|
| <i>Преданность</i> | v |
| <i>Выражение признательности</i> | |
| <i>ix Об авторе</i> | <i>xi Предисловие</i> |
| | <i>xiii Предисловие</i> |
| <i>Динеша К. Гояла, доктора медицинских наук</i> | xv |
| <i>Введение</i> | xvii |

РАЗДЕЛ I. ВАЖНЫЕ ЗАКОНЫ ОПТИКИ И ИХ КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

| | |
|---|----|
| Глава 1: Метрическая система | 3 |
| Глава 2: Основы оптической математики..... | 7 |
| Глава 3: Свет, лазеры, поляризация, интерференция и флуоресценция | 23 |
| Глава 4: Скорость света и показатель преломления..... | 31 |
| Глава 5: Закон Снеллиуса | 37 |
| Глава 6: Критический угол | 43 |
| Глава 7: Полное внутреннее отражение | 47 |
| Глава 8: Типы линз | 51 |
| Глава 9: Отражение и зеркала | 59 |

РАЗДЕЛ II. ВАЖНЫЕ ФОРМУЛЫ И КОНСТАНТЫ В ОПТИКЕ И ИХ КЛИНИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

| | |
|---|-----|
| Глава 10: Сила линз..... | 67 |
| Глава 11: Уравнение вергенции | 73 |
| Глава 12: Многолинзовые системы | 81 |
| Глава 13: Увеличение с помощью линз | 85 |
| Глава 14: Призмы и дисперсия | 91 |
| Глава 15: Сила зеркал..... | 101 |

viii Содержание

| | |
|--|------------|
| Глава 16: Сферические линзы | 105 |
| Глава 17. Цилиндрические линзы | 109 |
| Глава 18: Сфероцилиндрические линзы | 113 |
| Глава 19: Оптический крест..... | 117 |
| Глава 20: Коноид Штурма | 127 |
| Глава 21. Оптическая система человеческого глаза..... | 135 |
| Глава 22: Преломляющая сила искривленной поверхности..... | 139 |
| Глава 23: Размещение | 151 |
| Глава 24: Нарушения рефракции | 163 |
| Глава 25: Правило Прентиса, децентрация и индуцированная призма..... | 173 |
| Глава 26: Очковые линзы | 183 |
| Глава 27: Контактные линзы | 191 |
| <i>Приложение: Ответы и пояснения к контрольным вопросам.....</i> | <i>201</i> |
| <i>Глоссарий.....</i> | <i>229</i> |
| <i>Указатель</i> | <i>245</i> |

Благодарности

Лестница состоит из многих ступенек, и многие люди ответственны за то, чтобы эта книга стала возможной, и я должен им выразить признательность и признательность.

Моим редакторам в SLACK Incorporated за то, что они заметили достойную идею и сделали ее возможной, а затем за то, что они смирились с моими особенностями.

Мои коллеги-профессионалы, которые охотно рецензировали отдельные части книги (в алфавитном порядке):

Дебра Дж. Бейкер,
Массачусетс, СОМТ Джон Л.
Бейкер, OD Ларри Бовард, СОТ

Шон Л. Браун, СО, СОМТ
Сьюзен К. Браммет, СОМТ К.
Сью Кэмпбелл, СОМТ Дебра
Б. Кларк, СОМТ Дебора
Диггинс, СОМТ Нора Дж.
Гулд, СОМТ Динеш Гоял,
доктор медицинских наук
Сюзанна Дж. Хансен, СОМТ
Ричард А. Харпер, доктор
медицинских наук Барбара Харрис,
Пенсильвания, СОА Бет Кох, СОТ

Пол М. Ларсон, СОМТ, СОЕ
Джо А. Легаки, СОМТ
Эндрю Лима, СОА Ева
Линдал, СОМТ
Натали Лоякано, СОМТ, ROUB,
ОС Кэррол Дж. Поллак-Рандл,
СОМТ Кристин Ромеро, СОТ Лиза
Ровик, СО, СОМТ Мэри К. Смит,
СОТ Карен Суско, СОМТ

П. Кейт Томпсон, доктор
медицинских наук Дуэни Ван
Кэмп, СОТ Ширли Вайс,
СОМТ Лори Дж. Уильямс,
СОМТ Мишель Уиллис,
СОМТ Энди Уинтерс, СОМТ

Кен Вудворт, СОМТ, СОЕ

Динешу К. Гоялу, доктору медицинских наук, за предоставленное мне ценное клиническое образование, дискуссии, поддержку и дух товарищества во время напряженной офтальмологической практики, а также за написание предисловия к этой книге.

об авторе

Аарон Шукла родился и вырос в Лакхнау, Индия, столице северного индийского штата Уттар-Прадеш. Имея предшественников в медицине, он стремился к медицинской карьере. Будучи студентом Университета Лакхнау, он также заинтересовался геологией, минералогией и кристаллографией и, таким образом, получил обе специальности.

Он прибыл в Соединенные Штаты в 1974 году, получив степень магистра геологии в Принстонском университете в Нью-Джерси и докторскую степень в 1980 году в Политехническом институте Ренсселера в штате Нью-Йорк. Впоследствии он работал старшим геологом в компании Техасо в Хьюстоне, штат Техас. Находясь там, его рабочие интересы включали геохимию, минералогия и использование поляризованного света и электронных лучей для интерпретации изменений в нефтяных породах и отложениях, которые образуют поровые пространства, в которых могут накапливаться нефть и газ. Его особенно интересовало использование оптики и световых явлений в минералогии.

Но угли медицинских интересов продолжали тлеть!

В 1996 году он с отличием окончил Портлендский общественный колледж, Портленд, штат Орегон, получив степень младшего специалиста прикладных наук в области офтальмологических медицинских технологий. С этого момента он начал долгий путь приобретения опыта и знаний в качестве СОТ, затем в качестве СОМТ в клинике и хирургии. Особый интерес представляли оптика, косоглазие, поля зрения, нейроофтальмология и детская офтальмология.

В 2000 году доктор Шукла поступил на работу в Арканзасский университет медицинских наук (UAMS), Литл-Рок, Арканзас. В качестве доцента UAMS он был председателем-основателем кафедры офтальмологических технологий и ее программы обучения на уровне технологов для Колледжа медицинских профессий и Глазного института Харви и Бернис Джонс кафедры офтальмологии медицинского факультета. Программа для технологов получила свою первоначальную аккредитацию в 2004 году и продолжается с большим успехом. Выпускники этой программы стали первыми СОМТ в Арканзасе.

Успехи в Арканзасе открыли новые возможности, и в 2004 году д-р Шукла присоединился к Объединенной комиссии по медицинскому персоналу в офтальмологии (JCAHPO) в качестве директора-основателя программ и услуг. В JCAHPO он сыграл важную роль в разработке систем обучения, интерактивного DVD для медицинского персонала-офтальмологов (ОМР), интересующегося изучением кератометрии, тонометрии, линзометрии, полей зрения, подвижности глаз, ретиноскопии и уточнения. Эти модули также имеют решающее значение при подготовке к сертификационному тесту навыков СОТ JCAHPO.

В 2005 году он присоединился к компании Eye Care Associates, Пенсильвания, Миннеаполис, Миннесота, в качестве директора по образованию, а также предоставлял услуги в качестве СОМТ.

В 2006 году доктор Шукла присоединился к Университету Святой Екатерины в качестве доцента и директора-учредителя Программы офтальмологических техников — программы обучения технических специалистов.

Доктор Шукла был преподавателем-добровольцем JCAHPO и Ассоциации технического персонала в офтальмологии (АТРО) с 1996 года, читал лекции и семинары на ежегодных и региональных собраниях, а также публиковал статьи по оптике, клинической работе, а также различным тестам и процедурам. Он продолжает активно работать в JCAHPO и АТРО и был избран вице-президентом АТРО в 2007 году. Он примет на себя обязанности президента в 2009 году и предыдущего президента в 2010 году.

Предисловие

Клиническое применение, успех на сертификационных экзаменах и помощь в создании соответствующей базы знаний для достижения этих целей — вот стандарт, которому должна соответствовать такая книга.

По опыту автора, медицинский офтальмологический персонал (ОМП), в который входят СОА, СОТ и СОМТ, обычно объединяет сильная неприязнь к офтальмологической оптике. Это загадочно, поскольку успех на сертификационных экзаменах и превосходство в клинической работе требуют хорошего понимания этого предмета. Большинство измерений и процедур в глазной клинике и офтальмохирургии проводятся с целью улучшения оптики человеческого глаза. И все же недомогание берет верх!

Многие книги, доступные в настоящее время по офтальмологической оптике, содержат объяснения концепций света и оптики, включая законы и формулы, управляющие светом, а также его различные явления, важные для понимания оптимальной работы человеческого глаза. Однако эти объяснения не содержат подробностей, которые можно было бы легко понять с помощью ОМР, а также в этих книгах не содержится достаточно примеров оптических расчетов или достаточно обширных примеров клинического применения. Возможно, именно поэтому дискуссии по офтальмологической оптике вызывают широкую зевоту.

По опыту автора, самая большая проблема, с которой сталкивается ОМР, — это неспособность легко вспомнить важные законы, а также неспособность быстро вычислить простые, но важные параметры, такие как фокусное расстояние и диоптрии. Также, по-видимому, существует широкая пропасть между теорией офтальмооптики и непосредственным клиническим применением. Как ни странно, эти тенденции усиливаются с увеличением опыта.

Цель этой книги — представить законы, формулы, основы оптической математики и расчеты в простой и краткой форме, а также предоставить множество примеров простых расчетов и обширных примеров клинического применения — и все это в одном месте. Таким образом, эта книга значительно облегчит просмотр материала, а также послужит готовым справочником. Книга также дополнит существующие тексты по офтальмологической оптике.

В течение своей профессиональной карьеры я использовал все концепции, изложенные в этой книге, и с большим успехом. Отзывы пациентов и офтальмологов были исключительно положительными. Я надеюсь, что эта книга во многом поможет приподнять завесу беспокойства и неуверенности в отношении ОМР, когда они проводят офтальмологические тесты и измерения.

Предисловие

В последние годы медицинская практика превратилась в более командно-ориентированный подход. Поскольку население растет, а наше понимание медицины человека становится все более сложным, мы вынуждены полагаться на различные уровни медицинского персонала для обеспечения хорошего ухода за пациентами. Посещение врача предполагает осмотр несколькими специалистами, каждый из которых должен иметь хорошую подготовку в своей области.

Офтальмологи в значительной степени полагаются на квалифицированных специалистов СОА, СОТ и СОМТ при проведении многих ключевых компонентов обследования глаз. Почти любая часть этого исследования может быть связана с клиническим применением оптики. Возможно, одно из наиболее важных, но упускаемых из виду применений клинической оптики связано с измерением аномалий рефракции пациентов. Технический персонал должен уметь интегрировать знания об оптических свойствах человеческого глаза в различных состояниях со знаниями о свете, линзах и инструментах для точного измерения очковых, контактных и даже интраокулярных линз. Хороший техник — это тот, кто может точно определить возможные недостатки оптической системы человеческого глаза и помочь найти эффективное решение.

В этом учебнике по клинической оптике для офтальмологического медицинского персонала доктор Аарон Шукла взял относительно сложную и вызывающую страх тему и превратил ее в тему, которую можно легко понять и применить. Доктор Шукла не только предоставил нам инструменты оптики, но и ясно и кратко продемонстрировал их использование на многочисленных примерах клинических случаев. Ключевые формулы и факты представлены в удобном табличном формате, а иллюстрации являются оригинальными. Цели обучения, краткие примечания и контрольные вопросы в каждой главе помогают закрепить понимание читателем наиболее важных моментов. Офтальмологи-ассистенты, техники и технологи смогут быстро получить знания и сразу же внедрить их в свою повседневную практику. Эта книга также послужит отличным учебным пособием при подготовке к сертификационным экзаменам.

Мы, как специалисты в области здравоохранения, разделяем стремление предоставить нашим пациентам наилучшую офтальмологическую помощь. Учебник по клинической оптике для офтальмологического медицинского персонала, написанный доктором Аароном Шуклой, поможет как техническому персоналу, так и врачам в достижении этой цели. Эта книга является уникальной и всеобъемлющей, в ней нет нудной рутины, обычно связанной с оптикой. Ее могут читать и перечитывать все студенты, изучающие офтальмологию, как введение, обзор и справку по оптике.

Динеш К. Гоял, доктор медицинских наук

*Eye Care Associates, Пенсильвания
Миннеаполис, Миннесота*

Введение

Врач-ординатор, обучающийся на офтальмолога, однажды в необычный момент увлечения оптикой заметил мне, что все, что мы делаем при диагностике и лечении глазных заболеваний и состояний, направлено на улучшение оптики глаза. Насколько правильно!

Задача человеческого глаза — создать максимально четкое изображение в ямке.

Таким образом, более высокая острота зрения просто означает, что человек способен воспринимать все меньшие и меньшие изображения. Чтобы иметь хорошую остроту зрения, должны произойти три вещи: 1. Должно быть получено четкое изображение.

2. Резкое изображение должно быть передано в зрительную кору.

3. Зрительная кора должна обработать резкое изображение.

Любое прерывание этого процесса приведет к снижению остроты зрения.

В оптике мы занимаемся тем, как свет преломляется в глаз и отражается от глаза, чтобы создать полезные изображения. Линзы и зеркала, используемые для получения наиболее полезных изображений, являются показателем преломляющего состояния глаза.

Эта книга предназначена для медицинского персонала-офтальмологов (ОМР), который занимается измерением аномалий рефракции, оценкой очков и контактных линз, а также использованием различных офтальмологических инструментов, в которых используются линзы и зеркала.

Книга написана в легком разговорном стиле и идеально подходит для ОМП, не имеющих глубоких знаний в области физики света и оптики.

В книге представлены важные явления, используемые каждый день при офтальмологических тестах, измерениях и процедурах, а материал в каждой главе кратко, но подробно объясняет важные моменты. Каждая глава начинается с описания, целей обучения и ключевых моментов, затем продолжается объяснением предмета, включая примеры расчетов и клинического применения, и завершается обзорными вопросами, на которые можно ответить, рассмотрев материал, представленный в главе.

Чтобы помочь читателям, первые две главы посвящены метрическим единицам измерения и основам математики для оптики — все это необходимо для клинических приложений.

Наконец, в конце некоторых глав книги также есть ссылки для тех ОМР, которые, возможно, пожелают продолжить исследование физической, геометрической и клинической (физиологической) оптики.

РАЗДЕЛ

**ВАЖНЫЕ ЗАКОНЫ ОПТИКИ
И ИХ КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ**



1

МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { опишите метрические префиксы.
- { опишите единицы измерения.
- { рассчитывать различные единицы измерения.

Ключевые моменты

- { Распространенные единицы измерения объема: литр (л), децилитр (дл), миллилитр (мл).
- { Распространенные единицы измерения веса: килограмм (кг), грамм (г), миллиграмм (мг).
- { Распространенные единицы длины: километр (км), метр (м), сантиметр (см), миллиметр (мм).

ПРЕФИКСЫ, ЗНАЧЕНИЯ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Системой измерений в офтальмологии и других медицинских целях является метрическая система, которая представлена в Таблице 1-1.

4 Глава 1

| Таблица 1-11 | | | |
|---------------------|--|-----------------------------|------------------------------|
| Префиксы и значения | | Единица измерения | |
| Префикс | Ценить | Объем | Вес Длина |
| Кило- | 1000 раз (10 ³) БУ | | килограмм (кг) километр (км) |
| | Базовый блок (БЕ) | литр (л) грамм (г) метр (м) | |
| Деци- | 10^{-1} или 0,1 раз (10 ⁻¹) ВУ децилитр (дл) ² | | |
| Санتي- | 10^{-2} или 0,01 раз (10 ⁻²) БУ | | сантиметр (см) |
| Милли- | 10^{-3} или 0,001 раз (10 ⁻³) ВУ миллилитр (мл) миллиграмм (мг) миллиметр (мм) | | |

¹Включены только широко используемые префиксы и единицы измерения. Дополнительные префиксы и единицы измерения можно найти в стандартных текстах.

²Используется для регистрации уровня глюкозы в крови (например, 130 мг/дл).

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ

Офтальмологические расчеты часто требуют перевода одной единицы измерения в другую (например, м в см, кг в мг). Такие преобразования можно легко выполнить путем умножения или деления на единицы «10» (10, 100, 1000 и т. д.). В Таблице 1-2 перечислены часто используемые преобразования.

| Таблица 1-2 | | |
|-------------------------|--------------|------------------------|
| Чтобы преобразовать это | К этому... | Сделай это: |
| кило- | БУ (л, г, м) | Умножить на 1000 |
| | реши- | Умножьте на 10 000 |
| | санти- | Умножьте на 100 000 |
| | Милли- | Умножьте на 1 000 000 |
| Базовый блок (БЕ) | санти- | Умножить на 100 |
| | Милли- | Умножить на 1000 |
| санти- | БЕ | Разделить на 100 |
| | реши- | Разделить на 10 |
| | Милли- | Умножить на 10 |
| Милли- | кило- | Разделить на 1 000 000 |
| | БЕ | Разделить на 1000 |
| | реши- | Разделить на 100 |

Пример 1

Фокусное расстояние 2 м также может быть указано в см или мм:

Для см: умножьте м на 100 = 2 x 100 = 200 см. Для мм:
умножьте м на 1000 = 2 x 1000 = 2000 мм.

Пример 2

Чаша анализатора поля Хамфри (Carl Zeiss Meditec, Дублин, Калифорния) имеет радиус 30 см, который также может быть указан в м или мм:

Для м: разделите см на 100 = $\frac{3000}{100} = 0,3$ м

Для мм: умножьте см на 10 = $30 \times 10 = 300$ мм.

Обзорные вопросы

1. Уровень глюкозы в крови 130 мг/дл также может быть указан как: а. 1300 мг/мл б. 13 000 мг/мл в. 13 мг/л d. 1,3 мг/л

2. 5 мл флуоресцеина натрия также может быть указано как: а. 5 дл б. 50 л

в. 0,05 дл д.
500 л

3. Общий прием 4 таблеток амоксициллина по 500 мг каждая также может быть указан как: а. 2 г б. 1 г

в. 0,01 мг д.
20 мг

4. Фокусное расстояние 50 см может также указываться как: а. 0,5 м б. 5 м

в. 0,5 мм д.
50 мм

5. По сравнению с фокусным расстоянием 1000 мм фокусное расстояние 1 м составляет: а. больший б. тот же в. меньше

д. переменная



2

БАЗИКОПТИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИКА

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { переставить основные оптические уравнения.
- { выполнить основные оптические расчеты.

Ключевые моменты

- { Уравнения и переменные.
- { Перемещение переменных в уравнении.
- { Рассчитать скорость света и показатель преломления; сила линз, призм, зеркал и изогнутые преломляющие поверхности; вергентность; увеличение линзами; сферический эквивалент; размещение; децентрация и индуцированная призма; и базовые кривые очковых и контактных линз.

УРАВНЕНИЯ И ПЕРЕМЕННЫЕ

Многие измерения и процедуры, выполняемые медицинским персоналом-офтальмологом (ОМР), включают расчеты с использованием уравнений, в которых переменные (количества и единицы измерения, которые могут варьироваться) на одной стороне уравнения равны переменным на другой стороне, как показано ниже:

1 или более переменных = 1 или более переменных

например, Скорость света = (длина волны) x (частота)

8 Глава 2

В офтальмологии единицы, связанные с переменными, выражаются с использованием метрической системы объема, веса и длины. Важное правило, которое следует соблюдать, заключается в том, что единицы измерения переменных должны быть выражены способом, указанным в используемой формуле.

Например, важным правилом в офтальмологии является правило Прентиса, которое указывает, что при использовании формулы единица смещения оптического центра должна быть выражена в см. Однако децентрация обычно измеряется в мм, которые необходимо преобразовать в см, прежде чем можно будет использовать уравнение. Если этого не сделать, рассчитанный ответ будет неверным.

БАЗОВАЯ МАТЕМАТИКА ДЛЯ ПЕРЕПЕРЕСТАВКИ УРАВНЕНИЙ

Во многих офтальмологических расчетах основное уравнение необходимо переставить, чтобы вычислить недостающую переменную. Базовые уравнения могут включать в себя сложение, вычитание, деление или умножение переменных, и для перестановки таких уравнений необходимо соблюдать определенные правила.

Подробную информацию о переменных, используемых ниже, см. в разделе «Основы оптической математики»:

Уравнения, включающие сложение

$$\text{Уравнение вергенции: } U + P = V$$

Чтобы вычислить U , переместите P на другую сторону и измените его знак:

$$U = V - P$$

Чтобы вычислить P , переместите U на другую сторону и измените ее знак:

$$P = V - U$$

Уравнения, включающие вычитание

$$\text{Показатель преломления: } 0,336 = n - 1,000$$

Чтобы вычислить n , переместите $-1,000$ в другую сторону и измените его знак:

$$n = 1 + 0,336 = 1,336$$

Уравнения, включающие деление

$$\text{Фокусное расстояние: } f(m) = \frac{1}{D}$$

Чтобы вычислить D , измените его положение с помощью $f(m)$:

$$D = \frac{1}{f(m)}$$

Уравнения, включающие умножение

$$\text{Индукционная призма (PD или } \Delta) = \text{сила линзы (D) } \times \text{ смещение ОС (см)}$$

Чтобы вычислить силу линзы (D), переместите смещение ОС (см) в другую сторону и вниз, превратив его в знаменатель:

$$\frac{\text{Индукционная призма (PD или } \Delta)}{\text{ОС (см)}} = \text{Мощность объектива (D)}$$

Чтобы вычислить смещение ОС (см), переместите силу линзы (D) в другую сторону и вниз, превратив ее в знаменатель:

$$\frac{\text{Индуцированная призма (PD или Δ)} \text{ Линза сила (D)}}{\text{Линза сила (D)}} = \text{смещение ОС (см)}$$

БАЗИКОПТИЧЕСКАЯМАТЕМАТИКА

Основные оптические математические расчеты, полезные для ОМР, включают следующие параметры: 1. Скорость света и показатель преломления. 2. Фокусное расстояние и оптическая сила линз. 3. Уравнение вергенции.

4. Увеличение линзами 5. Сила призмы
6. Сила зеркал
7. Кониод Штурма и сферический эквивалент
8. Преломляющая способность искривленной поверхности 9. Базовая кривая очковых линз 10. Базовая кривая контактных линз 11. Амплитуда аккомодации
12. Правило Прентиса, децентрация и индуцированная призма.

Основные оптические математические расчеты этих параметров описаны ниже.

Скорость света и показатель преломления

Дополнительную информацию см. в главе 4.

Показатель преломления (RI) представляет собой соотношение:

$$RI = \frac{\text{Скорость света в вакууме}}{\text{Скорость света в среде}} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}^*}{\text{Скорость света в среде}}$$

Примечание. В некоторых источниках вместо «вакуума» говорится «воздух», но технически это должен быть «вакуум».

*Можно также использовать неметрические единицы измерения (например, 186 000 миль/сек вместо 3 x 1010 см/сек).

Скорость света в среде также можно вычислить, поменяв ее положение с помощью RI:

$$\text{Скорость света в среде} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}^*}{RI}$$

*Можно также использовать неметрические единицы измерения (например, 186 000 миль/сек вместо 3 x 1010 см/сек).

Пример 1

Каков RI прозрачной среды, в которой свет распространяется со скоростью 0,3 x 1010 см/сек?

$$RI = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{\text{Скорость света в среде}}$$

$$RI = \frac{3 \times 10^{10}}{0,3 \times 10^{10}}$$

$$RI = \frac{3}{0,3} = 10$$

$$RI = 10$$

10 Глава 2

$$P(D) = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ Д}$$

$$P(D) = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ Д}$$

$$P(D) = 10 \text{ Д}$$

Пример 2

Какова скорость света в нормальной слезной пленке? (RI слез составляет 1,336.)

$$\text{Скорость света в среде} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в сек}}{1,336} = 2,24 \times 10^{10} \text{ см/сек}$$

$$\text{Скорость света в слезах} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{1,336} = 2,24 \times 10^{10} \text{ см/сек}$$

$$\text{Скорость света в слезах} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см/сек}}{1,336} = 2,24 \times 10^{10} \text{ см/сек}$$

$$\text{Скорость света в слезах} = 2,24 \times 10^{10} \text{ см/сек}$$

Таким образом, свет в слезной пленке замедляется примерно на 25% по сравнению с вакуумом.

Поскольку RI водянистой оболочки и стекловидного тела такие же, как у слез, скорость света и процент его замедления в водянистой и стекловидной оболочке такие же, как и в слезах.

Фокусное расстояние и сила объективов

Дополнительную информацию см. в главе 10.

Сила плюсовых и минусовых линз, как сферических, так и цилиндрических, выражается в диоптриях (D), что обратно пропорционально фокусному расстоянию (f):

$$P(D) = \frac{1}{f(m)}$$

f также можно вычислить, поменяв его положение с помощью P:

$$f(m) = \frac{1}{P(D)}$$

Пример 3

Вычислите силу линзы, f которой равно 0,3 м.

$$P(D) = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ Д}$$

$$P(D) = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ Д}$$

$$P(D) = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ Д}$$

$$P(D) = 3,33 \text{ Д}$$

Примечание. Расстояние от плоскости роговицы до фиксирующего светильника в периметре Гольдмана и анализаторе поля Хамфри составляет 30 см. По этой причине базовая оптическая сила плюсовой линзы, необходимая для проверки поля зрения пресбиопов, составляет +3,25 Д (значение 3,33 Д, округленное до ближайшей нижней четверти). Фактическая используемая линза определяется путем учета +3,25, а также ошибки рефракции и амплитуды аккомодации пациента.

Пример 4

Рассчитайте f для линзы, оптическая сила которой равна 2,75 Д.

$$f(m) = \frac{1}{P(D)}$$

$$f(m) = \frac{1}{2,75}$$

$$f(m) = 0,36 \text{ м} \\ = 36,4 \text{ см}$$

Примечание. Именно поэтому сила считывания псевдофаков обычно составляет +2,75 Дптр для расстояния считывания примерно 36 см. Для удержания материала для чтения потребуются большие плюсовой мощности, тогда как для удержания его дальше потребуются меньшая плюсовая мощность.

Уравнение вергенции

Дополнительную информацию см. в главе 11.

Силы линз и отношения объект-изображение можно проще рассчитать с помощью уравнения вергенции:

$$U + P = V$$

Где:

U = вергенция объекта (в Д) = $\frac{1}{u}$ (u — расстояние до объекта в м)

P = сила объектива (в Д) = $\frac{1}{f}$ (f — фокусное расстояние в м) V =

вергенция изображения (в Д) = $\frac{1}{v}$ (v — расстояние до изображения в м)

Таким образом, вергенция (в Д) — это просто обратная величина расстояния (объекта, фокуса или изображения) в м.

Примечание. Поскольку все световые лучи расходятся, во всех расчетах с использованием одиночных линз вергенции объекта присваивается знак минус, что составляет уравнение вергенции $-U + P = V$. Однако в массиве из нескольких линз U может быть плюсом или минус в зависимости от местоположения объекта. Более подробную информацию см. в главе 12.

Пример 5

Рассчитайте вергенцию изображения и местоположение изображения для объекта, находящегося на расстоянии 0,075 м перед линзой +90 Д. (ПРИМЕЧАНИЕ: 1 м = 100 см = 1000 мм.)

Вергенция объекта в Д (U) = $\frac{1}{u}$ (u — расстояние до объекта в м)

$$U = \frac{1}{0,075} = 13,3 \text{ Д}$$

Теперь можно рассчитать вергентность изображения (V). Обратите внимание, что в этом примере вместо U используется знак минус. Если не присвоен правильный алгебраический знак, рассчитанное значение будет неправильным.

Присвоение алгебраических знаков обсуждается в главе 11.

$$V = U + P$$

$$V = -(+13,3) +$$

$$(+90) \quad V = -13,3 + 90$$

$$V = +76,7 \text{ Д}$$

Знак плюс перед 76,7 Д указывает на то, что изображение формируется по другую сторону линзы от объекта. Подробности см. в главе 10.

12 Глава 2

Вергентность изображения, $V (+76,7 \text{ Д})$, может быть преобразована в расстояние до изображения (расположение изображения): Расстояние до изображения в м (v) = $\frac{1}{V}$

$$v = \frac{1}{76,7}$$

$$v = 0,013 \text{ м}$$

$$= 1,3 \text{ см}$$

По этой причине при расширенном исследовании глазного дна линзу $+90 \text{ D}$ держат примерно на расстоянии 5 см от глаза, а луч щелевой лампы фокусируют примерно на расстоянии 1,3 см от линзы $+90 \text{ D}$, чтобы наблюдать изображение глазного дна.

Увеличение линзами

Дополнительную информацию см. в главе 13.

Увеличение можно определить путем сравнения расстояния изображения с расстоянием до объекта:

$$\text{Увеличение} = \frac{\text{Расстояние изображения}}{\text{Объект} \cdot \text{расстояние}}$$

Увеличение также можно определить путем сравнения размера изображения с размером объекта. Изображения в два раза большего размера имеют увеличение 2, тогда как изображения вдвое меньшего размера имеют увеличение 0,5.

$$\text{Увеличение} = \frac{\text{Размер изображения}}{\text{Объект} \cdot \text{размер}}$$

Пример 6

Каково увеличение изображения, полученного линзой $+5,5 \text{ D}$, если предмет поместить на расстоянии 2 м от линзы?

$$\text{Расстояние до объекта (u)} = 2$$

$$\text{м Вергенция объекта (U)} = \frac{1}{2}$$

$$U = 0,5 \text{ Д}$$

$$\text{Сила линзы (P)} = +5,5 \text{ D}$$

Сначала необходимо рассчитать вергенцию изображения и расстояние до изображения с помощью уравнения вергенции (см. ниже). Не забудьте присвоить U знак минус во всех расчетах для одиночных линз.

$$\text{Уравнение вергенции: } V = U + P \text{ Вергенция}$$

$$\text{изображения (V)} = (-0,5) + (+5,5)$$

$$V = -0,5 + 5,5 \text{ В}$$

$$= +5 \text{ Д}$$

$$\text{Расстояние изображения (} \frac{1}{V} \text{)} = \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{V} = 0,2 \text{ м}$$

$$\text{Увеличение (} \frac{\text{Расстояние изображения}}{\text{Объект} \cdot \text{расстояние}} \text{)}$$

$$= \frac{0,2}{2}$$

$$= 0,1$$

$$= \frac{10}{1}$$

$$= 0,1$$

Изображение будет составлять одну десятую размера объекта.

Пример 7

Каково увеличение, если плюсовая линза создает изображение предмета высотой 5 см высотой 10 см?

$$\begin{aligned} \text{Размер объекта} &= 5 \text{ см.} \\ \text{Размер изображения} &= 10 \text{ см. Увеличение} \\ &= \frac{\text{Размер изображения}}{\text{Размер}} \\ &= \frac{10}{5} \\ &= 2 \end{aligned}$$

Изображение будет в 2 раза выше объекта.

Сила призмы

Дополнительную информацию см. в главе 14.

Сила призмы измеряется в призмных диоптриях [сокращенно PD или с надстрочным треугольником (Δ)]. 1 PD или 1 Δ смещает изображение к основанию призмы на 1 см на расстоянии 1 м от призмы. Выражается математически:

$$P = \frac{C}{D}$$

Где:

P = мощность призмы (PD или Δ)

C = смещение реального изображения к основанию призмы

(см) D = расстояние реального изображения от призмы (м)

Подробную информацию о реальных и виртуальных изображениях, создаваемых призмами, см. в главе 14.

Пример 8

Какова сила призмы, которая на расстоянии 2 м смещает изображение к основанию на 5 см?

$$\begin{aligned} P &= \frac{C}{D} \\ C &= 5 \text{ см} \\ D &= 2 \text{ м} \\ P &= \frac{5}{2} \\ P &= 2,5\Delta \end{aligned}$$

Пример 9

Насколько реальное изображение сместится на 10 Δ на расстоянии 0,5 м?

$$\begin{aligned} P &= \frac{C}{D} \\ P &= 10\Delta \\ D &= 0,5 \text{ м} \end{aligned}$$

14 Глава 2

$C = (P)(D)$ (Кробки использованы только для удобства.) $C = (10)(0,5)$ $C = 5$ см

Пример 10

На каком расстоянии от призмы 4Δ изображение сместится на 8 см к основанию призмы?

$$P = \frac{C}{D}$$
$$P = 4\Delta$$
$$C = 8 \text{ см}$$

Чтобы определить D, поменяйте его положение с помощью P.

$$D = \frac{C}{P}$$
$$D = \frac{8}{4}$$
$$D = 2 \text{ м}$$

Сила зеркал

Дополнительную информацию см. в главе 15.

Отражающая способность вогнутых и выпуклых зеркал выражается в D, которая может быть связана с фокусным расстоянием (f) и радиусом кривизны (r) зеркала в м:

$$D = \frac{1}{f(m)} = \frac{2}{r(m)}$$

Где:

D = отражающая способность зеркала,
D f(m) = фокусное расстояние зеркала, м
r(m) = радиус кривизны зеркала в м

Пример 11

Какова сила зеркала, f которого равно 0,5 м?

$$D = \frac{1}{f(0,5 \text{ м})}$$
$$D = \frac{1}{0,5}$$
$$D = 2$$
$$D = 2 \text{ Д}$$

Пример 12

Чему равно f для зеркала, мощность которого равна 2D?

$$D = \frac{1}{f(1 \text{ м})}$$

Чтобы определить f, поменяйте ее положение с помощью D:

$$f(m) = \frac{1}{D}$$
$$f(m) = \frac{1}{2}$$
$$f(m) = 0,5 \text{ м}$$

Пример 13

Какова сила зеркала, r которого равно 0,5 м?

$$D = \frac{1}{r} \text{ (2 м)}$$

$$D = \frac{1}{0,25}$$

$$D = 4 \text{ Д}$$

$$\frac{1}{D} = 4 \text{ Д}$$

Пример 14

Чему равно r для зеркала, сила которого равна 2D?

$$D = \frac{1}{r} \text{ (2 м)}$$

Чтобы определить r , поменяйте его положение с помощью D:

$$r(\text{м}) = \frac{1}{D} \text{ 2}$$

$$r(\text{м}) = \frac{1}{2} \text{ 2}$$

$$r(\text{м}) = 1 \text{ м}$$

Коноид Штурма и сферический эквивалент

Дополнительную информацию см. в главе 20.

Сферический эквивалент рецептов цилиндрических и сфероцилиндрических линз основан на коноиде Штурма и может быть рассчитан путем алгебраического прибавления половины силы цилиндра к силе сферы.

Пример 15

Рецепты на цилиндрические линзы:

| | Плюсовая форма цилиндра | Минусовая форма цилиндра |
|--|-------------------------------------|--------------------------|
| Рецептура линзы: PL +0,50 x 90 +0,50-0,50 x 180 | Мощность | |
| полуцилиндра: | $\frac{0,50}{2} = +0,25$ | $\frac{0,50}{2} = -0,25$ |
| Сила сферы: | 0 | +0,50 |
| Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра) | | |
| | $(0) + (+0,25) + (+0,50) + (-0,25)$ | |
| | $0 + 0,25$ | $+0,50 - 0,25$ |
| | +0,25 | +0,25 |

Пример 16

Рецепты на сфероцилиндрические линзы:

| | Плюсовая форма цилиндра | Минусовая форма цилиндра |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Рецептура линзы: +1,50+0,50 x 85 +2,00-0,50 x 175 | Мощность | |
| полуцилиндра: | $\frac{0,50}{2} = +0,25$ | $\frac{0,50}{2} = -0,25$ |
| Сила сферы: | +1,50 | +2,00 |

16 Глава 2

Сферический эквивалент:

$$\begin{array}{r} \text{(Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)} \\ (+1,50) + (+0,25)(+2,00) + (-0,25) \\ +1,50 + 0,25 \qquad \qquad \qquad +2,00 - 0,25 \\ +1,75 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad +1,75 \end{array}$$

Преломляющая сила изогнутой поверхности

Дополнительную информацию см. в главе 22.

Радиус кривизны (r) роговицы и, следовательно, слезной пленки добавляет последнюю переменную к преломлению света. Точно так же сила линз меняется в зависимости от их r.

Преломляющая сила искривленной поверхности математически выражается следующим образом:

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Где:

P = преломляющая сила в D

n1 = показатель преломления (RI) среды, из которой исходит свет (первая среда) n2 =

показатель преломления среды, в которую попадает свет (вторая среда)

r = радиус кривизны (в м) преломляющей поверхности

Пример 17

Какова сила роговицы с r 8,7 мм при отсутствии слезной пленки? (ПРИМЕЧАНИЕ: RI воздуха = 1,000; RI роговицы = 1,376; и 1 м = 1000 мм.)

$$r = 8,7 \text{ мм}$$

$$r = \frac{8,7}{1000}$$

$$r = 0,0087 \text{ м}$$

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r}$$

$$P(D) = \frac{(1,376 - 1,000)}{0,0087}$$

$$P(D) = \frac{0,376}{0,0087}$$

$$P(D) = 43,2 \text{ Д}$$

Примечание. Это взаимосвязь, на которой основана кератометрия. Значение n2 офтальмометра (Кератометр, Vauisch & Lomb, Рочестер, Нью-Йорк) стандартизировано до 1,3375. Подробности см. в главе 22.

Базовая кривая очковых линз

Дополнительную информацию см. в главе 26.

Преломляющая способность изогнутой поверхности, описанная выше, также может быть применена к очковым линзам. Передняя изогнутая поверхность очковых линз называется базовой кривизной, а ее преломляющая способность определяется аналогично преломляющей способности изогнутой поверхности:

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Где:

- P = преломляющая сила в D
- $n_1 = n_1$ среды, из которой исходит свет (воздух) $n_2 = n_2$ среды, в которую проникает свет (очечная линза)
- r = базовая кривая; радиус кривизны (в м) передней поверхности очковой линзы

Благодаря различным оптическим соотношениям, описанным в главах 22 и 26, базовая кривая очковых линз всегда обеспечивает положительную силу.

Производители стандартизировали n_2 равным 1,530, и теперь та же формула принимает вид (ПРИМЕЧАНИЕ: значение r теперь указано в мм):

$$P(D) = \frac{530}{r(\text{мм})}$$

Пример 18

Какова мощность базовой кривой очковой линзы, r которой равно 53 мм?

$$P(D) = \frac{530}{53}$$

$$P(D) = 10$$

$$P(D) = +10 \text{ Д}$$

Пример 19

Что такое r для базовой кривой очковой линзы, оптическая сила которой равна +6,5 Д?

$$P(D) = \frac{530}{r}$$

Переставьте уравнение:

$$r(\text{мм}) = \frac{530}{P(D)}$$

$$r(\text{мм}) = \frac{530}{6,5}$$

$$r(\text{мм}) = 81,5 \text{ мм}$$

Базовая кривая контактных линз

Дополнительную информацию см. в главе 27.

Преломляющая способность изогнутой поверхности, описанная выше, также может быть применена к контактным линзам. Задняя изогнутая поверхность контактных линз называется базовой кривой, и ее преломляющая способность определяется аналогично преломляющей способности изогнутой поверхности:

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(\text{мм})}$$

Где:

- P = преломляющая сила в диоптриях (Д)
- $n_1 = n_1$ среды, из которой исходит свет (слезная пленка) $n_2 = n_2$ среды, в которую попадает свет (контактная линза)
- r = базовая кривая; радиус кривизны (в м) задней поверхности контактной линзы

18 Глава 2

Производители стандартизировали n_2 до 1,3375, и теперь та же формула принимает вид
(ПРИМЕЧАНИЕ: значение r теперь указано в мм):

$$P(D) = \frac{337,5}{r(\text{мм})}$$

Пример 20

Какова сила базовой кривой контактной линзы, у которой r составляет 8,4 мм?

$$P(D) = \frac{337,5}{8,4}$$

$$P(D) = 39,94$$

$$P(D) = 40,17 \text{ Д}$$

Пример 21

Каков коэффициент r базовой кривой контактных линз с оптической силой 45 Д?

$$P(D) = \frac{337,5}{r}$$

Переставьте уравнение:

$$r(\text{мм}) = \frac{337,5}{P(D)}$$

$$r(\text{мм}) = \frac{337,5}{45}$$

$$r(\text{мм}) = 7,5 \text{ мм}$$

Амплитуда размещения

Дополнительную информацию см. в главе 23.

Амплитуда аккомодации (т. е. величина аккомодации в зависимости от возраста) может быть определена по следующим формулам:

$$\text{Возраст от 8 до 39 лет: амплитуда} = 14 - \left(\frac{\text{возраст} - 8}{4} \right)$$

$$\text{Возраст от 40 до 48 лет: амплитуда} = 6 - \left\{ 1,5 \left(\frac{\text{возраст} - 40}{4} \right) \right\}$$

$$\text{Возраст } > 48 \text{ лет: амплитуда} = 3 - \left\{ 0,5 \left(\frac{\text{возраст} - 48}{4} \right) \right\}$$

Пример 22

Какова амплитуда аккомодации у 32-летнего человека?

$$\text{Возраст от 8 до 39 лет: амплитуда} = 14 - \left(\frac{\text{возраст} - 8}{4} \right)$$

$$\text{амплитуда} = 14 - \left(\frac{32 - 8}{4} \right)$$

$$= 14 - (6)$$

$$= 14 - 6$$

$$= 8 \text{ Д}$$

Пример 23

Какова амплитуда аккомодации у 44-летнего человека?

$$\begin{aligned}
 \text{Возраст от 40 до 48 лет: амплитуда} &= 6 - \left\{1,5 \left(\frac{\text{возраст} - 40}{4} \right)\right\} \\
 \text{амплитуда} &= 6 - \left\{1,5 \left(\frac{44 - 40}{4} \right)\right\} \\
 &= 6 - \left\{1,5 \left(1 \right)\right\} \\
 &= 6 - 1,5 = 4,5 \\
 &\text{Д}
 \end{aligned}$$

Пример 24

Какова амплитуда аккомодации у 68-летнего человека?

$$\begin{aligned}
 \text{Возраст} > 48 \text{ лет: амплитуда} &= 3 - \left\{0,5 \left(\frac{\text{возраст} - 48}{4} \right)\right\} \\
 \text{амплитуда} &= 3 - \left\{0,5 \left(\frac{68 - 48}{4} \right)\right\} \\
 &= 3 - \left\{0,5 \left(5 \right)\right\} = 3 - \\
 &\quad \left\{0,5(5)\right\} = 3 - \\
 &\quad 2,5 = 0,5 \text{ Д}
 \end{aligned}$$

Правило Прентиса, децентрация и индуцированная призма

Дополнительную информацию см. в главах 14 и 25.

Правило Прентиса связывает величину индуцированной призмы (в PD или Δ) с силой (в D) очковой линзы и децентрацией (в см) оптического центра (ОС) от центра зрачка.

$$\text{Индуцированная призма (Δ или PD)} = \text{сила линзы (D)} \times \text{смещение ОС (см)}$$

Пример 25

Чему будет равна индуцированная призма, если ОС очковой линзы +10 D децентрирован на 5 мм?

$$\begin{aligned}
 \text{Индуцированная призма (Δ или PD)} &= \text{мощность линзы (D)} \times \text{смещение ОС (см)} \\
 &= 10 \times 0,5 \\
 &= 5\Delta
 \end{aligned}$$

Пример 26

Насколько будет децентрирован ОС очковой линзы +6 D, чтобы создать индуцированную призму 3Δ?

Индуцированная призма (Δ или PD) = мощность линзы (D) x смещение ОС (см). Переставьте уравнение:

$$\begin{aligned}
 \text{Смещение ОС (см)} &= \frac{\text{Индуцированная призма (Δ или PD)}}{\text{Мощность объектива (D)}} \\
 &= \frac{3}{6} \\
 &= 0,5 \\
 &= 0,5 \text{ см}
 \end{aligned}$$

20 Глава 2

Пример 27

Какова оптическая сила очковой линзы, которая создает 1Δ индуцированной призмы, когда ОК децентрирован на 2 мм?

Индуцированная призма (Δ или PD) = мощность линзы (D) x смещение ОС (см). Переставьте уравнение:

$$\begin{aligned} \text{Мощность объектива (D)} &= \frac{\text{Индуцированная призма (Δ или PD)}}{\text{Смещение ОС (см)}} \\ &= \frac{1}{0,2} \\ &= 5 \text{ Д} \end{aligned}$$

Примечание. Приведенные выше примеры не включают направление основания индуцированной призмы, поскольку для этого требуется обсуждение призматических эффектов линз. Подробности см. в главах 14 и 25.

Обзорные вопросы

1. Каков RI прозрачной среды, в которой свет распространяется со скоростью $0,5 \times 10^{10}$ см/сек?

- а. 6 б.
- в. 4
- д. 3

2. Какова скорость света в прозрачной среде с RI, равным 5?

- а. $0,3 \times 10^{10}$ см/сек б.
- в. 6×10^{10} см/сек с. 3×10^{10} см/сек
- д. $0,6 \times 10^{10}$ см/сек

3. Чему равно f для объектива, оптическая сила которого равна 3,75 Д?

- а. 0,27 м б.
- в. 2,7 м
- д. 270 м

4. Какова вергенция изображения предмета, находящегося на расстоянии 2 м перед линзой +5,5 Д?

- а. +3 Д б.
- в. +4 Д
- д. +5 Д
- д. +6 Д

5. Каково увеличение, если плюсовая линза создает изображение предмета высотой 6 см высотой 3 см?
- а. 0,3
б. 5 в. 3
в. 2 д. 0,5
6. На сколько сместится изображение к основанию призмы 7Δ на расстоянии 3 м?
- а. 2,1 см б.
21 см в. 0,21
см д. 210 см
7. На каком расстоянии от призмы 24Δ изображение сместится на 12 см к основанию призмы?
- а. 24 м б.
0,5 м в. 12
м д. 5 м
8. Какова сила зеркала, r которого равно 5 м?
- а. 0,4 Д б.
5 Д в. 4 Д
д. 0,5 Д
9. Каков сферический эквивалент линзы с рецептурой PL $-1,00 \times 165$?
- а. +0,5 Д б.
-1 Д в. +1
Д
д. -0,5 Д
10. Какова мощность искривленной поверхности, r которой равно 7,8 мм? (Предполагаем, что n_1 равно 1000, а n_2 равно 1,376.)
- а. 78 Д
б. 48,2 Д в.
7,8 Д д.
4,82 Д
11. Чему равно r базовой кривой очковой линзы, оптическая сила которой равна +10 Д?
- а. 100 мм б.
50 мм в. 53
мм д. 35 мм
12. Какова мощность базовой кривой контактных линз, r которой составляет 7,8 мм? (Округлите до ближайшей четверти Д.) а. 48,25 Д б. 78,25 Д в. 43,25 Д д. 73,25 Д

22 Глава 2

13. Какова амплитуда аккомодации у человека 64 лет?

- а. 0,5 Д б.
- 1 Д
- в. 1,5 Д
- д. 2 Д

14. Чему будет равна индуцированная призма, если ОС очковой линзы +5 Д децентрирован на 10 мм?

- а. 5Δ б.
- 4Δ в.
- 2Δ д.
- 1Δ

15. Насколько будет децентрирован ОС очковой линзы +0,50 D, чтобы создать индуцированную призму 0,25Δ?

- а. 0,25 см б.
- 0,5 см в. 1
- см
- д. 1,5 см

3

СВЕТ, ЛАЗЕРЫ, ПОЛЯРИЗАЦИЯ, ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ И ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описывают видимую часть электромагнитного спектра.
- { описывать свет как волну и как частицу.
- { описывают когерентность, поляризацию, интерференцию и флуоресценцию.

Ключевые моменты

- { Свет можно описать как волну и как частицу.
- { Свет как волна: $c = \lambda f$.
- { Свет как частица: фотоны.
- { ЛАЗЕР (обычно обозначается как «Лазер»): усиление света за счет стимулированного излучения
Радиация.
- { Поляризация: свет колеблется только в одном направлении.
- { Световые волны могут мешать друг другу: конструктивно и разрушительно.
- { Длина волны флуоресцентного света больше, чем у возбуждающего света.
- { Флуоресцеин натрия является примером флуоресценции. Синий свет возбуждения имеет длину волны короче, чем у зеленого флуоресцентного света.

СВЕТ

Свет — это часть электромагнитного спектра, видимая обычным человеческим глазом.

Но что такое свет? Можете ли вы описать это тому, кто незрячий с рождения?

На эти вопросы нелегко ответить.

Вместо этого мы используем косвенный подход и описываем различные световые явления, рассматривая свет и как волну, и как частицу. В офтальмологии некоторые световые явления лучше всего описываются, когда свет считается волной (например, интерференция, используемая в волновом фронте), сканирование для рефракционной хирургии), тогда как другие явления лучше всего описываются, когда свет считается частицей (например, флуоресценция, когда используется краситель флуоресцеин натрия).

Свет как волна

Световые волны похожи на рябь и состоят из гребней и впадин. Такие волны движутся под углом 90 градусов к движению гребней и впадин. По мере того как волна движется вперед, гребни и впадины движутся вверх и вниз — характерная черта, характерная для серфинга.

Световые волны обладают множеством полезных характеристик, некоторые из которых важны в офтальмологии.

Все волны имеют амплитуду, скорость (c), длину волны (λ) и частоту (f) (рис. 3-1).

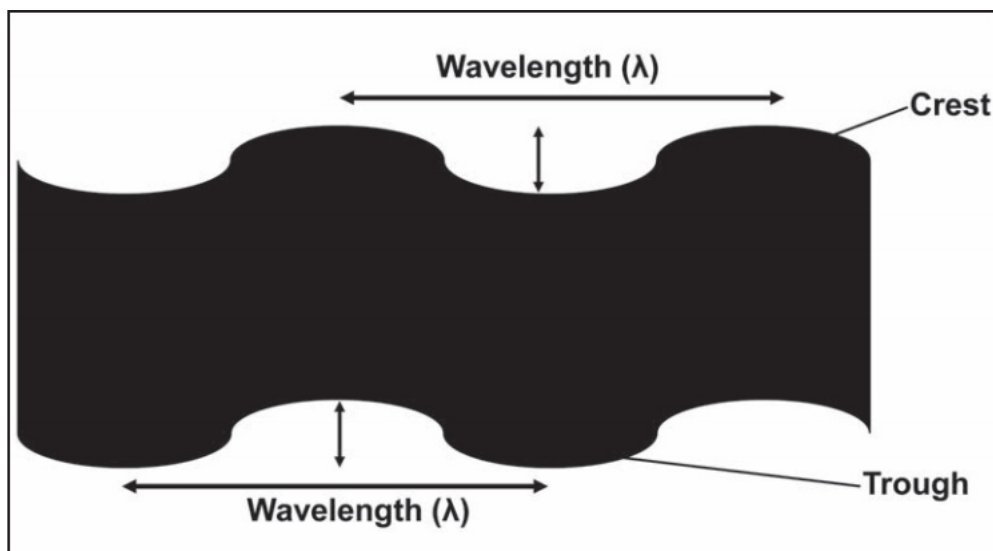


Рисунок 3-1. Показана волна, движущаяся вправо или влево. Длина волны (λ) — это расстояние между гребнями или впадинами; амплитуда — высота гребня или глубина впадины (вертикальные стрелки).

В любой световой волне c , λ и f имеют определённую взаимосвязь:

$$c = \lambda f$$

Скорость света является одной из важнейших констант в офтальмологии и равна 3×10^{10} см/сек. Если используются метры, то скорость указывается как 3×10^8 м/с (ПРИМЕЧАНИЕ: $1 \text{ м} = 100 \text{ см}$).

Свет, лазеры, поляризация, интерференция и флуоресценция 25

Обратите внимание, что в приведенном выше уравнении длина волны и частота находятся на одной стороне уравнения. Следовательно, эти два свойства световой волны находятся в обратной зависимости — когда одно увеличивается, другое уменьшается.

Например, в офтальмологии свет — это часть электромагнитного спектра, длина волны которого варьируется примерно от 400 до 700 нанометров (нм) и видна нормально функционирующему человеческому глазу ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м} = 10^{-7} \text{ см} = 10^{-6} \text{ мм}$).

Фиолетовый Индиго Синий Зеленый Желтый Оранжевый Красный
400 нм 700 нм

Цвета этого спектра варьируются от самых коротких волн (фиолетовый и синий) до самых длинных волн (красный). Из-за обратной зависимости длины волны и частоты фиолетовый и синий свет имеют большую частоту по сравнению с красным светом, который имеет меньшую частоту.

По этой причине частоты выше фиолетового называются ультрафиолетовыми (УФ), тогда как частоты ниже красного называются инфракрасными (ИК) частотами. Длины волн УФ-волн короче фиолетовых, а длины волн ИК-волн длиннее красных.

Свет как частица

Многие световые явления можно описать, рассматривая свет как частицу. Главным среди этих явлений является использование флуоресцеина натрия в офтальмологических тестах и процедурах.

Альберт Эйнштейн назвал легкую частицу фотоном. Эти частицы имеют характерные уровни энергии и могут поглощать дополнительную энергию, переходя таким образом в возбужденное состояние. Возбужденные фотоны выделяют энергию в виде света определенной длины волны, а затем возвращаются в состояние покоя.

Флуоресценция, в которой мы рассматриваем свет как частицу, описана ниже.

ЛАЗЕР

Офтальмология – это раздел медицины, в котором очень часто используются лазеры. Акроним ЛАЗЕР означает усиление света путем стимулированного излучения. Обратите внимание, что хотя «лазер» является аббревиатурой и технически его следует писать как «ЛАЗЕР», в обычном использовании этот термин обычно обозначается как «лазер», и эта практика будет соблюдаться здесь.

Естественно излучающие вещества обладают спонтанным излучением, при котором возбужденные электроны выделяют энергию и переходят в состояние покоя. В этом состоянии число возбужденных электронов значительно меньше числа покоящихся электронов.

С другой стороны, в лазерах используется стимулированное излучение, которое создается искусственно путем возбуждения электронов каким-либо методом. В этом состоянии число возбужденных электронов намного превышает количество покоящихся электронов (так называемая инверсия населенностей).^{1,2}

Когда возбужденные электроны испускают фотоны и переходят в состояние покоя, число фотонов растет. Поскольку все фотоны имеют одинаковую частоту, направление распространения и фазу, луч фотонов (т. е. лазер) является монохроматическим и интенсивным. В офтальмологии используется множество различных типов лазеров.^{1,2}

Фотокоагуляционные лазеры — это горячие лазеры, используемые для термического разрушения ткани сетчатки в зонах утечки и/или неоваскуляризации. Наиболее распространенными лазерами этого типа являются аргонный (Аг; сине-зеленый, от 488 до 515 нм) и криптон (Кг; красный, 647 нм). Лазеры фоторазрушения — это холодные лазеры, используемые для разрушения тканей путем создания микровзрывов. Неодим:иттрий-алюминиево-гартсетка (Nd:YAG; 1064 нм) является примером такого лазера, используемого для вскрытия помутнений задней капсулы после экстракции катаракты и имплантации интраокулярной линзы задней камеры. Лазеры фотоабляции используют ультрафиолетовый свет для разрушения части стромы роговицы во время рефракционной хирургии. Такие лазеры, называемые «Эксимер» (возбужденный димер; 193 нм), используют газы Аг и фтор (F) и используются для ФРК, ЛАСИК, ЛАСЕК и ПТК.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ

Естественный и искусственно созданный свет неполяризован, поскольку световые волны колеблются под углом 90 градусов во всех направлениях относительно пути распространения света. Поляризация достигается за счет использования специальных кристаллов или пластика, которые пропускают только свет, вибрирующий параллельно молекулярной структуре. Такие световые лучи возникают, колеблясь только в одном направлении, и называются поляризованными.

Естественный свет, отраженный от различных поверхностей, также поляризован и колеблется параллельно поверхности. Вертикальные стены будут поляризовать естественный свет вертикально, тогда как горизонтальные поверхности (например, мокрые тротуары и капоты автомобилей) поляризуют свет горизонтально. Обычно горизонтально поляризованный свет вызывает неприятные блики.

В офтальмологии поляризованный свет имеет множество клинических применений. Самый известный пример — стерео-тест Титмуса с использованием мух, животных и кругов внутри квадратов. В этом знакомом тесте очки с горизонтальной поляризацией используются для получения изображения в каждом глазу. Изображения слегка смещены по горизонтали, и в нормальных глазах ощущение глубины (стерео) возникает, когда мозг объединяет два изображения.

Обычно назначают поляризованные солнцезащитные очки, в которых очковые линзы с вертикальной поляризацией используются для устранения горизонтально поляризованного света, тем самым уменьшая блики.

Наконец, для обнаружения симуляции можно использовать поляризованную глазную диаграмму Снеллена. В этом тесте пациент носит поляризованные очки (например, OD с поляризацией 90 градусов и OS с поляризацией 180 градусов) и просматривает глазную карту бинокулярно, в которой чередующиеся линии оптотипов также поляризованы на 90 градусов и 180 градусов. Если больной, заявляющий о потере зрения, прочитает все строки, то на обоих глазах устанавливается хорошая острота зрения.

ПОМЕХИ

Когда две волны движутся вместе, они по-разному мешают друг другу. Если волны находятся точно в фазе (где их гребни и впадины движутся вместе), они будут дополнять друг друга, и общий эффект интерференции будет суммироваться. Такое вмешательство называется конструктивным (рис. 3-2).

С другой стороны, когда две волны не совпадают по фазе или их гребни и впадины не движутся вместе, они будут вычитать друг друга, и общий эффект интерференции будет вычитающим. Такое вмешательство называется деструктивным (рис. 3-3).

ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ

Как описано выше, Альберт Эйнштейн назвал легкую частицу фотоном. Эти частицы имеют характерные уровни энергии и могут поглощать дополнительную энергию, переходя таким образом в возбужденное состояние. Возбужденные фотоны выделяют энергию в виде света определенной длины волны, а затем возвращаются в состояние покоя.

Эйнштейн описал взаимосвязь между длинами волн (λ) возбуждающего света (фотонов) и флуоресцентного света (фотонов) следующим образом:

$$\lambda \text{ флуоресцентного света длиннее, чем } \lambda \text{ возбуждающего света.}$$

Эта концепция обычно применяется к офтальмологическим тестам и процедурам. Наиболее распространенным является использование офтальмологического красителя флуоресцеина натрия.

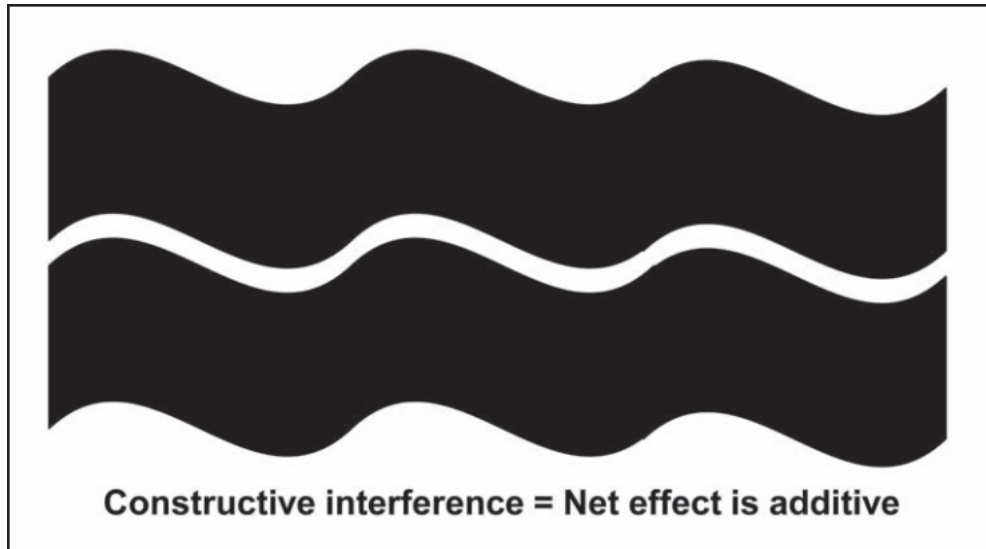


Рисунок 3-2. Интерференция волн. При конструктивной интерференции гребни и впадины волн совпадают по фазе и совпадают, а суммарный эффект является аддитивным.

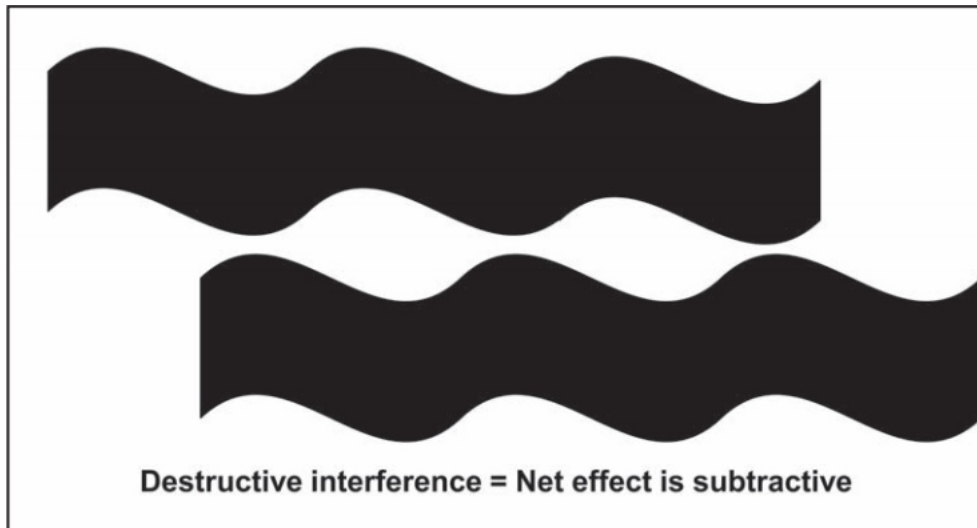


Рисунок 3-3. Интерференция волн. При деструктивной интерференции гребни и впадины волн не совпадают по фазе и не совпадают, а суммарный эффект является субтрактивным.

Помните последовательность цветов в видимом свете?

Фиолетовый Индиго Синий Зеленый Желтый Оранжевый Красный
400 нм

700 нм

В офтальмологической практике синий свет используется для возбуждения оранжевого флуоресцеина натрия, который затем излучает зеленый свет. В соответствии с теорией Эйнштейна, λ зеленого света длиннее, чем λ синего света.

Использование зеленого света, излучаемого флуоресцеином, является стандартной практикой во многих офтальмологических клинических процедурах, таких как:

- { измерение внутриглазного давления (флуоресцеинмайрес).
- { оценка посадки жестких газопроницаемых (РГП) контактных линз (распространение флуоресцеина).
- { оценка слезной пленки (расщепление флуоресцеина).
- { оценка повреждений эпителия роговицы (флуоресцентное окрашивание).
- { оценка затекания в сетчатку (флуоресцентноангиограмма).

Рекомендации

1. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.

2. Кассен Б. Основы работы технического персонала офтальмологии. Филадельфия, Пенсильвания: Компания WB Saunders; 1995.

Обзорные вопросы

1. Амплитуда является характеристикой: а. частицы б. волны

- в. флуоресценция
- д. поляризация

2. Соотношение скорости (с), длины волны (λ) и частоты (f) в световой волне можно переписать как:

- а. $\lambda = \frac{c}{f}$
- б. $e = \lambda c$
- в. $f = \lambda c$
- д. $\lambda = \frac{c}{f}$

3. Цвета видимого спектра имеют длину волны от: а. от 300 до 600 нм б. от 400 до 700 нм в. 3×10^{10} см/сек д. от 400 до 700 см

4. Лазерный свет:

- а. последовательный и монохроматический
- б. монохроматический и противофазный
- в. когерентный и рассеянный
- д. производится спонтанным излучением

Свет, лазеры, поляризация, интерференция и флуоресценция 29

5. Большая часть неприятных бликов создается светом, который вибрирует: а. 90 градусов б. 45 градусов с. 180 градусов д. 135 градусов

6. Если две волны не движутся вместе, они произведут: а. деструктивное вмешательство б. поляризация в. выбросы

д. конструктивное вмешательство

7. Флуоресценция означает, что:

а. Возбуждающий и флуоресцентный свет будут иметь одинаковые длины волн б. флуоресцентный свет будет иметь большую длину волны в. люминесцентные лампы и лампы возбуждения будут иметь одинаковый цвет д. свет возбуждения будет иметь большую длину волны



4

СКОРОСТЬ СВЕТА И ПОКАЗАТЕЛЬ преломления

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать физическую константу скорости света.
- { опишите показатель преломления (RI).
- { рассчитать скорость света в различных тканях глаза.
- { вычислить скорость света в среде по ее RI.
- { рассчитать RI среды по скорости света в ней.

Ключевые моменты

- { Скорость света в вакууме постоянна и равна 3×10^{10} см/сек.
- { RI – это соотношение.
- { RI прозрачного материала всегда будет больше 1.

СКОРОСТЬ СВЕТА

Скорость света в вакууме, например, света, распространяющегося в космосе от Солнца до Земли, является одной из важнейших констант в офтальмологии.

3×10^{10} см/сек

Поскольку в м 100 см, скорость света также можно выразить в м, разделив указанную выше величину на 100:

3×10^8 м/сек.

32 Глава 4

Многие оптические и офтальмологические расчеты основаны на этих значениях. Хорошее понимание скорости света необходимо для понимания концепций, представленных ниже.

ПОКАЗАТЕЛЬ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Многие технические сотрудники знают о материалах очковых линз, таких как CR-39, стекло, поликарбонат и высокий индекс. Что отличает все это? Это показатель преломления (RI), который у каждого из этих материалов разный. «Индекс» в «высоком индексе» относится к RI материала.

RI (часто обозначаемый как n) представляет собой соотношение:

$$RI (n) = \frac{\text{Скорость света в вакууме}}{\text{Скорость света в среде}}$$

Примечание. В некоторых источниках вместо «вакуума» говорится «воздух», но технически это должен быть «вакуум».

Поскольку скорость света в вакууме постоянна, RI можно переписать как:

$$RI (n) = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{\text{Скорость света в среде}}$$

Когда свет покидает вакуум и встречается с прозрачной средой, такой как воздух, слезы, роговица, водная оболочка, хрусталик или стекловидное тело, он замедляется, поскольку эти среды плотнее по сравнению с вакуумом. Чем плотнее среда, тем сильнее будет замедляться свет. Например:

| | |
|--|-------------------------------|
| <i>Менее плотный</i> | <i>Более плотный</i> |
| Воздушные слезы, водные, стекловидные линзы роговицы | Медленное путешествие налегке |
| <i>Более быстрое путешествие на свете</i> | |

RI различных глазных сред перечислены ниже: Воздух: 1,000 Слезы: 1,336 Роговица: 1,376

Кристаллическая линза (в среднем): 1,386

RI различных очковых линз перечислены ниже: Стекло: Корона: 1,523 Кремль: 1,620 Лантал: 1,900

Пластик: Высокий индекс: от 1500 до 1670.

РАСЧЕТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКОРОСТИ СВЕТА И ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Поскольку RI равен: $RI (n) = \frac{\text{Скорость } 3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{\text{Скорость в среде}}$

скорость света можно рассчитать в каждой из перечисленных выше тканей глаза. И наоборот, если мы знаем скорость света, можно вычислить RI.

$$\text{Скорость света в среде} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в сек}}{RI (n)}$$

Пример 1

Какова скорость света в нормальной слезной пленке? Обратите внимание, что RI слез составляет 1,336.

$$\begin{aligned} \text{Скорость света в среде} &= \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в сек}}{\text{РИ (н)}} \\ &= \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{1,336} \\ \text{Скорость света в слезах} &= \\ \text{Скорость света в слезах} &= \underline{13\,336} \times 10^{10} \text{ см/сек.} \\ \text{Скорость света в слезах} &= 2,24 \times 10^{10} \text{ см/сек.} \end{aligned}$$

Таким образом, свет в слезной пленке замедляется примерно на 25,12% по сравнению с вакуумом!
Поскольку RI водянистой оболочки и стекловидного тела такие же, как у слез, скорость света и процент его замедления в водянистой и стекловидной оболочке такие же, как и в слезах.

Пример 2

Какова скорость света в нормальной роговице? Обратите внимание, что RI роговицы составляет 1,376.

$$\begin{aligned} \text{Скорость света в среде} &= \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в сек}}{\text{РИ (н)}} \\ &= \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{1,376} \\ \text{Скорость света в нормальной роговице} &= \\ \text{Скорость света в нормальной роговице} &= \underline{13\,376} \times 10^{10} \text{ см/сек.} \\ \text{Скорость света в нормальной роговице} &= 2,18 \times 10^{10} \text{ см/сек.} \end{aligned}$$

Таким образом, свет в роговице замедляется примерно на 27,3% по сравнению с вакуумом!

Пример 3

Какова скорость света в обычном хрусталике? Обратите внимание, что средний RI хрусталика составляет 1,386.

$$\begin{aligned} \text{Скорость света в среде} &= \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в сек}}{\text{РИ (н)}} \\ &= \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{1,386} \\ \text{Скорость света в обычной линзе} &= \\ \text{Скорость света в обычной линзе} &= \underline{13\,386} \times 10^{10} \text{ см/сек.} \\ \text{Скорость света в обычной линзе} &= 2,16 \times 10^{10} \text{ см/сек.} \end{aligned}$$

Таким образом, свет в хрусталике замедляется примерно на 27,8% по сравнению с вакуумом!

С помощью произведенных выше расчетов к представленным ранее данным можно добавить:

| <i>Менее плотный</i> | <i>Более плотный</i> |
|--|---------------------------------------|
| Воздушные слезы, водные, стекловидные линзы роговицы | |
| 2,24 x 10 ¹⁰ см/сек | 2,18 x 10 ¹⁰ см/сек |
| <i>Более быстрое путешествие на свете</i> | <i>Медленное путешествие на свете</i> |

Пример 4

Каков RI прозрачного вещества, в котором свет распространяется со скоростью $1,5 \times 10^{10}$ см/сек?

$$RI(n) = \frac{\text{Скорость света в вакууме}}{\text{Скорость в среде}} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см/сек}}{1,5 \times 10^{10} \text{ см/сек}}$$

$$RI(n) = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см/сек}}{1,5 \times 10^{10} \text{ см/сек}}$$

$$RI(n) = \frac{3 \cdot 5 \cdot 10^{10} \text{ см/сек}}{10^{10} \text{ см/сек}}$$

$$RI(n) = 3 \cdot 5 \cdot 10^0$$

$$RI(n) = 2,0$$

Пример 5

Дайте математическое объяснение следующему вопросу: Может ли RI любой среды быть меньше 1,0?

$$RI(n) = \frac{\text{Скорость света в вакууме}}{\text{Скорость в среде}}$$

А поскольку скорость света в любой среде всегда меньше, чем в вакууме, числитель дроби всегда будет больше знаменателя:

$$RI(n) = \frac{\text{Скорость света в вакууме}}{\text{Скорость в среде}} = \text{Больше} \text{ } \text{Меньше}$$

Таким образом, RI прозрачного материала всегда будет больше 1,0.

Ссылка

1. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.

Обзорные вопросы

1. Скорость света в вакууме равна: а. 3×10^{10} м/сек б. 3×10^8 м/сек с. 3×10^{10} мм/сек д. 3×10^8 см/сек.

2. По сравнению со средой RI 2,0 скорость света в среде RI 2,5 составит: а. Быстрее

б. тот же в.
переменная д.
помедленнее

Скорость света и показатель преломления 35

3. Какова скорость света в среде РИ 3.0?
а. 1×10^{10} см/сек б.
 3×10^8 м/сек с. 1×10^8 см/сек д. 3×10^{10} м/сек
4. Каков RI среды, если скорость света в ней $1,5 \times 10^8$ м/сек?
а. 1 б.
2 в. 3
д. 4
5. Каков RI среды, если свет в ней замедляется на 50%?
а. 2 б.
3 в. 4
д. 5



5

СНЕЛЛСЛАВ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать, отклоняется ли свет в сторону нормали или от нее.
- { описать, когда свет не преломляется.
- { описать клинические примеры.

Ключевые моменты

- { Закон Снелла: $n_1(\text{или } i) \sin i = n_2(\text{или } r) \sin r$.
- { Свет, падающий под углом и проходящий из среды с меньшим показателем преломления (n_1) в большую среду n_2 изгибается в сторону нормального.
- { Свет, падающий под углом и проходящий из среды с большим n_1 в меньший n_2 среда отклоняется от нормального.
- { Свет, падающий на границу раздела под углом 90° градусов, не изгибается при прохождении ни направление.
- { Закон Снеллиуса: глаз обеспечивает конвергентную силу световым лучам, входящим или выходящим. глаз.
- { Закон Снелла: при наличии аномалий рефракции точечное отверстие может улучшить остроту зрения. потому что центральные лучи падают под углом 90° градусов и не преломляются.

СНЕЛЛСЛАВ

Все мы видели эти световые явления:

- { Налейте воду в кастрюлю и бросьте монету. Если вы посмотрите на монету под углом, монета появится находиться ближе к поверхности воды, чем есть на самом деле. Почему это происходит?
- { Когда вы стоите на краю бассейна и смотрите на дно бассейна, под углом пол кажется ближе. Почему это происходит?

Поскольку свет распространяется с разной скоростью в разных прозрачных средах (например, в воздухе, воде, слезах, роговице, водной среде, хрусталике и стекловидном теле), он изгибается на границе раздела между такими прозрачными средами. Таким образом, свет меняет свой путь через интерфейс.

Закон Снелла описывает, как происходит этот изгиб, и он лежит в основе всего офтальмологического оборудования и многочисленных офтальмологических тестов, измерений и протоколов. Тщательное понимание закона Снелла имеет важное значение для успеха в офтальмологии.

Во-первых, терминология (рис. 5-1):

- { Угол падения (i) — это угол между падающим лучом света и воображаемой линией. (называемый «нормальным»), нарисованный под углом 90 градусов к прозрачной поверхности, на которую падают лучи света.
- { Угол преломления (r) — это угол между преломленным лучом света и воображаемой линией. (называемый «нормальным»), нарисованный под углом 90 градусов к прозрачной поверхности, на которую падают лучи света.

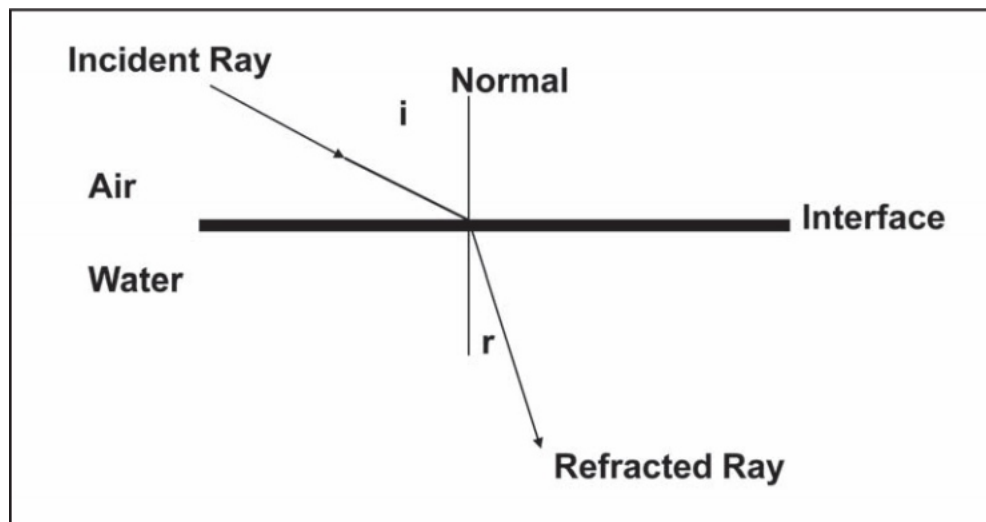


Рисунок 5-1. Терминология, обозначающая путь света, проходящего через границу между двумя прозрачными средами с разными показателями преломления, такими как воздух и вода. «Нормальный» — это воображаемая линия под углом 90 градусов к интерфейсу. Угол между нормальным и падающим лучом — это угол падения (i), тогда как угол между нормальным и преломленным лучом — это угол преломления (r).

Закон Снелла гласит:

$$n_1 (\text{или } i) \sin i = n_2 (\text{или } r) \sin r$$

Где:

n_1 (или i) = RI среды, в которой падает свет

n_2 (или r) = RI

среды, в которой свет преломляется

Синус (сокращенно «Sin» и произносится «знак») — это тригонометрическая функция, присутствующая в научных калькуляторах.

Закон Снелла предсказывает три возможности, когда свет проходит через границу между двумя прозрачными средами с разными RI (рис. 5-2):

1. Когда преломленный луч отклонится в сторону нормального?
2. Когда преломленный луч отклонится от нормального?
3. Когда преломленный луч не будет изгибаться?

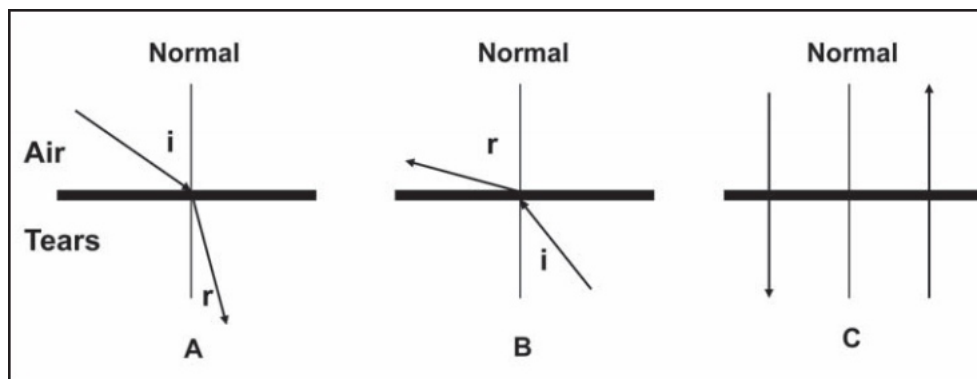


Рисунок 5-2. Путь света при прохождении через границу раздела двух прозрачных сред с разными показателями преломления. Свет изгибается в сторону нормального при переходе из среды с более низким показателем преломления (RI), такой как воздух, в среду с более высоким RI, например, слезы (A); он отклоняется от нормали при прохождении в противоположном направлении (B) и движется без преломления при падении под углом 90 градусов к границе раздела (C).

Когда закон Снелла применяется к световым лучам, проходящим, скажем, через воздух, слезы, роговицу и водянистую жидкость, преломление света происходит точно так, как описано ранее (см. рис. 5-2).

Для начала напомним RI задействованных преломляющих сред: Воздух: 1,000 Слезы: 1,336
 Роговица: 1,376

- { Луч света, идущий вдоль зрительной оси (называемый центральным или главным лучом), попадает в глаз без преломления, поскольку он падает под углом 90 градусов к границе раздела. Этот эффект клинически используется для получения точечной остроты зрения.
- { Лучи света, идущие параллельно центральному лучу, проходят через воздушную слезу, слезоточивую переднюю часть роговицы и заднюю границу раздела роговица-вода перед достижением хрусталика.
- { Свет преломляется в сторону нормали на границах раздела воздух-слеза и слеза-передняя часть роговицы. Это приводит к конвергенции.
- { Свет преломляется от нормали на задней границе раздела роговица-вода. Этот приводит к расхождению.
- { Несмотря на расхождение световых лучей на задней границе раздела роговица-вода, наблюдается постепенное сближение световых лучей по мере их прохождения через границу раздела воздух-слеза-роговица-вода.

- Поскольку хрусталик и стекловидное тело также обеспечивают конвергенцию, глаз можно рассматривать как плюсовая линза, и все характеристики плюсовой линзы будут применимы к глазу (см. далее).

Давайте посмотрим, как закон Снелла влияет на свет, проходящий через границу раздела воздух-слеза-роговица-вода (рис. 5-3).

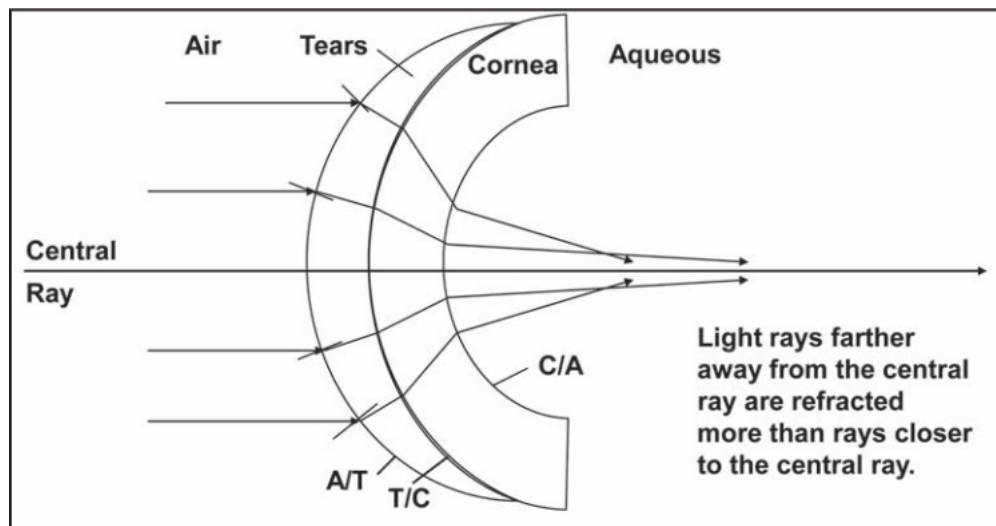


Рисунок 5-3. Путь лучей света, проходящих из воздуха через слезную пленку, роговицу и затем в водную среду. Центральный (главный) луч проходит вдоль зрительной оси и не преломляется, так как падает под углом 90 градусов. Лучи, параллельные центральному лучу, преломляются к нормали на границах раздела воздух-слеза (A/T) и слеза-роговица (T/C), но преломляются от нормали на границе раздела роговица-вода (C/A).

Преломление лучей в соответствии с законом Снеллиуса на границах раздела воздух-слеза, слеза-передняя часть роговицы и задняя часть роговицы-вода можно резюмировать следующим образом:

- Центральный луч падает под углом 90 градусов и не преломляется ни в одной из этих точек пересечения лица.
- На границах раздела воздух-слеза и слеза-передняя часть роговицы световые лучи изгибаются в сторону нормального направления и обеспечивают положительную вергенцию (конвергенцию) и, следовательно, плюсовую мощность.
- На задней поверхности раздела роговица-водная жидкость лучи света отклоняются от нормального и обеспечивают отрицательную вергенцию (дивергенцию) и, следовательно, минусовую мощность.
- Сумма рефракции на всех этих границах равна положительной вергенции (конвергенции) и, следовательно, плюс мощность.

Два других интерфейса (водно-передняя линза и задняя линза-стекловидное тело) также обеспечивают положительную вергенцию (конвергенцию) и положительную мощность.

| Интерфейс | Вергентность | Власть |
|-----------------------------------|------------------------------|--------|
| Воздушная слеза | Положительный (конвергенция) | Плюс |
| Слезно-передняя часть роговицы | Положительная (конвергенция) | Плюс |
| Задняя роговично-водянистая часть | Отрицательная (расхождение) | Минус |
| Водно-передняя линза | Положительная (конвергенция) | Плюс |
| Задняя линзовидно-стекловидная | Положительная (конвергенция) | Плюс |

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

В офтальмологии есть множество примеров того, как закон Снелла влияет на состояние глаз и их измерения. Некоторые примеры объяснены ниже.

Рефракционные ошибки

Лучи света, падающие на роговицу, отклоняются в сторону нормали, проходя через поверхность раздела воздух-слеза, передняя часть роговицы-водная, водная-передняя линза и задняя поверхность линзы-стекловидное тело. Все эти интерфейсы обеспечивают дополнительную мощность. На задней поверхности раздела роговица-вода световые лучи отклоняются от нормали, и этот интерфейс обеспечивает отрицательную мощность. Конечным результатом всех изгибов (от нормали и к ней) является то, что все световые лучи в конечном итоге сходятся. Из-за этих явлений все интерфейсы вместе заставляют глаз работать как плюсовая линза. Если чистая величина конвергенции достаточна, глаз не будет иметь аномалии рефракции.

Аномалии рефракции возникают, когда конвергентная плюсовая сила глаза либо чрезмерна, либо недостаточна. Чрезмерная положительная сила приводит к близорукости и требует использования минусовых линз для уменьшения положительной силы глаза, тогда как недостаточная положительная сила приводит к дальнозоркости и требует использования плюсовых линз для увеличения положительной силы глаза.

Астигматизм возникает, когда различное количество чрезмерной или недостаточной плюсовой силы присутствует по двум осям, расположенным под углом 90 градусов друг к другу. Для коррекции требуются цилиндрические или сфероцилиндрические линзы.

Расчеты интраокулярных линз

Интраокулярную линзу (ИОЛ) имплантируют после удаления естественной катарактальной хрусталика. Мощность ИОЛ должна быть точно рассчитана, чтобы лучи света сходились в фовеа. Недостаточная мощность ИОЛ приводит к послеоперационной дальнозоркости, тогда как чрезмерная мощность ИОЛ приводит к послеоперационной близорукости.

Сверх-минус в очках

Рефрактометрия не должна приводить к чрезмерной отрицательной (или слишком малой положительной) мощности при измерении ошибки рефракции. Это предостережение часто обозначается как «не переминовать», и чтобы избежать этого, используются методы туманообразования и дуохромии. Чрезмерная минусовая мощность перемещает изображение назад от ямки и требует использования аккомодации для перемещения изображения вперед и изменения его положения в ямке. У псевдофаков и людей с низким уровнем аккомодационной амплитуды это может привести к затуманиванию зрения при чтении или утомлению. В любом случае пациенту не была оказана лучшая профессиональная помощь.

Обзорные вопросы

1. Преломление световых лучей приводит к появлению бассейна: а. более мелкий б. темнее в. глубже д. более легкий

42 Глава 5

2. Если предположить, что лучи света движутся под углом в прозрачную среду, все лучи будут: а. не сгибаться на интерфейсе б. отражаться с. быть остановленным

д. изгиб на интерфейсе

3. Закон Снелла можно математически переписать как (i = угол падения; r = угол преломления):

а. $n_2 = n_1 \sin i \sin r$

б. $n_1 = n_2 \sin i \sin r$

с. $n_2 = n_1 \sin i \sin r$

д. $n_1 = n_2 \sin i \sin r$

4. Согласно закону Снелла, одним из факторов, влияющих на преломление света на границе раздела, является: а. РИ двух СМИ

б. отражение на границе раздела

с. нормальный д. Солнечный

лучик

5. Весь свет, распространяющийся под углом 30 градусов из среды с меньшим RI в среду с большим RI, будет: а. отклоняться от нормального

б. продолжайте без преломления по нормали с.

наклониться в сторону нормального д. отражаться

6

КРИТИЧЕСКИЙ УГОЛ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать условия критического угла.
- { описать клинические примеры.

Ключевые моменты

- { Критический угол (i_c) применяется, когда свет распространяется из среды с большей преломляющей способностью. индекса (R1) в среду с меньшим R1.
- { *При некоторой величине увеличения угла падения (i) угол преломления (r) будет увеличиться настолько, что преломленный луч задел границу раздела двух сред.*
- { i_c — это i , при котором соответствующий r максимален, а преломленный луч касается интерфейса.
- { Для света, проходящего из слез в воздух: $i_c = 48,5$ градусов.

КРИТИЧЕСКИЙ УГОЛ

Мы все это видели или хотя бы слышали о них!

- { В нормальной анатомии глаза мы не можем видеть структуры угла и должны использовать специальные такие процедуры, как гониоскопия.
- { Бриллианты становятся более дорогими и красивыми, если в них содержится большее количество алмазов. "огонь."

44 Глава 6

- По сравнению с металлическим проводом оптоволокно передает больший объем данных с помощью света. Следовательно, оптоволоконный кабель является лучшим средством передачи данных для телевизоров высокой четкости.

Как все это работает?

Критический угол (i_c) применяется только тогда, когда свет распространяется из среды с большим показателем преломления (RI), такой как вода, роговица или слезы, в среду с меньшим RI, например воздух (рис. 6-1).

- Когда свет распространяется из среды с большим преломлением, такой как вода, роговица или слезы, в среде с более низким RI, например в воздухе, свет отклоняется от нормального.
- По мере увеличения угла падения (i) угол преломления (r) также увеличивается.
- По мере дальнейшего увеличения i r также будет продолжать увеличиваться.
- Поскольку r продолжает увеличиваться, при некотором значении i r увеличится настолько, что преломленный луч касается границы раздела двух сред.
- На этом этапе r будет иметь максимальное значение.
- Следовательно, i_c — это i , при котором соответствующий r максимален, а преломленный луч задевает интерфейс.
- В большинстве текстов, включая этот (см. рис. 6-1C), r обычно обозначается как «90 градусов».

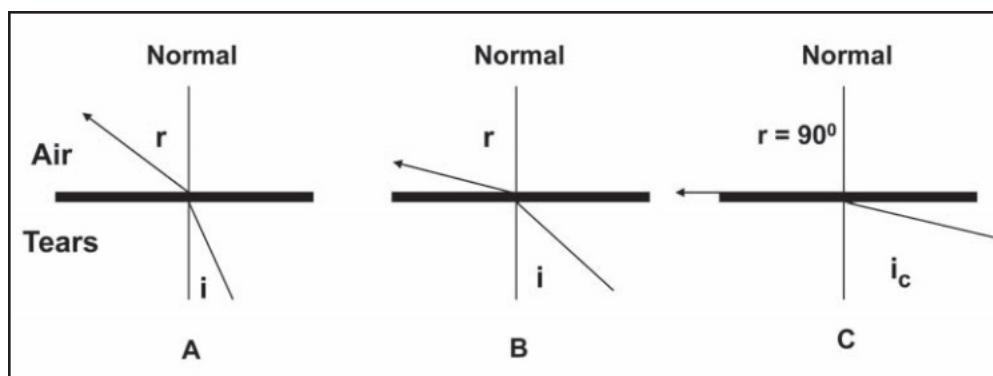


Рисунок 6-1. Критический угол и путь света при его прохождении из среды с большим показателем преломления (RI), такой как слезы, в среду с более низким RI, например воздух. Свет отклоняется от нормального (A); с увеличением угла падения (i) увеличивается и угол преломления (r) (B). Когда i увеличивается настолько, что преломленный луч касается границы раздела, i называется критическим углом (i_c), а r имеет максимальное значение, которое здесь показано как 90 градусов (C).

Мы также можем математически переписать закон Снелла и вывести формулу для i_c (предположим, $\sin 90 = 1$):

$$\begin{aligned} \text{Закон Снелла: } n_1 \sin i &= n_2 \sin r \\ \text{Переписывание для } i_c: n_1 \sin i_c &= n_2 \sin 90 \\ \text{Предполагая } \sin 90 = 1: n_1 \sin i_c &= n_2 \cdot 1 \\ &: n_1 \sin i_c = n_2 \\ \text{Решение для } \sin i_c: \sin i_c &= \frac{n_2}{n_1} \end{aligned}$$

Таким образом, формула для i_c принимает вид:

$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1}$$

Теперь мы можем применить это к глазу, поскольку знаем RI глазной среды. Для начала напомним RI задействованных преломляющих поверхностей: Воздух: 1.000 Слёзы: 1.336

Таким образом, для света, проходящего из слез (n_1) в воздух (n_2):

$$\text{Синус} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1.336} = 0,7485$$

Поскольку « $\sin i_c = 0,7485$ », мы можем использовать научный калькулятор, чтобы найти значение « i_c », которое составляет 48,5 градусов. Это означает, что пока свет падает под углами меньшими, чем i_c , он сможет выйти в воздух. Итак, что произойдет, если угол падения увеличится и станет больше i_c ?

Читай дальше!

Обзорные вопросы

1. Когда свет распространяется из воздуха в глаз: а. i_c можно вычислить б. $p > я$

- в. весь свет будет отражаться
- д. IC не будет применяться

2. Какова скорость света в среде, RI которой равен 3,000?

- а. 9×10^{10} м/сек б. $0,3 \times 10^{10}$ см/сек с. 1×10^8 м/сек.
- д. $0,1 \times 10^{10}$ см/сек.

3. Какова величина $\sin i_c$, если свет распространяется из среды с RI 2,000 в среду RI 1,000? (Предположим, $\sin r = 1,0$.) а. 1

- б. 0,5
- гр. 2
- д. 0,3

4. Что произойдет, если свет пройдет из среды с RI 2,000 в среду с RI 1,000 и упадет под углом 30 градусов?

- а. $r < 30$ градусов б. $я < 30$ градусов с. $r > 30$ градусов д. $я > 30$ градусов

46 Глава 6

5. Что произойдет, если свет пройдет из среды с $n_1 = 1,000$ в среду с $n_2 = 2,000$ и упадет под углом 30° ?

- а. $r < 30^\circ$ градусов б.
- я $< 30^\circ$ градусов с. г
- $> 30^\circ$ градусов д. я $>$
- 30° градусов

7

ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать условия полного внутреннего отражения.
- { опишите клинические и другие примеры.

Ключевые моменты

- { Полное внутреннее отражение (TIR) требует, чтобы 1) свет проходил из среды большей показатель преломления (RI) в среду с меньшим RI; и 2) угол падения (i) превышает критический угол (i_c).
- { В ПВО весь свет отражается обратно в среду с большим RI, и ни один из них не преломляется. переведен в среду меньшей RI.
- { Офтальмологические примеры TIR включают угловые структуры и кератоконус.
- { Промышленным примером МДП является оптоволоконный кабель.
- { Косметическим примером МДП является бриллиант.

КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

В предыдущей главе мы узнали, что i_c применяется только тогда, когда свет распространяется из среды с более высоким RI, такой как вода, роговица или слезы, в среду с меньшим RI, например воздух.

Примером этого состояния является ситуация, когда свет от угловых структур проходит через водянистую оболочку, роговицу и слезную жидкость и попадает в воздух.

В этом состоянии, пока свет падает под углами меньше i_c (48,5 градусов), он будет выходить в воздух. Что произойдет, если i увеличится и станет больше, чем i_c ?

ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ

Условия для i_c также необходимы для полного внутреннего отражения (TIR).

ПВО может возникнуть только тогда, когда свет перемещается из среды с большим RI в среду с меньшим RI. В конце предыдущей главы мы задавались вопросом, что произойдет со светом, если i превысит i_c .

В этом состоянии, когда $i > i_c$, ВЕСЬ свет отражается обратно в среду с большим RI, и НИКАКОЙ свет не преломляется в среду с меньшим RI (рис. 7-1). Это состояние называется полным внутренним отражением.

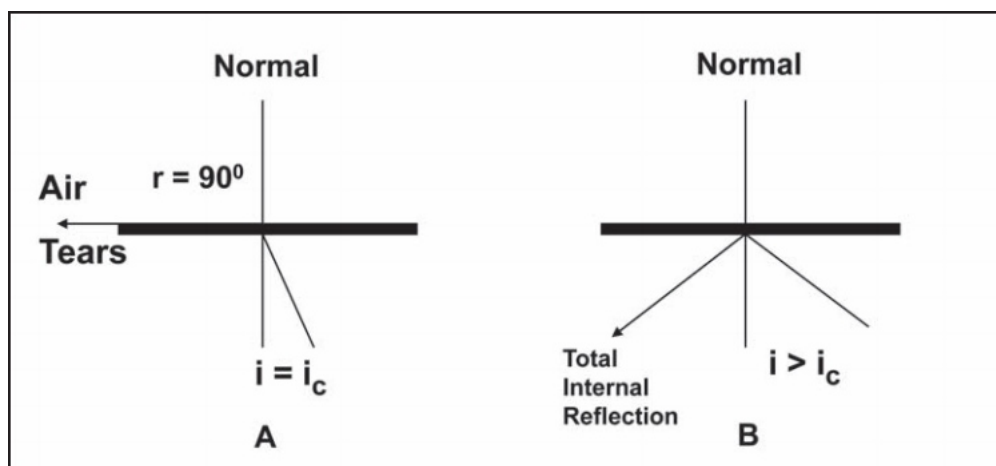


Рисунок 7-1. Полное внутреннее отражение. Когда угол падения (i) является критическим углом (i_c), преломленный луч касается границы раздела, и угол преломления (r) имеет максимальное значение, которое здесь показано равным 90 градусам (A). Когда i превышает i_c , преломления не происходит, поскольку весь свет отражается обратно в первую среду в результате полного внутреннего отражения (B).

Таким образом, для того, чтобы свет прошел процедуру МДП, должны быть соблюдены следующие условия:

- { Свет распространяется из среды с большим RI в среду с меньшим RI.
- { i должен превышать i_c .

Поскольку свет от угловых структур превышает $i_c(48,5^\circ)$, то условия ПВО выполняются, свет отражается обратно в переднюю камеру, и без гониоскопии угловые структуры не видны. При кератоконусе и хорошо развитом нижнем конусе i меньше i_c , и угловые структуры можно увидеть без гониоскопии.

КЛИНИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Угловые конструкции

У пациентов с анатомически нормальной роговицей угловые структуры не видны, если не используются специальные процедуры, такие как гониоскопия. Гониоскопы — это большие контактные линзы, которые офтальмолог вручную прижимает к роговице для осмотра и оценки угла и его структуры.

Для просмотра угловых конструкций необходимо удалить условия TIR. Самый эффективный способ добиться этого — удалить воздух как преломляющую среду. Это можно сделать путем 1) нанесения гидроксипропилметилцеллюлозы (гониозола), RI которой подобен слезам, на роговицу с помощью зеркальной линзы Гольдмана или незеркальной линзы Кеппе; или 2) со слезами на глазах связался с Zeiss-Posner.

линза против роговицы. В обоих методах свет, выходящий из угловых структур, не сталкивается с воздухом, и i не превышает i_c . В результате ПВО не возникает и свет выходит из передней камеры, делая видимыми структуры угла.

Волоконная оптика

Волоконно-оптические кабели, которые передают большие объемы данных, чем обычные кабели, используют метод TIR.

Оптический кабель фактически состоит из двух кабелей — один внутри другого. Внутренний кабель имеет больший RI, тогда как внешний кабель имеет меньший RI. Таким образом, когда свет проходит через границу между двумя кабелями, преломленный луч обычно отклоняется от нормального. Поскольку i превышает i_c , весь свет отражается обратно в виде TIR и появляется на другом конце кабеля с большим объемом данных.

Бриллианты

«Пожар» бриллиантов общеизвестен: чем сильнее огонь, тем дороже бриллиант.

У природных алмазов восемь граней, и в естественном состоянии кристалл не выглядит блестящим. Чтобы превратить его в дорогой драгоценный камень, на кристалле вырезают и полируют десятки граней под разными углами. Таким образом, матовый природный кристалл превращается в желанный драгоценный камень.

Когда свет проходит через границу между алмазом и воздухом на каждой грани кристалла, преломленный луч обычно отклоняется от нормального. Однако грани алмаза огранены и отполированы под таким углом, что i превышает i_c , и весь свет отражается обратно в алмаз в виде TIR. При повороте алмаза и, в зависимости от условий освещения, на некоторых гранях кристалла i меньше i_c , и преломленные лучи выходят из этих граней в виде яркого света («огня»).

Более дорогие бриллианты имеют большее количество граней и больше мест на кристалле, где можно наблюдать «огонь».

Обзорные вопросы

1. Во время МДП:

- а. преломленный луч отклоняется к нормали б.
- свет переходит из воздуха в драгоценный камень
- в. преломленный луч отклоняется от нормального d.
- нет никакого преломления

2. Если свет проходит из среды с RI 1,523 в среду с RI 1,376 и падает под углом 50 градусов, как поведет себя свет, если i_c равен 40 градусов?

- а. преломленные лучи отклоняются от нормали б.
- лучи будут полностью отражаться внутрь
- в. преломленные лучи заденут границу раздела сред d.
- преломленные лучи будут изгибаться в сторону нормали

50 Глава 7

3. Примером МДП является прохождение света:

а. от угловых структур к внешней стороне глаза б. из воздуха в оптоволоконный кабель с. из воздуха в алмаз

д. к угловым структурам с внешней стороны глаза

4. Большой неограниченный бриллиант: а. имеет десятки граней кристалла б. много огня

в. не будет отображаться МДП д. может быть дорого

5. Угловые структуры могут быть видны без гониоскопии:

а. противоречащий правилам астигматизм б. роговичный конус с. гипоглобус д. микрокорнеа

8

ТИПЫ ЛИНЗ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { опишите характеристики и использование плюсовых линз.
- { опишите характеристики и применение минусовых линз.

Ключевые моменты

- { Линза – преломляющее устройство, у которого хотя бы одна поверхность изогнута.
- { Свет, преломленный линзой, либо сходится, либо расходится.
- { Линзы Plus собирают свет и похожи на две призмы, расположенные основанием к основанию.
- { Минусовые линзы рассеивают свет и похожи на две призмы, расположенные вершиной к вершине.
- { Сферическая линза имеет одинаковую силу во всех направлениях и корректирует близорукость или дальнозоркость.
- { Цилиндрические линзы имеют плоские и изогнутые поверхности и корректируют астигматическую аметропию.
- { Астигматизм возникает из-за цилиндрического эффекта роговицы и/или хрусталика линза.
- { Можно выделить пять типов астигматизма.
- { Пресбиопия – это постепенная потеря аккомодации с возрастом.

ЧТО ТАКОЕ ОБЪЕКТИВ?

Линза – преломляющее устройство, у которого хотя бы одна поверхность изогнута. Если обе преломляющие поверхности изогнуты, линзу называют менисковой линзой. Типичными примерами являются очковые, пробные и контактные линзы. Оптическая ось (также главная ось или ось линзы) проходит через центр линзы. Свет, движущийся вдоль оптической оси, находится под углом 90 градусов к поверхности линзы и, согласно закону Снелла, проходит через границу раздела воздух-линза, не преломляясь. Во всех остальных местах линзы угол падения (i) не равен 90 градусам, и свет преломляется вдоль границы раздела воздух-линза согласно закону Снеллиуса (см. главу 5).

Из-за изогнутых поверхностей линзы также обладают силой. Чем больше кривизна, тем больше сила линзы и преломление света, проходящего через линзу. Преломленный свет либо сходится, либо расходится, и оба типа преломленного света называются вергенцией. Конвергенция называется положительной или плюс-вергенцией и обеспечивает положительную мощность, тогда как дивергенция называется отрицательной или минус-вергенцией и обеспечивает отрицательную мощность.

ПЛЮСЛЕНЗЫ

Если середина изогнутой преломляющей поверхности отклоняется от центра линзы, изогнутая преломляющая поверхность имеет положительную силу, и линза называется положительной линзой. Такие линзы можно рассматривать как две призмы (о призмах см. главу 14), расположенные основанием к основанию (рис. 8-1).

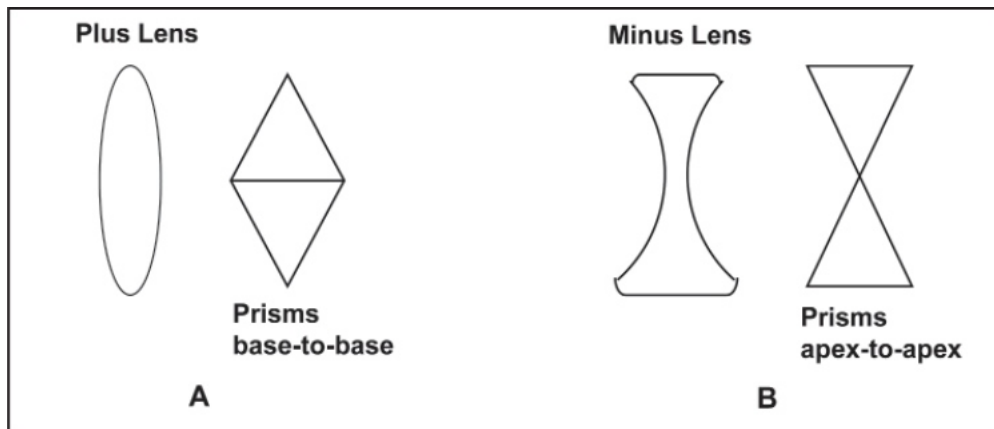


Рисунок 8-1. Линзы в виде призм. Плюсовые линзы можно рассматривать как две призмы, расположенные основанием к основанию (А); тогда как минусовые линзы можно рассматривать как две призмы, расположенные вершиной к вершине (В).

Благодаря призматическому эффекту и закону Снелла плюсовые линзы преломляют свет в направлении оптической оси. Конечным результатом этого является то, что плюсовые линзы собирают свет. Сходящийся свет также называется положительной (плюсовой) вергенцией и создает изображения, которые перевернуты и увеличены. Поскольку плюсовые линзы обеспечивают дополнительную силу, их используют для коррекции дальновзоркости, при которой дополнительная сила глаза недостаточна и ее необходимо увеличить.

Когда плюсовая линза перемещается из плоскости очков в плоскость роговицы (т. е. когда вместо очков носят контактные линзы), плюсовая линза теряет плюсовую силу. Эту потерю положительной силы необходимо компенсировать, когда контактные линзы рекомендуются при аномалиях рефракции +4 Д и выше. Эта компенсация называется вершинной коррекцией (см. главу 27).

Потеря плюсовой силы еще больше увеличивается, когда хрусталик приближается к плоскости сетчатки (т. е. когда имплантируются переднекамерные или заднекамерные интраокулярные линзы [ИОЛ]).

Кроме того, если ИОЛ после имплантации перемещается, она меняет оптику, вызывая таким образом аномалии рефракции (см. «Сила имплантатов интраокулярных линз» на стр. 57).

Основные характеристики линз Plus перечислены в Таблице 8-1.

МИНУСЛИНЗЫ

Если середина изогнутой преломляющей поверхности изогнута к центру линзы, изогнутая преломляющая поверхность имеет отрицательную силу, и линза называется минусовой линзой. Такие линзы можно считать похожими на две призмы (о призмах см. главу 14), расположенные вершина к вершине (см. Рисунок 8-1).

Из-за призматического эффекта и закона Снеллиуса минус-линзы преломляют свет от оптической оси. Конечным результатом этого является то, что минусовые линзы рассеивают свет. Расходящийся свет, также называемый отрицательной (минус) vergenцией, создает изображения вертикальные и уменьшенные. Поскольку минусовые линзы обеспечивают минусовую силу, они используются для коррекции близорукости, при которой плюсовая оптическая сила глаза чрезмерна и ее необходимо уменьшить.

Когда минусовая линза перемещается из плоскости очков в плоскость роговицы (т. е. когда вместо очков носят контактные линзы), минусовая линза приобретает минусовую силу. Этот выигрыш в минусовой оптической силе необходимо компенсировать, когда контактные линзы рекомендуются при аномалиях рефракции -4 Д и выше. Эта компенсация называется вершинной коррекцией (см. главу 27).

Основные характеристики минусовых линз перечислены в Таблице 8-1.

| Таблица 8-1 | | |
|---|---|--|
| Характеристика | Плюс линза Минус линза | |
| <i>Различия в толщине между центром и периферией линзы</i> | Толще в центре; тоньше на периферии | Тоньше в центре; толще по периферии |
| <i>Отношения изображения и объекта (увеличение или уменьшение)</i> | Увеличивает изображения | Уменьшает изображения |
| <i>Изменение оптической силы при удалении линзы от глаза</i> | Плюсовая мощность увеличивается | Минусовая мощность уменьшается |
| <i>Движение изображения при перемещении объекта вбок по оси 180 или вверх и вниз по оси 90.</i> | Против движения ¹ С движением ¹ | |
| <i>Форма линз и призмы</i> | Две призмы, расположенные основанием к основанию | Две призмы, расположенные вершиной к вершине |
| <i>Исправлена ошибка рефракции</i> | Дальзорукость | близорукость |

¹Это не следует путать с движением полоски, наблюдаемым при ретиноскопии.

СФЕРИЧЕСКИЕ ЛИНЗЫ

Сферические линзы (часто называемые сферой) имеют сферическую поверхность и преломляют свет с одинаковой силой во всех направлениях. В клинической практике термин ось или меридиан используется для обозначения направления силы.

Преломленные лучи постепенно сходятся или расходятся, создавая таким образом круги размытия, которые постепенно уменьшаются, пока не достигнут точки фокуса, которая является местом наилучшего фокуса и самого резкого изображения. Изображение с точечным фокусом также называют стигматическим изображением. Сферические линзы используются для коррекции стигматической аметропии, такой как дальнозоркость и близорукость.

В клинической практике, например, в очках или контактных линзах, сферические линзы обозначаются силой сферы и сокращенно SPH или Sph (например, +3,00 SPH; -2,50Sph).

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ КАЛЛЕНЗЫ

Цилиндрические линзы (часто называемые цилиндром или цилиндром) имеют плоские и изогнутые поверхности и не преломляют свет с одинаковой силой во всех направлениях.

Плоская поверхность не имеет кривизны и мощности и называется осью цилиндра. Это также место расположения изображения, создаваемого цилиндрической линзой. Искривленная поверхность имеет кривизну и мощность и называется меридианом мощности. Его изображение формируется вдоль оси цилиндра. В цилиндрических линзах ось цилиндра и энергетический меридиан ориентированы под углом 90 градусов друг к другу, а ориентация линзы обозначается осью цилиндра.

Изображение в цилиндрической линзе образует не точечный фокус, а линейный фокус, и такое изображение называется астигматическим изображением. Цилиндрические линзы используются для коррекции астигматической аметропии, которая может присутствовать сама по себе или в сочетании с дальнозоркостью и близорукостью.

Цилиндрические линзы могут быть плюсовыми или минусовыми, и их характеристики аналогичны сферическим линзам (см. разделы выше).

В клинической практике, например, в очках или контактных линзах, цилиндрические линзы обозначаются осью цилиндра и оптической силой цилиндра (например, +3,00+1,00 x 90):

Сферический силовой цилиндр Ось силового цилиндра
+3,00 +1,00 x 90

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

Эмметропия

Человеческий глаз можно рассматривать как обладающий плюсовой силой и придающий положительную (плюсовую) вергентность падающим световым лучам. Если положительная мощность является подходящей, самое четкое изображение будет расположено в ямке и, при условии отсутствия других аномальных условий, острота зрения будет наилучшей.

Такое состояние называется эмметропией, что означает, что у пациента нет аномалии рефракции и ему не нужны корректирующие линзы. Однако таким пациентам все равно может потребоваться пресбиопическая коррекция (см. далее), которая считается не аномалией рефракции, а следствием старения.

Рецепт на очки и контактные линзы при эмметропии указывается как:

ПЛ Сфера
(Сфера часто сокращается как SPH или Sph)

Аметропия

Если положительная сила не подходит, то имеется аномалия рефракции, и пациенту потребуются корректирующие линзы, что имеет место при аметропии (Таблица 8-2).

| Таблица 8-2 | | | |
|---|----------------|--|-----------|
| Пример линзы, корректирующей ошибку рефракции Plus Power of Eye | | | |
| Избыток | близорукость | Минус (для уменьшения плюсовой мощности) | -4,25 Сф. |
| Неадекватный | Дальнозоркость | Плюс (чтобы добавить больше плюсовой мощности) | +4,25 Сф. |

Астигматизм

Астигматизм – это состояние рефракции, при котором изображение в линейном фокусе создается вследствие цилиндрического эффекта роговицы и/или хрусталика. Астигматизм может присутствовать отдельно и корректироваться цилиндрической линзой или в сочетании с близорукостью или дальнозоркостью и корректироваться сфероцилиндрическими линзами.

Пять типов астигматизма можно идентифицировать по своим характерным корректирующим линзам (Таблица 8-3).

| Таблица 8-3 | | | |
|---|--|---|--|
| Примеры рецептов на корректирующие линзы астигматизма плюс мощности | | | |
| Простая близорукость (СМА) | Соответствующий по одной оси; чрезмерный угол в 90 градусов | Минус цилиндрический | ПЛ -1,00 x 180 Аналогичный оптический эффект получается при использовании минуссферической и плюскоцилиндрической линз: -1,00+1,00 x 90 |
| Простой Дальнозоркость (ША) | Соответствующий по одной оси; недостаточно для поворота на 90 градусов | Плюс цилиндрический | ПЛ +1,00 x 90 Аналогичный оптический эффект получается при использовании плюс-сферической и минус-цилиндрической линзы: +1,00-1,00 x 180 |
| Сложный Близорукость (СМА) | Чрезмерно по обеим осям | Минус сферический и минус цилиндрический. | -2,00-1,00 x 180 Аналогичный оптический эффект получается при использовании минуссферической и плюскоцилиндрической линз: -3,00+1,00 x 90 |
| Сложная гиперметропия (СНА) | Неадекватный вдоль обеих осей | Плюс сферический и плюс цилиндрический | +2,00+1,00 x 90 Аналогичный оптический эффект получается при использовании плюс-сферической и минус-цилиндрической линзы: +3,00-1,00 x 180 |
| Смешанный (МА) | Излишний по одной оси; недостаточно для поворота на 90 градусов | Минус или плюс сферические и цилиндрические | +1,00-3,00 x 180 или -2,00+3,00 x 90 |

Пресбиопия

Постепенная потеря аккомодации (амплитуда аккомодации) с возрастом называется пресбиопией. Максимальная аккомодация +14 Д наблюдается в нормальном глазу до возраста 8,1. В возрасте от 8 до 40 лет аккомодация теряется со скоростью +1 Д за 4 года, что соответствует +6 Д аккомодации, сохраняющейся в возрасте 40 лет. возраст 40 и 48 лет, проживание предоставляется

теряется со скоростью +1,5 Д за 4 года, что соответствует +3 Д, остающимся в возрасте 48 лет. После 48 лет аккомодация теряется со скоростью +0,5 Д за 4 года, что приводит к нулевой аккомодации в возрасте 72 лет.

Итак, как нам решить, какую литературу порекомендовать?

Обычно пациент держит материал для чтения на расстоянии 33 см, что соответствует диоптрийной силе 3 D. Рассчитайте аккомодацию для возраста пациента на основе данных, представленных выше. Вычтите половину аккомодации из 3 D. Остаток — наиболее подходящее значение, прибавьте мощность на 33 см.

Пример 1

Больному 56 лет требуется бифокальное приспособление для чтения, и он держит материал для чтения на расстоянии 33 см.

$$\begin{aligned} \text{Расстояние чтения} &= 33 \text{ см} \\ &= 100 _33_ \\ &= +3 \text{ Д} \end{aligned}$$

Доступное зрение в 56

(рассчитать по данным выше) = +2 D

Использовать половину доступного зрительного = +1 D.

$$\begin{aligned} \text{Вычесть из расстояния чтения} &= +3 - (+1) \\ &= +3 - 1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

Чтение доп = +2 D

При расстоянии считывания, значительно отличающемся от 33 см, необходимо следовать более точному методу. Более точный способ — измерить монокулярные аккомодационные амплитуды OD и OS, вычислить среднее значение и вычесть половину этого значения из потребности в аккомодации, используя правило Принца. Для получения подробной информации об этой процедуре следует обратиться к продвинутому учебнику по офтальмологии.

Пример 2

Больному 56 лет требуется бифокальное приспособление для чтения, и он держит материал для чтения на расстоянии 25 см.

$$\begin{aligned} \text{Расстояние чтения} &= 25 \text{ см.} \\ &= 100 _25_ \\ &= +4 \text{ Д} \end{aligned}$$

Амплитуда аккомодации OD (измеренная) = +1,25 Д

Амплитуда аккомодации OS (измеренная) = +1,75 Д

$$\begin{aligned} \text{Средняя амплитуда аккомодации} &= \frac{+1,25 + 1,75}{2} \\ &= 3 \end{aligned}$$

= +1,5 Д

Использовать половину доступного зрительного = +0,75 D.

$$\begin{aligned} \text{Вычесть из расстояния чтения} &= +4 - (+0,75) \\ &= +4 - 0,75 = \\ &+3,25 \end{aligned}$$

Чтение доп = +3,25 Д

Таким образом, если добавление силы чтения +2 D было рекомендовано на основании возраста, но не необходимости (как в примере 1), объекты будут выглядеть размытыми. Вместо этого более точный метод, основанный на потребностях, дает прибавку к чтению +3,25 D.

Сила имплантатов интраокулярных линз

Как описано выше, все плюсовые линзы теряют положительную силу при перемещении к плоскости сетчатки.

Эта концепция может быть использована для понимания оптики ИОЛ, имплантированной в заднюю камеру (ПК-ИОЛ). У пациентов с дооперационной аномалией рефракции 1 дптр и менее, незначительным астигматизмом и осевой длиной около 24 мм сила необходимой ИОЛ может достигать +23 дптр. Почему это так, если сила нормальной хрусталика объектив +19 D? Кроме того, если показана ИОЛ передней камеры (АС-ИОЛ), почему для нее требуется гораздо меньше энергии?

Причины можно вывести с позиции ИОЛ. Успешно имплантированная ПК-ИОЛ прилегает к исходной задней капсуле. Таким образом, ее центр находится немного позади исходного хрусталика, а ПК-ИОЛ находится ближе к сетчатке. Фактически она имеет меньшую положительную мощность, что необходимо компенсировать использованием ПК-ИОЛ большей положительной мощности. С другой стороны, если потребуется АС-ИОЛ, то ее центр будет гораздо дальше от сетчатки, чем исходный хрусталик. Фактически она имеет большую положительную мощность, которую необходимо компенсировать использованием АС-ИОЛ меньшей положительной мощности.

Что происходит со зрением, когда ПК-ИОЛ смещается вперед из-за усадки капсулы? Правильно расположенная ПК-ИОЛ, вызывающая эмметропию, формирует изображения в ямке. По мере того как ИОЛ перемещается вперед и от сетчатки, она фактически имеет большую положительную силу, перемещая изображения вперед в стекловидное тело. Глаз с избыточной плюсовой оптической силой является близоруким, поэтому переднее движение ПК-ИОЛ вызывает миопический сдвиг.

Ссылка

1. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.

Обзорные вопросы

1. Какими характеристиками обладают плюсовые и минусовые линзы?
 - а. Плюсовые линзы увеличивают изображение и отображают его при движении, тогда как минусовые линзы уменьшают размер изображения и отображают его при движении изображения.
 - б. плюс линзы толще по периферии
 - в. Плюсовые линзы уменьшают размер изображения и отображают его при движении, тогда как минусовые линзы увеличивают изображения и отображают его при движении изображения.
 - д. минусовые линзы толще посередине

2. Все сферические линзы:
 - a. имеют разную силу вдоль разных меридианов
 - b. имеют одинаковую силу во всех меридианах
 - c. сходится только свет
 - d. только расходиться свет

3. Изображение в цилиндрической линзе:
 - a. составляет 30 градусов к оси
 - b. образует 45 градусов к оси
 - c. образует фокус линии
 - d. не образует

4. Пример рецепта для коррекции простого миопического астигматизма:
 - a. $-2,00+1,00 \times 180$
 - б. $-2,00+2,00 \times 90$
 - в. $+2,00-1,00 \times 90$
 - д. $+2,00+1,00 \times 180$

5. Пример рецепта для коррекции смешанного астигматизма:
 - a. $-2,00+3,00 \times 45$
 - б. $+3,00+2,00 \times 135$
 - в. $-2,00-3,00 \times 45$
 - д. $+3,00+3,00 \times 135$

9

ОТРАЖЕНИЕ И ЗЕРКАЛА

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать Закон Отражения.
- { опишите характеристики вогнутых и выпуклых зеркал.
- { опишите клинические и другие примеры.

Ключевые моменты

- { Закон отражения гласит, что угол падения (i) = углу отражения (p).
- { Зеркала меняют направление движения света.
- { Выпуклые зеркала рассеивают световые лучи подобно минус-линзам.
- { Вогнутые зеркала собирают световые лучи, подобно плюсовым линзам.
- { Плоские зеркала не рассеивают и не сходят свет, как плоские линзы.

ЗАКОН ОТРАЖЕНИЯ

Вы когда-нибудь играли в бильярд? Если да, то заметили ли вы, что белый биток отклоняется от поверхности стола или от других шаров под тем же углом, под которым он на них ударился? И при этом, чем больше угол, под которым мяч ударяется о банку или другой мяч, тем больше угол, под которым он отклоняется?

Падающий и отраженный свет ведут себя примерно одинаково.

Встаньте перед зеркалом в ванной и посветите светом так, чтобы луч падал под углом 90° .

градусов к зеркалу. Свет будет отражаться обратно под тем же углом (90 градусов), и вы увидите много бликов. Теперь переместите свет в сторону так, чтобы угол падения (угол между падающими лучами света и воображаемой линией, проведенной под углом 90 градусов к зеркалу) увеличился. Вы заметите, что отраженный луч отражается от зеркала под углом, и что угол отражения (угол между отраженными световыми лучами и воображаемой линией, проведенной под углом 90 градусов к зеркалу) увеличивается по мере того, как вы продолжаете перемещать зеркало. свет в сторону.

Закон отражения гласит:

{ угол падения (i) = угол отражения (r)

{ r не зависит от показателя преломления (RI) прозрачной среды

Этот закон применяется всякий раз, когда свет отражается от поверхности, блестящей или какой-либо другой. Отражение и отраженный свет играют большую роль при измерениях с помощью офтальмологических инструментов, во многих из которых используются выпуклые или вогнутые зеркала.

ЗЕРКАЛА

Все зеркала меняют направление распространения света, а вогнутые и выпуклые зеркала также меняют степень схождения и расхождения света. Поскольку свет не проходит через зеркало, понятия RI и закона Снелла к зеркалам не применимы.

Основные характеристики зеркал приведены в Таблице 9-1.

| Таблица 9-1 | | | |
|--------------------------------|--|--|--|
| Зеркало отраженного света | | Эквивалент Изображение объектива, созданное Miqgor | |
| Выпуклые лучи расходятся минус | | Уменьшенный и вертикальный | |
| Вогнутые лучи сходятся плюс | | Увеличенный и вертикальный, если объект находится ближе фокусного расстояния зеркала или увеличивается и переворачивается, если объект находится дальше фокусного расстояния зеркала | |
| Плоскость без изменений Plano | | Вертикальная и того же размера, что и объект. | |

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

Кератометрия

Слезная пленка нормальной роговицы отражает свет подобно выпуклому зеркалу. Отраженный свет расходится, а изображение (болото или круги, наблюдаемые в окуляр) уменьшено и вертикально. Эта концепция используется при измерении кривизны роговицы с помощью офтальмометра (кератометра).

Более крутая роговица обладает большей силой расхождения, чем более плоская роговица. Свет, отраженный от более крутой роговицы, создает изображения меньшего размера (болото), чем те, которые получаются от более плоской роговицы.

Поскольку слезы необходимы для правильного отражения, сухость глаз приводит к искажению «болотов» во время кератометрии.

Компьютерная топография роговицы

Компьютерная топография роговицы (ССТ) основана на диске Плачидо, большой круглой доске с концентрическими черно-белыми кольцами на белом фоне и центральным отверстием для просмотра роговицы. Когда свет падает на диск и роговицу пациента, врач осматривает роговицу и наблюдает изображения концентрических колец, образующихся на роговице.

Тот же процесс используется в ССТ (отсюда и концентрические кольца, в центре которых смотрит пациент), и его можно наблюдать в режиме реального времени с помощью фотокератоскопа. На этом изображении более крутая роговица показывает кольца, расположенные ближе друг к другу, а более плоская роговица показывает кольца, расположенные дальше друг от друга. Компьютерная программа просто выполняет расчеты и представляет данные, используя искусственные цвета, в осевом виде. Смоделированные диоптрийные показания можно получить с помощью кератометрии и числовых представлений.

Ретиноскопия для оценки дальнозоркости

Свет ретиноскопа называется перехватом, тогда как свет, отраженный от глазного дна и наблюдаемый через зрачок, называется полосой. Эта терминология будет использована далее. Дополнительные сведения о ретиноскопии можно найти в стандартных учебниках (см. «Ссылки»).

Плоское зеркало в полосовом ретиноскопе отражает свет от лампы, которую можно расположить ближе или дальше от плюсовой линзы, перемещая воротник ретиноскопа вертикально [вниз в Copeland (Stereo Optical Co., Inc, Чикадж, Иллинойс) и вверх в a Welch-Allyn (Skaneateles, NY)] при наблюдении за движением полосы. Перемещение воротника по вертикали создает сходящийся свет (плюс мощность) от ретиноскопа и, таким образом, используется для оценки дальнозоркости вдоль каждого меридиана отдельно. 1

В определенном положении воротника полоса будет выглядеть наиболее резкой. Это называется эффектом вогнутого зеркала и создает усиленную полосу (резко сфокусированную полосу). Усиленную полосу можно использовать только тогда, когда наблюдается движение, указывающее на наличие дальнозоркости.

Близорукость (против движения полосы) уже имеет чрезмерную конвергентную (плюсовую) силу, и обеспечение дополнительной плюсовой силы только усилит близорукость и против движения полосы.

Максимальная конвергентная (плюсовая) сила, которую можно обеспечить за счет усиления полосы таким способом, составляет +5 D, и для получения наиболее четкой полосы необходимо сдвинуть воротник ретиноскопа вертикально на половину пути. Перемещение воротника по вертикали на $\frac{1}{4}$ пути обеспечивает примерно +2,5 D. Маркировок, обозначающих $\frac{1}{4}$ или половину положения воротника, нет, поэтому необходимо использовать наилучшее приближение.

Клинически расширенная полоса используется для оценки степени дальнозоркости вдоль одного меридиана. Исследователь должен следить за вертикальным движением воротника, чтобы оценить степень дальнозоркости 1:

- { смещение воротника на $\frac{1}{2}$ пути = примерно +5 D дальнозоркости
- { перемещение воротника на $\frac{1}{4}$ пути = примерно +2,5 D дальнозоркости

Оценивая два меридиана, можно оценить общую аномалию рефракции при дальнозоркости и определить коррекцию хрусталика для аномалии рефракции.

Хотя большинство офтальмологического медицинского персонала (ОМП) обычно не используют ретиноскоп в режиме расширенных полос, это очень полезный навык для развития и внедрения в клиническое применение.

Гониоскопия

Гониоскопия используется для наблюдения угловых структур, которые не видны через нормальную роговицу из-за полного внутреннего отражения (ПВО) (см. главу 7). Гониоскопы представляют собой большие контактные линзы, которые офтальмолог вручную прижимает к анестезированной роговице, чтобы осмотреть и оценить угол и его структуры.

62 Глава 9

Гониоскопы Гольдмана и Цейсса-Познера имеют плоские зеркала, расположенные под разными углами к зрительной оси. Когда контактная линза удерживается на месте, врач смотрит в зеркало и может рассмотреть угол и его структуру. Поскольку эти зеркала плоские, отраженный свет не расходится и не сходится, а остается неизменным (см. Таблицу 9-1).

Лазеры

Обратите внимание, что хотя «лазер» является аббревиатурой и технически должен записываться как «ЛАЗЕР», в обычном использовании термин обычно обозначается как «лазер», и эта практика будет использоваться здесь.

Лазеры (см. главу 3) излучают когерентный монохроматический свет одной длины волны (например, диодные лазеры, используемые в качестве указателей во время лекций). Для этого необходимо создать свет одной длины волны и увеличить популяцию заряженных частиц в процессе, называемом оптической накачкой.²

Лазеры производят оптическую накачку, перебрасывая заряженные частицы между двумя вогнутыми зеркалами, одно из которых имеет небольшое центральное отверстие. Когда свет отражается между двумя зеркалами, он концентрируется, и часть этого света выходит через центральное отверстие в виде лазерного луча.

Другие офтальмологические инструменты

Во многих офтальмологических инструментах используются зеркала того или иного типа. В Таблице 9-2 приведены широко используемые офтальмологические инструменты с зеркалами, которые доступны в большинстве смотровых кабинетов и клиник.

| Таблица 9-2 | |
|--|--------------------------------------|
| Инструмент | Тип зеркала |
| Проектор глазной диаграммы Снеллена | Вогнутый |
| Зеркала для глазных карт Снеллена | Самолет |
| Щелевая лампа (биомикроскоп) | Самолет |
| <i>Стоит 4-х точечный фонарик</i> | Вогнутый |
| Авторефрактор | Вогнутый |
| Анализатор поля Хамфри | Выпуклый для отслеживания взгляда |
| <i>Тест остроты яркости</i> | Чаша действует как вогнутое зеркало. |
| <i>экзофтальмометр</i> | Самолет |
| Выравнивание роговицы (Phoropter; Bausch & Lomb, Рочестер, Нью-Йорк) | Самолет |

НЕОФТАЛЬМИЧЕСКИЕ ЗЕРКАЛА

Во многих широко используемых неофтальмологических устройствах используются зеркала (Таблица 9-3).

Отражение и зеркала 63

| Таблица 9-3 | |
|--|-------------|
| Устройство | Тип зеркала |
| Зеркало со стороны пассажира легковых и грузовых автомобилей | Выпуклый |
| Зеркало заднего вида для легковых и грузовых автомобилей | Самолет |
| Зеркало со стороны водителя легковых и грузовых автомобилей | Самолет |
| Безопасность (здания и транспортные средства) | Выпуклый |
| Безопасность (проверка под транспортными средствами) | Самолет |
| Транспортное движение (перекрестки и коридоры) | Выпуклый |
| Фонарики | Вогнутый |
| Ванная комната и гардеробная | Самолет |
| Бритье и макияж | Вогнутый |
| Стоматологический | Самолет |
| Микроскопы | Самолет |
| Астрономические телескопы | Вогнутый |

Рекомендации

1. Корбой Дж. М. Книга по ретиноскопии: вводное руководство для специалистов по уходу за глазами. Торофэр, Нью-Джерси: SLACK Incorporated; 2003.
 2. Кассен Б. Основы работы технического персонала офтальмологии. Филадельфия, Пенсильвания: Компания WB Saunders; 1995.
-

Обзорные вопросы

1. Угол падения (i) = угол отражения (r) известен как: а. Закон Снелла
б. показатель преломления (R_I)
в. полное внутреннее отражение (TIR) d. Закон отражения
2. Одной из характеристик всех зеркал является то, что они: а. изменить направление движения света б. обеспечить положительную мощность с. не предоставлять питание d. обеспечить минусовую мощность
3. Выпуклые зеркала подобны: а. плюс линзы б. минус линзы с. без линз
д. плоские линзы

64 Глава 9

4. Вогнутые зеркала похожи на: а. плюс линзы б. минус линзы с. без линз

д. плоские линзы

5. Примеры использования зеркал включают: а. ретиноскопия, гониоскопия и щелевая лампа б. кератометрия, пробные линзы и ретиноскопия

в. компьютерная топография роговицы, ретиноскопия и Ishihara
д. ретиноскопия, гониоскопия и стереоскопия

РАЗДЕЛ III

**ВАЖНЫЕ ФОРМУЛЫ И КОНСТАНТЫ В ОПТИКЕ
И ИХ КЛИНИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЯХ**



10

СИЛА ЛИНЗ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { вычислить силу линзы, используя фокусное расстояние.
- { вычислить фокусное расстояние линзы, используя мощность.

Ключевые моменты

- { Фокусное расстояние (f) — это расстояние от линзы до фокусной точки, в которой световые лучи либо сходятся, либо кажутся расходящимися.
- { f выражается в метрах, но может быть также указан в см или мм.
- { Вергенция линзы (сила) выражается в диоптриях (D).
- { f и D обратно пропорциональны и могут быть рассчитаны друг из друга.

ФОКУСНОЕ РАССТОЯНИЕ

Поскольку плюсовые линзы собирают свет (обеспечивая тем самым положительную вергентность и положительную силу), а минусовые линзы рассеивают свет (таким образом обеспечивая отрицательную вергенцию и минусовую силу), для описания этих характеристик используется термин фокусное расстояние (f). Это касается как сферических, так и цилиндрических (минус и плюс) линз (см. вперед).

f , выраженное в метрах, представляет собой расстояние от линзы, на котором параллельные лучи света, проходящие через плюсовую линзу, сходятся (рис. 10-1А) или расходятся из минусовой линзы (рис. 10-1В). Напомним, что m по желанию можно перевести в см и мм.

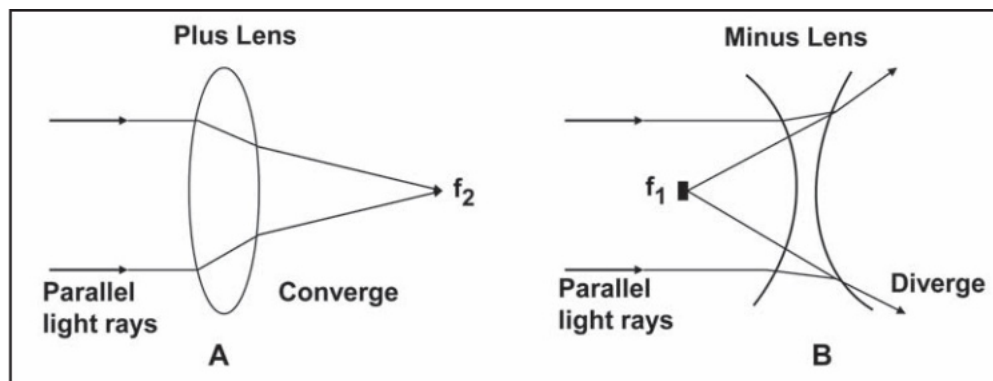


Рисунок 10-1: Фокусное расстояние линзы. Когда параллельные лучи света проходят через плюсовую линзу, они сходятся в фокусе (f_2), а расстояние до этой точки от линзы является ее фокусным расстоянием (A); когда параллельные лучи света проходят через минусовую линзу, они расходятся и кажутся исходящими из ее фокуса (f_1), а расстояние до этой точки от линзы является ее фокусным расстоянием (B).

СИЛА ЛИНЗ

Сила плюсовых и минусовых линз, как сферических, так и цилиндрических, выражается в диоптриях (D), что обратно пропорционально f :

$$P(D) = \frac{1}{f(m)}$$

Для удобства вместо m можно использовать cm или mm , как показано ниже:

$$P(D) = \frac{100}{f(cm)} = \frac{1000}{f(mm)}$$

При расчетах для офтальмологических применений часто приходится определять f для линзы с заданной диоптрийной силой.

Пример 1

Вычислите силу линзы, f которой равно 0,3 м.

$$P(D) = \frac{1}{f(1\text{ м})}$$

$$P(D) = \frac{1}{0,3}$$

$$P(D) = \frac{10}{3}$$

$$P(D) = 3,33\text{ Д}$$

Примечание. Расстояние от плоскости роговицы до фиксирующего светильника в периметре Гольдмана и анализаторе поля Хамфри составляет 30 см. По этой причине базовая оптическая сила плюсовой линзы, необходимая для проверки поля зрения пресбиопов, составляет +3,25 Д (значение 3,33 Д, округленное до ближайшей нижней четверти). Фактическая используемая линза определяется путем учета +3,25, а также ошибки рефракции и амплитуды аккомодации пациента.

Пример 2

Вычислите силу линз с диафрагмой 200 см, 500 мм и 3 м.

| Расчеты фокусного расстояния для ответов на диоптрии | | |
|--|--|--------|
| 200 см | $n_{(D)} = \frac{1000}{f(\text{см})} = \frac{1000}{200} = 5$ | 0,5 Д |
| 500 мм | $n_{(D)} = \frac{1000}{f(\text{мм})} = \frac{1000}{500} = 2$ | 2 Д |
| 3 м | $n_{(D)} = \frac{1000}{f(\text{м})} = \frac{1000}{3} = 333$ | 0,33 Д |

Те же формулы, что и показано выше, используются с поменянными местами позициями P и f:

$$e(\text{м}) = \frac{1}{n_{(D)}}$$

Для удобства вместо m можно использовать см или мм, как показано ниже:

$$f(\text{см}) = \frac{100}{n_{(D)}}; f(\text{мм}) = \frac{1000}{n_{(D)}}$$

Пример 3

Рассчитайте f для линзы, оптическая сила которой равна 2,75 Д.

$$f(\text{м}) = \frac{1}{P(\text{Д})}$$

$$f(\text{м}) = \frac{1}{2,75}$$

$$f(\text{м}) = 0,36 \text{ м}$$

$$= 36,4 \text{ см}$$

Примечание. Именно поэтому сила считывания псевдофокалов обычно составляет +2,75 Дптр для расстояния считывания примерно 36 см. Для удержания материала для чтения потребуется больше плюсовой мощности, тогда как для удержания его дальше потребуется меньшая плюсовая мощность.

Пример 4

Рассчитайте f для линз оптической силой 0,25 Д, 3 Д и 5 Д.

| Власть | Расчеты для фокуса Длина | Ответы |
|--------|---|--|
| 0,25 Д | $x(\text{м}) = \frac{1}{D} = \frac{1}{0,25} = 4$ $x(\text{см}) = \frac{100}{D} = \frac{100}{0,25} = 400$ $x(\text{мм}) = \frac{1000}{D} = \frac{1000}{0,25} = 4000$ | <p>4 м</p> <p>400 см</p> <p>4000 мм</p> |
| 3 Д | $x(\text{м}) = \frac{1}{D} = \frac{1}{3} = 0,33$ $x(\text{см}) = \frac{100}{D} = \frac{100}{3} = 33,3$ $x(\text{мм}) = \frac{1000}{D} = \frac{1000}{3} = 333,3$ | <p>0,33 м</p> <p>33,3 см</p> <p>333,3 мм</p> |
| 5 Д | $x(\text{м}) = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} = 0,2$ $x(\text{см}) = \frac{100}{D} = \frac{100}{5} = 20$ $x(\text{мм}) = \frac{1000}{D} = \frac{1000}{5} = 200$ | <p>0,2 м</p> <p>20 см</p> <p>200 мм</p> |

Обзорные вопросы

1. В плюсовой линзе фокус находится там: а. происходит полное внутреннее отражение (TIR) б. параллельные лучи света кажутся расходящимися от с. Закон Отражения соблюдается д. параллельные лучи света сходятся

2. В минусовой линзе фокус находится там: а. МДП происходит

б. параллельные лучи света кажутся расходящимися от с. Закон Отражения соблюдается д. параллельные лучи света сходятся

3. Связь между D и f может быть выражена как:

а. $f(\text{см}) = 100P(D)$

б. $f(\text{м}) = 100P(D)$

в. $P(D) = f(100 \text{ мм})$

д. $P(D) = f(10 \text{ см})$

4. Какова светосила линзы, если ее f расположено на расстоянии 300 мм?

- а. 3 Д
- б. 3.33 Д в.
- 33,3 Д д.
- 333 Д

5. Что такое f у объектива 2,5D?

- а. 400 см б.
- 25 см в. 0,4
- м д. 2,5 м



11

ВЕРГЕНЦИОННОЕ УРАВНЕНИЕ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { опишите объект, изображение и vergенцию линзы.
- { вычислить объект, изображение и vergенцию линзы.

Ключевые моменты

- { Vergенция – это способность линзы сходить или расходиться световые лучи при их прохождении через линзу.
- { Выпуклые линзы, которые собирают свет, называются плюсовыми линзами.
- { Вогнутые линзы, рассеивающие свет, называются минус-линзами.
- { Параллельные лучи света не имеют сходимости, поэтому линзы называются plano.
- { *Уравнение vergенции гласит: $U + P = V$ (или $U + D = V$).*
- { Как vergенция в диоптриях (U , V и P), так и расстояния в м, см или мм (u , v или f) может быть рассчитано.
- { Линза придает свою vergентность падающему свету — линза с плюсом будет придавать плюс vergентность, а минусовая линза будет придавать минус vergенцию.

ЧТО ВЕРГЕНЦИЯ?

Vergенция — это способность линзы сходить или расходиться световые лучи при их прохождении через линзу (рис. 11-1).

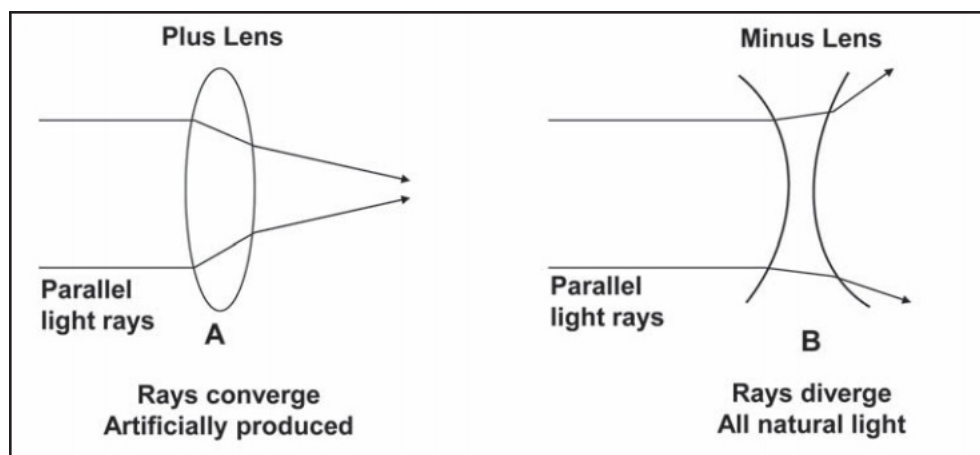


Рисунок 11-1. Вергентность света. При положительной вергентности свет сходится, как, например, в плюсовой линзе (A); тогда как при отрицательной вергентности свет расходится, как, например, в минус-линзе (B).

Сходящийся свет имеет положительную вергентность, а линза, создающая этот эффект, имеет положительную силу. Поэтому выпуклые линзы, которые собирают свет, называются плюсовыми линзами. Положительная вергентность может быть достигнута только с помощью оптических средств, таких как плюсовая линза, и человеческого глаза.

Расходящийся свет имеет отрицательную вергентность, а линза, создающая этот эффект, имеет отрицательную силу. Поэтому вогнутые линзы, рассеивающие свет, называются минус-линзами. Весь свет — естественный (например, солнечный свет) и искусственный (например, лампы, фонарики и фары) — имеет отрицательную вергентность. Лазерный свет, несмотря на то, что он когерентен и монохроматичен, также имеет небольшую отрицательную вергентность.¹ Отрицательную вергентность можно также создать с помощью оптических средств, таких как минус-линза.

Параллельные лучи света не имеют сходимости, а линзы, которые производят этот эффект, не обладают оптической силой и называются плано (например, очковые и контактные линзы, отпускаемые без рецепта).

В клинической практике считается, что свет, распространяющийся на расстояние 6 м (20 футов) или более, имеет параллельные лучи и не имеет сходимости (планосила). Следовательно, свет, распространяющийся на большие расстояния (бесконечность), например, от Солнца к Земле, также не имеет вергентности.

СОГЛАШЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ

Условно свет изображается движущимся слева направо. Все расстояния, такие как фокусное расстояние (f) и расстояния до объекта и изображения, конвертируются в диоптрии (D) для облегчения расчета.

Понятия плюса и минуса также следует применять к расчетам, включающим уравнение вергентности (рис. 11-2). Пространство до того, как свет попадает в линзу, называется минус-пространством, тогда как пространство с другой стороны, где свет выходит после прохождения через линзу, называется плюс-пространством. Объекты и изображения могут находиться в любом пространстве, и им присваивается знак плюс или минус. Тем, кто стоит в минуса, присваивается знак «-», а в плюсовом — знак «+». Этот знак необходимо использовать в расчетах с использованием уравнения вергентности.

ВЕРГЕНЦИОННОЕ УРАВНЕНИЕ

Расчеты, включающие f и силу линзы, а также расположение и расстояние объекта и изображения от линзы — все это имеет важные повседневные клинические применения — легко вычисляются с помощью уравнения вергентности. Кроме того, отношения объект-изображение легче изучать, используя отношения вергентности.

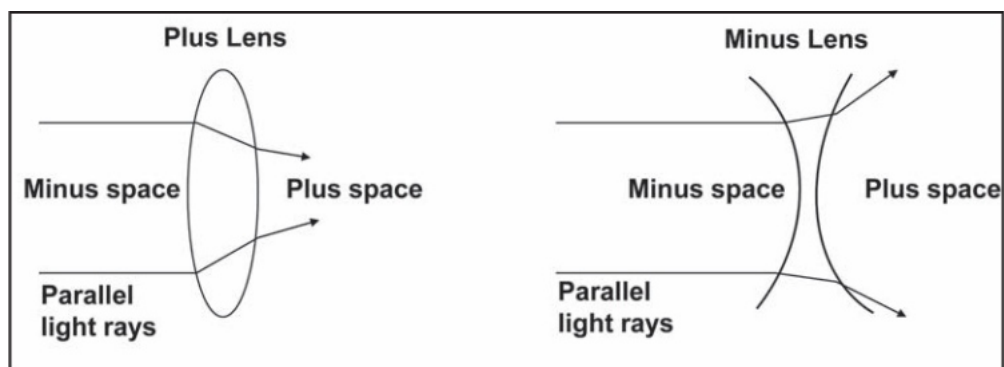


Рисунок 11-2. Соглашение о расчете линз. Свет показан движущимся слева направо. Область до того, как свет попадает в линзу, называется минус пространством, тогда как область на другой стороне, где свет выходит после прохождения через линзу, называется плюсом пространством.

Уравнение вергентности гласит:

$$U + P \text{ (или } D) = V$$

Где:

$$U = \text{вергенция объекта (в } D) = \frac{1}{u} \text{ (} u \text{ — расстояние до объекта в м)}$$

$$P \text{ или } D = \text{вергенция объектива (в } D) = \frac{1}{f} \text{ (} f \text{ — фокусное расстояние в м)}$$

$$V = \text{вергенция изображения (в } D) = \frac{1}{v} \text{ (} v \text{ — расстояние изображения в м)}$$

Таким образом, вергенция (в D) — это просто обратная величина расстояния (объекта, фокуса или изображения) в метрах. Напомним, что математически D и f обратно связаны и выражаются как:

$$P(D) = \frac{1}{f(m)}$$

Напомним также, что для удобства вместо м можно использовать см или мм, как показано ниже:

$$P(D) = \frac{100}{f(\text{см})} = \frac{1000}{f(\text{мм})}$$

Можно рассчитать как вергенцию в D (U, V и P), так и расстояния в м, см или мм (u, v или f) (Таблица 11-1).

Уравнение вергенции можно перестроить (см. главу 2), чтобы определить любую из трех переменных (Таблица 11-2).

Свет, проходящий через линзу, будет преломляться, а степень преломления зависит от вергенции линзы (силы линзы). Линза придает собственную вергенцию падающему свету: линза с плюсом придает вергенцию плюс, а линза с минусом — минус вергенцию.

| Таблица 11-1 | |
|--|--|
| Расчет вергенции ¹ | |
| Вергенция или оптическая сила линзы (диоптрии) P (Д) | $= -\frac{1}{f_{(м)}} = -\frac{100}{f_{(см)}} = \frac{1000}{f_{(мм)}}$ |
| Вергенция объекта (D) | $U_{(Д)} = -\frac{1}{u_{(м)}} = -\frac{100}{u_{(см)}} = 1000 \frac{1}{u_{(мм)}}$ |
| Вергентность изображения (D) | $V_{(Д)} = -\frac{1}{v_{(м)}} = -\frac{100}{v_{(см)}} = 1000 \frac{1}{v_{(мм)}}$ |
| Расчет расстояния ¹ | |
| Фокусное расстояние (м, см или мм) f | $f_{(м)} = \frac{1}{P_{(Д)}} \quad \text{или} \quad f_{(см)} = \frac{100}{P_{(Д)}} \quad \text{или} \quad f_{(мм)} = \frac{1000}{P_{(Д)}}$ |
| Расстояние до объекта (м, см или мм) u | $u_{(м)} = \frac{1}{U_{(Д)}} \quad \text{или} \quad u_{(см)} = \frac{100}{U_{(Д)}} \quad \text{или} \quad u_{(мм)} = \frac{1000}{U_{(Д)}}$ |
| Расстояние до изображения (м, см или мм) v | $v_{(м)} = \frac{1}{V_{(Д)}} \quad \text{или} \quad v_{(см)} = \frac{100}{V_{(Д)}} \quad \text{или} \quad v_{(мм)} = \frac{1000}{V_{(Д)}}$ |

¹ См. также главу 10.

| Таблица 11-2 | |
|--------------------------------|-------------|
| Уравнение вергенции: U + P = V | |
| Переменная | Уравнение |
| Вергенция изображения (V) | $V = U + P$ |
| Вергенция объекта (U) | $U = V - P$ |
| Вергенция линзы или сила (P) | $P = V - U$ |

РАСЧЕТЫ

Поскольку область, прежде чем свет попадает в линзу, называется минус пространством, свет, исходящий от объекта, расходится и имеет отрицательную вергентность (см. рис. 11-2). Поэтому во всех расчетах с использованием одиночных линз вергентности объекта присваивается знак минус, что составляет уравнение вергенции $-U + P = V$. Однако в массиве из нескольких линз U может быть плюсом или минусом в зависимости от местоположения объект. Более подробную информацию см. в главе 12.

Свет, проходящий через линзу, формирует изображение, и лучи света также будут иметь некоторую вергентность. Положение изображения зависит от силы линзы и расстояния объекта от линзы, как показано в уравнении вергенции. Помните, что переменные вергенции (U, P и V) выражаются в Д и могут быть рассчитаны с использованием м, см или мм.

Уравнение вергенции 77

Единственные уравнения, которые вам нужно запомнить, показаны ниже:

Расчет вергенции изображения (V): $V = U + P$

Р Расчет вергенции объекта (U): $U = V - P$

Расчет вергенции линзы (P): $P = V - U$

Напомним, что пространство до того, как свет попадает в линзу, называется минус-пространством, тогда как пространство с другой стороны, где свет выходит после прохождения через линзу, называется плюс-пространством. Объекты и изображения могут находиться в любом пространстве, и им присваивается знак «-» или «+» в зависимости от их местоположения. Этот знак необходимо использовать в расчетах с использованием уравнения вергенции.

Используя соответствующее уравнение, расчет вергенции выполняется в три этапа:

1. Преобразуйте u , f или v (м, см или мм) в D.
2. Рассчитайте недостающую переменную (U, P или V) с помощью уравнения.
3. Преобразуйте U, P или V (D) в м, см или мм.

Пример 1

Объект находится на расстоянии 2000 мм перед линзой +4,50 D. Где находится изображение?

Расстояние до объекта (u): 2000 мм

Вергенция объекта (U(D)): $U(D) = 1000 \cdot u(\text{мм})$

$$U(D) = \frac{1000}{2000}$$

$$U(D) = 0,5$$

$$U(D) = 0,5 \text{ Д}$$

Уравнение вергенции: $V = U + P$

$$U = 0,5 \text{ Д}, P = +4,50 \text{ Д}$$

Поскольку вергенция объекта отрицательна, уравнение вергенции принимает вид:

$$V = -U + P$$

Подставляем значения (круглые скобки использованы для удобства):

$$V = (-0,5) + (+4,50)$$

$$V = -0,5 + 4,50$$

$$V = +4 \text{ Д}$$

Таким образом, вергентность изображения равна +4 Д. Знак «+» указывает на то, что изображение находится в плюсовом пространстве.

Теперь рассчитайте расстояние изображения, исходя из вергенции +4 Д. Мы можем рассчитать это расстояние в м, см или мм. Поскольку расстояние до объекта указано в мм, мы можем рассчитать расстояние до изображения в мм.

Расстояние изображения: $v(\text{мм}) = 1000 \cdot V(\text{Д})$

$$v(\text{мм}) = 1000 \cdot 4$$

$$v(\text{мм}) = 250 \text{ мм}$$

Таким образом, изображение предмета на расстоянии 2000 мм перед линзой +4,50 Д находится в плюсовом пространстве и на расстоянии 250 мм от линзы.

Пример 2

Изображение формируется на расстоянии 100 см за линзой, когда предмет находится на расстоянии 500 мм перед ней. Какова сила линзы?

Расстояние до объекта (u): 500 мм

Вергенция объекта (U(D)): $U(D) = \frac{1}{u(1000 \text{ мм})}$ ___

$$U(D) = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ D}$$

Расстояние изображения (v): 100 см

Вергенция изображения (V(D)): $V(D) = \frac{1}{v(100 \text{ см})}$ ___

$$V(D) = \frac{1}{1} = 1 \text{ D}$$

$$V(D) = 1 \text{ D}$$

Уравнение вергенции: $V = U + P$

$$U = 2 \text{ D}, V = 1 \text{ D}$$

Уравнение вергенции необходимо переставить для P:

$$P = V - U$$

Поскольку вергенция объекта отрицательна, уравнение вергенции принимает вид:

$$P = V - (-U)$$

Подставляем значения (круглые скобки использованы для удобства):

$$\begin{aligned} P &= (1) - \\ &(-2) P = 1 + \\ 2 P &= +3 \text{ D} \end{aligned}$$

Таким образом, сила линзы, формирующей изображение на расстоянии 100 см позади нее, когда перед ней предмет находится на расстоянии 500 мм, равна +3 Д.

Пример 3

Рассчитайте вергенцию изображения и местоположение изображения объекта, удерживаемого на расстоянии 0,075 м перед линзой +90 D (ПРИМЕЧАНИЕ: 1 м = 100 см = 1000 мм).

Вергенция объекта (inD): $U = \frac{1}{u}$ (u — расстояние до объекта в м)

$$U = \frac{1}{0,075} = 13,3 \text{ D}$$

Теперь можно рассчитать вергентность изображения (V). Обратите внимание, что в этом примере вместо U используется знак минус:

$$\begin{aligned} V &= U + P \\ V &= -(13,3) + \\ (+90) V &= +76,7 \text{ D} \end{aligned}$$

Знак плюс перед 76,7 Д указывает на то, что изображение формируется по другую сторону линзы от объекта.

Уравнение вергенции 79

Вергенция изображения, $V (+76,7D)$, может быть преобразована в расстояние до изображения (расположение изображения): Расстояние до изображения в м (v) = $\frac{1}{V}$ (V = вергенция изображения [inD])

Расстояние до изображения в м (v) = $\frac{1}{76,7}$

$$v = 0,013 \text{ м } v = 1,3 \text{ см}$$

По этой причине при расширенном исследовании глазного дна линзу $+90 D$ держат примерно на расстоянии 5 см от глаза, а луч щелевой лампы фокусируют примерно на расстоянии 1,3 см от линзы $+90 D$, чтобы наблюдать изображение глазного дна.

Ссылка

1. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.

Обзорные вопросы

1. Уравнение вергенции можно переписать в виде:

- а. $V + P = U$
- б. $U - V = P$ с.
- в. $P - U = V$ д.
- г. $U - P = V$

2. Вергенции можно преобразовать в D , используя следующую формулу:

- а. D = расстояние (м)
- б. расстояние (м) = $\frac{1}{D}$
- в. $\frac{1}{D}$ с. $D = \frac{1}{\text{расстояние (м)}}$
- г. $D = \frac{1}{\text{расстояние (м)}}$

3. Вергенция объекта свечи, расположенной на расстоянии 50 м от линзы, равна: а. 0,2 Д б. 0,02 Д в. 5,0 Д г. 2 Д

4. Какова оптическая сила линзы, если изображение образует 2 м плюс пространство, когда предмет находится перед ним на расстоянии 500 мм?

- а. +2,5 Д б.
- в. +2,00 Д в.
- г. -2,5 Д д.
- е. +1,5 Д

80 Глава 11

5. Объект находится на расстоянии 400 см перед линзой $-2,75$ Д. Где находится изображение?
- а. $-4,00$ Д
 - б. 33,3 см плюс пространство с. $+4,00$ Д
 - д. 33,3 см в минусовом пространстве

12

МНОГОЛИНЗОВЫЕ СИСТЕМЫ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описывать объект, изображение и vergence линзы в системах с несколькими линзами.
- { рассчитать vergence объекта, изображения и линзы в системах с несколькими линзами.

Ключевые моменты

- { Уравнение vergence можно использовать для расчета местоположения окончательного изображения в многолинзовая система.
- { Изображение, сформированное первой линзой, становится объектом для второй линзы, а изображение, формируемое второй линзой, становится объектом для третьей линзы и так далее.
- { Уравнение vergence применяется независимо к каждой линзе в системе.
- { Vergence изображения, обеспечиваемая последней линзой в системе, — это местоположение окончательное изображение, создаваемое всей системой нескольких линз.
- { Поскольку изображение первой линзы становится объектом для второй линзы, этот объект может присутствовать в плюсовом или минусовом пробеле второй линзы, а знак «+» или «-» соответственно должен быть присвоен U для второй линзы.

ВЕРГЕНЦИОННОЕ УРАВНЕНИЕ

Уравнение vergence можно использовать для расчета местоположения конечного изображения в системе с несколькими линзами. Уравнение vergence гласит:

$$U + P \text{ (или } D) = V$$

Примечание. Подробную информацию о вергенции, уравнении вергенции и расчетах вергенции см. в главе 11.

Поскольку все световые лучи расходятся, знак минус присваивается вергенции объекта во всех расчетах с использованием одиночных линз, что составляет уравнение вергенции $-U + P = V$. Однако в массиве из нескольких линз U может быть плюсом или минус в зависимости от местоположения объекта (см. вперед).

МНОГОЛИНЗОВЫЕ СИСТЕМЫ

Многие офтальмологические и оптические линзы на самом деле представляют собой системы из нескольких линз, в которых каждая линза придает свою сходимости световым лучам, так что окончательное изображение получается соответствующим образом. Самый знакомый пример — объектив цифровой или зеркальной камеры, в том числе телеобъективов.

Сложная система линз фактически представляет собой хрусталик. Все более распространенными офтальмологическими примерами являются комбинированные линзы. Пациентам с афакией часто надевают мягкую контактную линзу на роговицу с жесткой газопроницаемой линзой (РГП), находящейся сзади на мягкой линзе. При близорукости высокой степени часто устанавливают имплантаты факической интраокулярной линзы (ИОЛ), которая устанавливается на естественном хрусталике.

Хотя медицинскому офтальмологическому персоналу (ОМР) обычно не приходится производить расчеты для систем с несколькими линзами, знание того, как это сделать, является дополнительным профессиональным навыком, который можно использовать в помощь офтальмологам и пациентам.

В системах с несколькими линзами изображение, сформированное первой линзой, становится объектом для второй линзы, а изображение, сформированное второй линзой, становится объектом для третьей линзы и так далее.

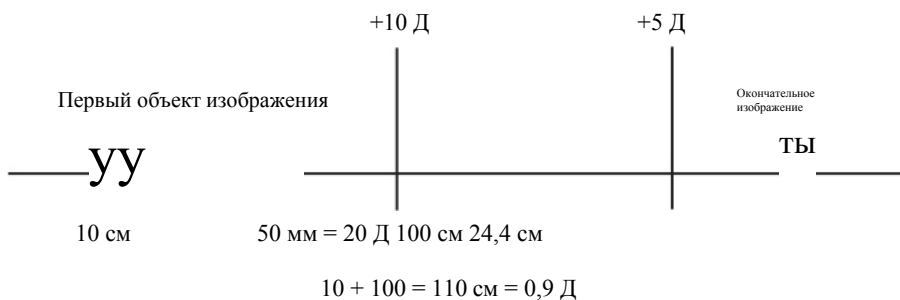
Уравнение вергенции применяется независимо к каждой линзе в системе. Вергентность изображения, обеспечиваемая последней линзой в системе, — это местоположение конечного изображения, создаваемого всей системой из нескольких линз.

Не забудьте присвоить вергентности объекта и изображения правильный алгебраический знак. Поскольку изображение первой линзы становится объектом для второй линзы, этот объект может находиться в плюсовом или минусовом пространстве второй линзы и знак «+» или «-» соответственно должен быть поставлен в U (объект вергенция) для второй линзы.

Таким же образом определите, находится ли объект для следующей линзы в системе в плюсовом или минусовом пространстве для этой линзы.

Пример 1

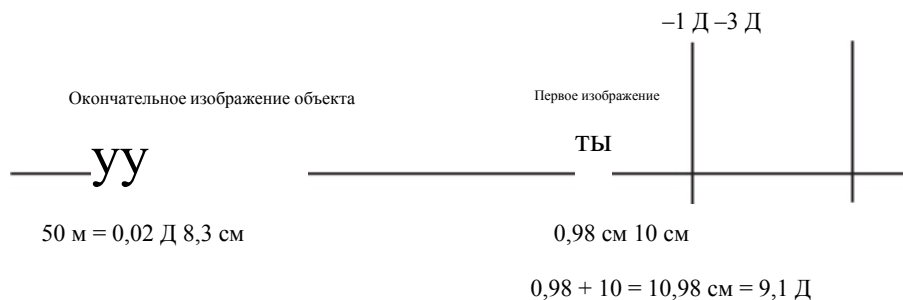
Где будет формироваться окончательное изображение, если предмет поместить на расстоянии 50 мм перед линзой +10,00 Д, отстоящей от линзы +5,00 Д на 100 см?



| Первый объектив | Вторая линза |
|---|---|
| $V + P = B$ | $V + P = B$ |
| $(-20) + (+10) = B$ | $(-0,9) + (+5) = B$ |
| $-20 + 10 = B$ | $-0,9 + 5 = B$ |
| $-10 \text{ Д} = B$ | $+4,1 \text{ Д} = B$ |
| $f(\text{см}) = 100 \cdot 10 = 10 \text{ см}$ | $f(\text{см}) = 100 \cdot 4,1 = 410 \text{ см}$ |
| Первое изображение = 10 см | Окончательное изображение = 24,4 см |

Пример 2

Как будет формироваться окончательное изображение, если предмет поместить на расстоянии 50 м перед линзой $-1,00 \text{ Д}$, отстоящей от линзы $-3,00 \text{ Д}$ на 10 см?



| Первый объектив | Вторая линза |
|--|---|
| $V + P = B$ | $V + P = B$ |
| $(-0,02) + (-1) = B$ | $(-9,1) + (-3) = B$ |
| $-0,02 - 1 = B$ | $-9,1 - 3 = B$ |
| $-1,02 \text{ Д} = B$ | $-12,1 \text{ Д} = B$ |
| $f(\text{см}) = 100 \cdot 0,02 = 2 \text{ см}$ | $f(\text{см}) = 100 \cdot 12,1 = 1210 \text{ см}$ |
| Первое изображение = 0,98 см | Окончательное изображение = 8,3 см |

Обзорные вопросы

- Где будет формироваться окончательное изображение, если предмет поместить на расстоянии 500 мм перед объективом $-2,00 \text{ Д}$ линза, которая отделена от линзы $+5,00 \text{ Д}$ на 25 см?
 - 25 см от конечной линзы и в ее минусовом пространстве
 - 33,3 см от конечной линзы и в ее минусовом пространстве
 - 25 см от конечной линзы и в ее плюсовом пространстве
 - 33,3 см от финальной линзы и в ее плюсовом пространстве

84 Глава 12

2. Где будет формироваться окончательное изображение, если объект поместить на бесконечности перед $+10,00\text{ D}$ линза, которая отделена от линзы $+1,00\text{ D}$ на 110 см ?
- a. На расстоянии 10 см от плюсовой линзы и в ее плюсовом пространстве
 - б. на бесконечности в плюсовом пространстве линзы $+1,00$
 - с. 10 см от плюсовой линзы и в ее минусовом пространстве
 - d. 1 м от плюсовой линзы и в ее минусовом пространстве
3. Каково положение конечного изображения, если предмет помещен на расстоянии 10 см перед линзой $+10\text{ D}$? который отделен от другой линзы $+10\text{ D}$?
- a. 10 см от второй линзы и в ее плюсовом пространстве
 - б. 10 м от второй линзы и в ее плюсовом пространстве
 - с. 10 см от второй линзы и в ее минусовом пространстве
 - d. на бесконечности в плюсовом пространстве первой линзы
4. Как будет располагаться итоговое изображение, если предмет поместить на расстоянии 10 см перед линзой $+10\text{ D}$, отделенной от линзы -2 D ?
- a. 25 см от минуса линзы и в ее плюсовом пространстве
 - б. 50 см от минусовой линзы и в ее плюсовом пространстве
 - с. 25 см от минусовой линзы и в ее минусовом пространстве
 - d. 50 см от минусовой линзы и в ее минусовом пространстве
5. Каково будет положение конечного изображения, если лучи из бесконечности проходят через линзу -5 D , отстоящую на 80 см от линзы -3 D ?
- a. 25 см от первой линзы и в ее плюсовом пространстве
 - б. 25 см от второй линзы и в ее минусовом пространстве
 - с. 20 см от первой линзы и в ее плюсовом пространстве
 - d. 20 см от второй линзы и в ее минусовом пространстве

13

УВЕЛИЧЕНИЕ ЛИНЗАМИ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать увеличение и уменьшение изображения линзы.
- { рассчитать увеличение по линзам.

Ключевые моменты

- { Под увеличением понимают увеличение, создаваемое плюсовой линзой и уменьшающей линзой. производится минусовой линзой.
- { Увеличение можно рассчитать, используя расстояния или размеры объекта и изображения.
- { Увеличение = $\frac{\text{расстояние до изображения}}{\text{объект} \cdot \text{расстояние}}$
- { Увеличение = $\frac{\text{размер изображения}}{\text{объект} \cdot \text{size}}$

УВЕЛИЧЕНИЕ

Несмотря на то, что термин «увеличение» используется для обозначения размера изображения и подразумевает «увеличение» изображения, этот термин используется как для увеличения, создаваемого плюсовой линзой, так и для уменьшения, производимого минусовой линзой. 1

Существует множество способов описания и расчета увеличения, создаваемого линзами:

- { Увеличение рассчитывается на основе расстояний объекта и изображения от объектива.
- { Увеличение рассчитывается на основе размеров объекта и изображения.

РАСЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАССТОЯНИЙ

Увеличение определяется путем сравнения расстояния изображения с расстоянием до объекта (Рисунок 13-1):

$$\text{Увеличение} = \frac{\text{Расстояние изображения}}{\text{Расстояние до объекта}}$$

- { Изображения, создаваемые плюсовыми линзами, располагаются в плюсовом пространстве и инвертируются.
- { Изображения, создаваемые минус-линзами, расположены в минус-пространстве и являются вертикальными.

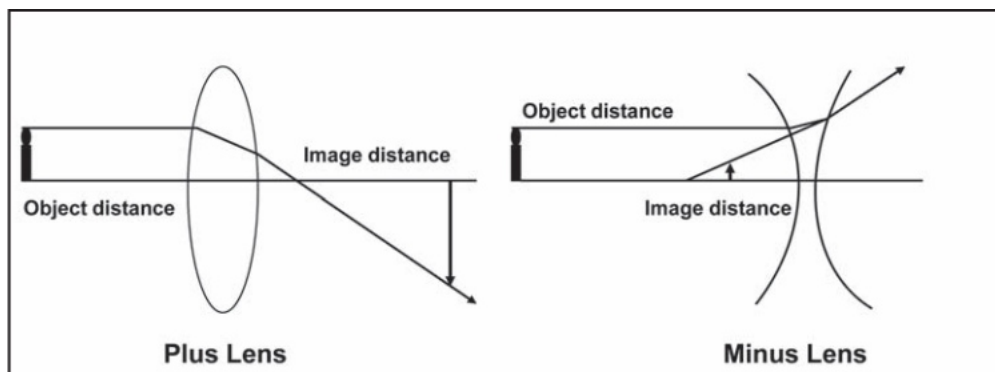


Рисунок 13-1. Увеличение сравнивает расстояние изображения с расстоянием до объекта. В плюсовых линзах изображения расположены в плюсовом пространстве и перевернуты; тогда как в минусовых линзах изображения расположены в минусовом пространстве и вертикальны.

РАСЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗМЕРОВ

Увеличение также рассчитывается путем сравнения размера изображения с размером объекта. Изображения в два раза большего размера имеют увеличение 2, тогда как изображения вдвое меньшего размера имеют увеличение 0,5.

$$\text{Увеличение} = \frac{\text{Размер изображения}}{\text{Размер объекта}}$$

РАСЧЕТЫ

Приведенные выше формулы можно использовать для расчета любой из переменных.

Пример 1

Каково увеличение изображения, полученного линзой +2,5 Д, если предмет помещен на расстоянии 2 м от линзы и в ее минусовом пространстве?

$$\begin{aligned} \text{Расстояние до объекта (u)} &= 2 \text{ м} \\ \text{Вергенция объекта (U)} &= \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Д} \\ \text{Сила объектива (P)} &= +2,5 \text{ Д} \\ \text{Уравнение вергенции} &= V = U + P \\ \text{Вергентность изображения (V)} &= (-0,5) + (+2,5) \\ &= -0,5 + 2,5 \\ &= +2 \text{ Д} \end{aligned}$$

Увеличение линзами 87

$$\begin{aligned}
 \text{Расстояние изображения} &= _ V _ 1 _ \\
 &= _ 2 _ 1 \\
 &= 0,5 \text{ м} \\
 \text{Увеличение} &= \frac{\text{Расстояние изображения}}{\text{Объект} \cdot \text{расстояние}} \\
 &= \frac{0,5}{\cancel{0,5} \cdot \cancel{2}} \\
 &= _ 4 _ 1 _ \\
 &= 0,25
 \end{aligned}$$

Изображение будет составлять $\frac{1}{4}$ размера объекта.

Пример 2

Каково увеличение изображения, полученного линзой $-1,5$ Д, если предмет помещен на расстоянии 2 м от линзы и в ее минусовом пространстве?

$$\begin{aligned}
 \text{Расстояние до объекта (u)} &= 2 \text{ м} \\
 \text{Вергенция объекта (U)} &= _ 2 _ 1 \\
 &= 0,5 \text{ Д} \\
 \text{Сила объектива (P)} &= -1,5 \text{ Д} \text{ Уравнение} \\
 \text{вергенции} &= V = U + P \text{ Вергентность} \\
 \text{изображения (V)} &= (-0,5) + (-1,5) \\
 &= -0,5 - 1,5 \text{ В} \\
 &= -2 \text{ Д}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Расстояние изображения} &= _ V _ 1 _ \\
 &= _ 2 _ 1 \\
 &= 0,5 \text{ м} \\
 \text{Увеличение} &= \frac{\text{Расстояние изображения}}{\text{Объект} \cdot \text{расстояние}} \\
 &= \frac{0,5}{\cancel{0,5} \cdot \cancel{2}} \\
 &= _ 4 _ 1 _ \\
 &= 0,25
 \end{aligned}$$

Изображение будет составлять $\frac{1}{4}$ размера объекта.

Пример 3

Каково увеличение, если плюсовая линза создает изображение предмета высотой 4 см высотой 20 см?

$$\begin{aligned}
 \text{Размер объекта} &= 4 \text{ см.} \\
 \text{Размер изображения} &= 20 \text{ см.} \\
 \text{Увеличение} &= \frac{\text{Размер изображения}}{\text{Размер объекта}}
 \end{aligned}$$

$$= -20$$
$$4 _ = 5$$

Изображение будет в 5 раз больше объекта.

Рекомендации

1. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.

Обзорные вопросы

1. Каково увеличение изображения, полученного линзой +2 Д, если предмет поместить на расстоянии 1 м от линзы и в ее минусовом пространстве?
 - а. 1 б.
 - в. 3
 - г. 4
2. Каково увеличение изображения, полученного линзой -1,5 Д, если предмет поместить на расстоянии 2 м от линзы и в ее минусовом пространстве?
 - а. 2,5 б.
 - в. 0,5 г.
 - г. 0,25 д.
 - д. 5,0
3. Каково увеличение, если плюсовая линза создает изображение предмета высотой 2 см высотой 10 см?
 - а. 2 б.
 - в. 10
 - г. 20
4. Какой высоты будет изображение, создаваемое плюсовой линзой, увеличивающей предмет высотой 5 см в 10 раз?
 - а. 10 см б.
 - в. 50 см
 - г. 2 см

Увеличение линзами 89

5. Какова высота предмета, если минусовая линза дает его изображение высотой 10 см и увеличенное в 0,5 раза?

- а. 2 см б. 5 см
- в. 10 см
- д. 20 см



14

ПРИЗМЫ И ДИСПЕРСИЯ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { рассчитывать силу призм и смещение изображений.
- { описать распад белого света на составляющие его цвета.

Ключевые моменты

- { У призм есть вершина и основание, и они направляют свет к основанию призмы.
- { Чем больше угол при вершине, тем больше призматический эффект.
- { Призмы создают два типа изображений: реальные и виртуальные.
- { Сила призмы измеряется в призмных диоптриях (PD или Δ).
- { 1 ПД или 1Δ смещает реальное изображение на 1 см на расстоянии 1 м от призмы.
- { Белый свет, проходя через призму, разделяется на составляющие цвета.
- { Последовательность цветов называется спектром, а явление — *дисперсия*.
- { Цвета распределяются по-разному в зависимости от длины волны. цвет.
- { Синий имеет самую короткую длину волны (наибольшую частоту) и рассеивает больше всего.
- { Красный имеет самую длинную длину волны (самую низкую частоту) и меньше всего рассеивает свет.

ПРИЗММОРФОЛОГИЯ

Призма – это преломляющая среда клиновидной формы, поверхности которой расположены под углом друг к другу (т. е. не параллельны). У призм есть вершина и основание, и свет преломляется в соответствии с законом Снелла и изгибается к основанию призмы (рис. 14-1).

Призматический эффект (т. е. искривление световых лучей и смещение реального изображения к основанию призмы) определяется углом при вершине между двумя преломляющими поверхностями. Чем больше угол при вершине, тем сильнее призматический эффект (рис. 14-2).

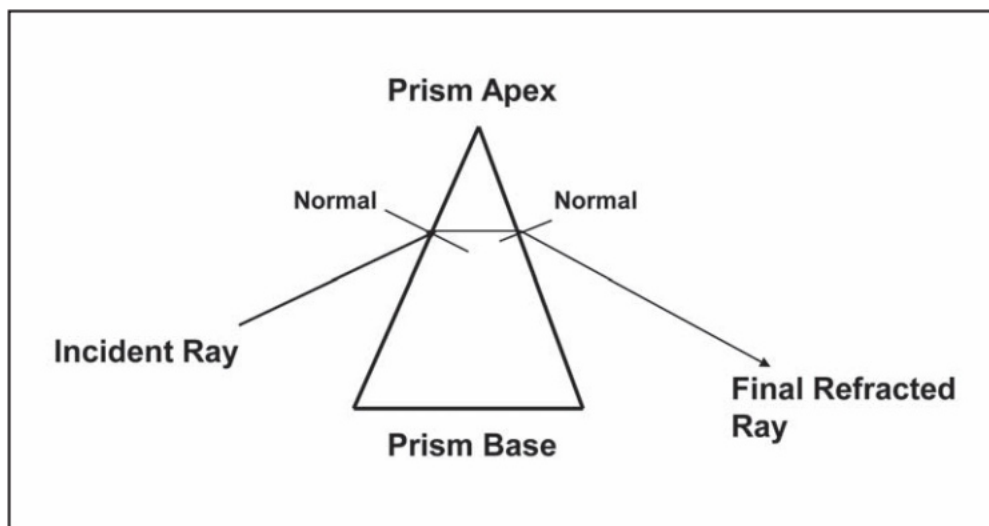


Рисунок 14-1. Преломление призмой. Свет преломляется обеими поверхностями призмы в соответствии с законом Снеллиуса. Первый преломленный луч внутри призмы изгибается к нормали, тогда как последний преломленный луч отклоняется от нормали. Таким образом, все лучи света, выходящие из призмы, наклоняются к основанию призмы.

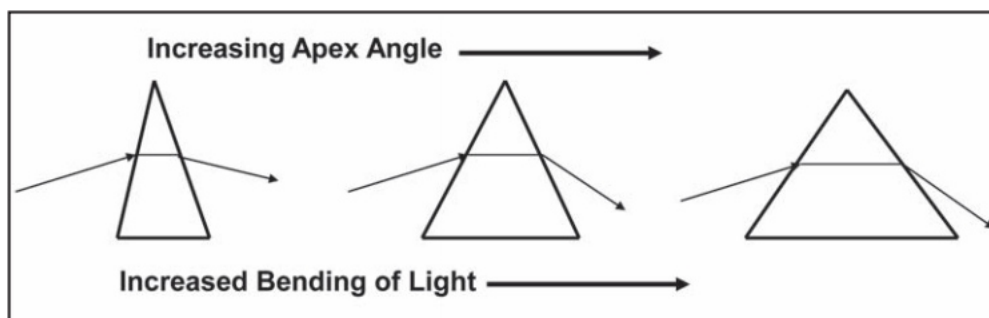


Рисунок 14-2. Призматический эффект. Призматический эффект зависит от угла вершины. Чем больше угол, тем сильнее изгибается свет к основанию призмы.

ПРИЗМИИЗАЦИИ

Существует два типа изображений призм (рис. 14-3). Когда свет проходит через призму, изображение, полученное в результате отклонения света к основанию, называется реальным изображением, потому что

он может образоваться на экране, расположенном по другую сторону призмы от источника света (рис. 14-3А). Это изображение имеет анатомическое значение, поскольку его можно переместить в другое место сетчатки, включив призму в одну или обе очковые линзы для устранения диплопии. Когда свет наклоняется к основанию призмы очковой линзы, реальное изображение на сетчатке перемещается по фовеа из другого места, что приводит к слиянию и устранению диплопии.

С другой стороны, если объект смотреть через призму, он будет казаться смещенным к вершине. Это изображение называется виртуальным, потому что оно не может сформироваться на экране, находящемся по другую сторону призмы от объекта (рис. 14-3Б).

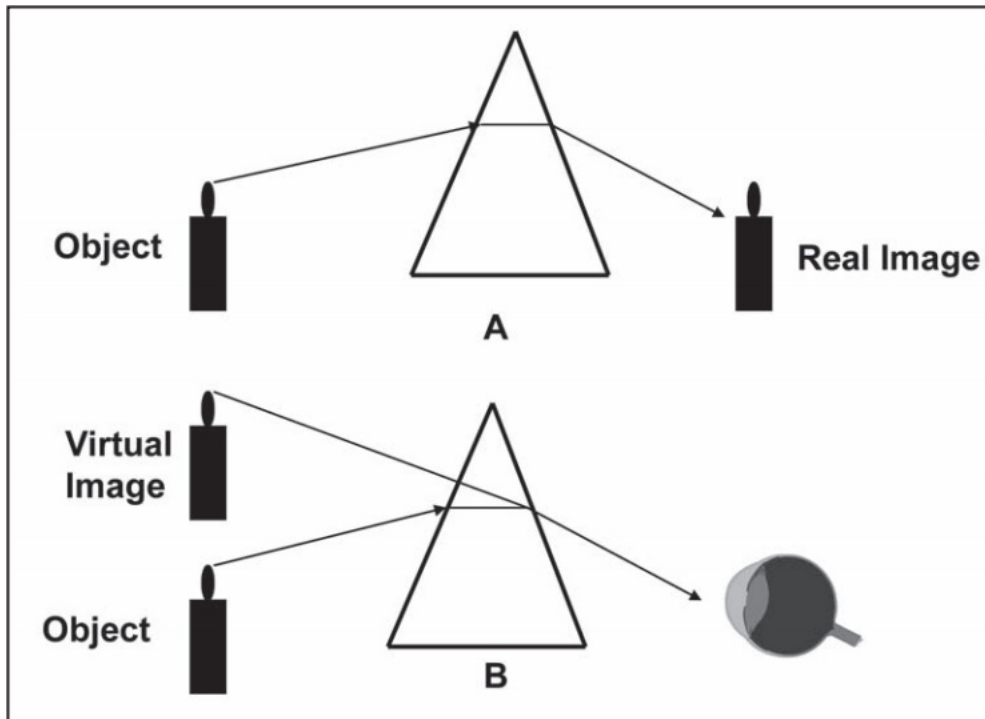


Рисунок 14-3. Изображения, полученные призмой. Реальное изображение создается за счет отклонения света к основанию призмы (А). Виртуальное изображение кажется смещенным к вершине призмы, когда объект рассматривается через призму (В).

Призмасила

Сила призмы заключается в ее способности преломлять свет и смещать реальное изображение к основанию призмы. Сила призмы измеряется в призмных диоптриях, что обозначается сокращенно «PD» или верхним треугольником (Δ) (Рисунок 14-4).

1 PD или 1 Δ смещает реальное изображение к основанию призмы на 1 см на расстоянии 1 м от призмы.

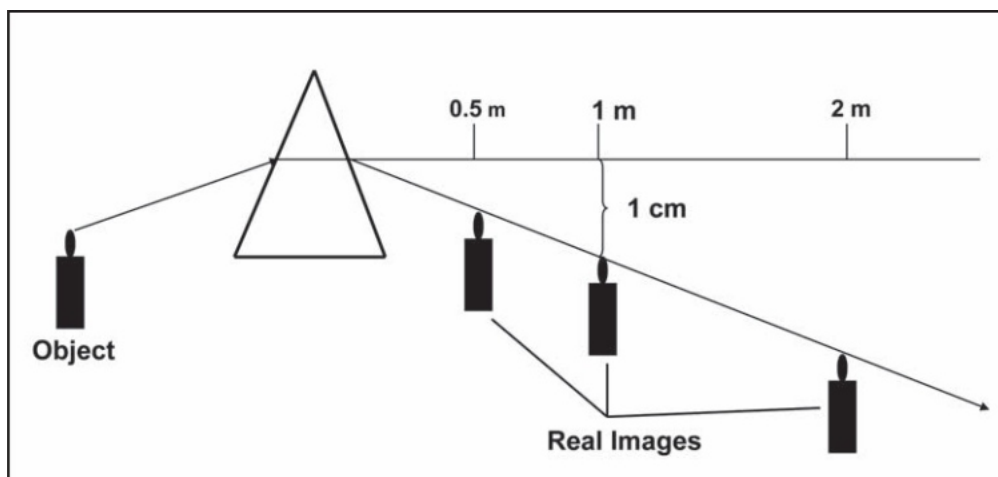


Рисунок 14-4. Сила призмы обозначается в «диоптриях призмы» (сокращенно PD или надстрочным треугольником Δ) и обозначает реальное смещение изображения к основанию призмы на расстоянии 1 м. 1 ФД (1 Δ) смещает реальное изображение на 1 см на расстоянии 1 м.

Выражено математически (рис. 14-5):

$$P = \frac{C}{D}$$

Где:

P = мощность призмы (PD или Δ)

C = смещение реального изображения к основанию призмы

(см) D = расстояние реального изображения от призмы (м)

Примечание. Единицей реального смещения изображения является см, но обычно оно обозначается в мм и должно быть преобразовано в см.

Подробности см. в главе 1.

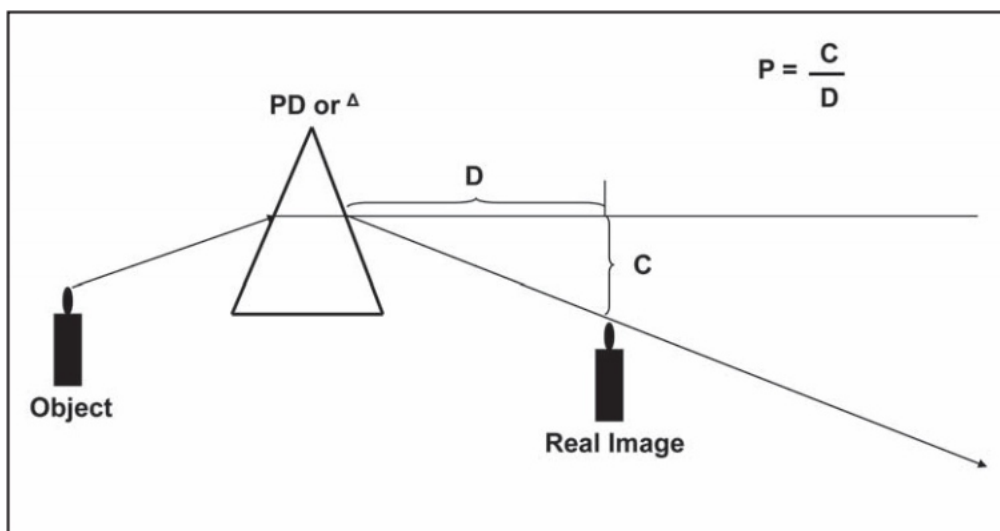


Рисунок 14-5. Мощность призмы обозначается в «призменных диоптриях» (сокращенно «PD» или надстрочным треугольником Δ) и равна $\frac{C}{D}$.

Можно суммировать несколько полезных правил, касающихся силы призмы и смещения реального изображения к основанию призмы:

- { Мощность призмы $< 1\Delta$ = смещает реальное изображение на < 1 см к основанию призмы на расстоянии 1 м от призмы
- { Мощность призмы $> 1\Delta$ = смещает реальное изображение > 1 см к основанию призмы на расстоянии 1 м от призмы

В любой призме реальное изображение будет больше смещено к основанию призмы, если экран находится дальше от призмы:

- 1Δ = смещает реальное изображение на 1 см к основанию призмы на расстоянии 1 м от призмы
- 1Δ = смещает реальное изображение на 2 см к основанию призмы на расстоянии 2 м от призмы
- 1Δ = смещает реальное изображение на 5 см к основанию призмы на расстоянии 5 м от призмы

РАСЧЕТЫ

Любую из трех переменных (P, D или C) можно рассчитать либо путем рисования эскиза (см. Рисунок 14-4) для определения неизвестной переменной, либо с помощью формулы (см. Рисунок 14-5). Если используется формула, ее придется изменить, чтобы вычислить C или D (Таблица 14-1).

| Таблица 14-1 | |
|--|-------------------|
| Переменная | Формула 1 |
| Мощность призмы (PD или Δ) | $P = \frac{C}{D}$ |
| Смещение реального изображения к основанию призмы (см) | $C = (P)(D)$ |
| Расстояние реального изображения от призмы (м) | $D = \frac{C}{P}$ |

P обозначается в призматических диоптриях, C в см и D в м.

Пример 1

Насколько реальное изображение сместится на 5Δ на расстоянии 50 см?

$$\begin{aligned}
 P &= 5\Delta \\
 D &= 50 \text{ см} \\
 &= \frac{50}{100} = 0,5 \text{ м} \\
 D &= \frac{C}{P} \\
 D &= \frac{C}{5} \\
 D &= 2,5 \text{ м} \\
 D &= 25 \text{ см}
 \end{aligned}$$

Призма 5Δ сместит реальное изображение на 2,5 см к своему основанию на расстоянии 50 см.

Пример 2

Какова сила призмы, которая на расстоянии 200 см смещает реальное изображение на 4 см к основанию?

$$\begin{aligned}
 C &= 4 \text{ см} \\
 D &= 200 \text{ см} \\
 D &= 200 \cdot 100 \text{ ___} \\
 D &= \text{___} 2 \text{ l} \\
 D &= 2 \text{ м} \\
 &= \frac{C \cdot D}{P} \\
 &= \frac{4}{\text{___}} \\
 P &= 2\Delta
 \end{aligned}$$

Мощность призмы, смещающей реальное изображение на 4 см к ее основанию на расстоянии 200 см, равна 2Δ.

Пример 3

На каком расстоянии от призмы 3Δ реальное изображение сместится на 60 мм к основанию призмы?

$$\begin{aligned}
 P &= 3\Delta \\
 C &= 60 \text{ мм} \\
 C &= \frac{60}{10} \text{ ___} \\
 C &= \text{___} 6 \text{ l} \\
 C &= 6 \text{ см} \\
 &= \frac{C \cdot P}{D} \\
 &= \frac{6 \cdot 3}{\text{___}} \\
 D &= 2 \text{ м}
 \end{aligned}$$

Реальное изображение будет смещено на 60 мм к основанию призмы призмой 3Δ на расстоянии 2 м от призмы.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЗМ

Призмы имеют множество клинических применений в офтальмологии:

- { Измерение мышечного дисбаланса. Призмы смещают реальное изображение, перемещая его по ямка отклоненного глаза, тем самым вызывая слияние и исключая корректирующие движения глаз при тестировании прикрытия.
- { Призма, определенная путем тестирования крышки, встроена в одну или обе очковые линзы для устранения затруднений слияния и диплопии.
- { Подготовьте призмы для упражнений для глаз, чтобы исправить недостаточность конвергенции.
- { *Офтальмологические инструменты, такие как апplanationный тонометр Гольдмана, экзофтальмометр, офтальмометр (кератометр), устройство выравнивания роговицы и призма Рисли на рефракторе (фороптор).*

- { *Оптические инструменты, такие как бинокли, прожекторы Френеля и пластиковые призмы Френеля, наклейка на очковые линзы.*

ДИСПЕРСИЯ

Сэр Исаак Ньютон продемонстрировал, что белый свет, проходя через призму, разделяется на составляющие цвета. Ньютон назвал последовательность цветов спектром, а явление дисперсией. Радуги и цвета, создаваемые маслом, являются примерами дисперсии.

Порядок цветов от основания призмы к вершине всегда один и тот же (рис. 14-6). Эту последовательность можно легко вспомнить с помощью мнемоники VIBGYOR или ROYGBIV.

Основание призмы:
фиолетовый, индиго,
синий.

Зеленый
Желтый
Оранжевый

Вершина призмы: Красный

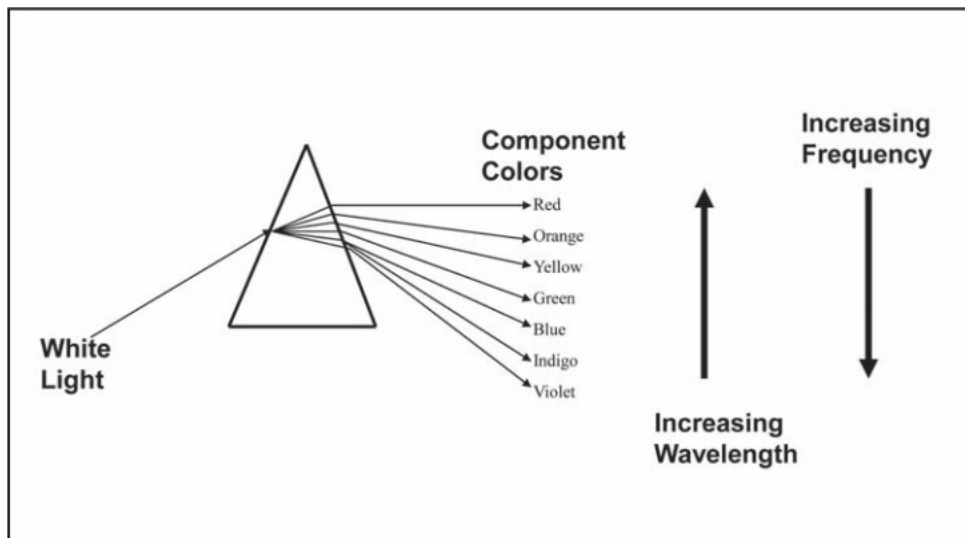


Рисунок 14-6. Рассеяние белого света призмой.

Во время дисперсии цвета преломляются и рассеиваются на разную величину в зависимости от длины волны цвета. (ПРИМЕЧАНИЕ: вместо длины волны может быть указана частота, и оба они обратно пропорциональны.)

- { Синий имеет самую короткую длину волны (наибольшую частоту), больше всего рассеивается и появляется к основанию призмы.
- { Красный имеет самую длинную длину волны (самую низкую частоту), меньше всего рассеивается и появляется к вершине призмы.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦВЕТНОГО СВЕТА

Цвета (например, длины волн и частоты VIBGYOR) имеют множество клинических применений в офтальмологии.

флуоресцеин

(См. «Флуоресценция» в главе 3.)

Краситель флуоресцеин натрия является одним из наиболее часто используемых фармакологических средств в офтальмологии. Оранжевый краситель флуоресцеин натрия поставляется на фильтровальной бумаге или во флаконах по 5 или 10 мл. Когда оранжевый цвет флуоресцеина стимулируется синим светом с использованием кобальтового синего фильтра, возникает зеленая флуоресценция, которую можно наблюдать с помощью щелевой лампы (биомикроскопа), тонометра, прямого офтальмоскопа или фундус-камеры. Многие практикующие врачи используют желтый фильтр Враттена для блокировки отраженного кобальтово-синего света, что позволяет лучше визуализировать зеленую флуоресценцию.

Как описано в главе 3, длина волны флуоресценции (зеленый цвет) длиннее длины волны возбуждения (синий цвет).

Флуоресцеин имеет важное применение в офтальмологических процедурах:

- { Эпителий роговицы препятствует поглощению флуоресцеина стромой роговицы. Окрашивание флуоресцеином наблюдается при исследовании с помощью щелевой лампы, если эпителий не поврежден. Однако при эрозиях, ссадинах, язвах и дендритных поражениях простого герпеса эпителиальные клетки повреждаются и эпителий может отсутствовать. Это позволяет строме поглощать флуоресцеин, который при исследовании с помощью щелевой лампы выглядит как ярко-зеленые участки.
- { Полукруглые зеленые болаги используются в аппланационной тонометрии Гольдмана для получения интраглазное давление.
- { Флуоресцентная ангиография используется для оценки наличия артерий, вен и новообразований сетчатки. сосудистые разрастания интактны или имеют утечку сыворотки. Пять мл 10% раствора флуоресцеина натрия вводят внутривенно после того, как пациент с расширенными глазами правильно расположится перед фундус-камерой. В течение 8–10 секунд флуоресцеин появляется в глазу, и делаются фотографии для определения участков утечки. Эти области можно фотокоагулировать аргоновым лазером. В качестве альтернативы внутривенному введению пациенту, опасющемуся инъекции, можно назначить флуоресцеин перорально с фруктовым напитком. В этом случае период ожидания больше, и за пациентом необходимо постоянно наблюдать, чтобы получить самый ранний набор фотографий при попадании флуоресцеина в глаз, что является наиболее полезным набором.
- { При исследовании щелевой лампой наблюдается равномерное распределение флуоресцеина под жесткой газопроницаемой пленкой. Контактные линзы (RGP) указывают на хорошее соответствие RGP. С другой стороны, центральное объединение с чрезмерным периферийным касанием указывает на крутую RGP, тогда как периферийное объединение с центральным касанием указывает на плоское соответствие RGP. Многие установщики RGP устанавливают желтый фильтр Раттена, который блокирует отраженный кобальтово-синий свет и позволяет лучше визуализировать зеленую флуоресценцию.
- { После экстракапсулярной экстракции катаракты с небольшим разрезом методом факоэмульсификации хирургический разрез оценивается для проверки на утечку с помощью флуоресцеина и для определения необходимости использования хирургического шва. Стерильную полоску флуоресцеина прикасают к хирургическому разрезу. Хорошо закрывающийся разрез не будет подтекать или может вытекать лишь незначительное количество водной жидкости, тогда как из открытого разреза будет вытекать большее количество водной жидкости, и из разреза будет вытекать зеленая струйка (положительный тест Зейделя), указывая на то, что шовный материал может быть необходимо. 1

Бескрасный свет

В офтальмологической практике зеленый свет называют светом, свободным от красного, и эта длина волны поглощается эритроцитами. Поэтому бескрасную настройку щелевой лампы используют для исследования конъюнктивальной, эписклеральной и склеральной сосудистой сети с целью дифференциации конъюнктивита (которого существует множество разновидностей), эписклерита и склерита.

Ссылка

1. Кунимото Д.Ю., Каниткар К.Д., Макар М.С. Руководство Wills Eye: Диагностика и лечение глазных заболеваний в кабинетах и отделениях неотложной помощи. Нью-Йорк, штат Нью-Йорк: Литтинкотт Уильямс и Уилкинс; 2004.

Обзорные вопросы

1. Каково реальное смещение изображения на расстоянии 2 м призмой 2Δ ?
а. 2 см б.
4 мм в. 2
мм д. 4 см
2. Каково реальное смещение изображения на расстоянии 1 км в призме $0,5\Delta$?
а. 500 см б.
5 см в. 5 км

д. 500 км
3. На каком расстоянии от призмы 10Δ находится реальное изображение, если его сместить на 100 мм?
а. 10 м б.
1 м
в. 10 см д.
10 мм
4. Какова сила призмы, смещающей реальное изображение на 5 мм на расстоянии 2 м?
а. $2,5\Delta$ б.
 $0,25\Delta$ в.
 25Δ
д. $0,025\Delta$
5. Какова сила призмы, смещающей реальное изображение на 100 см на расстоянии 1 км?
а. 1Δ
б. 10Δ
в. $0,01\Delta$
д. $0,1\Delta$



15

СИЛА ЗЕРКАЛ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать силу вогнутых и выпуклых зеркал.
- { рассчитать силу вогнутого и выпуклого зеркала.

Ключевые моменты

- { Параллельные лучи, падающие на вогнутое зеркало, отражаются назад, проходя через центр кривизны.
- { Параллельные лучи, падающие на выпуклое зеркало, отражаются назад и кажутся исходящими из от центра кривизны.
- { Отражающая способность вогнутых и выпуклых зеркал выражается в диоптриях (D), которое является обратной величиной фокусного расстояния (f) (в м) зеркала.
- { f (в м) зеркала равна половине радиуса кривизны (r) зеркала.

СОГЛАШЕНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТОВ

Как и в линзах, свет движется слева направо. Однако другие условные обозначения отличаются от условных обозначений для линз (рис. 15-1):

- { Главный луч зеркала проходит через центр кривизны и отражается обратно в того же направления.
- { Параллельные лучи, падающие на вогнутое зеркало, отражаются назад и проходят через центр. тер кривизны.

- { Параллельные лучи, падающие на выпуклое зеркало, отражаются обратно, и кажется, будто они исходят из центра кривизны.

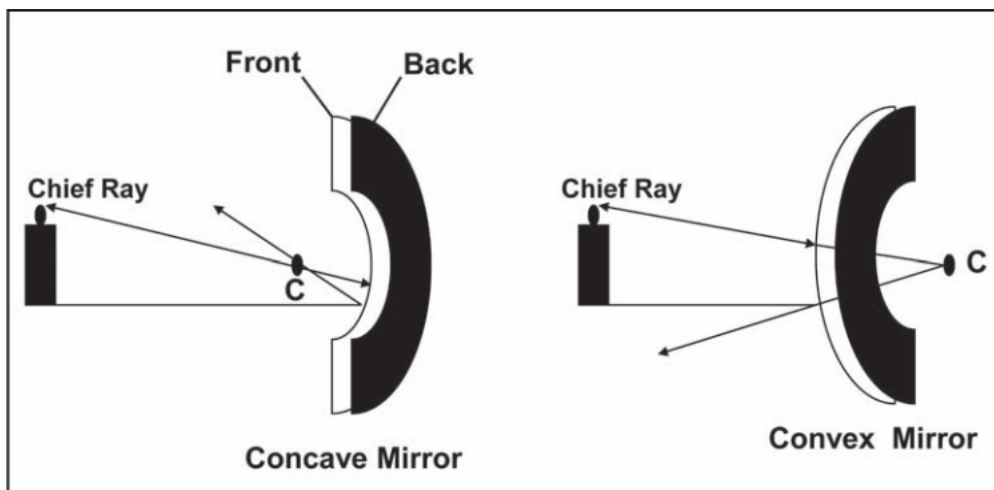


Рисунок 15-1. Номенклатура зеркал. Главный луч зеркала проходит через центр кривизны (C) и отражается обратно в том же направлении. Параллельные лучи, падающие на вогнутое зеркало, отражаются обратно и проходят через центр кривизны. Параллельные лучи, падающие на выпуклое зеркало, отражаются обратно и кажутся исходящими из центра кривизны.

СИЛА ЗЕРКАЛ

Отражающая способность вогнутых и выпуклых зеркал выражается в диоптриях (D) и является обратной величиной фокусному расстоянию (f) (в м) зеркала:

$$D = \frac{1}{f}$$

Где:

D = отражающая способность зеркала в D

f = фокусное расстояние зеркала в м

Согласно соглашению, f (в м) зеркала равна половине радиуса кривизны (r) зеркала.

$$f = \frac{r}{2}$$

Где:

r = радиус кривизны зеркала в м

Таким образом (Рисунок 15-2),

$$D = \frac{1}{f} = \frac{2}{r}$$

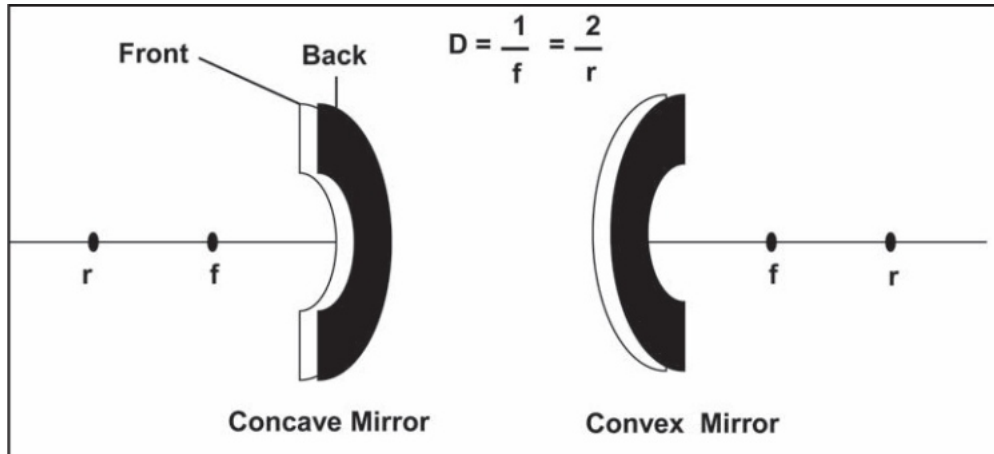


Рисунок 15-2. Отражающая способность выпуклого и вогнутого зеркала в диоптриях (D) обратна фокусному расстоянию (f), которое равно половине радиуса кривизны (r) зеркала.

Пример 1

Какова сила зеркала, f которого равно 25 см?

$$D = \frac{1}{f}$$

$$D = \frac{1}{0,25}$$

$$D = 4 \text{ Д}$$

Пример 2

Какова сила зеркала, r которого равно 50 см?

$$D = \frac{2}{r}$$

$$D = \frac{2}{0,5}$$

$$D = 4 \text{ Д}$$

Пример 3

Какова f в см зеркала с оптической силой 5 Д?

$$D = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{D}$$

$$f = \frac{1}{5}$$

$$f = 0,2 \text{ м}$$

$$f = 20 \text{ см}$$

Пример 4

Чему равен r в см зеркала с оптической силой 2 Д?

$$D = \frac{2}{r}$$

$$r = \frac{2}{D}$$

$$r = \frac{2}{2}$$

$$r = 1 \text{ м}$$

$$r = 100 \text{ см}$$

Обзорные вопросы

1. Мощность и r зеркала могут быть математически связаны следующим образом:

а. $D(3) = r$ б.

$D(r) = 2$ в. Д

$= (2)(r)$ д.

$D(2) = r$

2. f и r зеркала могут быть математически связаны следующим образом:

а. $r = \frac{2}{f}$

ж б. $f = 2r$

в. $r = \frac{2}{f}$

р д. $r = 2f$

3. Какова сила зеркала, f которого равно 33 см?

а. 2 Д б.

3 Д в. 4

Д д. 5 Д

4. Какова сила зеркала, r которого равно 250 мм?

а. 7 Д б.

8 Д в. 9

Д д. 10 Д

5. Какова f зеркала, сила которого равна 2Д?

а. 50 см б.

5 м в. 50 м

д. 5 см

16

СФЕРИЧЕСКИЕ ЛИНЗЫ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать силу сферических линз.
- { опишите рецепты на сферические линзы.

Ключевые моменты

- { Сферические линзы имеют сферическую изогнутую поверхность и одинаковую силу зрения во всех меридианах. ян.
- { Сферические линзы могут быть минусовыми или плюсовыми и используются для коррекции близорукости и дальнозоркости. пиа.
- { Плюсовая сила близоруких глаз снижается при использовании минусовых линз.
- { Плюсовая сила дальнозорких глаз увеличивается при использовании плюсовых линз.

СФЕРИЧЕСКИЕ ЛИНЗЫ

Сферические линзы (обычно укороченные до сферы) имеют сферическую изогнутую поверхность и, следовательно, одинаковую силу света во всех меридианах. В клинических приложениях термины «ось» и «меридиан» часто используются как взаимозаменяемые.

Поскольку оптическая сила одинакова в каждом меридиане сферической линзы, световые лучи будут иметь одинаковую сходимость (т. е. в плюсовой линзе все световые лучи сходятся одинаково, тогда как в минусовой линзе все световые лучи будут одинаково расходиться).

Поскольку световые лучи в сферических линзах либо сходятся, либо расходятся одинаково, изображения, создаваемые сферическими линзами, образуют точечный фокус в фокусе сферической линзы.

Изображение, создаваемое плюсовой сферической линзой, образует точечный фокус (фокусную точку) в плюсовом пространстве линзы, где в конечном итоге сходятся все световые лучи (рис. 16-1А). Кажется, что изображение, создаваемое минус-сферической линзой, исходит из точечного фокуса в минус-пространстве линзы, откуда кажется, что все лучи света расходятся (рис. 16-1Б) (см. главы 8 и 11).

Изображения, сформированные таким образом сферическими линзами, называются стигматическими изображениями.

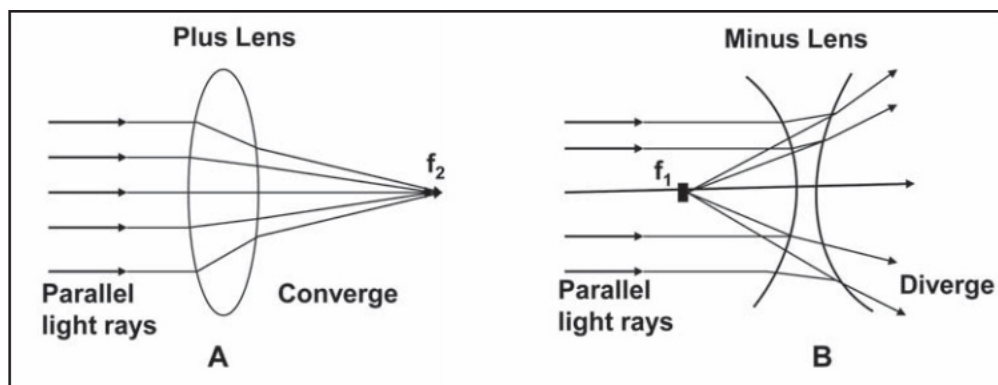


Рисунок 16-1. Стигматические изображения сферическими линзами. Лучи света в сферических линзах одинаково сходятся или расходятся, а изображения, создаваемые сферическими линзами, образуют точечный фокус в фокусе сферической линзы. Изображение, создаваемое плюсовой сферической линзой, формируется в плюсовом пространстве линзы (f_2), где сходятся все лучи света (А). Кажется, что изображение, создаваемое минус-сферической линзой, исходит из минус-пространства линзы (f_1), откуда кажется, что все лучи света расходятся (В).

Таким образом, сферические линзы имеют только один параметр — силу. Такие линзы могут быть плюсовыми или минусовыми и отображать характеристики этих линз (например, движение изображения, увеличение, центральную и периферийную толщину и т. д.) (см. Главы 8 и 11).

Понятия скорости света, показателя преломления (RI), закона Снеллиуса, отклонения света на границе раздела с двумя разными показателями преломления, критического угла (i_c), полного внутреннего отражения (TIR) и призматической природы линз, описанных до сих пор, применимы к сферическим линзам.

Фокусное расстояние (f), диоптрии (D), вергенцию и увеличение можно рассчитать для сферических линз по формулам, описанным в предыдущих главах.

КОРРЕКЦИЯ РЕФРАКТИВНЫХ ОШИБОК (РЕЦЕПТЫ ЛИНЗ)

(См. также главы 21, 22 и 24.)

Когда лучи света попадают в человеческий глаз, сумма всех преломлений слез, роговицы, слезной жидкости, хрусталика и стекловидного тела приводит к плюсовой вергенции (конвергенции). Таким образом, человеческий глаз по сути ведет себя как плюсовая линза. Положительная вергенция глаза может быть чрезмерной (приводящей к близорукости) или недостаточной (приводящей к дальнозоркости), и то и другое можно исправить, изменив общую положительную вергентность до адекватного уровня. Конечно, если положительная вергенция достаточна, коррекция линзы не требуется.

Сферические линзы для коррекции аномалий рефракции могут быть плюсовыми или минусовыми и используются для коррекции стигматических аномалий рефракции, таких как близорукость и дальнозоркость.

Близорукие глаза имеют чрезмерную плюсовую вергентность, которую необходимо уменьшить. Это достигается за счет использования минусовых линз. Примеры линз для коррекции близорукости:

ОД: -3,00 Сфера

ОС: -2,75 Сфера

(«Сфера» часто сокращается до SPH или Sph)

Дальнозоркие глаза имеют недостаточную плюс вергентность, которую необходимо увеличить. Это достигается за счет использования плюсовых линз. Примеры линз для коррекции дальнозоркости:

ОД: +3,00 Сфера
ОС: +2,75 Сфера

Обзорные вопросы

1. Все сферические линзы:
 - а. имеют разную силу вдоль разных меридианов
 - б. имеют одинаковую силу во всех меридианах
 - с. сходятся только свет
 - д. только расходятся свет
2. Линза, f которой равна 50 см и изображение которой формируется в плюсовом пространстве, наиболее вероятна:
 - а. -2 Д
 - б. используется для увеличения
 - с. используется для увеличения плюсовой вергенции
 - д. $+5$ Д
3. Линза, f которой равна 0,5 м и изображение которой формируется в минусовом пространстве, наиболее вероятна:
 - а. -2 Д
 - б. используется для уменьшения минусовой вергенции
 - с. используется для увеличения плюсовой вергенции
 - д. $+5$ Д
4. Аномалию рефракции у пациента с чрезмерной плюсовой вергентностью можно исправить с помощью:
 - а. линзы, увеличивающие изображение
 - б. ПЛ СФ
 - в. линзы, уменьшающие размер изображения
 - д. линза $+5D$
5. Аномалию рефракции у пациента с неадекватной плюсовой вергенцией можно исправить с помощью:
 - а. линзы, увеличивающие изображение
 - б. ПЛ СФ
 - в. линзы, уменьшающие размер изображения
 - д. линза -5 D



17

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ КАЛЛЕНЗЫ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать оси и энергетические меридианы.
- { описать использование цилиндрических линз для коррекции простого астигматизма.

Ключевые моменты

- { Цилиндрические линзы имеют две оптические поверхности: плоскую и изогнутую.
- { Плоская поверхность не имеет ни кривизны, ни мощности; она называется осью цилиндра.
- { Искривленная поверхность имеет кривизну и мощь; это называется меридианом силы.
- { В цилиндрических линзах ось цилиндра и оптическая сила цилиндра ориентированы под углом 90° градусов друг к другу.
- { Цилиндрические линзы могут иметь плюс или минус и отражают их характеристики. линзы.
- { Линзы плюс-минус цилиндрической формы используются для коррекции простого астигматического рефракционного дефекта. такие ошибки, как простой близорукий астигматизм (СМА) или простой гиперметропический астигматизм (SHA).
- { Рецепты на линзы для коррекции простых астигматических аномалий рефракции всегда будут актуальны. иметь плано (PL) как одну из двух сферных сил в транспонированных предписаниях.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ КАЛЛЕНЗЫ

По сравнению со сферическими линзами цилиндрические (часто сокращаемые до «цилиндр» или «цилиндр») линзы несколько сложнее. К счастью, многие концепции, описанные для сферических линз, можно модифицировать для понимания цилиндрических линз.

По сравнению со сферическими линзами, лучи света в цилиндрической линзе сходятся или расходятся только вдоль одной оси (меридиана), поскольку цилиндрические линзы имеют две оптические поверхности — плоскую и изогнутую поверхность (рис. 17-1).

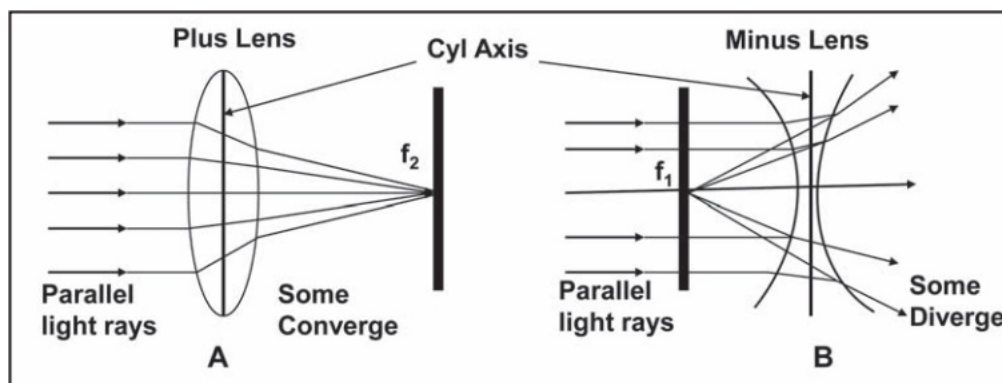


Рисунок 17-1. Астигматические изображения цилиндрическими линзами. Лучи света в цилиндрических линзах либо сходятся, либо расходятся вдоль одной оси (меридиана), а изображения, создаваемые цилиндрическими линзами, образуют линейный фокус. Изображение, создаваемое плюсовой цилиндрической линзой, формируется в плюсовом пространстве линзы (f_2), где сходятся некоторые световые лучи (A). Изображение, создаваемое минус-цилиндрической линзой, кажется исходящим из минус-пространства линзы (f_1), откуда некоторые световые лучи расходятся (B). Изображения в цилиндрических линзах создаются параллельно оси цилиндра (CylAxis). В показанных примерах ось цилиндра вертикальна, а меридиан мощности горизонтален.

Плоская поверхность не имеет кривизны и мощности. Она называется осью цилиндра и представляет собой место расположения изображения искривленной поверхности, расположенное под углом 90 градусов. Искривленная поверхность имеет кривизну и мощь; это называется меридианом силы. Его изображение образует не точечный фокус (фокальную точку), а прямолинейный фокус (фокальную линию) вдоль оси цилиндра. Таким образом, в цилиндрических линзах ось цилиндра и меридиан мощности цилиндра ориентированы под углом 90 градусов друг к другу.

Изображение, создаваемое плюсовой цилиндрической линзой, образует линию фокуса в плюсовом пространстве линзы, где в конечном итоге сходятся некоторые световые лучи (рис. 17-1A). Изображение, создаваемое минус-цилиндрической линзой, кажется исходящим из линейного фокуса в минус-пространстве линзы, откуда некоторые световые лучи расходятся (рис. 17-1B) (см. главы 8 и 11).

Изображения, формируемые таким образом цилиндрическими линзами, называются астигматическими изображениями («a» означает «нет» или «нет»).

Следовательно, если цилиндрическая линза ориентирована своей осью на 90° , ее полная светосила обеспечивается на оси 180. Если ту же линзу разместить на какой-то другой оси, полная светосила будет обеспечена не на 180, а на какой-то другой оси. По этой причине ось цилиндра определяется до измерения мощности цилиндра во время рефрактометрии.

Пример 1

На какую ось будет ориентирована цилиндрическая линза соответствующей кратности, чтобы обеспечить коррекцию по оси 65?

Требуемая мощность цилиндра на оси: 65

Цилиндр должен быть ориентирован под углом 90 градусов: $65 + 90 = 175$.

Таким образом, чтобы обеспечить увеличение по оси 65, цилиндрическая линза соответствующей силы должна быть ориентирована своей осью под углом 175.

Цилиндрические линзы имеют два параметра — оптическую силу и ось — и оба расположены под углом 90 градусов друг к другу. Цилиндрические линзы могут иметь плюс или минус и отображать характеристики этих линз (например, движение изображения, увеличение, центральную и периферийную толщину и т. д.) (глава 8).

Понятия скорости света, показателя преломления (RI), закона Снелла, отклонения света на границе раздела с различными показателями преломления, критического угла (ic), полного внутреннего отражения (TIR) и призматической природы линз, описанных до сих пор, также применимы к цилиндрическим линзам.

Фокусное расстояние (f), диоптрии (D), вергенцию и увеличение можно рассчитать для цилиндрических линз по формулам, описанным в предыдущих главах.

КОРРЕКЦИЯ РЕФРАКТИВНЫХ ОШИБОК (РЕЦЕПТЫ ЛИНЗ)

Цилиндрические линзы могут быть плюсовыми или минусовыми и используются для коррекции астигматических аномалий рефракции, при которых необходимо исправить только один меридиан (другой — plano [PL]). Такие аномалии рефракции называются простым астигматизмом, и можно выделить два типа в зависимости от того, имеет ли меридиан, нуждающийся в коррекции, чрезмерную или недостаточную положительную силу (Таблица 17-1).

| Таблица 17-1 | | | |
|---|--|----------------------|---|
| Примеры рецептов на корректирующие линзы астигматизма плюс мощности | | | |
| Простая близорукость (СМА) | Соответствующий по одной оси; чрезмерный угол в 90 градусов | Минус цилиндрический | ПЛ -1,00 x 180 Аналогичный оптический эффект полученное с помощью плюс-цилиндрической и минус-сферической линзы: -1,00+1,00 x 90 |
| Простая дальнозоркость (SHA) | Соответствующий по одной оси; недостаточно для поворота на 90 градусов | Плюс цилиндрический | ПЛ +1,00 x 90 Аналогичный оптический эффект полученное с использованием минус-цилиндрической и плюс-сферической линзы: +1,00-1,00 x 180 |

Как показано в Таблице 17-1, ошибки рефракции SMA и SHA можно измерить с помощью цилиндрических рефракторов с плюсом или минусом (фороптор). Рецепты линз для коррекции SMA и SHA можно легко определить путем транспонирования коррекции линзы. Одной из двух сферических держав всегда будет ПЛ.

Обзорные вопросы

1. Если цилиндрическую линзу $+2,00$ Д поместить ее осью в положение 77 , на какой оси ее оптическая сила будет полностью эффективна?

- а. 77 б.
- 167 в.
- 90 д.
- 180

2. Если на оси 90 требуется цилиндрическая оптическая сила $-1,00$ Д, на какой оси вы разместите цилиндрическую линзу?

- а. 77 б.
- 167 в.
- 90 д.
- 180

3. Какова общая цилиндрическая оптическая сила, если цилиндрические линзы $+1,00$ Д и $-2,00$ Д держать параллельно?

- а. -1 Д б.
- $+1$ Д в.
- -2 Д д.
- $+2$ Д

4. Какова общая цилиндрическая оптическая сила стандартного поперечного цилиндра Джексона $\pm 0,25$ Д на рефракторе (форопторе)?

- а. ПЛ
- б. $0,25$ Д в.
- $0,5$ Д д.
- $0,75$ Д

5. Какова общая цилиндрическая оптическая сила, если цилиндрическую линзу $+1,00$ Дптр удерживать на оси 90 , а цилиндрическую линзу $-1,00$ Дптр – на оси 180 ?

- а. ПЛ
- б. $+1$ Д в.
- $+2$ Д д.
- $+3$ Д

18

СФЕРОЦИЛИНДРИКАЛЛЕНЗЫ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { Опишите сфероцилиндрические линзы.
- { опишите использование сфероцилиндрических линз для коррекции сложного астигматизма.

Ключевые моменты

- { Сфероцилиндрические линзы имеют две изогнутые преломляющие поверхности.
- { Сфероцилиндрические линзы могут быть как плюсовыми, так и минусовыми и используются для коррекции пропорций фунтовый и смешанный астигматизм.
- { Рецепты линз для коррекции сложного и смешанного астигматизма ошибки никогда не будут иметь plano (PL) как одну из двух сферных сил в транспонированных предписаниях.

СФЕРОЦИЛИНДРИКАЛЛЕНЗЫ

Как следует из названия, сфероцилиндрическая линза представляет собой комбинацию сферической линзы (см. главу 16) и цилиндрической линзы (см. главу 17). Таким образом, сфероцилиндрические линзы имеют два меридиана — один максимальной силы, другой минимальной силы.

Также применимы понятия скорости света, показателя преломления (n), закона Снелла, отклонения света на границе раздела с двумя разными показателями преломления, критического угла (i_c), полного внутреннего отражения (TIR) и призматической природы линз, описанных до сих пор к сфероцилиндрическим линзам.

Фокусное расстояние (f), диоптрии (D), вергенцию и увеличение можно рассчитать для сфероцилиндрических линз по формулам, описанным в предыдущих главах.

ТРАСПОНИРУЮЩИЕ СФЕРОЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЛИНЗОВЫЕ РЕЦЕПТЫ

Рецепты сфероцилиндрических линз включают три параметра:

| | | | | |
|----------|----------|---------|-----|-----|
| Сфера | Цилиндр | Цилиндр | | |
| Мощность | Мощность | | Икс | Ось |

Поскольку цилиндрические линзы могут иметь плюс или минус, мощность цилиндра также может быть указана как плюс или минус, а рецепт линзы будет обозначаться как плюс или минус цилиндр. Хотя есть исключения, офтальмологи (докторы медицины и врачи) обычно выписывают рецепты на линзы в форме плюсового цилиндра, тогда как оптометристы (ОД) обычно выписывают рецепты на линзы в форме минусового цилиндра.

| | | |
|-----------------|--------------------|----------------|
| <i>Сфера</i> | <i>Цилиндр</i> | <i>Цилиндр</i> |
| <i>Мощность</i> | <i>Силовая ось</i> | |

+ форма цилиндра: +3,00+1,50 x 90 (обычно используется врачами и врачами)

– форма цилиндра: +4,50–1,50 x 180 (обычно используется ОД)

Рецепты на линзы можно преобразовать из плюсового цилиндра в минусовой и наоборот путем транспонирования. Например:

{ Плюсовой цилиндр к минусовому цилиндру:

Плюсовой цилиндр: +1,00+2,00 x 90,
сферический цилиндр, силовая ось цилиндра

Алгебраически складываем сферу и цилиндр: (+1) + (+2) = +3.

Новая сила сферы: +3,00

Скопируйте полную мощность цилиндра: 2,00

Измените знак мощности цилиндра: –2,00 Измените ось на 90

(180 – максимум): (90 + 90 = 180) Транспонированный Rx равен:

Минусовый цилиндр: +3,00–2,00 x 180.

{ Минусовый цилиндр к плюсовому цилиндру:

Минусовый цилиндр: +2,00–1,00 x 180 силовая ось сферического цилиндра.

Алгебраически сложим сферу и цилиндр: (+2) + (–1) = +1.

Новая сила сферы: +1,00

Скопируйте полную мощность цилиндра: 1,00

Изменение знака мощности цилиндра: +1,00.

Измените ось на 90 (максимум 180): (180 – 90 = 90).

Транспонированный Rx равен:

Плюс цилиндр: +1,00+1,00 x 90

КОРРЕКЦИЯ РЕФРАКТИВНЫХ ОШИБОК (РЕЦЕПТЫ ЛИНЗ)

Сфероцилиндрические линзы используются для коррекции астигматических аномалий рефракции, при которых необходимо корректировать оба меридиана. Такие аномалии рефракции называются составным астигматизмом и смешанным астигматизмом. Можно выделить два типа сложного астигматизма в зависимости от того, имеют ли меридианы избыточную или недостаточную плюсовую мощность (Таблица 18-1). Рецепты в одной форме можно преобразовать в другую, как показано на предыдущей странице.

| Таблица 18-1 | | | |
|---|---|---|--|
| Примеры рецептов на корректирующие линзы астигматизма плюс мощности | | | |
| Сложная близорукость (СМА) | Чрезмерно по обеим осям | Минус сферический и минус цилиндрический | $-2,00-1,00 \times 180$ Аналогичный оптический эффект получается при использовании минуссферической и плюссцилиндрической линз: $-3,00+1,00 \times 90$ |
| Сложная гиперметропия (СНА) | Недостаточно по обеим осям | Плюс сферические и плюс цилиндрический | $+2,00+1,00 \times 90$ Аналогичный оптический эффект полученное с помощью плюс-сферической и минус-цилиндрической линзы: $+3,00-1,00 \times 180$ |
| Смешанный (МА) | Чрезмерное по одной оси; недостаточно для поворота на 90 градусов | Минус или плюс сферические и цилиндрические | $+1,00-3,00 \times 180$ или $-2,00+3,00 \times 90$ |

Обзорные вопросы

- Транспонированная форма $+3,00+1,50 \times 90$:
 - $+4,50-1,50 \times 90$ б.
 - $+3,75-1,50 \times 90$ с.
 - $+3,75+1,50 \times 180$ д.
 - $+4,50-1,50 \times 180$
- Транспонированная форма $+4,00+4,00 \times 180$:
 - $+8,00-4,00 \times 90$ б.
 - $+6,00+4,00 \times 90$ с.
 - $+6,00+4,00 \times 180$ д.
 - $+4,50-1,50 \times 180$

116 Глава 18

3. Сфероцилиндрические линзы имеют: а. одна плоская поверхность
б. две преломляющие поверхности
с. две плоские поверхности d. одна преломляющая поверхность
4. Сложный астигматизм можно исправить: а. сфероцилиндрические линзы б. сферические линзы
в. только цилиндрические линзы d. плоские линзы
5. $-2,00+4,00 \times 87$ является примером: а. сложный гиперметропический астигматизм б. сложный миопический астигматизм в. простой астигматизм D. смешанный астигматизм

19

ОПТИЧЕСКИЙ КРЕСТ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { сделать оптический крест рецепта, и наоборот.
- { получить все необходимые офтальмологические данные с помощью оптического креста.

Ключевые моменты

- { Оптические силы сферических, цилиндрических и сфероцилиндрических линз могут быть изображены в виде оптический крест.
- { Оптический крест имеет две оси, расположенные под углом 90 градусов друг к другу, что представляет собой два сферы полномочий, которые могут быть одинаковыми или разными.
- { Оптические кресты сферических линз имеют одинаковую силу по всем осям.
- { Оптические кресты цилиндрических линз не имеют силы по одному меридиану и по всем мощность по другой оси (т. е. плоскость [PL] по одной оси и мощность по другой оси).
- { Оптические кресты сфероцилиндрических линз представляют собой комбинации оптических крестов сферические линзы и минус- или плюс-цилиндрические линзы.
- { Оптические кресты имеют клиническое применение в линзметрии, ретиноскопии, рефракто-оптика, оптика и контактные линзы.
- { Два набора линий линзметра соответствуют двум осям оптического креста.
- { Полосы ретиноскопии соответствуют двум осям оптического креста.
- { Сфера рефрактометрии, ось цилиндра, мощность цилиндра и уточненная мощность сферы. можно считать соответствующим двум осям оптического креста.

ОПТИЧЕСКИЙ КРОССКОНСЦЕПТ

Офтальмологический медицинский персонал (ОМП), мастера по подбору контактных линз и оптики часто изображают рецепты на линзы в виде оптического креста с целью манипуляций и расчетов. Таким образом могут быть изображены сферические, цилиндрические и сфероцилиндрические рецепты.

«Крест» в оптическом кресте состоит из двух осей, расположенных под углом 90 градусов друг к другу, что представляет собой две силы сферы в рецепте транспонированной линзы:

Рекурсия линзы: $-2,00+1,00 \times 90^*$

Транспонированная: $-1,00-1,00 \times 180$

**Некоторые специалисты предпочитают использовать три цифры для обозначения осей цилиндров. В этой схеме «90» будет обозначено как «090», а «5» — как «005».*

Две силы сферы, $-2,00$ и $-1,00$, теперь могут быть нарисованы на энергетическом кресте на соответствующей оси. Условное обозначение осей (также называемых меридианами) показано на рисунке 19-1.

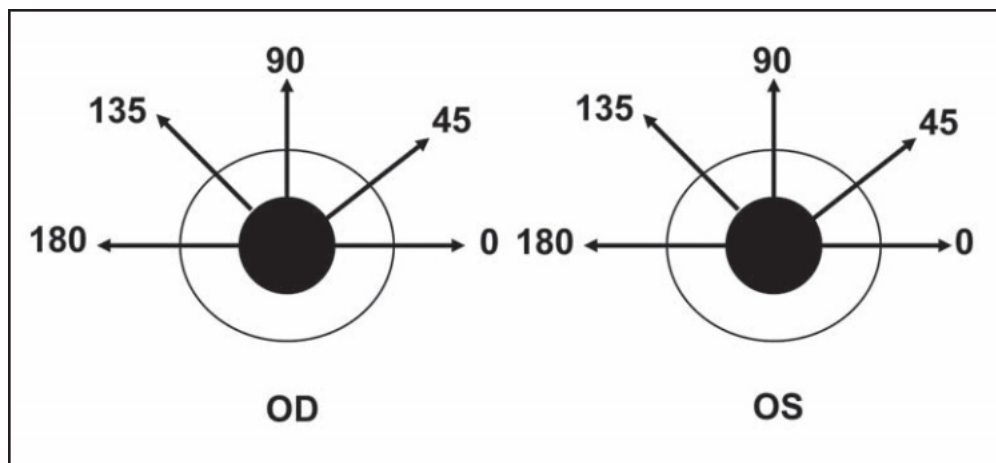


Рисунок 19–1. Соглашение об обозначении осей оптических крестов, рецептов на линзы и обсуждений офтальмологии. Обратите внимание: хотя отображается «0», на самом деле он никогда не используется и заменяется на «180».

СФЕРИЧЕСКО-ЛИНЗОПТИЧЕСКИЙ КРЕСТ

Оптические кресты сферических линз являются наиболее простыми. Поскольку сферическая линза имеет одинаковую силу по всем меридианам, ее оптический крест также будет иметь одинаковую силу по обеим осям (рис. 19-2).

Поскольку силы, представленные в оптическом кресте, одинаковы во всех меридианах, для изображения сил можно использовать любые две оси.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ КАЛЛЕНСООПТИЧЕСКИЙ КРЕСТ

По сравнению с оптическими крестами сферических линз оптические кресты цилиндрических линз несколько сложнее. Поскольку цилиндрическая линза не имеет силы по одному меридиану и всю силу по другому, ее оптический крест будет иметь плоскость (PL) по одной оси и силу по другой оси (рис. 19-3).

Оптический крест цилиндрической линзы можно использовать для получения рецепта в форме плюсового и минусового цилиндра. Некоторые практики предпочитают использовать символ градуса для обозначения оси цилиндра. В этой схеме «90» будет обозначено как «90°», а «180» — как «180°».

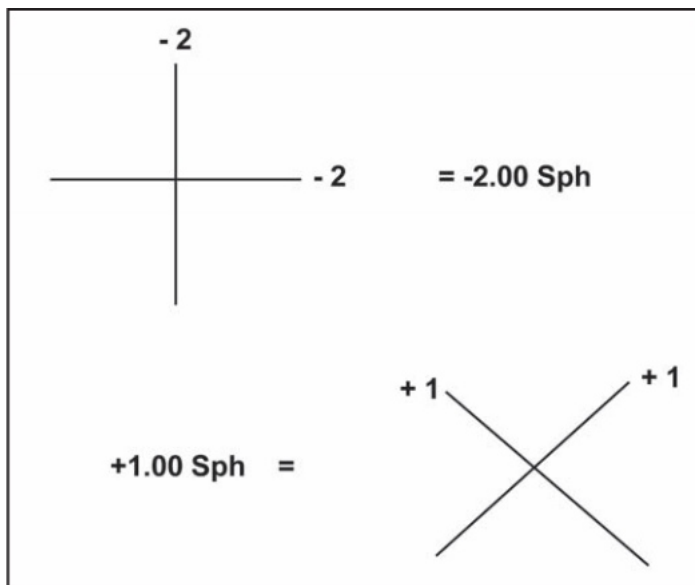


Рисунок 19–2. Оптический крест сферической линзы. Силы обоих меридианов одинаковы, и можно использовать любую пару меридианов, например 90 и 180 (вверху) или 45 и 135 (внизу).

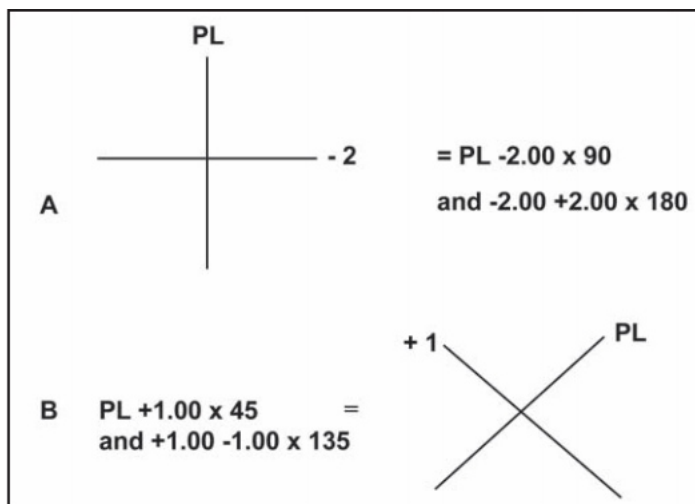


Рисунок 19–3. Оптический крест цилиндрической линзы. Один меридиан всегда имеет мощность PL и обозначает ось цилиндра. Другой меридиан – это меридиан силы. Рецепт линзы может быть получен из оптического креста (вверху), а рецепт линзы может быть изображен оптическим крестом (внизу).

СФЕРОЦИЛИНДРИКАЛЛЕНСООПТИЧЕСКИЙ КРЕСТ

Как следует из названия, сфероцилиндрическая линза представляет собой комбинацию сферической линзы и цилиндрической линзы. Оптический крест сфероцилиндрической линзы представляет собой комбинацию оптических крестов сферической линзы и минус- или плюс-цилиндрической линзы (рис. 19-4).

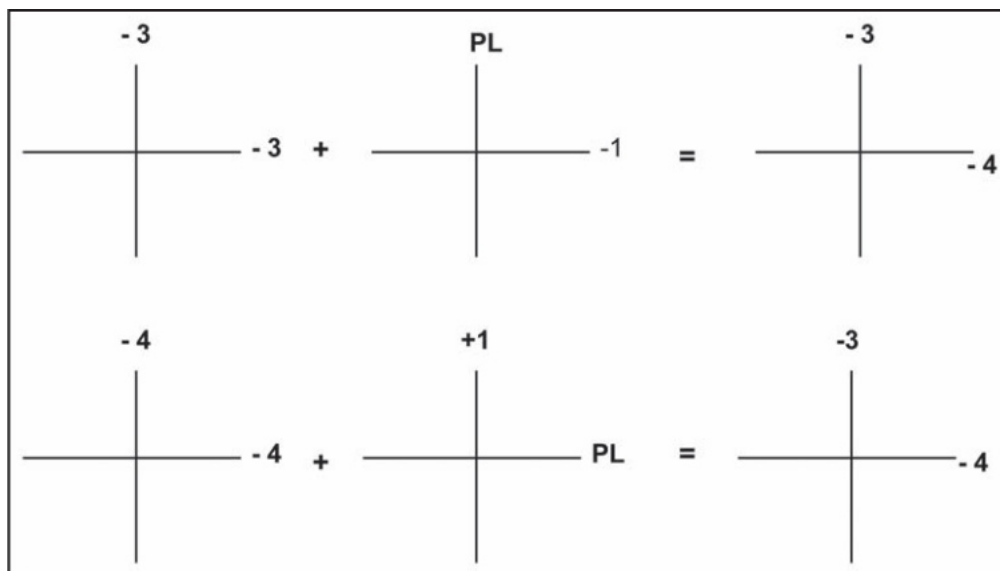


Рисунок 19-4. Оптический крест сфероцилиндрической линзы представляет собой комбинацию оптического креста сферической линзы и оптического креста минус-цилиндрической линзы (вверху) или плюс-цилиндрической линзы (внизу).

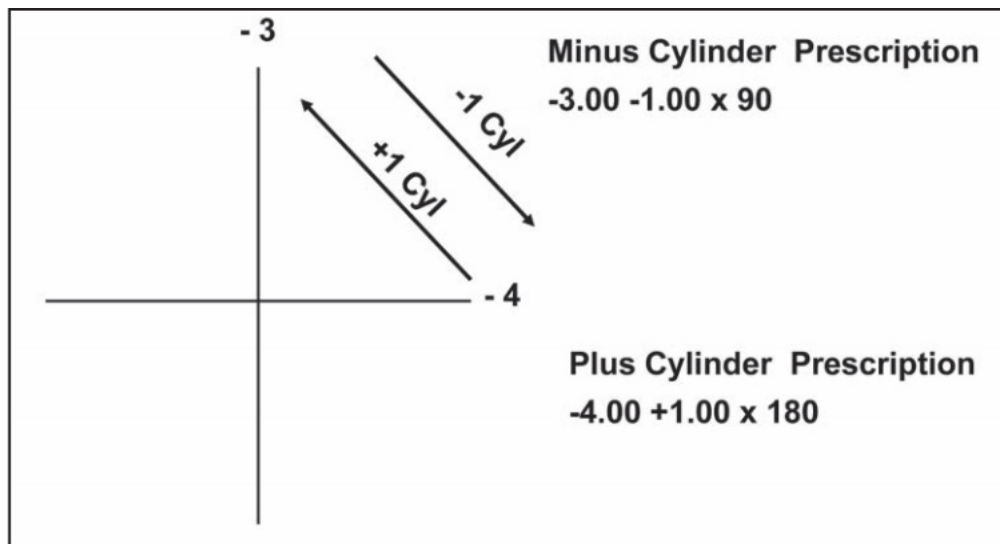


Рисунок 19-5. Плюс и минус рецепты цилиндрических линз, полученные из оптического креста. Цилиндрическая линза -1D на оси 90° в сочетании со сферической линзой -3D дает минусовую рецептуру цилиндра (вверху); тогда как цилиндрическая линза $+1\text{D}$ на оси 180° в сочетании со сферической линзой -4D дает рецептуру положительного цилиндра (внизу).

Предписания плюса и минуса цилиндра можно получить с помощью оптического креста (рис. 19-5). После того, как нарисован оптический крест, показывающий сферические линзы на двух осях, к одной оси можно добавить цилиндрическую линзу, чтобы ее оптическая сила в сочетании со сферической линзой на этой оси давала общую мощность на второй оси. Аналогичным образом, ко второй оси можно добавить цилиндрическую линзу, чтобы ее оптическая сила в сочетании со сферической линзой на этой оси давала

Полная мощность по первой оси. Две цилиндрические линзы должны иметь одинаковую силу, но противоположные знаки.

Рецептура минусового цилиндра получается в результате объединения минусовой цилиндрической линзы на оси со сферической линзой (Рисунок 19-5, вверху), тогда как рецепт плюсового цилиндра получается в результате сочетания плюсовой цилиндрической линзы на оси со сферической линзой (Рисунок 19- 5, внизу).

Пример 1

Нарисуйте оптический крест, показывая все оптические детали следующего рецепта линз (рис. 19-6).

$$+2,75+1,50 \times 80$$

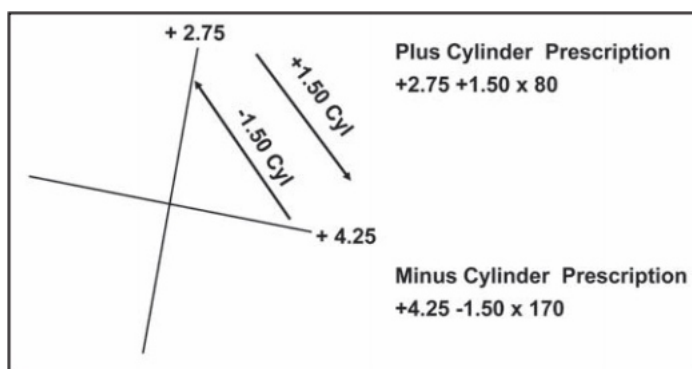


Рисунок 19-6. Оптический крест, показывающий оптические детали рецепта линзы плюсового цилиндра, $+2,75+1,50 \times 80$ (вверху), и рецепта минусового цилиндра, $+4,25-1,50 \times 170$. (нижний).

Пример 2

Получите рецепты линз с плюсовым и минусовым цилиндром из следующего оптического креста (рис. 19-7).

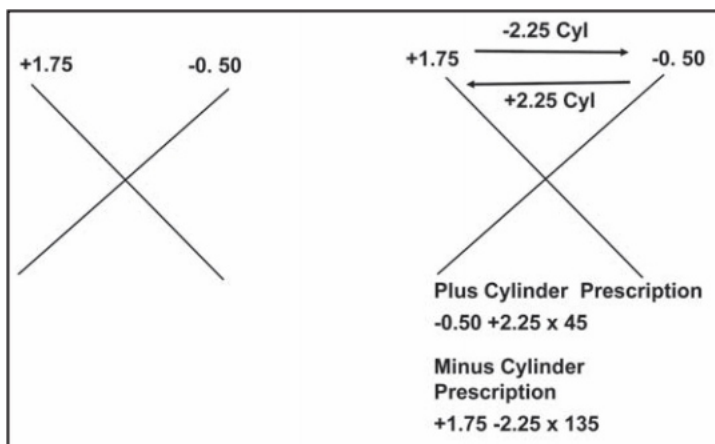


Рисунок 19-7. Оптический крест (слева), показывающий рецепты плюса и минуса цилиндра и другие производные от него оптические детали (справа).

КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Оптические кресты — полезный инструмент, имеющий клиническое применение в линзметрии, ретиноскопии и рефрактометрии.

Линзметрия

Измерение оптической силы очков для чтения и жестких газопроницаемых контактных линз (РГП) в линзметре очень похоже на рисование оптического креста. Два набора линий линзметра (тонкие и расположенные ближе друг к другу и толстые и расположенные дальше друг от друга) подобны двум осям оптического креста и могут использоваться для определения различных оптических и преломляющих параметров линз (Таблица 19-1).

| Таблица 19-1 | | |
|---------------------------|---|---------------------------------------|
| Объектив | Линзметр | Оптический крест |
| Сферическая линза | Тонкие и толстые линии в фокусе одновременно. Одинаковая мощность по обеим осям | |
| Цилиндрическая линза | Два набора линий не фокусируются одновременно. В транспонированных рецептах одно чтение всегда будет plano; у другого есть власть; ИЛИ силы сферы и цилиндра аналогичны, но имеют противоположный знак. | Одна ось плоская; у другого есть сила |
| Сфероцилиндрическая линза | Два набора линий не фокусируются одновременно. Оба чтения имеют силу; Мощность цилиндра может быть меньше, равна или больше мощности сферы. | Обе оси имеют мощность |

Сравнение характеристик сфероцилиндрических линз, изображенных оптическими крестами и видимых при линзметрии, показано на рисунке 19-8.

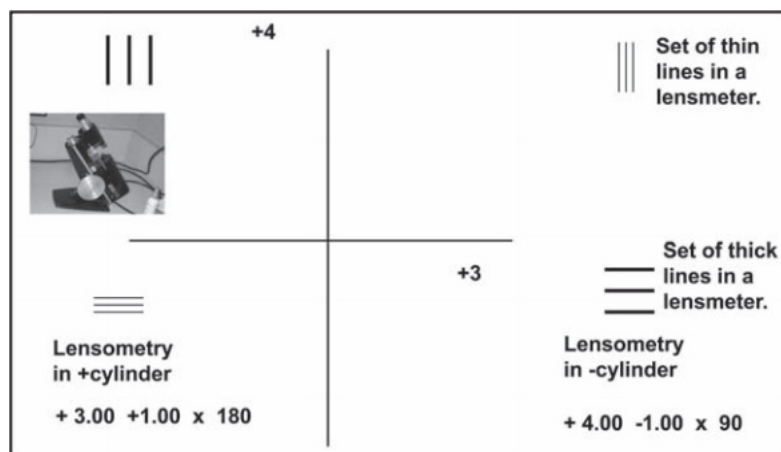


Рисунок 19-8. Сравнение сфероцилиндрических характеристик в оптическом кресте и линзметрии.

Ретиноскопия

Ретиноскопия является объективным методом измерения аномалий рефракции у пациентов, которые не могут реагировать субъективно (например, у младенцев, дошкольников и взрослых, неспособных общаться).

Свет ретиноскопа называется перехватом, тогда как свет, отраженный от глазного дна и наблюдаемый через зрачок, называется полосой. Эта терминология будет использована далее. Дополнительные сведения о ретиноскопии можно найти в стандартных учебниках (см. «Ссылки»).

Ретиноскопия особенно полезна в детской офтальмологической клинике, где необходимо быстрое измерение аномалий рефракции. Как описано в главе 9, воротник полосового ретиноскопа можно перемещать вертикально, чтобы обеспечить положительную вергенцию (плюс мощность) для оценки степени дальнозоркости вдоль любого меридиана, который проявляется при движении полоски. Такая настройка ретиноскопа называется эффектом вогнутого зеркала и достигается перемещением воротника вертикально вверх в ретиноскопе Welch-Allyn и вертикально вниз в ретиноскопе Коупленда. Требуемое количество плюсовой мощности указывается, когда полоса наиболее острая. Максимальное количество плюсовой мощности, которое может быть получено полосовым ретиноскопом, составляет +5 D, когда воротник сдвинут наполовину, а перемещение воротника на $\frac{1}{4}$ пути обеспечивает +2,50 D. Направление движения точки пересечения (НЕ его ориентация) указывает на оптическая ось:

- { Перехват ориентирован вертикально, но перемещается горизонтально
= вертикальная полоса = указывает ось 180
- { Перехват ориентирован горизонтально, но перемещается вертикально
= горизонтальная полоса = указывает ось 90
- { Перехват ориентирован наклонно (например, ось 135), но перемещается вдоль оси 45.
= косая полоса = указывает на ось 45
- { Перехват ориентирован наклонно (например, ось 45), но перемещается вдоль оси 135.
= косая полоса = указывает на ось 135

Как только две оси нейтрализованы, мы знаем две переменные, необходимые для создания оптического креста (ось и мощность), и можем получить рецепты линз в плюсовых и минусовых цилиндрах (рис. 19-9).

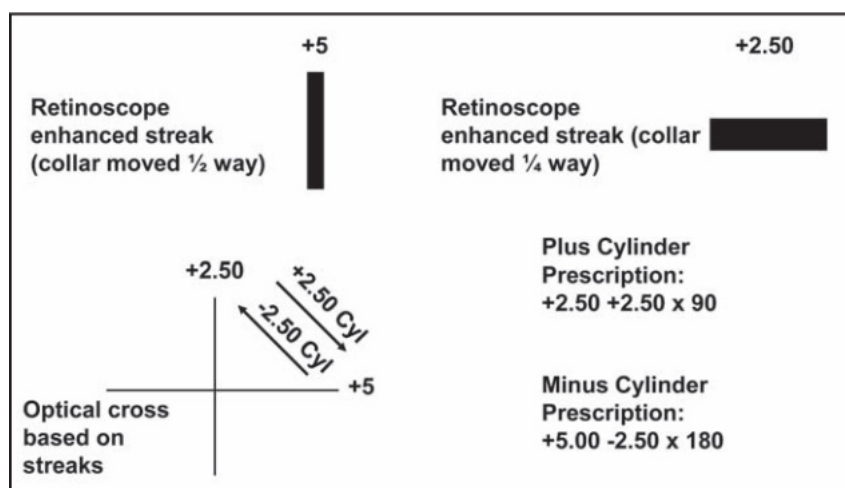


Рисунок 19-9. Рецепты на плюсовые и минусовые цилиндрические линзы, полученные на основе увеличенных полос при объективной ретиноскопии.

Рефрактометрия

Рефрактометрия — это субъективный метод измерения аномалий рефракции у пациентов, которые способны реагировать (например, детей старшего возраста и взрослых, способных общаться).

Для получения подробной информации по рефрактометрии следует обращаться к стандартным учебникам (см. Справочник).

Стандартный рефрактор (фороптор) или пробные линзы используются для измерения ошибок рефракции с помощью следующих шести шагов:

1. Улучшите силу сферы.
2. Уточнить ось цилиндра. } Может быть изображена в виде оптического креста.
3. Уточнить мощность цилиндра. }
4. Уточнить сферу.
5. Красно-зеленый (дуохромный) тест
6. Балансировка (при необходимости)

Измерение ошибки рефракции, полученное с помощью рефрактометрии, можно изобразить в виде оптического креста (рис. 19-10).

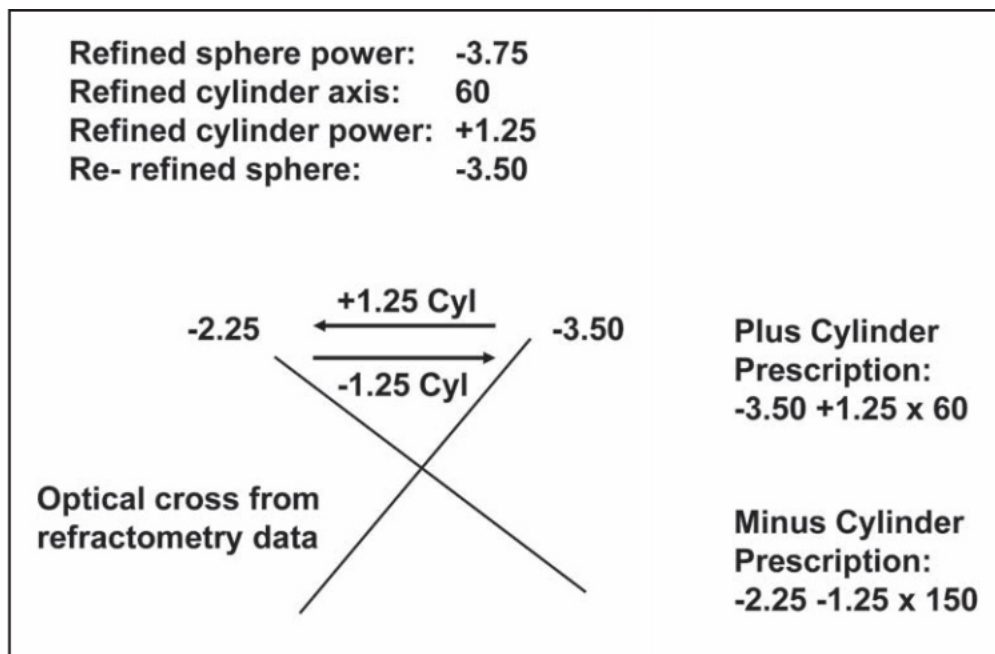


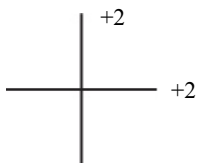
Рисунок 19-10. Рецепты на линзы оптического креста, плюс-минус-цилиндра, полученные на основе субъективной рефрактометрии.

Ссылка

1. Корбой Дж.М. Книга по ретиноскопии: вводное руководство для специалистов по уходу за глазами. Торофэр, Нью-Джерси: SLACK Incorporated; 2003.

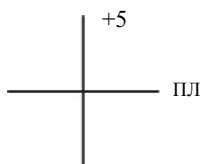
Обзорные вопросы

1. Следующий оптический крест представляет собой:



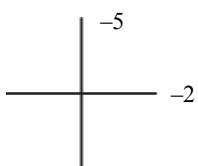
- а. цилиндрическая линза с осью под углом 90
- б. сферическая линза
- в. цилиндрическая линза с осью под углом 180
- д. сфероцилиндрическая линза

2. Следующий оптический крест представляет собой:



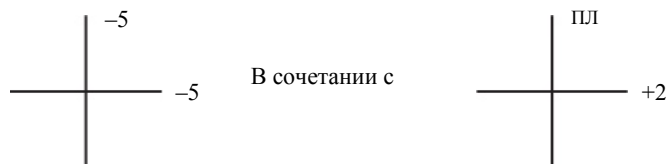
- а. цилиндрическая линза с осью под углом 90
- б. сферическая линза
- в. цилиндрическая линза с осью под углом 180
- д. сфероцилиндрическая линза

3. Следующий оптический крест представляет собой:



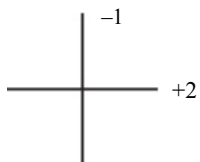
- а. цилиндрическая линза с осью под углом 90
- б. сферическая линза
- в. цилиндрическая линза с осью под углом 180
- д. сфероцилиндрическая линза

4. Какова рецептура сфероцилиндрической линзы, изображенной следующими оптическими крестами?

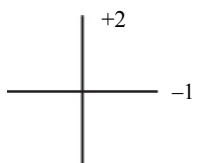


- а. $+5,00-2,00 \times 90$ б.
 $-3,00-2,00 \times 180$ в.
 $-5,00+2,00 \times 180$ д.
 $+3,00+2,00 \times 90$

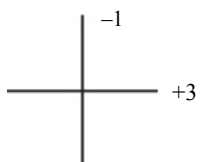
5. Оптический крест, изображающий рецепт $-1,00+3,00 \times 90$, равен: а.



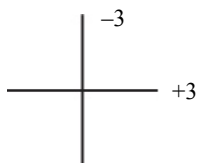
б.



в.



д.



20

КОНИД ШТУРМА

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать формирование образов в Коноиде Штурма.
- { опишите Круг Наименьшего Замешательства и его сферический эквивалент.
- { вычислить сферический эквивалент.

Ключевые моменты

- { В сфероцилиндрических линзах вертикальные и горизонтальные лучи света сходятся, образуя конус.
- { Отдельные изображения создаются по двум осям в зависимости от их мощности.
- { Интервал между двумя изображениями называется коноидом Штурма.
- { Середина Коноида Штурма называется Кругом Наименьшего Замешательства.
- { Диоптрическим эквивалентом Круга наименьшего замешательства является сферический эквивалент.
одалжил.
- { В рецептах на сфероцилиндрические линзы сферический эквивалент рассчитывается по формуле алгебраически добавляя половину мощности цилиндра к мощности сферы.

ИЗОБРАЖЕНИЯ СФЕРОЦИЛИНДРИКАЛЛЕНЗ

Как описано в главе 18, сфероцилиндрическая линза создает два линейных фокуса, ориентированных под углом 90 градусов друг к другу. Таким образом, два изображения также расположены взаимно под углом 90 градусов друг к другу и на фокусном расстоянии двух осей. Например, в сфероцилиндрической линзе

при осях с оптической силой +2 Д и +4 Д изображение оси +2 Д будет формироваться на расстоянии 50 см от линзы, а изображение оси +4 Д будет формироваться на расстоянии 25 см от линзы (Рисунок 20- 1). Кроме того, лучи света, идущие параллельно одной оси, создают изображение, параллельное другой оси, и наоборот. Вертикальные и горизонтальные лучи света образуют конусы, в которых лучи света сходятся, образуя изображения.

Таким образом,

Свет параллельно оси 90 = изображение создается параллельно оси 180
 Свет параллельно оси 180 = изображение создается параллельно оси 90
 Свет параллельно оси 45 = изображение создается параллельно оси 135
 Свет параллельно оси 135 = изображение создается параллельно оси 45

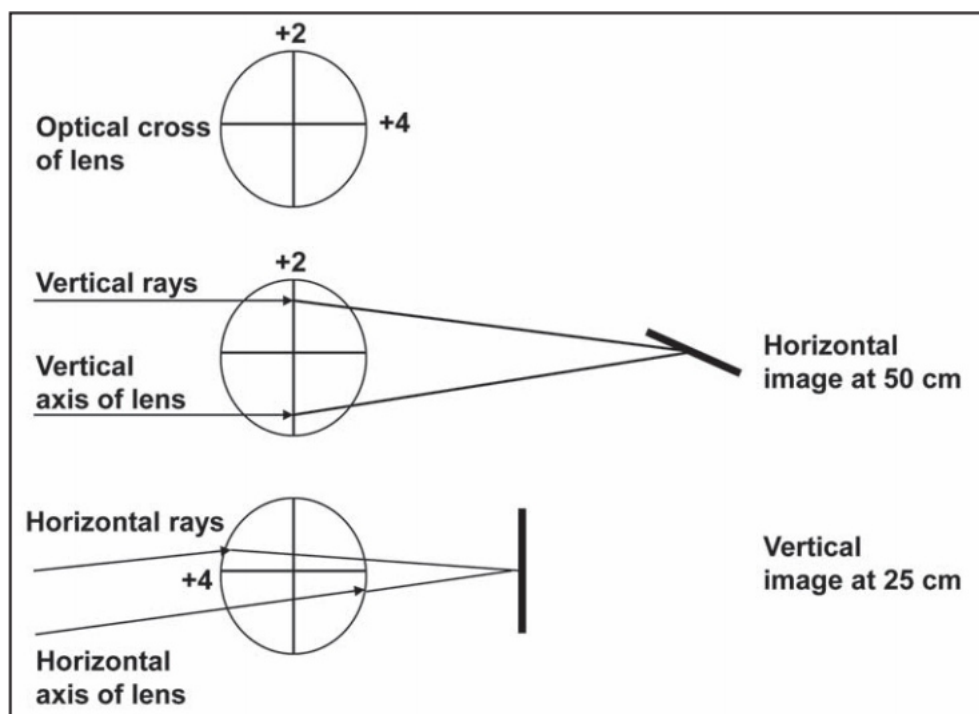


Рисунок 20-1. Коноид Штурма в сфероцилиндрической линзе. В оптическом кресте (вверху) вертикальные световые лучи образуют конус и горизонтальное изображение (в центре), тогда как горизонтальные световые лучи образуют конус и вертикальное изображение (внизу).

КОНИД ШТУРМА

Интервал между двумя изображениями, полученными сфероцилиндрической линзой, называется коноидом Штурма, поскольку световые лучи, соединяющие два линейных фокуса, образуют конус. Коноид Штурма также называют Интервалом Штурма или Коноидом Штурма.

Сечения Коноида по его длине представляют собой эллипсы. Середина этого интервала называется кругом наименьшего замешательства. Круг наименьшего замешательства представляет положение наименее размытого изображения внутри Коноида, а его поперечное сечение круглое (отсюда и «круг» наименьшего замешательства) (рис. 20-2).

Диоптрический эквивалент круга наименьшего замешательства называется сферическим эквивалентом и представляет собой силу сферической линзы, используемой вместо сфероцилиндрической линзы. В рецептах на сфероцилиндрические линзы сферический эквивалент можно рассчитать путем алгебраического прибавления половины силы цилиндра к силе сферы.

Концепции коноида Штурма и круга наименьшего замешательства имеют прямое применение при рассмотрении регулярного астигматизма, и читателям рекомендуется ознакомиться с этими подробностями в главе 24.

Концепция сферического эквивалента имеет клиническое применение в рефрактометрии и используется для определения оптической силы неторических мягких контактных линз (SCL) по рецепту, включающему незначительную степень астигматизма (см. Вперед).

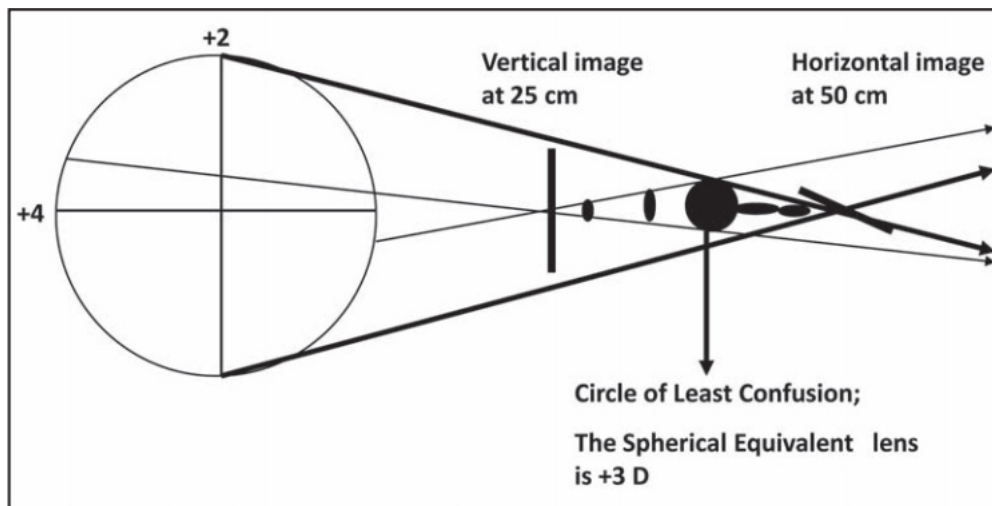


Рисунок 20-2. Коноид Штурма в сфероцилиндрической линзе. Пространство между двумя изображениями имеет эллиптическую форму. На полпути между двумя изображениями находится круглая область, называемая кругом наименьшего замешательства, и она представляет собой «сферический эквивалент» или диоптричную силу сферической линзы, которая обеспечит лучшее изображение вместо сфероцилиндрической линзы.

РАСЧЕТ СФЕРИЧЕСКОГО ЭКВИВАЛЕНТА

Сферический эквивалент, расположенный посередине Коноида Штурма, представляет собой диоптричное значение Круга наименьшего замешательства. Сферический эквивалент в любом рецепте сфероцилиндрической линзы можно рассчитать путем алгебраического прибавления половины мощности цилиндра к силе сферы:

Пример 1

Рекурсия линзы: +3,00+0,50 x 90

Мощность полуцилиндра: $\frac{0,50}{2}$

Мощность полуцилиндра: +0,25

Сила сферы: +3,00

Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)

Сферический эквивалент: (+3) + (+0,25) Сферический

эквивалент: +3 + 0,25 Сферический эквивалент: +3,25

Пример 2

Рецептура линзы: $+3,50-0,50 \times 150$
Мощность полуцилиндра: $\frac{-0,50}{-}$
Мощность полуцилиндра: $-0,25$
Сила сферы: $+3,50$
Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)
Сферический эквивалент: $(+3,50) + (-0,25)$ Сферический эквивалент: $+3,50 - 0,25$ Сферический эквивалент: $+3,25$

Пример 3

Рецептура линзы: $-2,75-0,50 \times 170$
Мощность полуцилиндра: $\frac{-0,50}{-}$
Мощность полуцилиндра: $-0,25$
Мощность сферы: $-2,75$
Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)
Сферический эквивалент: $(-2,75) + (-0,25)$ Сферический эквивалент: $-2,75 - 0,25$ Сферический эквивалент: $-3,00$

Пример 4

Рецептура линзы: $-3,25+0,50 \times 170$
Мощность полуцилиндра: $\frac{0,50}{+}$
Мощность полуцилиндра: $+0,25$
Мощность сферы: $-3,25$
Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)
Сферический эквивалент: $(-3,25) + (+0,25)$ Сферический эквивалент: $-3,25 + 0,25$ Сферический эквивалент: $-3,00$

КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Концепции круга наименьшего замешательства и сферического эквивалента, основанные на коноиде Штурма, имеют важное клиническое применение в рефрактометрии и неторической SCL.

Сферический эквивалент и рефрактометрия

Понятия круга наименьшей путаницы и сферического эквивалента используются при измерении сложных и смешанных астигматических аномалий рефракции с помощью явной рефрактометрии (МР) или циклоплегической рефрактометрии (ЦР).

При доработке рецепта сфероцилиндрических линз при сложном миопическом астигматизме (например, $-2,00+0,50 \times 85$) от ретиноскопии или современных очковых линз, цель рефрактометрии состоит в том, чтобы переместить два линейных фокуса к кругу наименьшего размытия, таким образом сжимая коноид Штурма в ямке для получения максимально четкого изображения. Этой цели можно достичь, используя рефрактор с плюсовым или минусовым цилиндром (фороптор) (рис. 20-3).

Аналогичные манипуляции можно провести при сложном гиперметропическом и смешанном астигматизме (рис. 20-4 и 20-5).

Сферические эквивалентные и мягкие контактные линзы

При незначительной степени астигматизма вместо торической SCL можно рассмотреть сферическую SCL, поскольку сферические линзы могут обеспечить достаточно хорошую остроту зрения, а их установка не несет такого количества осложнений, как торическая SCL.

Читателям рекомендуется обратиться к стандартным ссылкам для ознакомления с рекомендациями, установленными для рассмотрения сферического SCL вместо торического SCL.

Пример 5

Рецептура линзы: $-2,50+0,50 \times 50$

Преобразовать в минусовой цилиндр: $-2,00-0,50 \times 140$.

Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)

Сферический эквивалент: $(-2,00) + (-0,50)$

Сферический эквивалент: $(-2,00) + (-0,25)$

Сферический эквивалент: $-2,00-0,25$ Оптическая

сила сферической мягкой линзы: $-2,25$

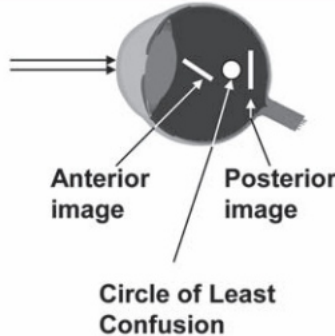
| Compound Myopic Astigmatism | |  |
|--|--|---|
| Example: | | |
| | $-2.00 +0.50 \times 85$ $-1.50 -0.50 \times 175$ | |
| <u>Plus Cylinder MR/CR</u> | <u>Minus Cylinder MR/CR</u> | |
| Move anterior image on to the fovea using a minus sphere lens. | Move posterior image on to the fovea using a minus sphere lens. | |
| Circle of Least Confusion moves posteriorly. | Circle of Least Confusion moves posteriorly. | |
| Move posterior image on to the fovea using a plus cylinder lens. | Move anterior image on to the fovea using a minus cylinder lens. | |
| -0.25 D of sphere added for every +0.50 D of cylinder. | +0.25 D of sphere added for every -0.50 D of cylinder. | |

Рисунок 20-3. Сферический эквивалент во время рефрактометрии при сложном миопическом астигматизме. МР – явная рефрактометрия; ЦР – циклоплегическая рефрактометрия.

| Compound Hyperopic Astigmatism | | |
|---|--|--|
| Example: $+1.00 +0.50 \times 85$ $+1.50 -0.50 \times 175$ | | |
| <u>Plus Cylinder MR/CR</u> | <u>Minus Cylinder MRCR</u> | |
| Move anterior image on to the fovea using a plus sphere lens. | Move posterior image on to the fovea using a plus sphere lens. | |
| Circle of Least Confusion moves anteriorly. | Circle of Least Confusion moves anteriorly. | |
| Move posterior image on to the fovea using a plus cylinder lens. | Move anterior image on to the fovea using a minus cylinder lens. | |
| -0.25 D of sphere added for every +0.50 D of cylinder. | +0.25 D of sphere added for every -0.50 D of cylinder. | |

Рисунок 20-4. Сферический эквивалент при рефрактометрии сложного гиперметропического астигматизма. МР – явная рефрактометрия; ЦР – циклоплегическая рефрактометрия.

| Mixed Astigmatism | | |
|---|--|--|
| Example: $-1.00 +2.50 \times 85$ $+1.50 -2.50 \times 175$ | | |
| <u>Plus Cylinder MR/CR</u> | <u>Minus Cylinder MR/CR</u> | |
| Move anterior image on to the fovea using a minus sphere lens. | Move posterior image on to the fovea using a plus sphere lens. | |
| Circle of Least Confusion moves posteriorly. | Circle of Least Confusion moves anteriorly. | |
| Move posterior image on to the fovea using a plus cylinder lens. | Move anterior image on to the fovea using a minus cylinder lens. | |
| -0.25 D of sphere added for every +0.50 D of cylinder. | +0.25 D of sphere added for every -0.50 D of cylinder. | |

Рисунок 20-5. Сферический эквивалент при рефрактометрии смешанного астигматизма. МР – явная рефрактометрия; ЦР – циклоплегическая рефрактометрия.

Пример 6

Рекурсия линзы: $+3,00+1,00 \times 75$

Преобразование в минусовой цилиндр: $+4,00-1,00 \times 165$.

Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)

Сферический эквивалент: $(+4,00) + (-1,00)$ Сферический

эквивалент: $(+4,00) + (-0,50)$ Сферический эквивалент: $+4,00 - 0,50$

Сферический мягкий сила линзы: $+3,50$

Обзорные вопросы

1. Каков сферический эквивалент в рецепте линзы $+4,00-2,00 \times 90$?

- а. $-2,00$ б.
- $+3,00$ гр.
- $+2,00$ д.
- $-3,00$

2. Каков сферический эквивалент в рецепте линзы $+4,00+1,00 \times 90$?

- а. $-4,00$ б.
- $+5,00$ гр.
- $+4,50$ д.
- $+1,00$

3. Каков сферический эквивалент линзы с рецептурой PL $+0,50 \times 75$?

- а. $-0,25$ б.
- $-0,50$ с.
- $+0,25$ д.
- $+0,50$

4. Сферическая мягкая линза сфероцилиндрической рецептуры $-1,75-0,50 \times 55$ – это:

- а. $-2,25$ б. $-1,75$ с. $-2,75$ д. $-2,00$

5. Сферическая мягкая линза сфероцилиндрической рецептуры $-2,50+0,50 \times 100$ – это:

- а. $-2,25$ б. $-1,75$ с. $-2,00$ д. $-2,50$



21

ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ГЛАЗ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать оптику человеческого глаза.
- { опишите человеческий глаз как линзу и преломляющую систему.

Ключевые моменты

- { Человеческий глаз имеет пять оптических сред преломления: слезы, роговица, водная жидкость, кристаллы. высокий хрусталик и стекловидное тело.
- { Суммарная рефракция на всех границах раздела свидетельствует о наличии эметропии или аметропии.
- { Оптические среды глаза имеют удельные показатели преломления (n) (воздух = 1,000): вода (1,300); слезы (1,336); водный (1,336); роговица (1,376); линза (1,386); и стекловидное тело (1,336).
- { Упрощенные значения схематического уменьшенного (или уменьшенного) глаза могут быть использованы для расчета. расчеты.

ОПТИЧЕСКАЯ СРЕДА ГЛАЗА

В предыдущих главах были описаны основы света и оптики (показатель преломления n , закон Снелла, преломление и отражение) и применены эти концепции к линзам, призмам и зеркалам.

Теперь мы движемся дальше и применим n , закон Снелла и рефракцию к человеческому глазу, чтобы исследовать, как свет проходит в глаз и создает четкое изображение.

Человеческий глаз имеет пять оптических сред, и свет преломляется на границе раздела между этими средами (Таблица 21-1).

| Таблица 21-1 | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| Оптическая среда | Интерфейс для преломления света |
| Слезы | Воздух-слезы |
| Роговица | Слезы-передняя часть роговицы |
| Водный | Задняя роговично-водянистая оболочка |
| Хрусталик | Водно-передняя линза |
| <small>стекловидное тело</small> | Задняя хрусталик-стекловидное тело |

Преломление света происходит на каждой из границ раздела, и сумма этих преломлений определяет рефракционный статус глаза — эмметропию или аметропию.

ПОКАЗАТЕЛИ РЕФРАКТИВНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СРЕД В ГЛАЗЕ

В Таблице 21-2 указаны RI оптических сред, участвующих в преломлении света глазом и формировании изображений в ямке1.

| Таблица 21-2 | |
|----------------------------------|------------------------|
| Оптическая среда | Показатель преломления |
| <small>Воздух</small> | 1,000 |
| Слезы | 1,336 |
| Роговица | 1,376 |
| Водный | 1,336 |
| Хрусталик | 1,386 |
| <small>стекловидное тело</small> | 1,336 |

Читателям рекомендуется запомнить RI различных оптических сред, чтобы правильно выполнить расчеты, которые могут потребоваться в клинической работе. В следующей главе мы применим эти значения для расчета преломляющей способности изогнутых поверхностей.

СХЕМА СНИЖЕННОГО ГЛАЗА

Любую систему, состоящую из множества линз, можно упростить до нескольких важных элементов, чтобы облегчить расчеты. Концепция упрощения сложностей человеческого глаза была описана многими авторами, и наиболее широко используется концепция, описанная Гулстрандом.¹ Схематически уменьшенный глаз (или уменьшенный глаз) упрощает преломление всех глазных сред и интерфейсов. в единую преломляющую сущность. В редуцированном глазу Галлстранда осевая длина принимается равной 24,4 мм.

Уменьшенный глаз можно использовать для оптических расчетов, используя его упрощенные значения.

Ссылка

1. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.

Обзорные вопросы

1. Общее количество оптических сред в глазу равно:

а. 2 б. 5 в. 4 д. 3

2. К преломляющим границам глаза относятся:

а. задняя роговица-передняя роговица; задняя линза-стекловидное тело; слезы-водянистые

б. воздух-слезы; передняя роговица-задняя роговица

в. слезы-стекловидные; передняя часть роговицы-воздух; водно-стекловидное тело; воздушно-стекловидное тело д. воздух-разрывы; разрывы-передняя часть роговицы; задняя роговично-водянистая

3. Соответствующая величина рефракции на всех границах раздела обеспечивает: а. эмметропия

б. простой астигматизм

в. аметропия

д. сложный астигматизм

4. Упрощение сложностей рефракции в глазу приводит к а/ап: а. эмметропический глаз б. преломляющий глаз

в. схематично уменьшенный

глаз д. аметропический глаз

5. Осевая длина, определенная Галлстрандом, равна: а. 24 см б. 24 м

в. 2,44 см д.

2,44 мм



22

ПРЕРЛАМАЮЩАЯ СИЛА КРИВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать влияние радиуса кривизны на рефракцию.
- { рассчитать мощность искривленной поверхности.
- { рассчитать мощность глазных поверхностей.

Ключевые моменты

- { Слезы, роговица, водянистая оболочка хрусталика и стекловидное тело имеют изогнутую поверхность, что приводит к последней переменной рефракции в глазу: радиус кривизны (r).
- { Преломляющая сила искривленной поверхности является функцией ее r и преломляющей способности. индекс (R_1) двух сред по изогнутой поверхности.
- { Если r уменьшится, преломляющая сила увеличится. Если r увеличивается, рефракция активная мощность уменьшится.
- { Совместное использование воздушно-разрывной и передней поверхностей роговицы обеспечивает положительную вергентность (плюс власть).
- { Задняя роговично-водная поверхность обеспечивает отрицательную вергентность (минус власть).
- { Обе поверхности хрусталика обеспечивают положительную вергентность (плюссилу).
- { Воздушно-передняя поверхность очковой линзы обеспечивает положительную вергентность (плюссилу).
- { Задняя поверхность очковой линзы-воздуха обеспечивает отрицательную вергентность (минус власть).
- { Поверхность воздушной слезы обеспечивает наибольшую дополнительную мощность входящим световым лучам.

Ключевые
моменты

(продолжение)

- { Нечеткость зрения из-за сухости глаз возникает из-за потери положительной силы воздуха-слезы. лицо.
- { Пациенты с рефракционной коррекцией ≥ 4 Д часто жалуются на дискомфорт при базовая кривизна отличается от привычной для очков линз.
- { Сахарный диабет может вызывать гиперметропические и миопические сдвиги на 3–4 D из-за различных изменений. изменения уровня глюкозы в крови.
- { Рефракционная хирургия для устранения близорукости или дальнозоркости, изменения кривизны роговицы. туры.
- { Кривизну роговицы, измеренную при кератометрии, можно преобразовать в диоптрии (D). до мм р.
- { Базовая кривая контактной линзы — это центральная задняя кривая, имеющая специфическую букву г.

ФИНАЛЬНАЯ ПЕРЕМЕННАЯ

До сих пор мы имели дело с такими переменными, как показатель преломления (RI) и закон Снелла, связанный с преломлением на плоских (неискривленных) поверхностях. Эти переменные также применялись к рефракции глаза, чтобы установить его рефракционный статус (эмметропия и аметропия).

Последняя часть этой головоломки, где наше оптическое «путешествие» начнет и закончится, — это применить все эти концепции к преломлению в слезах, роговице, слезной жидкости, хрусталике и стекловидном теле. Поскольку все эти поверхности изогнуты, в этой главе будет представлена последняя переменная рефракции в глазу: радиус кривизны (r) и преломляющая сила изогнутых поверхностей.

Хотя термин «радиус кривизны» звучит сложно, медицинский персонал-офтальмологи (ОМП) сталкивается с ним каждый день, поскольку он также известен как базовая кривизна очков и контактных линз и является основой офтальмометра (кератометра). Базовая кривая ОМП «8,4» или «8,6», которую ОМП упоминает каждый день в клинике при подборе мягких контактных линз (SCL), относится к радиусу контактной линзы в мм.

ПРЕРЛАМАЮЩАЯ СИЛА КРИВОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Хотя закон Снелла применим ко всем лучам света, попадающим в глаз, r роговицы (и, следовательно, слезной пленки) добавляет последнюю переменную к преломлению света. Точно так же сила линз меняется в зависимости от их r.

Преломляющая способность изогнутой поверхности зависит от:

- { r изогнутой поверхности
- { RI двух сред по обе стороны от изогнутой поверхности

Эти факторы могут быть выражены математически следующим образом:

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Где:

- P = преломляющая сила в диоптриях (Д)
- n_1 = RI среды, из которой исходит свет (первая среда) n_2 = RI среды, в которую поступает свет (вторая среда)
- r = радиус кривизны (в м) преломляющей поверхности

Поскольку r роговицы и хрусталика обычно указывается в миллиметрах, для упрощения вычислений формулу можно изменить, чтобы считать r в миллиметрах. Поскольку в 1 м 1000 мм, числитель и знаменатель умножаются на 1000, и формула принимает вид:

$$P(Д) = \frac{1000 (n_2 - n_1)}{1000 r(м)} = \frac{1000 (n_2 - n_1)}{r(мм)}$$

Где:

- P = преломляющая сила в D
- n_1 = RI среды, из которой исходит свет (первая среда) n_2 = RI среды, в которую поступает свет (вторая среда)
- r = радиус кривизны (в мм) преломляющей поверхности.

Следовательно, если r уменьшится, преломляющая сила увеличится. Если r увеличивается, преломляющая сила уменьшится. Описанные изменения вергенции и мощности происходят независимо от того, попадает ли свет в глаз или выходит из него.

РЕФРАКЦИЯ НА ИСКЛЮЧЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ВОЗДУХ-СЛЕЗА-РОГОВИЧНЫЙ КОМПЛЕКС

Помимо изменений мощности из-за изменений r искривленной поверхности, поверхность также будет обеспечивать изменения вергенции. Является ли вергенция положительной (плюс мощность) или отрицательной (минус мощность) зависит от кривизны поверхности между двумя преломляющими средами¹:

- { Если преломляющая поверхность со средой с большим RI выпуклая, вергенция будет положительной (плюссила).
- { Если преломляющая поверхность среды с большим RI вогнута, то вергенция будет отрицательной (минусстепень).

Используя схему, описанную выше, можно увидеть, что изогнутые поверхности комплекса воздух-слеза-передняя часть роговицы вместе обеспечивают положительную вергентность (плюс-степень), тогда как задняя роговично-водная изогнутая поверхность обеспечивает отрицательную вергентность (минус мощность) (рис. 22-1). Вергенция и силы, как описано, возникают независимо от того, входит ли свет в глаз или выходит из него.

Преломление на криволинейных поверхностях кристаллической линзы.

Обе поверхности хрусталика выпуклые, RI хрусталика больше, чем у водного и стекловидного тела. Согласно описанной выше схеме обе поверхности хрусталика обеспечивают положительную вергентность (плюс силу) (рис. 22-2). Вергенция и силы, как описано, возникают независимо от того, входит ли свет в глаз или выходит из него.

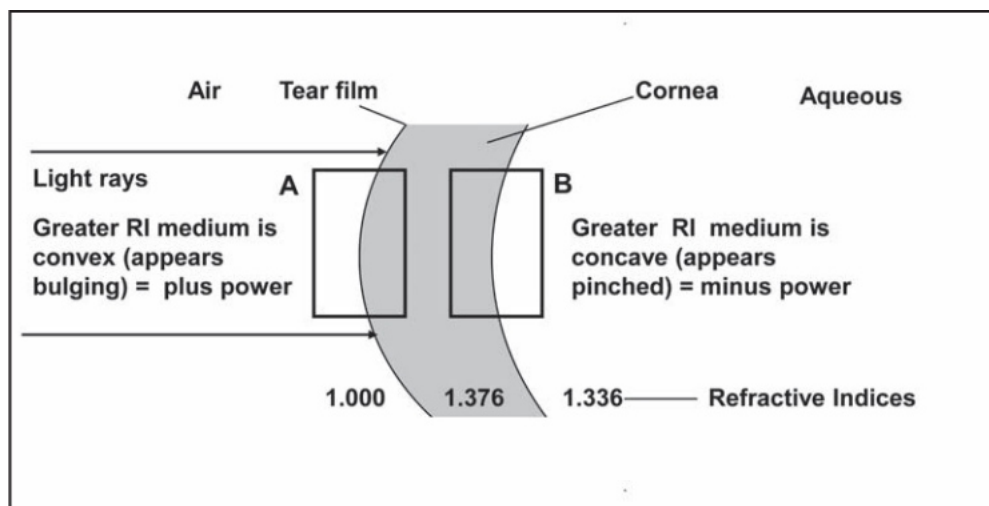


Рисунок 22-1. Вергентия меняется на световые лучи за счет комбинации воздух-слезы-роговица-вода. Если среда с большим показателем преломления (RI) выпуклая, она обеспечивает положительную вергентность (плюс мощность) (A); тогда как, если среда с большим RI является вогнутой, она обеспечивает отрицательную вергентность (минус мощность) (B). Показаны RI для воздуха (1,000), роговицы (1,376) и водной среды (1,336). RI слез такой же, как и у водной. Показатели преломления по Tall et al.2

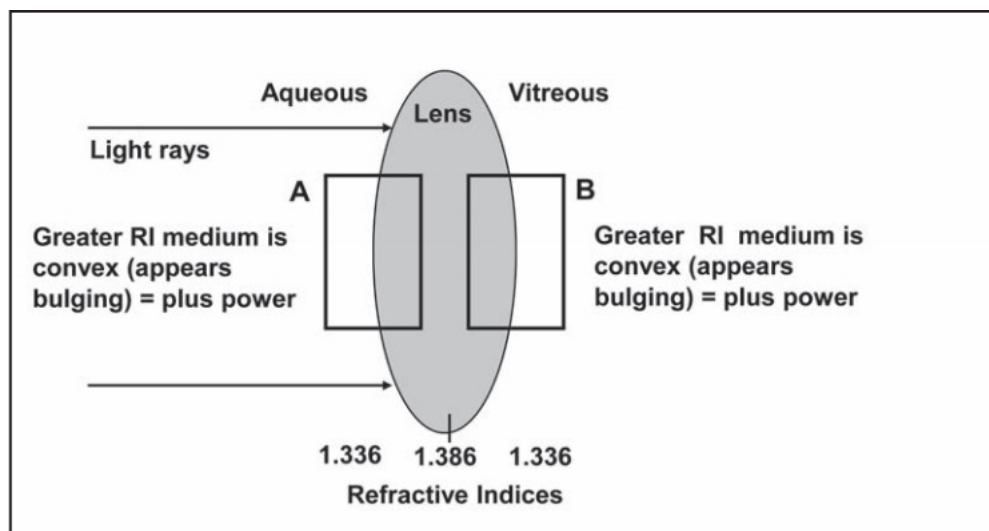


Рисунок 22-2. Вергентия меняется на световые лучи хрусталика. Хрусталик имеет больший показатель преломления (RI) и выпуклый с обеих сторон (A и B). Таким образом, обе поверхности обеспечивают положительную вергентность (плюсстепень). Показатели преломления по Tall et al.2

РЕФРАКЦИЯ ОЧКОВЫМИ ЛИНЗАМИ

По вергентии (положительная и отрицательная) и силе (плюс и минус) очковая линза оптически подобна комбинации слеза-роговица-вода. Обе поверхности очковой линзы изогнуты. Воздушно-передняя поверхность очковой линзы выпуклая и обеспечивает положительную вергентность.

(плюс-сила), тогда как отрицательная вергенция (минус-сила) обеспечивается задней поверхностью линзы-воздуха, которая является вогнутой (рис. 22-3). Описанные вергенция и оптическая сила возникают, когда свет проходит через очковую линзу в обоих направлениях.

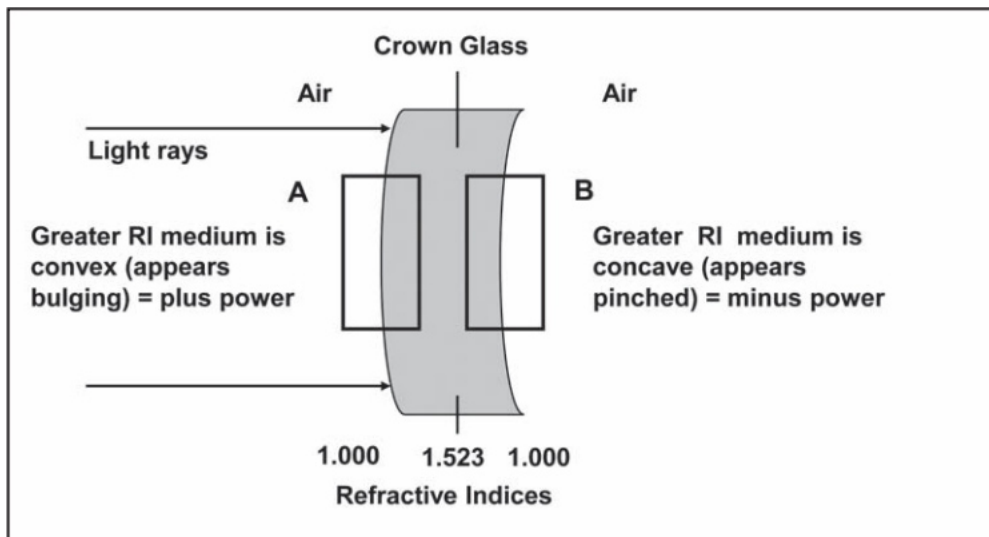


Рисунок 22-3. Вергенция меняется на световые лучи очковых линз. Передняя поверхность очковой линзы выпуклая, ее показатель преломления (RI) больше, чем у воздуха (A); следовательно, он обеспечивает положительную вергентность (плюссила). Задняя поверхность очковой линзы вогнутая, ее RI больше, чем у воздуха (B); он обеспечивает отрицательную вергентность (минусстепень). Показатели преломления по Tall et al.2

КРАТКИЙ ОБЗОР ВСЕХ РЕФРАКЦИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С ГЛАЗОМ

Изменения вергенции и силы, обеспечиваемые пятью изогнутыми поверхностями глаза, суммированы в Таблице 22-1. Вергенция и оптическая сила, как описано, возникают независимо от того, входит ли свет в глаз или выходит из него или проходит через очковую линзу в любом направлении.

| Таблица 22-1 | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------|
| Оптическая поверхность среды для вергенции преломления света (мощность) | | |
| Слезы | Воздух-слезы | Положительный (плюс) |
| Роговица | Слезы передней роговицы | Положительный (плюс) |
| Водный | Задняя роговично-водянистая оболочка | Отрицательный (минус) |
| Хрусталик | Водно-передняя линза | Положительная (плюс) |
| <small>стекловидное тело</small> | Задняя хрусталик-стекловидное тело | Положительный (плюс) |
| Очковая линза | Воздушно-передняя очковая линза | Положительная (плюс) |
| Очковая линза | Задняя очковая линза-воздух | Отрицательная (минус) |

РАСЧЕТ РЕФРАКЦИОННОЙ СИЛЫ ИСКЛЮЧЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГЛАЗА

Преломление света для создания изображений на сетчатке происходит на пяти изогнутых поверхностях, описанных выше, а сходимости и мощность (в D) каждой поверхности способствуют общему преломлению света в глазу (Таблица 22-2). Эти значения получены с использованием формулы, описанной выше, со стандартными значениями R1 и r для различных сред. 2,3 Вергентность и оптическая сила, как описано, возникают независимо от того, входит ли свет в глаз или выходит из него.

Пример 1

Какова сила искривленной поверхности воздушной слезы при попадании световых лучей в глаз? [RI: воздух (1.000), слезы (1.336); r передней части роговицы, что делает слезную пленку изогнутой: 7,7 мм, 2]

$$\begin{aligned} n1 &= \text{воздух} \\ n1 &= 1,000 \\ &= \text{разрывы } n2 \\ &= 1,336 \\ r &= 7,7 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(D) &= \frac{1000 (n2 - n1)}{r(\text{мм})} \\ P(D) &= \frac{1000 (1,336 - 1,000)}{7,7} \\ P(D) &= \frac{1000 (0,336)}{7,7} \\ P(D) &= 43,6 \\ P(D) &= +43,6 \text{ Д} \end{aligned}$$

Пример 2

Какова сила слезо-передней изогнутой поверхности роговицы при попадании световых лучей в глаз? [RI: слезы (1,336), роговица (1,376); r передней части роговицы: 7,7 мм, 2]

$$\begin{aligned} n1 &= \text{разрывы} \\ n1 &= 1,336 \\ n2 &= \text{роговица} \\ n2 &= 1,376 \\ r &= 7,7 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P(D) &= \frac{1000 (n2 - n1)}{r(\text{мм})} \\ P(D) &= \frac{1000 (1,376 - 1,336)}{7,7} \\ P(D) &= \frac{1000 (0,040)}{7,7} \\ P(D) &= 5,2 \\ P(D) &= +5,2 \text{ Д} \end{aligned}$$

Пример 3

Какова сила задней роговично-водной изогнутой поверхности при попадании световых лучей в глаз? [RI: роговица (1,376), водный раствор (1,336); r задней части роговицы: 6,8 мм.]

n1 = роговица
 n1 = 1,376
 n2 = водный n2 =
 1,336
 r = 6,8 мм

$$P(D) = \frac{1000 (n2 - n1)}{r(\text{мм})}$$

$$P(D) = \frac{1000 (1,336 - 1,376)}{6,8}$$

$$P(D) = \frac{1000 (-0,040)}{6,8}$$

$$P(D) = -40$$

$$P(D) = -5,8 \text{ Д}$$

| Таблица 22-2 | | |
|---------------------------|--|----------------------------------|
| СМИ | Поверхность для света | Вергентность рефракции (Сила; D) |
| Слезы | Воздух-слезы | +43,6 |
| Роговица | Слезы-передняя часть роговицы | +5,2 |
| Водный | Задняя роговично-водянистая оболочка – 5,8 | |
| Объектив | Водно-передняя линза; ядро линзы; задний хрусталик-стекловидное тело | +19 |
| Итого для Глаз +62 | | |

Важные моменты, полученные из Таблицы 22-2, включают:

- { Поверхность воздушной слезы обеспечивает наибольшую положительную силу падающим световым лучам (+43,6D).
- { Сухая роговица дает размытое изображение.
- { Задняя роговично-водная поверхность обеспечивает минусовую мощность (–5,8D).
- { Воздух, слезы и роговица вместе составляют примерно 69,25% (+43 Д) от общего количества рефракция глаза (+62D).
- { Обе поверхности хрусталика обеспечивают дополнительную мощность.

КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Размытость изображения из-за сухости глаз

Опытные специалисты знают, что пациенты с сухими глазами жалуются на нечеткость зрения. Как это объясняется?

Как видно из информации, представленной в Таблице 22-2, наибольшая положительная сила в глазу обеспечивается искривленной поверхностью воздушной слезы. Когда эта поверхность нарушается, значительная часть плюсовой силы (+43 D) теряется, что приводит к размытию изображения из-за индуцированной дальнозоркости. Моргание или закапывание продаваемых без рецепта искусственных слез восстанавливает искривленную поверхность и ее мощную рефракцию.

Это может быть хорошим средством измерения аномалий рефракции у пожилых пациентов, которые часто не моргают во время рефрактометрии.

Базовая кривая очковых линз

Пациенты часто жалуются на дискомфорт при ношении новой пары очков, хотя линзометрия, рефрактометрия и повторное измерение зрачкового расстояния показывают, что все параметры соответствуют требованиям.⁴

В этих случаях необходимо проверить базовую кривую новых очковых линз и, если она отличается от нынешних очковых линз, изменить ее порядок на основе базовой кривой, которую пациент использовал ранее.

Изменения преломляющей силы при сахарном диабете

Сахарный диабет часто приводит к гиперметропическому и миопическому сдвигу на 3–4 D и аномалиям рефракции из-за изменений уровня глюкозы в крови, что вызывает изменения RI хрусталика.⁵

Поскольку r передней поверхности хрусталика остается неизменным, изменения мощности являются следствием изменения значения n_2 при рассмотрении водно-передней криволинейной поверхности хрусталика:

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Более высокий уровень глюкозы в крови (мг/дл) = увеличение n_2 = увеличение $P(D)$ = миопический сдвиг
Низкий уровень глюкозы в крови (мг/дл) = уменьшение n_2 = уменьшение $P(D)$ = дальнозоркий сдвиг

Рефракционная хирургия

Рефракционная хирургия для устранения или, по крайней мере, уменьшения близорукости получила широкое распространение после радиальной кератотомии в середине 20 века. Дальнейшие достижения привели к появлению множества новых процедур, и сегодня население всего мира знакомо с более распространенными хирургическими процедурами.⁶

Целью рефракционной хирургии для устранения или, по крайней мере, уменьшения близорукости является увеличение радиуса кривизны передней части роговицы, тем самым уменьшая положительную вергентность (плюс мощность) комплекса воздух-слеза-передняя часть роговицы.

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Увеличение $r(m)$ = уменьшение положительной вергенции = уменьшение $P(D)$

Методы увеличения r включают хирургические процедуры, такие как ФПК, LASIK, LASEK и INTACS.

Рефракционная хирургия для устранения или, по крайней мере, уменьшения дальнозоркости была создана после успехов в хирургическом лечении близорукости.

Целью рефракционной хирургии для устранения или, по крайней мере, уменьшения дальнозоркости является уменьшение радиуса кривизны передней части роговицы, тем самым увеличивая положительную вергентность (плюс мощность) комплекса воздух-слеза-передняя часть роговицы.

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Уменьшите r(m) = увеличьте положительную вергентность = увеличьте P(D)

Методы уменьшения r включают такие процедуры, как LASIK, СК и ТК.

Кератометрия

Кератометрия — это измерение кривизны роговицы, процедура, которую ОМР регулярно выполняет. Хотя показания кератометрии в карте пациента обозначаются в мощности (D), энергетический барабан офтальмометра (кератометра) также обозначается в радиусе кривизны (дюймы). Это очень полезно, поскольку базовая кривая контактной линзы (см. ниже) обычно обозначается в мм от r.

Мощность роговицы (D) и ее r (мм) находятся в обратной зависимости — когда одна увеличивается, другая уменьшается. Эту зависимость можно наблюдать на приводном барабане офтальмометра, который имеет обозначения в D и мм, увеличивающиеся в противоположных направлениях.

Базовая кривая контактных линз

Примечание. Для ознакомления с основами контактных линз и их базовыми кривыми следует обращаться к стандартным учебникам.

Базовая кривая контактных линз — это центральная задняя кривая контактной линзы, и эта кривая контактирует с роговицей. Базовая кривая имеет определенный радиус кривизны, который основан на значении r роговицы, полученном с помощью кератометрии (см. Выше).

Чрезмерно плоские (т.е. свободные) контактные линзы слишком сильно перемещаются по роговице, вызывая ощущение инородного тела и дискомфорт. Их необходимо сделать более крутыми (т.е. ужесточить), уменьшив базовую кривизну контактных линз.

Как описано выше, базовая кривая на самом деле представляет собой r центральной задней кривой контактной линзы и может быть математически выражена как:

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Где:

- P = преломляющая сила в D
- n1 = RI среды, из которой исходит свет (первая среда) n2 = RI среды, в которую поступает свет (вторая среда)
- r = радиус кривизны (в м) преломляющей поверхности (базовая кривая)

Таким образом, r(m), базовая кривая контактной линзы, может быть изменена для достижения оптического соответствия:

Уменьшение r(m) базовой кривой = делает контактную линзу круче (т. е. ужесточает ее).

Чрезмерно плотно прилегающие (т. е. тугие) контактные линзы слишком плотно прилегают к роговице, вызывая ощущение жжения, «горячие» глаза, покраснение и дискомфорт. Их необходимо сгладить (то есть ослабить), увеличив базовую кривизну контактных линз.

Как описано выше, базовая кривая на самом деле представляет собой r центральной задней кривой контактной линзы и может быть математически выражена как:

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Где:

- P = преломляющая сила в D
- n1 = RI среды, из которой исходит свет (первая среда)

$n_2 = n_1$ среды, в которую попадает свет (вторая среда)
 r = радиус кривизны (в м) преломляющей поверхности (базовая кривая)

Таким образом, $r(m)$, базовая кривая контактной линзы, может быть изменена для достижения оптического соответствия:

Увеличение $r(m)$ базовой кривой = сглаживает (т.е. ослабляет) контактную линзу.

Изменение базовых кривых SCL не влияет на назначение коррекции аномалии рефракции. Однако это не тот случай, когда базовые кривые жестких газопроницаемых (РГП) контактных линз изменяются. Когда базовая кривая RGP становится круче, коррекцию рефракционной ошибки необходимо изменить в минусовом направлении (меньше плюса или больше минуса). Когда базовая кривая RGP сглажена, коррекцию рефракционной ошибки необходимо изменить в положительную сторону (больше плюс или меньше минус).

Рекомендации

1. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 1988.
 2. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.
 3. Штейн Х.А., Слатт Б.Дж., Штейн Р.М. Ассистент офтальмолога: Руководство для офтальмологического медицинского персонала. Нью-Йорк, штат Нью-Йорк: Мосби; 2000.
 4. Шукла А.В. Протоколы критического мышления для медицинского персонала офтальмологии: рефрактометрия. J Офтальмологический уход и технологии. 1999;18(1):24-28.
 5. Томас Д., Грэм Э.М. Глазные нарушения, связанные с системными заболеваниями. В: Риордан-Ева П., Уитчер Дж.П., ред. Общая офтальмология Воана и Эсбери. 17-е изд. Нью-Йорк, штат Нью-Йорк: Ланге/МакГроу-Хилл; 2008: 305–339.
 6. Вайс Дж.С., Азар Д.Т., Белли М.В. и др. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 14: Рефракционная хирургия. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2004.
-

Обзорные вопросы

1. Последняя переменная, описанная при рассмотрении преломления света: а. показатель преломления б. угол падения с. радиус кривизны д. угол преломления
2. Формулу расчета мощности искривленной поверхности можно переписать в виде:

а. $n_2 = [P(D)][r(m)] + n_1$

б. $r(m) = \frac{(P(D) - n_1)}{n_2}$

в. $n_2 = [P(D)] [r(m)] - n_1$

д. $r(m) = \frac{(P(D) - n_2)}{n_1}$

3. Как изменится мощность криволинейной поверхности, если изменить диаметр с 1 м до 2 м, при этом все остальные факторы останутся неизменными?
- a. мощность уменьшится вдвое
 - b. мощность останется неизменной
 - c. мощность будет равна нулю
 - d. мощность будет удвоена
4. Как меняется преломляющая сила роговицы при ее аппланации для измерения внутриглазного давления?
- a. оно увеличится
 - b. оно останется неизменным
 - v. оно изменится непредсказуемо
 - d. оно уменьшится
5. Какова мощность искривленной поверхности ($RI = 1,200$) диаметром 20 см, если на нее попадает свет после прохождения через воздух?
- a. 5 Д б.
 - 2 Д в. 10
 - Д д. 20 Д
6. Как изменится радиус кривизны (r) криволинейной поверхности, если уменьшить ее мощность, а RI оставить неизменным?
- a. r увеличится
 - b. r уменьшится
 - v. r не повлияет
 - d. r не следует рассматривать
7. Больному 54 лет произведена операция по удалению катаракты, имплантирована ИОЛ +20 Д. Если эта ИОЛ ($RI = 1,89$) находился в воздухе, его преломляющая способность, скорее всего, будет: а. оставаться неизменным б. уменьшиться в. колебаться д. увеличиваться



23

РАЗМЕЩЕНИЕ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { описать изменения оптической силы хрусталика.
- { рассчитать силу коррекции расстояния для детей с дальнозоркостью.
- { рассчитать силу чтения адда для пресбиопов.

Ключевые моменты

- { Аккомодация – это изменение фокусирующей способности хрусталика.
- { У детей с высоким уровнем дальнозоркости аккомодация может привести к аккомодационной эзотропии.
- { Аккомодационное усилие и реакция возникают, когда объект приближается к глаз (т.е. чтение).
- { С возрастом аккомодационная реакция снижается, что приводит к пресбиопии и для чтения требуются бифокальные очки.
- { Максимальная фокусирующая сила нормального хрусталика, сфокусированного вдаль, равна +19 D.
- { До 8 лет максимальная сила фокусировки нормального хрусталика во время проживания +33 D.
- { Амплитуда аккомодации полезна для определения бифокального чтения. власть.
- { Аккомодацию можно облегчить, используя плюсовые линзы.

РАЗМЕЩЕНИЕ И ОТВЕТ

Аккомодация — это изменение фокусирующей способности хрусталика, которое можно разделить на две части — аккомодационное усилие и аккомодационную реакцию.

Аккомодационное усилие — это механизм, с помощью которого цилиарная мышца сокращается, а связочные корки расслабляются, чтобы изменить форму хрусталика внутри глаза. Аккомодационная реакция — это увеличение фокусирующей способности хрусталика за счет увеличения выпуклости передней поверхности хрусталика для создания резких изображений.¹ Во время аккомодации принципиальное изменение морфологии происходит в хрусталике, толщина (передне-заднее расстояние) увеличивается преимущественно за счет наклона передней изогнутой поверхности вперед.

Аккомодационный ответ можно ослабить, используя плюсовые линзы.

У детей с высокой дальнозоркостью усилие и реакция аккомодации могут возникать при остроте зрения вдаль и усиливаться при чтении. Поскольку аккомодация используется для фокусировки удаленного объекта в ямке, для чтения потребуются дополнительная аккомодация. Из-за синкинетической реакции (рефлекса) (т. е. аккомодации, конвергенции и миоза, происходящих одновременно), глаза могут конвергироваться, что приводит к аккомодационной эзотропии. Таким пациентам требуется полная гиперметропическая коррекция для дали и бифокальная коррекция для чтения. Добавление плюсовых линз для дали расслабляет аккомодацию и устраняет аккомодационную эзотропию.

У взрослых аккомодационное усилие и реакция возникают, когда объект приближается к глазу (например, при чтении). С возрастом аккомодационная реакция снижается, что приводит к пресбиопии, и для чтения требуются бифокальные очки. Псевдофаки сохраняют аккомодационное усилие, но уже не имеют аккомодационной реакции.

При просмотре на расстоянии к хрусталику и связанным с ним структурам глаза применяются следующие условия:

- { цилиарная мышца расслаблена
- { Зонулы растянуты
- { линза самая тонкая

Во время аккомодации в анатомии хрусталика и связанных с ним структур глаза происходят следующие изменения:

- { сокращается цилиарная мышца
- { поясные мышцы расслабляются
- { линза утолщается

Максимальная сила нормального хрусталика, сфокусированного на расстоянии (т. е. неаккомодирующего), составляет примерно +19 Д. Из них +9 Д обеспечивает изогнутая передняя поверхность хрусталика, а +10 Д - изогнутая задняя поверхность хрусталика. До 8 лет максимальная сила фокусировки нормального хрусталика во время аккомодации составляет примерно +33 Д. Таким образом, хрусталик может увеличить силу фокусировки максимум на +14 Д ($33 \text{ Д} - 19 \text{ Д} = 14 \text{ Д}$).

РАСЧЕТ АМПЛИТУДЫ АККОМОДАЦИИ

Амплитуда аккомодации (также называемая амплитудой аккомодации) — это максимальное изменение фокусирующей способности хрусталика, которое может произойти, и оно уменьшается с возрастом.

Когда для чтения требуется бифокальная дополнительная сила, это состояние называется пресбиопией (обычно начинается с 42 лет), хотя фактическая потребность в бифокальной дополнительной мощности сильно варьируется из-за разных расстояний чтения и условий освещения.²

Как указано выше, максимальная амплитуда аккомодации нормального глаза составляет +14 Д при изменении оптической силы хрусталика от +19 Д до +33 Д. Максимальная амплитуда аккомодации

Нормальный глаз имеется до 8 лет, а затем уменьшается по следующей обобщенной схеме 1:

- { В возрасте от 8 до 40 лет аккомодационная амплитуда уменьшается на +1 Д каждый раз. 4 года.
- { В 40 лет оставшаяся амплитуда аккомодации составляет +6 Д.
- { В возрасте от 40 до 48 лет амплитуда аккомодации уменьшается на +1,5 Д каждый раз. 4 года.
- { В 48 лет оставшаяся амплитуда аккомодации составляет +3 Д.
- { В возрасте старше 48 лет амплитуда аккомодации снижается на +0,5 Д каждые 4 года.
- { Аккомодационная амплитуда равна 0 в возрасте 72 лет.

Амплитуда аккомодации может быть определена по приведенной выше схеме или рассчитана по следующим формулам:

$$\text{Возраст от 8 до 39 лет: амплитуда} = 14 - \frac{(\text{возраст} - 8)}{4}$$

$$\text{Возраст от 40 до 48 лет: амплитуда} = 6 - \left\{ 1,5 \left[\frac{(\text{возраст} - 40)}{4} \right] \right\}$$

$$\text{Возраст} > 48 \text{ лет: амплитуда} = 3 - \left\{ 0,5 \left[\frac{(\text{возраст} - 48)}{4} \right] \right\}$$

ОПТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.

Амплитуда аккомодации может быть оптически определена как разница между дальней и ближней точками глаза:

Дальняя точка (f) — это самая дальняя точка (в метрах), в которой объект находится в фокусе. Дальняя точка также является ошибкой рефракции (F) и может быть преобразована в диоптрии (D):

$$\Phi(D) = \frac{1}{f(m)}$$

Для удобства можно также использовать см или мм:

$$\Phi(D) = \frac{100}{f(\text{см})} = \frac{1000}{f(\text{мм})}$$

F будет минусовым, если дальняя точка находится в минусовом пространстве или перед глазом (например, при близорукости), и положительным, если она находится в плюсовом пространстве или позади глаза (например, при дальнозоркости).

Ближняя точка (n) — это ближайшая точка (в м), в которой объект находится в фокусе, и возникает, когда линза максимально аккомодирует (N). Его можно преобразовать в D:

$$H(D) = \frac{1}{n(m)}$$

Для удобства можно также использовать см или мм:

$$H(D) = \frac{100}{n(\text{см})} = \frac{1000}{n(\text{мм})}$$

У корригированных или некорригированных эметропов N зависит от доступной аккомодационной амплитуды.

Пример 1

Какова ближняя точка 20-летнего эметропа или скорректированного эметропа?

Амплиту аккомодации можно определить, используя возраст и описанную выше схему:

Возраст от 8 до 39:

$$\text{амплитуда} = 14 - \frac{(\text{возраст} - 8)}{4}$$

$$\text{амплитуда} = 14 - \frac{(20 - 8)}{4}$$

$$\text{амплитуда} = 14 - 3$$

$$4 \text{ амплитуда} = 14 - 3$$

$$3 \text{ амплитуда} = 11 \text{ Д}$$

Преобразование в расстояние:

$$N(D) = \frac{1}{n(1 \text{ м})}$$

$$n(m) = \frac{1}{N(1 \text{ Д})}$$

$$n(m) = \frac{1}{11 \text{ Д}}$$

$$n(m) = 0,09 \text{ м}$$

$$n(m) = 9 \text{ см}$$

Ближайшая точка будет находиться на расстоянии 9 см, а объекты, расположенные ближе, будут выглядеть размытыми.

При некорригированной близорукости дальняя точка (F) будет находиться в минусовом пространстве перед глазом (например, на расстоянии 25 см при близорукости -4 Д), а ближняя точка (N) будет соответственно ближе, в зависимости от доступной аккомодационной способности. амплитуда (A).

$$H = A + \Phi$$

Пример 2

Какова ближайшая точка для 28-летнего человека с некорригированной близорукостью 4 D?

Амплиту аккомодации можно определить, используя возраст и описанную выше схему:

Возраст от 8 до 39:

$$\text{амплитуда} = 14 - \frac{(\text{возраст} - 8)}{4}$$

$$\text{амплитуда} = 14 - \frac{(28 - 8)}{4}$$

$$\text{амплитуда} = 14 - 5$$

$$4 \text{ амплитуда} = 14 - 5$$

$$\text{амплитуда} = 9 \text{ Д}$$

С:

$$\begin{aligned}
 H &= A + Ж \\
 H &= 9 + 4 \text{ Д} \\
 &= 13 \text{ Д}
 \end{aligned}$$

Преобразование в расстояние:

$$N(D) = \frac{1}{n(D)} \text{ м}$$

$$n(m) = \frac{1}{N(D)}$$

$$n(m) = \frac{1}{13} \text{ м}$$

$$n(m) = 0,07 \text{ м}$$

$$n(m) = 7 \text{ см}$$

Ближайшая точка будет находиться на расстоянии 7 см, а объекты, расположенные ближе, будут выглядеть размытыми.

При нескорректированной дальновзоркости точка близи (N) будет отходить дальше перед глазом, поскольку часть доступной аккомодационной амплитуды (A) будет использоваться для коррекции дальновзоркости.

Таким образом, при дальновзоркости ближней точкой будет разница между A и дальней точкой (нескорректированная ошибка рефракции; F):

$$H = A - Ж$$

Пример 3

Какова ближайшая точка 32-летнего человека с 5D некорригированной дальновзоркостью?

Амплитуду аккомодации можно определить, используя возраст и описанную выше схему:

Возраст от 8 до 39:

$$\text{амплитуда} = 14 - \frac{(\text{возраст} - 8)}{4}$$

$$\text{амплитуда} = 14 - \frac{(32 - 8)}{4}$$

$$\text{амплитуда} = 14 - 6$$

$$\text{амплитуда} = 8 \text{ Д}$$

С:

$$\begin{aligned}
 H &= A - Ж \\
 H &= 8 - (+5) \text{ Д} \\
 &= 8 - 5 \text{ Д} = 3 \text{ Д}
 \end{aligned}$$

Преобразование в расстояние:

$$N(D) = \frac{1}{n(D)} \text{ м}$$

$$n(m) = \frac{1}{N(D)}$$

$$n(m) = \frac{1}{3} \text{ м}$$

$$n(m) = 0,33 \text{ м}$$

$$n(m) = 33 \text{ см}$$

Ближайшая точка будет находиться на расстоянии 33 см, а объекты ближе этого расстояния будут выглядеть размытыми.

ИЗМЕРЕНИЕ АМПЛИТУДЫ АККОМОДАЦИИ

Во время аккомодации дальняя точка приближается к глазу, а ближняя тоже соответственно приближается. Как описано выше, аккомодационное усилие — это сокращение цилиарной мышцы, тогда как аккомодационная реакция — это увеличение мощности хрусталика. При пресбиопии аккомодационное усилие остается неизменным, но реакция постепенно снижается.

Аккомодационная реакция глаза выражается двумя способами:

1. Амплитуда аккомодации (изменение мощности в D), которая полезна для определения значения дополнительной мощности.
2. Диапазон аккомодации (расстояние между дальней и ближней точками глаза), полезный для оценки способности выполнять задачу вблизи.

Амплитуда аккомодации является монокулярной функцией. Бикулярные амплитуды будут больше, чем монокулярные. Таким образом, пациенты могут читать более мелкий шрифт обоими глазами, чем каждым глазом по отдельности. 1

Часто необходимо провести два измерения: 1) потребность в аккомодации, при которой расстояние, на котором выполняется задача вблизи, преобразуется в D; и 2) среднее значение монокулярных амплитуд аккомодации.

| Таблица 23-1 | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---|
| Задача | Аккомодативный Нуждаться* | Средняя монокулярная амплитуда | Бифокальная дополнительная мощность (требуется амплитуда минус диоптрии) |
| Чтение на расстоянии 33 см. | +3 Д | +4 Д | +1 Д |
| Рукоделие на высоте 20 см. | +5 Д | | +3 Д |

*Расстояние, на котором выполняется задача на близком расстоянии, преобразованное в D.

Примером может служить 44-летний скорректированный эметроп, которому нравится рукоделие на высоте 20 см, а не чтение на высоте 33 см (Таблица 23-1).

Монокулярную амплитуду аккомодации можно измерить двумя способами 1:

1. Правило Принца (металлический стержень с размерами дюймов, см, м, D и ротограмма ближней точки Райхерта)
2. Сферические линзы

Принц Рул

- { Правило принца правильно расположено на рефракторе (форопторе).
- { ОС окклюдируют, перед ОД вставляют сферическую линзу +3D.
- { Это приближает дальнюю точку к 33 см, а ближнюю — соответственно.
- { Пациент просматривает отпечатки J2 или J3 на ротограмме Reichert Nearpoint.
- { Ротокарта ближней точки Райхерта сначала отодвигается дальше, а буква D обозначается положение, в котором отпечаток впервые кажется размытым. Это дальняя точка.
- { Затем ротограмма ближней точки Райхерта перемещается ближе, и буква D обозначается буквой D. положение, в котором отпечаток сначала кажется размытым. Это ближайшая точка.

- { Разница в D между дальней и ближней точками представляет собой монокулярную амплитуду жилье для ОД.
- { Повторите процедуру с ОС.

Сферические линзы

- { Правило принца правильно расположено на рефракторе (форопторе).
- { ОС закрыта, и пациент использует OD для просмотра J2 или J3 на ближней точке Райхерта. Роточарт, расположен на высоте 40 см.
- { Аккомодация стимулируется добавлением минус-сферических линз, при этом отмечается буква D, когда отпечаток сначала выглядит размытым. Это дальняя точка.
- { Затем аккомодацию ослабляют добавлением плюсовых сферических линз и отмечают букву D, когда отпечаток сначала выглядит размытым. Это ближайшая точка.
- { Разница в D между дальней и ближней точками представляет собой монокулярную амплитуду жилье для ОД.
- { Повторите процедуру с ОС.

АККОМОДАЦИЯ И СИНКИНЕТИЧЕСКИЙ ОТВЕТ

Когда глаза, первоначально сфокусированные на расстоянии, пытаются сфокусироваться на ближней задаче, например чтении, происходят следующие физиологические изменения, которые вместе называются синкинетической реакцией (рефлексом):

- { глаза вмещают
- { глаза сходятся
- { зрачки сужаются (миоз)

Часто ошибка рефракции на расстоянии настолько велика, что для обеспечения необходимой дополнительной силы на расстоянии используется аккомодация. Чем больше дальнозоркость, тем больше аккомодационные усилия на расстоянии. В этом состоянии глаза также могут сближаться из-за синкинетической реакции, вызывая, таким образом, эзотропию, которая усиливается, когда пациент фокусируется вблизи. Поскольку для создания эзотропии используется аккомодация, такие отклонения называются аккомодационной эзотропией. Поскольку аномалии рефракции у детей обычно являются гиперметропическими, аккомодационная эзотропия часто наблюдается у детей, но может встречаться и у взрослых.

Дети с дальнозоркостью и аккомодационной эзотропией носят очковые линзы с коррекцией расстояния, а также бифокальное приспособление для чтения, целью которого является расслабление аккомодации при выполнении задач вблизи, таких как чтение. Поскольку дополнительная сила обеспечивается очковыми линзами для дали и близи, аккомодация расслабляется и эзотропия устраняется.

Протокол определения дальнозоркости у детей с изометропической дальнозоркостью:

- { Определите истинную дальнозоркость с помощью циклоплегической рефрактометрии.
- { Определите доступную амплитуду аккомодации.
- { Разделите аккомодационную амплитуду на 2.
- { Половину оставьте в запасе.
- { Другая половина может быть использована для наблюдения на расстоянии.
- { Коррекция расстояния становится:

$$(\text{Ошибка рефракции}) - \frac{(\text{Акомодационная амплитуда})}{2}$$
- { Если результат отрицательный, коррекция не требуется.

Пример 4

Больной 12 лет, у которого результат циклоплегической рефрактометрии +5 SPH OU:

$$\begin{aligned}
 &\text{Циклоплегическая рефрактометрия} = +5 \text{ SPH} \\
 &\text{Амплитуда аккомодации} = (+14) - (+1) \\
 &\quad = +14 - 1 \\
 &\quad = +13 \\
 &\text{Разделите аккомодационную амплитуду на 2} = \frac{+13}{2} \\
 &\quad = +6,5 \\
 &\text{Оставить половину в резерве} = +6,5. \\
 &\quad \text{Использовать вторую половину:} = +6,5 \\
 &\text{Коррекция расстояния} = (\text{Ошибка рефракции}) - \frac{(\text{Акомодационная амплитуда})}{2} \\
 &\quad = (+5) - (+6,5) \\
 &\quad = +5 - 6,5 = \\
 &\quad -1,5
 \end{aligned}$$

Поскольку результат отрицательный, коррекция не требуется, хотя лицензированные практикующие врачи могут решить добавить некоторую положительную мощность для предотвращения аккомодационной эзотропии.

Пример 5

Больной 12 лет, у которого результат циклоплегической рефрактометрии +7,5 SPH OU:

$$\begin{aligned}
 &\text{Циклоплегическая рефрактометрия} = +7,5 \\
 &\text{SPH Амплитуда аккомодации} = (+14) - (+1) \\
 &\quad = +14 - 1 \\
 &\quad = +13 \\
 &\text{Разделите аккомодационную амплитуду на 2} = \frac{+13}{2} \\
 &\quad = +6,5 \\
 &\text{Оставить половину в резерве} = +6,5. \\
 &\quad \text{Использовать вторую половину:} = +6,5 \\
 &\text{Коррекция расстояния} = (\text{Ошибка рефракции}) - \frac{(\text{Акомодационная амплитуда})}{2} \\
 &\quad = (+7,5) - (+6,5) \\
 &\quad = +7,5 - 6,5 = +1
 \end{aligned}$$

Поправка на расстояние составляет +1 SPH OU. Пациенту требуется +7,5 Д, из них +1 Д обеспечивается очковыми линзами, а +6,5 Д – аккомодацией. Лицензированные практикующие врачи могут выбрать дополнительную положительную мощность, чтобы уменьшить +6,5 Д, обеспечиваемую аккомодацией, и предотвратить аккомодационную эзотропию.

Очковые линзы для коррекции анизометропии у детей с дальнозоркостью балансируются путем применения амплитуды аккомодации к степени дальнозоркости в каждом глазу. В этой схеме оба глаза могут аккомодировать, используя половину доступной амплитуды аккомодации. Это обеспечивает некоторую необходимую дополнительную мощность OU. Очковые линзы рекомендуются при оставшейся степени неисправленной дальнозоркости в каждом глазу с гиперметропией.

Протокол определения дальнозоркости у детей с анизометропической дальнозоркостью:

- { Определите истинную дальнозоркость с помощью циклоплегической рефрактометрии.
- { Определите доступную монокулярную амплитуду аккомодации.
- { Разделите аккомодационную амплитуду на 2.
- { Половину оставьте в запасе.
- { Другая половина может использоваться для размещения на расстоянии.
- { Коррекция расстояния для каждого глаза составляет:

$$\text{(Нарушение рефракции дальнозоркого глаза)} - \text{(Акомодационная амплитуда)}$$

Пример 6

Пациент 6 лет, у которого циклоплегическая рефрактометрия OD +8,00 SPH и OS +10,00 SPH:

$$\begin{aligned} \text{Амплитуда аккомодации} &= (+14) - (0) \\ &= +14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Разделите аккомодационную амплитуду на 2} &= \frac{+14}{2} \\ &= +7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Оставить половину в резерве} &= +7 \\ \text{Используйте вторую половину:} &= +7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Поправка на расстояние для OD равна} &= \text{(Ошибка рефракции)} - \text{(Акомодационная амплитуда)} \\ &= (+8) - (+7) \\ &= +8 - 7 = +1 \\ &\text{Д} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Поправка на расстояние для ОС равна} &= \text{(Ошибка рефракции)} - \text{(Акомодационная амплитуда)} \\ &= (+10) - (+7) \\ &= +10 - 7 = +3 \\ &\text{Д} \end{aligned}$$

Коррекция очковых линз – это:

$$\begin{aligned} \text{OD: } &+1,00 \text{ SPH} \\ \text{OS: } &+3,00 \text{ SPH} \end{aligned}$$

Пациенту необходимо +8,00 SPH для ОД. Из них +1 Д обеспечивает очковая линза, а +7 Д – аккомодация. Пациенту необходимо +10,00 SPH для ОС. Из них +3 Д обеспечивает очковая линза, а +7 Д – аккомодация. Лицензированные практикующие специалисты могут предоставить дополнительные полномочия OU.

РАЗМЕЩЕНИЕ И ЧТЕНИЕ ADD POWER

Подготовив почву, мы теперь можем исследовать, как корректируются линзы при пресбиопии. Концепция очень похожа на описанные выше. Единственный необходимый дополнительный параметр — это потребность в аккомодации, которая представляет собой диоптрийное значение расстояния, на котором выполняется задача вблизи:

$$\text{Потребность в аккомодации (D)} = \frac{1}{\text{Расстояние (m)}}$$

Для удобства можно также использовать см или мм:

$$\text{Адаптационная потребность (D)} = \frac{100}{\text{Расстояние (см)}} = \frac{1000}{\text{Расстояние (мм)}}$$

Если больной читает с 33 см, то аккомодационная потребность +3 Д:

$$\text{Потребность в аккомодации (D)} = \frac{100}{\text{Расстояние (см)}} = \frac{100}{33} = 3$$

Или, если больной занимается рукоделием на 20 см, то аккомодационная потребность +5 Д:

$$\text{Потребность в аккомодации (D)} = \frac{100}{\text{Расстояние (см)}} = \frac{100}{20} = 5$$

Общий протокол 1:

- { Определить потребность в приспособлении (D).
- { Определите доступную амплитуду аккомодации (D).
- { Разделите амплитуду аккомодации на 2.
- { Половину оставьте в запасе.
- { Другая половина может быть использована для проживания вблизи.
- { Чтение добавления:

$$(\text{Потребность в размещении}) - (\text{Аккомодационная амплитуда})$$

Пример 7

Определите дополнительную мощность чтения для 44-летнего человека, впервые страдающего пресбиопией и читающего на расстоянии 25 см.

$$\text{Аккомодационная потребность} = 25 \text{ см}$$

$$= \frac{100}{25}$$

$$= +4 \text{ Д}$$

$$\text{Амплитуда аккомодации} = 6 - \left\{ 1,5 \left[\frac{(\text{возраст} - 40)}{4} \right] \right\}$$

$$= 6 - \left\{ 1,5 \left[\frac{(44 - 40)}{4} \right] \right\}$$

$$= 6 - \left\{ 1,5 \left[\frac{4}{4} \right] \right\}$$

$$= 6 - 1,5$$

$$= +4,5$$

$$\text{Разделите амплитуду аккомодации на 2} = \frac{4,5}{2}$$

$$= +2,25 \text{ Д}$$

$$\text{Одну половину оставьте в резерве} = +2,25$$

D. Вторую половину можно использовать для

$$\text{размещение вблизи} = +2,25 \text{ D}$$

$$\text{Чтение добавления} = (\text{Активационная потребность}) - (\text{Аккомодационная амплитуда})$$

$$= (4) - \frac{(4,5)}{2}$$

$$= 4 - 2,25 =$$

$$+1,75 \text{ Д}$$

Потребуется добавление чтения +1,75 D.

Рекомендации

1. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.
2. Штейн Х.А., Штейн Р.М., Фриман М.И. Офтальмологический помощник: текст для смежных и связанных с ним офтальмологических специалистов. 8-е изд. Чикаго, Иллинойс: Мосби; 2006.
-

Обзорные вопросы

1. К аккомодационным усилиям относятся: а.
сокращение зонул
б. сокращение передней капсулы с.
расслабление цилиарной мышцы д.
сокращение цилиарной мышцы
2. Аккомодационная реакция относится к: а.
увеличение длины зонулы
б. увеличение выпуклости передней капсулы
хрусталика с. расслабление цилиарной мышцы д.
увеличение плотности линз
3. При максимальной аккомодации сила линзы изменяется от:
а. от +62 Д до +76 Д
б. от +19 Д до +33 Д
в. от +19 Д до +50 Д
д. от +12 Д до +62 Д
4. Размещение можно облегчить, предоставив пациенту: а.
ПЛ-объектив
б. минус линза
с. призма
д. плюс линза
5. Во время максимальной аккомодации у 7-летнего ребенка общая мощность глаза равна (предположим, что общая оптическая сила нормального глаза равна +62 Д без аккомодации):
а. +76 Д б.
+62 Д в.
+33 Д д.
+19 Д



24

РЕФРАКТИВНЫЕ ОШИБКИ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { опишите дальнозоркость, близорукость и виды астигматизма.
- { рассчитать силы для скрытой, явной и абсолютной дальнозоркости.
- { описать коррекцию линз при астигматизме.

Ключевые моменты

- { Эмметропические глаза имеют необходимое количество плюсовой энергии и не требуют любая коррекция рефракции.
- { Аметропические глаза не обладают достаточным количеством плюсовой силы и требуют рефракционная коррекция.
- { Аметропия включает близорукость, дальнозоркость и астигматизм.
- { Рефрактометрия — это процесс измерения ошибки рефракции с использованием оптического принтера. цыплы.
- { Рефракция – это процесс принятия клинического решения о назначении корректирующих средств. линзы.
- { Близорукость, или близорукость, возникает в глазах с чрезмерным увеличением плюсовой силы.
- { Дальнозоркость, или дальнозоркость, возникает в глазах, у которых недостаточная положительная сила.
- { Дети с умеренной дальнозоркостью могут исправить большинство дальнозорких ошибок.
- { Дальнозоркость разделяют на скрытую, манифестную и абсолютную.
- { Общее правило: абсолютная коррекция дальнозоркости (обязательно); манифестная дальнозоркость исправление (может быть дано); и латентная коррекция дальнозоркости (не должна проводиться).

Ключевые моменты (продолжение)

- { Регулярный астигматизм может быть пяти типов: простой близорукий, простой дальнозоркий, ком-Фунтовая близорукость, сложная дальнозоркость и смешанный астигматизм.
- { Если вертикальная ось круче, астигматизм называется «правилом по правилу» (или W/R).
- { Если горизонтальная ось круче, астигматизм называется противоречащим правилам (или A/P).
- { Неправильный астигматизм возникает, когда топография роговицы изменяется таким образом, что его невозможно исправить очковыми линзами.

ОШИБКИ РЕФРАКТИВНОСТИ – ВВЕДЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Определение аномалии рефракции позволяет отличить потерю зрения из-за органического заболевания от неисправленной аномалии рефракции. У всех пациентов, чья наилучшая скорректированная острота зрения хуже 20/20, необходимо проверить наличие аномалий рефракции. 1,2

Многие термины используются для описания различных состояний, связанных с рефракцией в глазу.

При эметропии лучи света из бесконечности фокусируются в ямке и создают четкое изображение. Эметропические глаза имеют соответствующую величину плюсовой силы и не требуют какой-либо коррекции рефракции. Пациентов, у которых полностью проведена коррекция линзами, обычно называют скорректированными эметропами.

При аметропии лучи света от бесконечности не фокусируются в ямке и создают размытое изображение. Аметропические глаза не обладают необходимой плюсовой силой и требуют коррекции рефракции. Аметропия включает в себя:

- { близорукость
- { дальнозоркость
- { астигматизм

Рефрактометрия — это процесс измерения ошибки рефракции с использованием оптических принципов. Обычно это называют явной рефракцией (MR), хотя правильный термин должен быть явной рефрактометрией. МРТ может выполняться обученным медицинским персоналом-офтальмологом (ОМР) с использованием рефрактора (фороптора), ретиноскопа, пробных линз или автоматических инструментов.

Рефракция — это процесс принятия клинического решения о назначении корректирующих линз с использованием данных рефрактометрии, остроты зрения, аккомодационной способности, мышечного баланса и прозрачности хрусталика. Рефракция требует принятия медицинских решений и клинической оценки и может выполняться только лицензированными офтальмологами (MD и DO) и оптометристами (OD).

Близорукость

Близорукость, или близорукость, возникает в глазах с чрезмерным увеличением плюсовой силы. Поэтому наиболее четкое изображение формируется впереди от ямки. Дальняя точка близоруких глаз находится в плюсовом пространстве и соответствует неаккомодационной коррекции очковых линз:

Например,

- { При близорукости SPH $-1,00$ дальняя точка находится на расстоянии 100 см.
- { При близорукости SPH $-3,00$ дальняя точка находится на расстоянии 33,3 см.

Прищуривание является типичной реакцией людей с близорукостью, поскольку оно улучшает некорректированную остроту зрения за счет создания эффекта точечного отверстия, при котором центральные лучи падают под углом 90 градусов и не требуют преломления. Однако постоянное прищуривание может привести к головным болям и астигматизму. Кроме того, косоглазие может привести к уменьшению нормального поля зрения.

Близорукость может быть вызвана различными причинами³:

- { **Осевая миопия:** осевая длина близорукого глаза больше, чем обычно, что приводит к параличу глаза. Направьте лучи света в фокус перед сетчаткой. Осевая близорукость – наиболее распространенный тип близорукости.
- { **Близорукость по кривизне:** глаз имеет нормальную осевую длину, но роговица круче, чем в норме радиус кривизны меньше нормального, в результате чего параллельные лучи света фокусируются впереди сетчатки.
- { **Индексная близорукость:** показатель преломления (RI) хрусталика увеличивается, что приводит к параллельному свету. лучи фокусируются перед сетчаткой. Индексная близорукость может быть вызвана сахарным диабетом и катарактой.

Симптомы близорукости являются классическими и включают в себя:

- { Нескорректированное зрение вдаль размыто.
- { Некорректированное зрение вблизи ясное.

Близорукость должна быть полностью исправлена, чтобы обеспечить четкое зрение вдаль. Поскольку минусовые линзы уменьшают размер изображения, коррекции, превышающие $-4 D$, приводят к уменьшению размера изображения на сетчатке, и этот эффект усиливается с увеличением увеличения. Следовательно, восприятие глубины также может быть затронуто, поскольку меньшие изображения на сетчатке воспринимаются мозгом как находящиеся на больших расстояниях.

Размер изображения на сетчатке уменьшается (следовательно, возникают трудности с восприятием глубины) и может быть сведен к минимуму с помощью контактных линз, которые не влияют на размеры изображения в такой степени, как очковые линзы. Контактные линзы также не имеют аберраций, вызванных периферией толстых очковых линз, что обеспечивает лучшее периферийное зрение.

ДАЛЬНОЗОРКОСТЬ

Дальнозоркость, или гиперметропия, возникает в глазах, у которых недостаточная положительная сила. Самое четкое изображение образуется позади ямки. Дальняя точка дальнозорких глаз находится в минус пространстве и за бесконечностью. Самое четкое изображение необходимо переместить вперед, в ямку. Это может быть достигнуто двумя способами:

1. Использование аккомодации для обеспечения дополнительной мощности.
2. Использование плюсовых линз для обеспечения дополнительной плюсовой мощности.

Дальнозоркость может быть вызвана различными причинами³:

- { **Осевая дальнозоркость:** осевая длина глаза с дальнозоркостью короче нормальной, что приводит к параллельным лучам света фокусируются позади ямки.
- { **Дальнозоркость по кривизне:** глаз имеет нормальную осевую длину, но роговица более плоская, чем у глаз. В норме радиус кривизны больше нормы, в результате чего параллельные лучи света фокусируются позади сетчатки.

У детей с умеренной дальнозоркостью нет никаких симптомов, поскольку их достаточная аккомодационная амплитуда может исправить большинство ошибок, связанных с дальнозоркостью. Общее правило для детей следующее:

$$\text{Гиперметропическая коррекция} = \text{сферическая часть CR} - \frac{(\text{Акомодационная амплитуда})}{2}$$

У взрослых симптомы дальности обычно проявляются при выполнении близких задач (например, чтении) и могут включать:

- { головные боли
- { обжигающее ощущение
- { тянущее ощущение
- { диплопия

Все эти симптомы являются результатом постоянной необходимости приспосабливаться. У пациентов пресбиопического возраста (факичные пациенты 42 лет и старше) симптомы проявляются, когда ближняя точка выходит за пределы длины руки пациента.

Дальность классифицируют на скрытую, манифестную и абсолютную (табл. 24-1).³

| Тип Дальности | Определение | Неисправленное Острота зрения | Коррекция очковых линз |
|---------------------------|--|-------------------------------|---|
| Скрытый | Исправлено размещение | Нормальный | Плюсовые линзы не нужны (они вызовут размытие) |
| Манифест (факультативный) | Корректируется аккомодацией или плюсовыми линзами. | Нормальный | Можно использовать линзы Plus, но это не обязательно. |
| Абсолютный | Исправлено только плюс линзы | Необходимы линзы Blurry Plus. | |

Лучший способ подумать о коррекции различных типов дальности — это изучить, как можно перенести самые резкие изображения в ямку. Напомним, что дальность возникает в глазах с неадекватной положительной вергентностью (плюссилла). Таким образом, наиболее четкое изображение будет формироваться позади ямки. Чтобы исправить любой тип дальности, изображение просто необходимо переместить кпереди от ямки, каким-то образом обеспечив дополнительное увеличение (рис. 24-1):

- { При латентной дальности хрусталик обеспечивает дополнительную силу. Поскольку эта плюсовая мощность всегда присутствует, для перемещения изображения вперед не требуются плюсовые линзы.
- { При явной (факультативной) дальности аккомодация может обеспечить дополнительную силу. Плюс линзы или аккомодация необходима для перемещения изображения вперед.
- { При абсолютной дальности для перемещения изображения вперед необходимы плюсовые линзы.

Абсолютную дальность можно измерить, и она представляет собой положительную силу, необходимую для достижения наилучшей скорректированной остроты зрения (например, +2 D, необходимые для первого чтения, скажем, 20/25+2). Манифестальную (факультативную) дальность можно измерить, и она представляет собой дополнительную плюсовую мощность, необходимую для поддержания наилучшей скорректированной остроты зрения (например, дополнительный +1 D, необходимый для продолжения чтения 20/25+2). Скрытую дальность необходимо вычислить и провести циклопегическую рефрактометрию (см. рис. 24-1).

$$\text{Скрытая дальность (L)} = \text{Циклопегическая рефрактометрия (CR)} - [\text{Абсолютная (A)} + \text{Манифестная дальность (M)}]$$

$$L = CR - (A + M)$$

Общее правило³:

Абсолютная коррекция дальности: Требуется.

Коррекция явной гиперметропии: Можно корректировать для расслабления аккомодации. Коррекция скрытой гиперметропии: Не требуется.

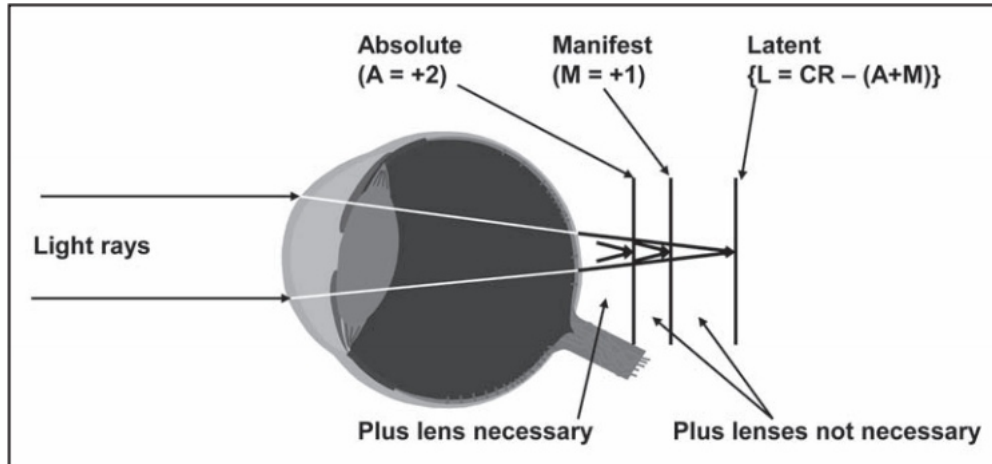


Рисунок 24-1. Виды дальности. Скрытый (L) и манифестный (M) компоненты дальности не требуют коррекции, поскольку аккомодация смещает изображения в ямке вперед. Компонент абсолютной дальности (A) не требует аккомодации и требует использования плюсовой линзы для перемещения изображения в ямке. (CR – циклоплегическая рефрактометрия.)

Пример 1

Подробности см. на рис. 24-1.

Абсолютная дальность (A) = +2 (пациент сначала читает 20/25+2)

Манифестная дальность (M) = +1 (пациент продолжает читать 20/25+2)

Циклоплегическая рефрактометрия (CR) = +5

Скрытая дальность (L) = CR - (A + M)

$$L = +5 - (+2 + 1)$$

$$L = +5 - (+3) L =$$

$$+5 - 3 L = +2$$

Этому пациенту требуется +2 Д, чтобы прочитать 20/25+2, и его можно скорректировать дополнительным +1 Д для расслабления аккомодации, но не требуется полная циклоплегическая коррекция (+5 Д).

Итак, что произойдет с рефракцией в глазу пациента, если провести коррекцию полной циклоплегической дальности?

В примере 1 пациенту требуется +2 Д, но его можно скорректировать дополнительным +1 Д, что в сумме составит +3 Д. Если вместо этого провести коррекцию пациента с помощью +5 Д, то после исчезновения циклоплегических эффектов у пациента сработает латентная дальность +2 Д, и у пациента появится избыток плюсовой силы, что приведет к близорукости и нечеткости изображения. Даже если пациент расслабит манифестную (факультативную) дальность, равную +1 Д, все равно останется избыток плюсовой силы, создающий размытость вследствие индуцированной близорукости.

Пример 2

Определите различные компоненты дальнозоркости у следующего пациента и силу коррекции расстояния:

Возраст пациента = пациент 7 лет.

Некорригированная острота зрения = 20/40. Острота зрения корректируется до 20/20+2 = +3 D.

Острота зрения по-прежнему 20+2
= +4 D. Циклоплегическая рефрактометрия
= +6 D. Амплитуда аккомодации.

(см. главу 23) = +14 D

Половина аккомодационной

можно использовать амплитуду = +7

| Состояние | Результат |
|---|---|
| Абсолютная дальнозоркость | +3 D |
| Манифестная (факультативная) дальнозоркость | $= (+4) - (+3)$ $= +4 - 3 = +1$ D |
| Скрытая дальнозоркость | $= (+6) - (+3 + 1)$ $= (+6) - (+4) =$ $+6 - 4 = +2$ D |
| Мощность коррекции расстояния | Нет |

Поскольку пациент может использовать до +7 D амплитуды аккомодации, коррекция не требуется.

Пример 3

Определите различные компоненты дальнозоркости у следующего пациента и силу коррекции расстояния:

Возраст пациента = пациент 36 лет.

Некорригированная острота зрения = 20/70. Острота зрения корректируется до 20/20+2 = +5 D.

Острота зрения по-прежнему 20+2
= +6 D. Циклоплегическая рефрактометрия
= +7 D. Амплитуда аккомодации.

(см. главу 23) = +14 – $\frac{(36 \div 8)}$

= +14 – $\frac{(+48)}$

= +14 – (+7)

= +14 – 7 =

+7

Половина помещения

можно использовать амплитуду = +3,50

| Состояние | Результат |
|---|---|
| Абсолютная дальнозоркость | +5 Д |
| Манифестная (факультативная) дальнозоркость | $= (+6) - (+5) =$ $+6 - 5 = +1 \text{ Д}$ |
| Скрытая дальнозоркость | $= (+7) - (+5 + 1)$ $= (+7) - (+6) =$ $+7 - 6 = +1 \text{ Д}$ |
| Сила коррекции расстояния | $= (+5) - (+3,50) =$ $+5 - 3,50 = +1,50$ Д Пациенту необходимо +5 Д. Из них +1,50 Д обеспечивается очковыми линзами, а +3,50 Д – аккомодацией. Пациенту может быть предоставлен дополнительный +1 Д за расслабление. Тогда коррекция расстояния составит +2,50 Д. |

Этому пациенту требуется +1,5 Д для чтения 20/20+2, и его можно скорректировать дополнительным +1 Д для расслабления аккомодации, но не следует корригировать полной циклоплегической коррекцией (+7 Д).

РЕГУЛЯРАСТИГМАТИЗМ

При астигматизме лучи света не одинаково преломляются во всех меридианах и не одинаково фокусируются во всех меридианах. Из-за неравномерной фокусировки свет фокусируется вдоль линии, а не по точке (астигма = отсутствие точки).

Астигматизм может быть регулярным и нерегулярным. В то время как регулярный астигматизм (вызванный рефракцией, как описано выше) поддается коррекции с помощью очков и контактных линз, неправильный астигматизм (вызванный нарушениями роговицы) не поддается коррекции с помощью очков и мягких контактных линз (МКЛ) и требует жестких газопроницаемых линз (МКЛ). РГП) контактные линзы или операция на роговице.

Поскольку наиболее распространенным типом астигматизма, наблюдаемым в клинических условиях, является обычный астигматизм, он будет обсуждаться далее.

Концепции коноида Штурма и круга наименьшего замешательства имеют прямое применение при рассмотрении регулярного астигматизма, и читателям рекомендуется ознакомиться с этими подробностями в главе 20.

Правильный астигматизм можно исправить с помощью цилиндрических и сфероцилиндрических линз. При регулярном астигматизме оси максимальной и минимальной оптической силы расположены под углом 90 градусов друг к другу и разделены коноидом Штурма. Регулярный астигматизм может быть пяти типов (подробнее см. главы 8, 17 и 18): 1. простой близорукий астигматизм 2. простой дальнозоркий астигматизм 3. сложный миопический астигматизм 4. сложный гиперметропический астигматизм 5. смешанный астигматизм

Обычный астигматизм может быть вызван роговицей и/или хрусталиком, поскольку радиус кривизны (дюймы в мм) и, следовательно, мощность (дюймы) не одинаковы во всех направлениях. Если

вертикальная ось круче, астигматизм называется «правилом по правилу» (или W/R). Если горизонтальная ось круче, астигматизм называется противоречащим правилам (или A/R). Роговичный астигматизм W/R встречается чаще, тогда как хрусталик обычно вызывает астигматизм A/R.

Регулярный астигматизм, измеренный во время рефрактометрии, представляет собой общий астигматизм (АТ) и представляет собой сумму роговичного астигматизма (АК) и хрусталикового (хрусталикового) астигматизма (АЛ):

$$(AT) = (AK) + (AL)$$

Пациенты с неисправленным астигматизмом не могут ясно видеть вдаль или вблизи и обычно щурятся, чтобы исключить один набор световых лучей. Материал для чтения можно держать очень близко, чтобы воспользоваться преимуществами увеличения. Конечным результатом всех этих адаптаций является то, что неисправленный астигматизм вызывает боли в бровях.5

Пример 4

Определите источник(и) и тип(ы) регулярного астигматизма с помощью следующих параметров:

$$\begin{aligned} \text{Кератометрия} &= 42,50 @ 165 / 44,00 @ 75 \\ \text{АК} &= 1,5 \text{ Д В/П} \\ \text{Манифестная рефрактометрия} &= -3,25 + 1,50 \times 75 \\ \text{АТ} &= 1,5 \text{ Д В/Р АТ} \\ &= (\text{АК}) + (\text{АЛ}) \text{ АЛ} \\ &= (\text{АТ}) - (\text{АК}) \text{ АЛ} = \\ &= (1,5) - (1,5) \text{ АЛ} = 0 \end{aligned}$$

1,5 D правильного астигматизма соответствует роговице, а ось (75) указывает W/R.

Пример 5

Определите источник(и) и тип(ы) регулярного астигматизма с помощью следующих параметров:

$$\begin{aligned} \text{Кератометрия} &= 44,50/44,50 \\ \text{АК} &= 0 \\ \text{Манифестная рефрактометрия} &= +1,25 + 1,00 \times 165 \\ \text{АТ} &= 1 \text{ Д А/Р} \\ \text{АТ} &= (\text{АК}) + (\text{АЛ}) \\ \text{АЛ} &= (\text{АТ}) - (\text{АК}) \\ \text{АЛ} &= (1) - (0) \text{ АЛ} = \\ &= 1 \end{aligned}$$

1D правильного астигматизма двояковыпуклый, а ось (165) указывает A/R.

Пример 6

Определите источник(и) и тип(ы) регулярного астигматизма с помощью следующих параметров:

$$\begin{aligned} \text{Кератометрия} &= 42,50 @ 165 / 44,00 @ 75 \\ \text{АК} &= 1,5 \text{ Д В/П} \\ \text{Манифестная рефрактометрия} &= +1,25 \text{ SPH} \\ \text{АТ} &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}AT &= (AK) + (AL) \\AL &= (AT) - (AK) \\AL &= (0) - (1,5) \text{ AL} \\&= -1,5\end{aligned}$$

1,5 D правильного астигматизма является линтикулярным и A/R (т. е. под углом 90 градусов к роговичному астигматизму). Общий астигматизм равен 0, поскольку роговичный астигматизм 1 D W/R компенсируется линтикулярным астигматизмом 1 D A/R.

Рекомендации

1. Шукла А.В. Протоколы критического мышления для офтальмологического медицинского персонала: важность остроты зрения и рефрактометрии. Точки зрения, Ассоциация технического персонала в офтальмологии. 2006;Сентябрь.
2. Шукла А.В. Протоколы критического мышления для офтальмологического медицинского персонала: тестирование на нечеткость зрения. Точки зрения, Ассоциация технического персонала в офтальмологии. 2007;март.
3. Штейн Х.А., Штейн Р.М., Фриман М.И. *Офтальмологический помощник: текст для смежных и связанных с ним офтальмологических специалистов.* 8-е изд. Чикаго, Иллинойс: Мосби; 2006.
4. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. *Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы.* Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.
5. Шукла А.В. *Протоколы критического мышления для медицинского персонала офтальмологии: рефрактометрия. J Офтальмологический уход и технологии.* 1999;18(1):24-28.

Обзорные вопросы

1. Состояние, при котором глаз не имеет необходимого количества плюсовой силы, это:
 - а. близорукость
 - б. аметропия в.
 - дальнозоркость д.
 - эмметропия
2. Изменения плюсовой силы глаза вследствие уменьшения радиуса кривизны роговицы обычно наблюдаются при:
 - а. близорукость
 - б. аметропия в.
 - дальнозоркость д.
 - эмметропия
3. Аккомодация часто используется для получения четкого изображения удаленного объекта:
 - а. близорукость
 - б. аметропия в.
 - дальнозоркость д.
 - эмметропия

4. Пациент, который впервые видит 20/20 с +2,00 Д и продолжает видеть 20/20 с дополнительные +0,75 Д:
- а. необходимо дать +2,75 Д
 - б. должно быть задано +0,75
 - в. можно дать +2,75 Д
 - г. можно дать +0,75 Д
5. Больной, впервые видящий 20/20 при +1,00 Д, продолжает видеть 20/20 при дополнительном +0,75 Д, а у которых циклоплегическая рефрактометрия +3,50 Д:
- а. необходимо дать +3,50 Д
 - б. должно быть задано +0,75
 - в. можно поставить +1. 75
 - г. можно дать +3,50 Д
6. 65-летний пациент, у которого предоперационная манифестная рефрактометрия составляла +2,00 SPH, перенес ничем не примечательную операцию по удалению катаракты с имплантацией заднекамерной интраокулярной линзы. Послеоперационная рефрактометрия составила $-0,50+1,50 \times 87$. Эти данные свидетельствуют о наличии:
- а. 1,5 D послеоперационного роговического астигматизма A/R
 - б. 1,5 D преоп лентикулярного астигматизма A/R
 - в. 0,5 D послеоперационного роговического астигматизма W/R
 - г. Преоп лентикулярный астигматизм W/R 1,5 дптр.

25

ПРАВИЛО Прентиса, ДЕЦЕНТРАЦИЯ, И ИНДУЦИРУЕМ ПРИЗМУ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { опишите правило Прентиса, децентрацию и индуцированную призму.
- { рассчитать индуцированную призму и необходимую децентрацию.

Ключевые моменты

- { Расстояние между центрами зрачков обоих глаз называется зрачком пациента. расстояние (ПД).
- { Расстояние между центрами проводов правого и левого глаза оправы равно кадр ПД.
- { Если два центра не совпадают, индуцируется призма.
- { Правило Прентиса: (Индуцированная призма, в PD или Δ) = (Сила линзы, в D) x (Оптический центр смещение [ОС], см).
- { Индуцированная призма может быть получена путем расчета величины децентрации ОС.
- { Направление призмы всегда обозначается с использованием основания призмы.
- { У плюсовой линзы основание смещено в ту же сторону, что и ОК.
- { У минусовой линзы основание смещено в сторону, противоположную ОК.
- { Призмы, ориентированные в одном направлении, вычитаются, чтобы получить результирующую призму.
- { Для получения результирующей призмы добавляются призмы, ориентированные в противоположном направлении.
- { Оптические лаборатории обычно разделяют призму между двумя очковыми линзами.

ДЕЦЕНТРАЦИЯ И ИНДУЦИРОВАННАЯ ПРИЗМА

При заказе очковых линз по рецепту оптический магазин измеряет зрачковое расстояние (PD) — расстояние в мм между центрами зрачков обоих глаз — пациента. Это называется PD пациента или межзрачковым расстоянием (IPD). Кроме того, измеряется также расстояние в мм между центрами проводов правого и левого глаза оправы. Это называется кадром PD (рис. 25-1).

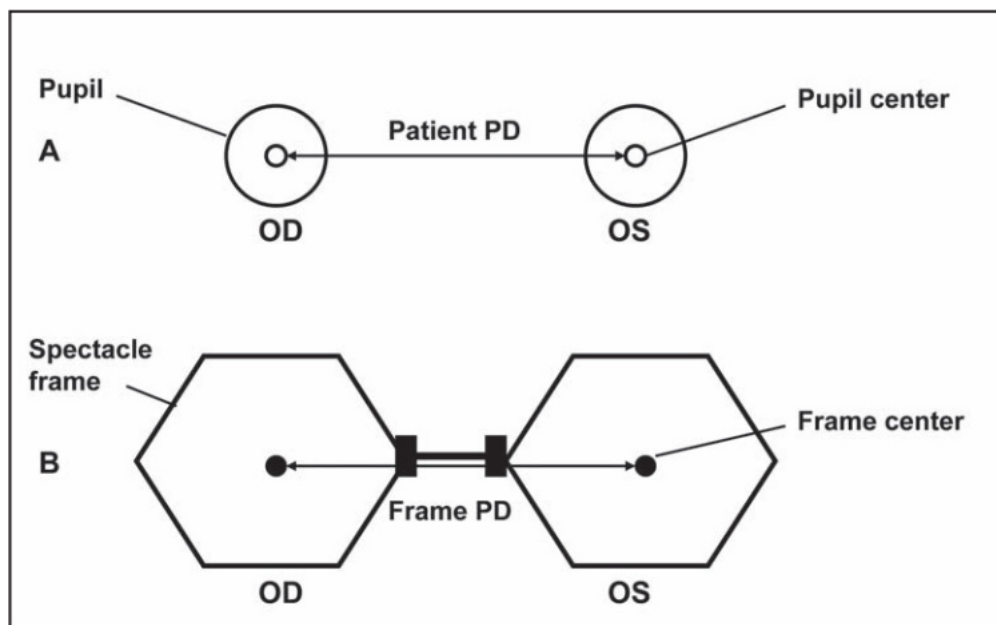


Рисунок 25-1. Зрачковые расстояния. Расстояние между центром каждого зрачка называется зрачковым расстоянием пациента или PD пациента (A). Расстояние между центром OD и OS оправы очков называется оправой PD (B).

После того, как оптическая лаборатория сформирует рецепт на заготовке очковой линзы, готовую линзу необходимо разрезать таким образом, чтобы 1) она правильно вписывалась в оправу очков и 2) оптический центр (ОС) линзы совпадал с центром оправы очков и центр зрачка (рис. 25-2). Этот процесс правильного совмещения ОС линз с центрами проводов правого и левого глаза оправы очков и центрами зрачков каждого глаза называется децентрацией. Правильная децентрация достигается путем помещения готовой линзы на шаблон и перемещения ее так, чтобы линза ОС находилась в центре проушины оправы очков и зрачка. Для этого процесса необходимы точные измерения ЧР пациента и кадра.

Правильно децентрированная пара очковых линз не только будет подходить по размеру, но и PD пациента и PD оправы будут одинаковыми, так что ОС зрачка и линзы совпадут в каждом глазу (рис. 25-2А). Если децентрация не выполнена должным образом, два центра не будут совпадать в одной или обеих линзах, что приведет к образованию ненужной призмы (так называемой индуцированной призмы) (рис. 25-2В).

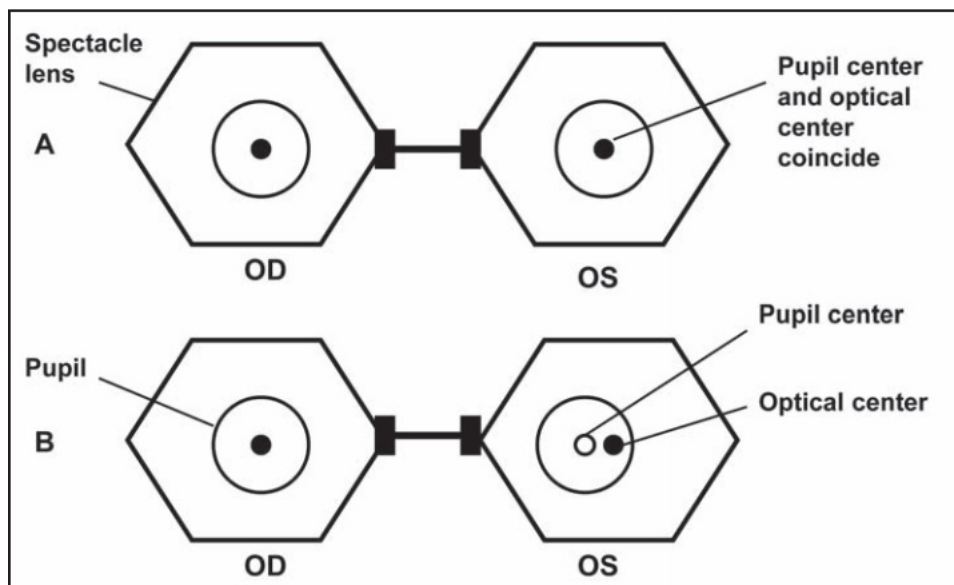


Рисунок 25-2. Подгонка очковых линз. В правильно подобранных очковых линзах центр зрачка каждого глаза и оптический центр каждой очковой линзы совпадают (А). Когда два центра не совпадают, образуется индуцированная призма, что приводит к дискомфорту (Б).

Ненужная наведенная призма очень неудобна и включает в себя такие симптомы, как!

- { головокружение
- { тошнота
- { тянущее ощущение в глазу
- { диплопия

Призму часто назначают в очковых линзах для устранения диплопии или облегчения астиопии. В монофокальных очках для устранения сферических аномалий рефракции такую призму часто создают как индуцированную призму с использованием правила Прентиса.

ПРАВИЛО Прентиса

Призматические эффекты возникают при взгляде через любую часть очковой линзы, кроме ее ОС. И наоборот, призму можно намеренно вызвать (например, для устранения диплопии), децентрировав ОК так, чтобы она не совпадала с центром зрачка. Величина индуцированной призмы (в диоптриях призмы, сокращенно PD или Δ) зависит от силы (в Д) очковой линзы и децентрации или смещения ОК (в см) ОК от центра зрачка.

(Подробную информацию о призмах см. в главе 14.) Правило Прентиса связывает эти свойства:

$$\text{Индукцированная призма (PD или } \Delta) = \text{сила линзы (D) } \times \text{ смещение ОС (см)}$$

Где:

Индукцированная призма = измеряется в призматических диоптриях (PD или Δ).

Сила линзы = измеряется в диоптриях (как D)

Смещение ОС (децентрация)

= измеряется в см

Правило Прентиса также можно изменить, чтобы определить другие переменные: силу линзы или смещение ОС:

$$\text{Мощность объектива (D)} = \frac{\text{Индукцированная призма (PD или } \Delta \text{)}}{\text{ОС-перемещение (см)}}$$

$$\text{Смещение ОС (см)} = \frac{\text{Индукцированная призма (PD или } \Delta \text{)}}{\text{Линза сила (D)}}$$

Призма обычно включается в очковые линзы для устранения диплопии и может быть включена в готовую очковую линзу двумя способами:

1. Создание призмы вместе с рецептом на заготовке линзы. Такие линзы невозможно центрировать в линзметре.
2. Создание индуцированной призмы путем расчета величины децентрации ОК с использованием правила Прентиса. Такие линзы можно центрировать в линзметре. Поэтому призму следует проверять после маркировки ОС на обеих очковых линзах и сравнения PD оправы с PD пациента.

Как описано в главе 14, мощность призм измеряется в PD или Δ . При использовании в офтальмологии направление призмы всегда обозначается с использованием основания призмы (Таблица 25-1).

| Таблица 25-1 | |
|---|---------------------|
| Ориентация основания призмы | Обозначения |
| Вниз (нижний) | Основание вниз (BD) |
| Вверх (улучшенный) | База вверх (BU) |
| Носовой (медиальный) | База в (BI) |
| Временно (латерально) | Базовый выход (BO) |
| <i>Также может присутствовать составная призма, сочетающая ВВЕРХ или ВНИЗ с ВХОДОМ или ВЫХОДОМ.</i> | |

Ориентация основания призмы в индуцированной призме зависит от того, является ли линза плюсовой или минусовой линзой (рис. 25-3 и 25-4):

- { У плюсовой линзы основание смещено в ту же сторону, что и ОК. Если ОС смещен УП, призма БУ.
- { У минусовой линзы основание смещено в сторону, противоположную ОК. Если ОК смещена ВВЕРХ, призма — ВД.

До сих пор мы имели дело с призмой, присутствующей только в одном глазу. Но что, если призма присутствует в обоих глазах? Полную или результирующую призму в обоих глазах можно получить, применив следующее правило (рисунки с 25-5 по 25-8):

- { Призмы, ориентированные в одном направлении, вычитаются, чтобы получить результирующую призму.
- { Для получения результирующей призмы добавляются призмы, ориентированные в противоположном направлении.

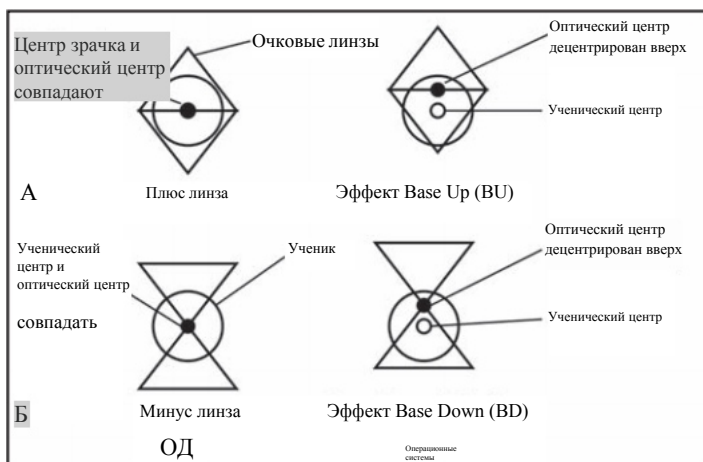


Рисунок 25-3. Децентрация очковых линз. В плюсовой линзе оптический центр (ОС) смещен в том же направлении, что и основание призмы (А); тогда как в минусовой линзе ОС смещен в направлении, противоположном основанию призмы (В).

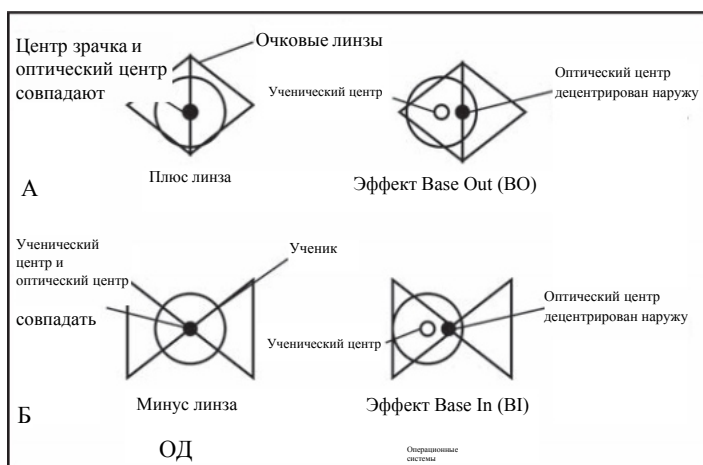


Рисунок 25-4. Децентрация очковых линз. В плюсовой линзе оптический центр (ОС) смещен в том же направлении, что и основание призмы (А); тогда как в минусовой линзе ОС смещен в направлении, противоположном основанию призмы (В).

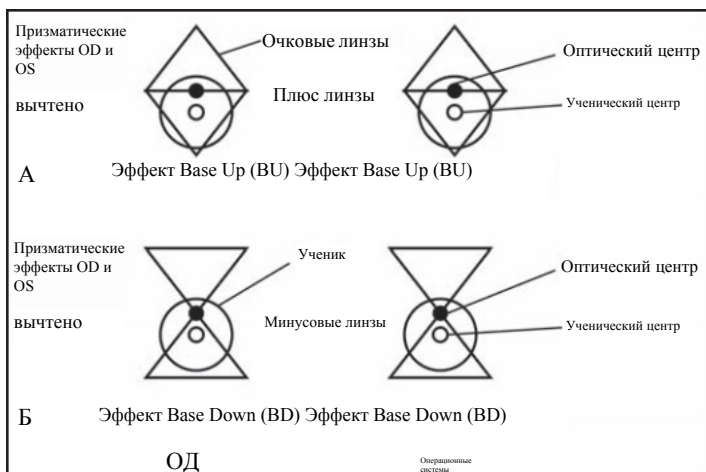


Рисунок 25-5. Призмы OD и OS, ориентированные в одном направлении, вычитаются независимо от того, являются ли линзы плюсовыми (А) или минусовыми (В).

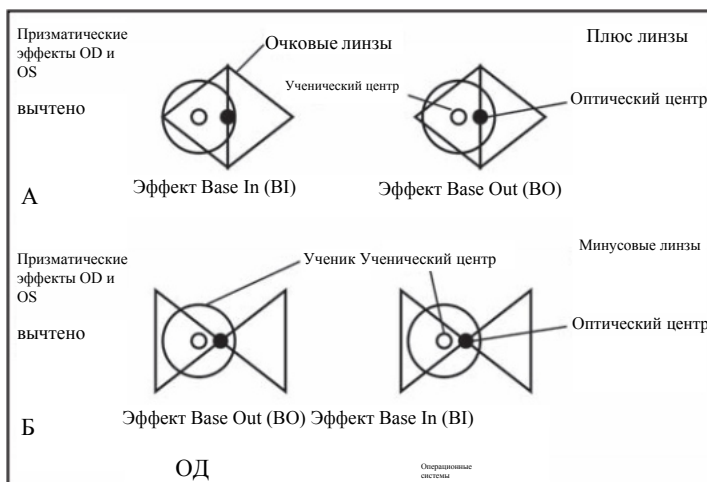


Рисунок 25-6. Призмы OD и OS, ориентированные в одном направлении, вычитаются независимо от того, являются ли линзы плюсовыми (А) или минусовыми (В).

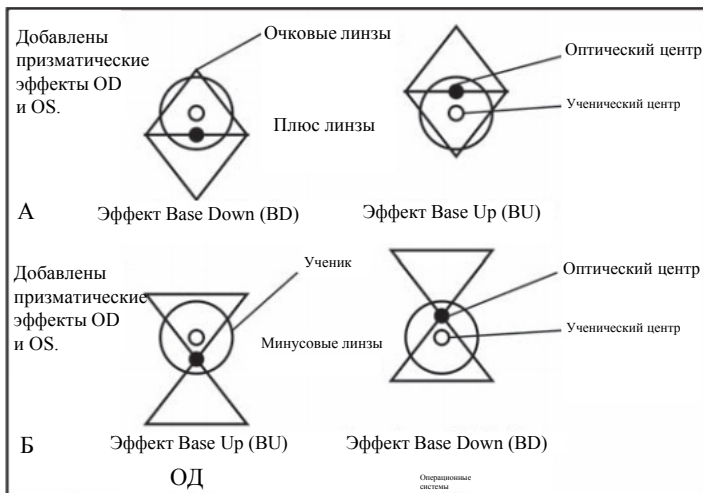


Рисунок 25-7. Добавляются призмы OD и OS, ориентированные в противоположном направлении, независимо от того, являются ли линзы плюсовыми (А) или минусовыми (В).

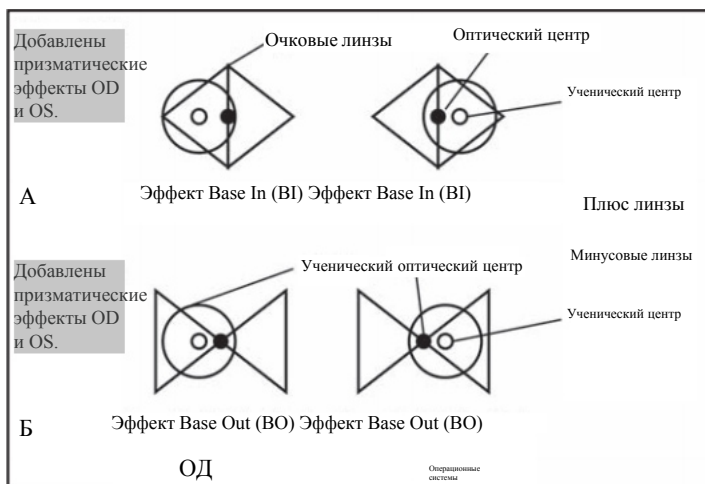


Рисунок 25-8. Добавляются призмы OD и OS, ориентированные в противоположном направлении, независимо от того, являются ли линзы плюсовыми (А) или минусовыми (В).

Пример 1

Вычислите недостающую переменную.

| Тип объектива и мощность (D) | Смещение ОС (см) | Призма (Δ) | Направление основания |
|------------------------------|------------------|------------|-----------------------|
| ОД: +5,00 сфера | ? | 1,5 | БИ |

$$\begin{aligned} \text{Смещение ОС (см)} &= \frac{\text{Индуцированная призма (Δ или PD)}}{\text{Линза сила (D)}} \\ &= \frac{1,5}{5} \\ &= 0,3 \text{ см} = \\ &= 3 \text{ мм} \end{aligned}$$

Поскольку это плюсовая линза, ОС смещается на 3 мм в том же направлении, что и основание призмы (т. е. к носу).

Пример 2

Вычислите недостающую переменную.

| Тип объектива и мощность (D) | Смещение ОС (см) | Призма (Δ) | Направление основания |
|------------------------------|------------------|------------|-----------------------|
| ОС: -4,00 сфера | ? | 0,8 | БИ |

$$\begin{aligned} \text{Смещение ОС (см)} &= \frac{\text{Индуцированная призма (Δ или PD)}}{\text{Линза сила (D)}} \\ &= \frac{0,8}{4} \\ &= 0,2 \text{ см} = \\ &= 2 \text{ мм} \end{aligned}$$

Поскольку это минусовая линза, ОС смещается в направлении, противоположном основанию призмы (т. е. во времени).

Пример 3

Вычислите недостающие переменные.

| Тип объектива и мощность (D) | Смещение ОС (см) | Призма (Δ) | Направление основания |
|------------------------------|------------------|------------|-----------------------|
| ОС: -6,00 | 4 мм временно ? | | ? |

$$\begin{aligned} \text{Индуцированная призма (Δ или PD)} &= (\text{сила линзы (D)}) (\text{смещение ОС (см)}) \\ &= (6)(0,4) = \\ &= 2,4\Delta \end{aligned}$$

Поскольку это минусовая линза, основание призмы расположено в направлении, противоположном смещенному ОС (т. е. основание внутрь).

Пример 4

Вычислите недостающие переменные.

| Тип объектива и мощность (D) | Смещение ОС (см) Призма (Δ) | Направление основания |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| ОД: +2,00 | 5 мм временно ? | ? |

$$\begin{aligned} \text{Индукцированная призма (Δ или PD)} &= (\text{сила линзы (D)}) (\text{смещение ОС (см)}) \\ &= (2)(0,5) = \\ &= 1\Delta \end{aligned}$$

Поскольку это плюсовая линза, основание призмы расположено в том же направлении, что и смещенный ОС (т. е. основание наружу).

Пример 5

Вычислите недостающую переменную.

| Тип объектива и мощность (D) | Смещение ОС (см) Призма (Δ) | Направление основания |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| ОД: ? | 5 мм временно 5,0 | БИ |

$$\begin{aligned} \text{Мощность объектива (D)} &= \frac{\text{Индукцированная призма (Δ или PD)}}{\text{ОС смещение (см)}} \\ &= \frac{5}{0,5} \\ &= 10 \text{ Д} \end{aligned}$$

Поскольку основание призмы (БИ) противоположно смещению ОС (временно), линза является минус-линзой (т. е. −10 Д).

Пример 6

Вычислите недостающую переменную.

| Тип объектива и мощность (D) | Смещение ОС (см) Призма (Δ) | Направление основания |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ? | 3 мм в носу | 1,5 БО |

$$\begin{aligned} \text{Мощность объектива (D)} &= \frac{\text{Индукцированная призма (Δ или PD)}}{\text{ОС смещение (см)}} \\ &= \frac{1,5}{3} \\ &= 5 \text{ Д} \end{aligned}$$

Поскольку основание призмы (БО) противоположно смещению ОС (носовому), линза является минусовой линзой (т. е. −5 Д).

Правило Прентиса, децентрация и индуцированная призма 181

Оптические лаборатории используют описанную выше концепцию для разделения призмы между двумя линзами, тем самым усиливая косметический эффект двух очковых линз. Например:

| Призма заказана | Призма, разделенная оптической лабораторией |
|------------------------|---|
| ОД: 6Δ БО ОС: — | ОД: 3Δ БО ОС: 3Δ БО |
| ОД: 2Δ БД ОС: — | ОД: 1Δ ВД ОС: 1Δ ВУ |
| ОД: 6Δ ВО ОС: 2Δ ВД | ОД: 3Δ БО 1Δ ВУ ОС: 3Δ БО 1Δ ВД |

Пример 7

Рассчитайте общую (резльтирующую) призму, учитывая следующие параметры: OD: 5Δ ВО OS: 4Δ ВО

Добавляются призмы в противоположных направлениях.

$$\text{Резльтирующий} = 9\Delta \text{ ВО}$$

Пример 8

Рассчитайте общую (резльтирующую) призму, учитывая следующие параметры: OD: 4Δ ВД OS: 3Δ ВД

Призмы в одном направлении вычитаются.

$$\begin{aligned}\text{Резльтирующий} &= 4\Delta \text{ ВД} - 3\Delta \text{ ВД} \\ &= 1\Delta \text{ ВД OD}\end{aligned}$$

Ссылка

1. Шукла А.В. *Протоколы критического мышления для медицинского персонала офтальмологии: рефрактометрия. J Офтальмологический уход и технологии. 1999;18(1):24-28.*

Обзорные вопросы

1. Плюс объектива – это:

- две призмы, прикрепленные основанием к основанию
- две призмы прикреплены вершиной к основанию
- две призмы, прикрепленные вершиной к вершине
- две призмы, прикрепленные произвольно

2. Каково направление индуцированной призмы в сфере Rx OD +2,00, если ОК смещен во времени?

- а. БИ б.
- БУ в.
- БО д.
- БД

3. Каково направление индуцированной призмы, если пациент смотрит выше ОК с помощью сферы Rx OD -6,00?

- а. БД б.
- БУ в.
- БО д.
- БИ

4. Индуцированную призму можно рассчитать по правилу Прентиса, которое математически можно выразить как:

а. $R_x(D) = \text{Наведенная призма } (\Delta) \times \text{смещение ОС (мм)}$

б. $\text{Смещение ОС (см)} = \frac{\text{Индуцированная призма } (\Delta)}{R_x(D)}$

в. $\text{Смещение ОС (мм)} = \frac{R_x(D)}{\text{Индуцированная призма } (\Delta)}$

д. $\text{Индуцированная призма } (\Delta) = \frac{\text{Смещение ОС (мм)}}{R_x(D)}$

5. Насколько и в каком направлении вам потребуется децентрировать линзу, чтобы получить желаемый призматический эффект со следующими параметрами:

Rx: OD +6,00 сфера.

Предписанная призма: 3Δ ВІ а. 5 мм в носу

б. 5 мм временно с. 2 мм назально

д. 0,5 мм временно

26

ОЧКОВЫЕ ЛИНЗЫ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { опишите поверхности D1 и D2, базовую кривую и кривые мощности.
- { рассчитать радиус кривизны и мощность базовой кривой.

Ключевые моменты

- { Передняя изогнутая поверхность очковой линзы обеспечивает дополнительную силу.
- { Задняя изогнутая поверхность очковой линзы обеспечивает отрицательную силу.
- { Передняя поверхность (D1) очковой линзы представляет собой базовую кривую.
- { Задняя поверхность (D2) очковой линзы представляет собой кривую оптической силы.
- { Номинальная сила очковой линзы равна $D1+D2$.
- { Истинная мощность учитывает D1, D2 и показатель преломления.
- { Базовая кривая минусовых линз обычно $< +6 D$.
- { Базовая кривизна плюсовых линз обычно составляет $+6 D$ или больше.
- { Кривая оптической силы придает готовой очковой линзе характерную толщину.
- { У минусовых линз центр линзы самый тонкий; в плюсовых линзах центр линза самая толстая.
- { Удаление пластин уменьшает призматические эффекты, возникающие при взгляде вниз через бифокальную линзу. сегмент.

Преломление света через очковую линзу

Как описано в главе 22, свет, преломляющийся через очковую линзу, претерпевает изменения вергенции, чтобы создать желаемое состояние скорректированной эметропии. Передняя изогнутая поверхность очковой линзы имеет положительную силу и придает положительную вергенцию (схождение) световым лучам, тогда как задняя изогнутая поверхность очковой линзы имеет отрицательную силу и придает отрицательную вергенцию (расходимость) световым лучам (рис. 26-1). Комбинация плюсовой и минусовой оптической силы, а также показателя преломления (RI) материала линзы и ее толщины обеспечивают заданную оптическую силу линзы.

RI различных очковых линз перечислены ниже:

Стекло: Корона: 1,523
Кремень: 1,620 Лантал: 1,900

Пластик: Высокий индекс: от 1500 до 1670.

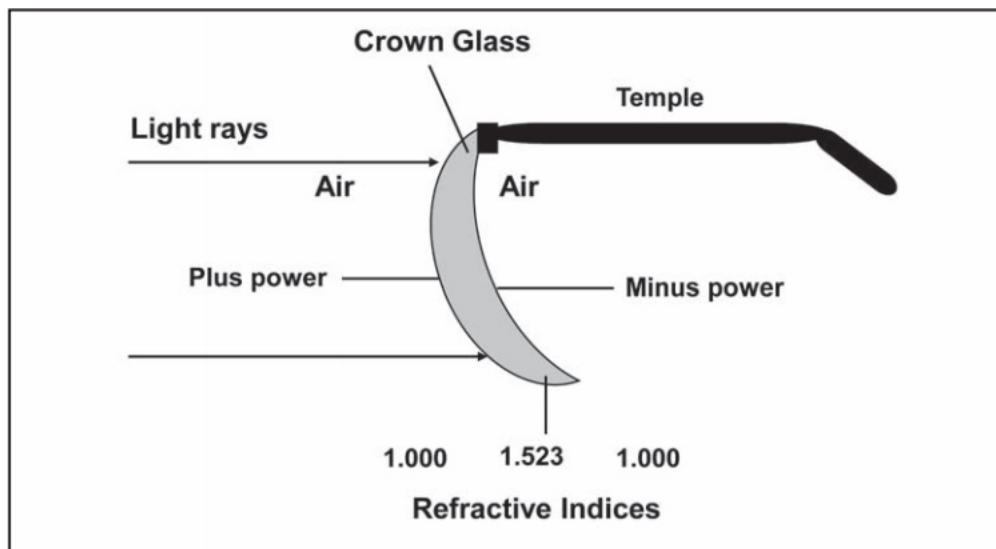


Рисунок 26-1. Преломление света через очковую линзу. Передняя поверхность очковой линзы имеет положительную силу и собирает свет, тогда как задняя поверхность имеет отрицательную силу и рассеивает свет. Эта комбинация вместе с показателем преломления материала линзы обеспечивает заданную силу линзы.

ИЗОГНУТЫЕ ПРЕВРАКАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ ОЧКОВЫХ ЛИНЗ

Производители оптических линз установили следующую номенклатуру изогнутых преломляющих поверхностей очковых линз (рис. 26-2):

- { Передняя поверхность (D1) — это базовая кривая линзы, придающая дополнительную силу. База кривую задают производители, выпускающие заготовки линз с различной базовой кривизной.
- { Задняя поверхность (D2) представляет собой кривую оптической силы линзы, которая дает отрицательную силу. Оптический лаборатория генерирует (т. е. измельчает) конкретную кривую для обеспечения мощности.

Номинальная сила очковой линзы равна $D1+D2$, без учета RI. С другой стороны, истинная оптическая сила учитывает все важные переменные (D1, D2 и RI) для определения оптической силы линзы.

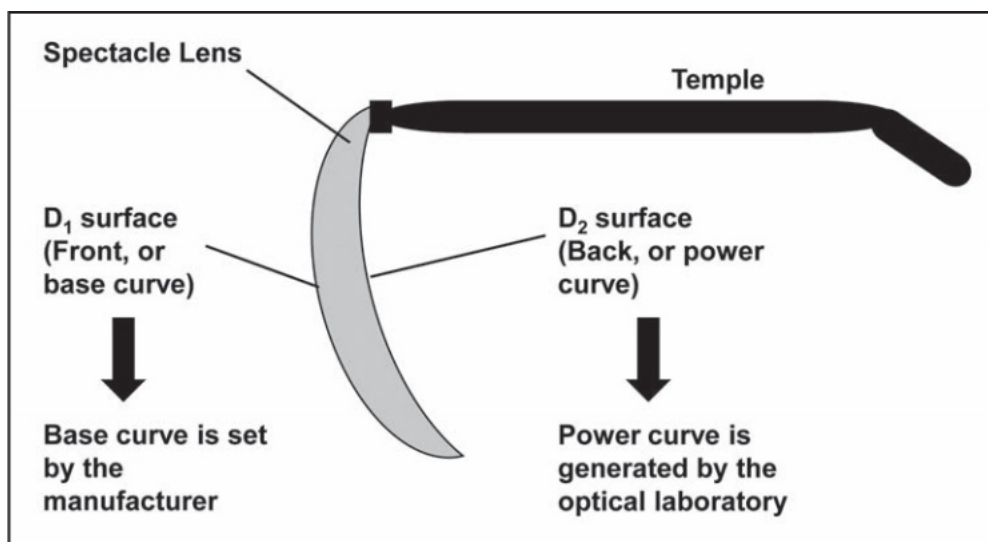


Рисунок 26-2. Очковая линза в профиль. Передняя поверхность представляет собой базовую кривую и обозначается как D₁. Задняя поверхность представляет собой кривую мощности и обозначается как D₂.

БАЗОВАЯ КРИВАЯ

Базовая кривая имеет определенный радиус кривизны (r), который зависит от рецепта очков и может быть измерен с использованием черных цифр женеvской меры линз:

- { Близорукость: базовая кривая обычно $< +6$ Д.
- { Дальнозоркость: базовая кривая $+6$ Д или больше.

Производители производят заготовки линз с различными базовыми кривыми, которые можно использовать для построения кривой оптической силы.

Дешевые солнцезащитные очки, отпускаемые без рецепта, производятся серийно с базовой кривизной $+4$ Д, что часто вызывает искажения, тогда как солнцезащитные очки хорошего качества, отпускаемые без рецепта, имеют базовую кривую $+6$ Д, что уменьшает или устраняет искажения.

КРИВАЯ СИЛЫ

Кривая оптической силы имеет определенное значение r , которое зависит от рецепта очков и может быть измерено с помощью красных цифр женеvской меры линз. Кривая оптической силы различна для близорукости и дальнозоркости и придает готовой очковой линзе характерную толщину:

- { Близорукость: минусовая линза самая тонкая в центре.
- { Дальнозоркость: плюсовая линза самая толстая в центре.

СОЗДАНИЕ КРИВОЙ СИЛЫ

В главе 22 описывается, почему R_1 является важной переменной при определении мощности искривленной поверхности. Эта концепция применяется к кривым оптической силы (задней или поверхности D₂) очковых линз. Оптические лаборатории имеют стандартизированные процедуры, основанные на этой концепции, для создания заданных кривых оптической силы на заготовках очковых линз.

Как описано ранее (глава 22), мощность изогнутой поверхности может быть выражена математически:

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r(m)}$$

Где:

P = преломляющая способность

(в Д) n_1 = RI воздуха

n_2 = RI, используемый для стандартизации лабораторных инструментов

r = радиус кривизны (в м) линзы

Для простоты вычислений формулу можно изменить, чтобы считать r в миллиметрах. Поскольку в одном м 1000 мм, числитель и знаменатель умножаются на 1000, и формула принимает вид:

$$P(D) = \frac{1000(n_2 - n_1)}{1000 r(m)} = \frac{1000(n_2 - n_1)}{r(mm)}$$

Когда впервые были созданы оптические лаборатории, RI лабораторных инструментов (n_2), используемых для шлифования кривой мощности, был стандартизирован на уровне 1,530. Теперь формула выглядит так:

$$P(D) = \frac{1000(n_2 - n_1)}{r(mm)}$$

$$P(D) = \frac{1000(1,530 - 1,000)}{r(mm)}$$

$$P(D) = \frac{1000(0,530)}{r(mm)}$$

$$P(D) = \frac{530}{r(mm)}$$

$$r(mm) = \frac{530}{P(D)}$$

Затем оптические лаборатории изготовили металлические блоки, называемые инструментами, с верхней поверхностью определенного r, используя приведенную выше формулу. Величина r изменялась с шагом 0,25 Д для создания заданной оптической силы в очковых линзах. По этой причине рецепты на очки обозначаются с шагом 0,25 Д, а оптическая сила, указанная в 1/ Д (например, +2,375 Д), будет округляться до ближайшего меньшего значения 0,25 Д (например, +2,25 Д), когда кривая оптической силы генерируется в заготовке очковой линзы.

SLAB-OFF

В очковых линзах с анизометропией от 2 до 2,5 дптр призматические эффекты, определенные правилом Прентиса, создаются при взгляде вниз через бифокальный сегмент. Такие призматические эффекты вызывают вертикальные фории, которые могут вызывать у пациента значительный дискомфорт при взгляде через бифокальный сегмент. В таких случаях оптические лаборатории используют обрезку, чтобы устранить вызывающие беспокойство призматические эффекты.

Офтальмологический медицинский персонал (ОМР) должен проявлять бдительность после завершения рефрактометрии и уведомлять офтальмолога, когда присутствует значительная анизометропия и следует рассмотреть вопрос об удалении пластины. Кроме того, призматические эффекты следует подозревать, когда пациент сообщает о сильном дискомфорте при использовании бифокального сегмента, и для облегчения симптомов можно рассмотреть возможность удаления пластины.

Призматический эффект создается, когда взгляд направляется от оптического центра (ОЦ) на расстояние к бифокальному сегменту, который имеет свой собственный ОЦ (рис. 26-3). В плюсовых линзах такое смещение взгляда дает BU-эффект, а в минусовых – BD-эффект. Сегмент добавления чтения, являющийся плюсовой линзой, создает эффект BD. Это, в свою очередь, создает скачок изображения, который может быть очень неудобным, особенно при минусовых рецептах.²

В плюсовой линзе эффект BU части расстояния вычитается из эффекта BD сегмента добавления чтения, тем самым уменьшая скачок изображения. В минус-линзе эффект BD части расстояния добавляется к эффекту BD сегмента добавления чтения, тем самым увеличивая скачок изображения.

Скачок изображения в обоих глазах будет одинаковым, если вертикальный призматический эффект в OD и OS одинаков и пациент не может жаловаться на дискомфорт. Однако если вертикальные призматические эффекты в OD и OS существенно различаются (вызванные значительной анизометропией), они будут вызывать дискомфорт и индуцированную форию в глазу с более сильным призматическим эффектом.

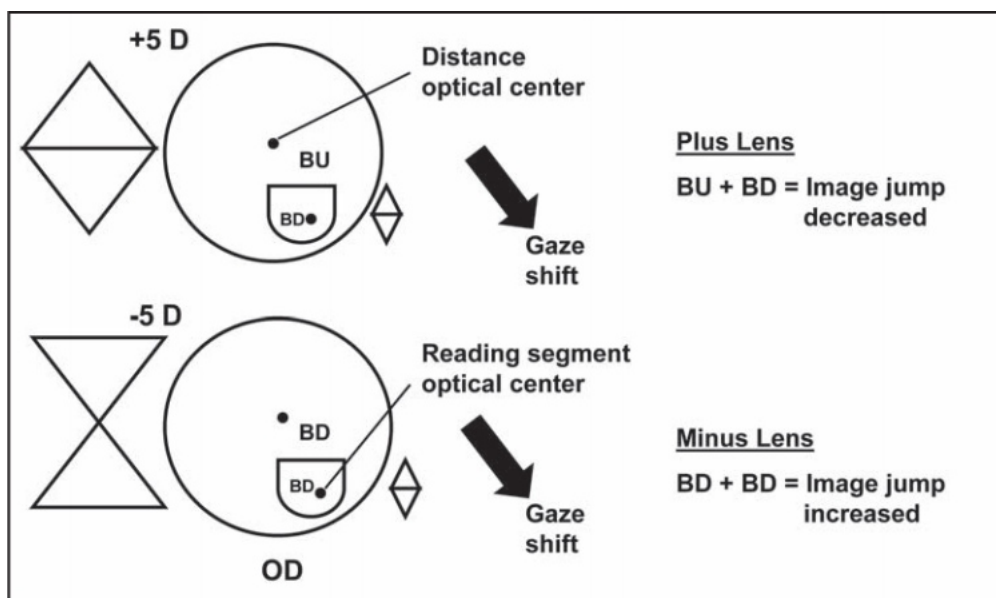


Рисунок 26-3. Скачок и отрыв изображения, правая очковая линза. Призматические эффекты возникают, когда взгляд направляется от оптического центра расстояния (ОС) к сегменту ОС (толстые стрелки). В плюсовой линзе скачок изображения уменьшается (вверху), тогда как в минусовой линзе скачок изображения увеличивается (внизу).

Призматические эффекты можно рассчитать с помощью правила Прентиса, как показано ниже:

ОД: +4,00 сфера
 ОС: +2,00 сфера Добавить: +3,00 OU

Предположим, что сегмент считывания ОС находится на 8 мм ниже расстояния ОС.²

Вертикальная призма: OD: 3,2Δ BU OS:
 1,6Δ BU

Итого: 1,6Δ BU (OD)

В этом случае 1,6Δ BU OD вызовет гиперфорию, поскольку при прикрытии глаз будет двигаться вверх, а при неприкрытии глаз повернется вниз, указывая исследователю на гиперотклонение. Обратите внимание, что индуцированная фория (гипер) противоположна отклонению, которое обычно корректирует призма BU (гипо).

Нежелательные призматические эффекты можно устранить, удалив призму BD из более минусовой или менее плюсовой линзы. Это называется снятием пластины, поскольку призма BD «отрезается».

Рекомендации

1. Штейн Х.А., Штейн Р.М., Фриман М.И. *Офтальмологический помощник: текст для смежных и связанных с ним офтальмологических специалистов*. 8-е изд. Чикаго, Иллинойс: Мосби; 2006.
 2. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. *Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы*. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.
-

Обзорные вопросы

1. Минусовую силу во всех очковых линзах обеспечивает: а. поверхность D1 б. кривая мощности с. роговица
д. базовая кривая
2. Значение D1 + D2 называется: а. базовая кривая б. истинная сила с. кривая мощности д. Номинальная мощность
3. Базовая кривая бланка линзы +2 означает, что рецепт на очки: а. это для гиперопеки
б. уменьшает избыток плюс мощность с. это для пресбиопов
д. увеличивает избыток плюс мощность
4. Какова кривая оптической силы бланка линзы +2 D, исходя из номинальной силы линзы, если рецептура -4 D?
а. -6 D б. +5 D в. -5 D д. +6 D

Очковые линзы 189

5. По сравнению со скачком изображения, производимым ОД: -3 D SPH, Добавить $+3$ D, скачок изображения производства ОД: $+3$ D SPH, добавить $+3$ D будет:
- а. меньше
 - б. тот же в.
 - в. более
 - д. переменная



27

КОНТАКТНЫЕ ЛИНЗЫ

Цели обучения

По завершении этой главы читатель должен уметь:

- { опишите поверхности D1 и D2, базовую кривую и кривые мощности.
- { рассчитать радиус кривизны и мощность базовой кривой.

Ключевые моменты

- { Передняя поверхность (D1) представляет собой кривую оптической силы линзы, которая придает положительную силу.
- { Задняя поверхность (D2) представляет собой базовую кривую контактной линзы и устанавливается производителем, которые производят контактные линзы с различной базовой кривизной.
- { Более плоский меридиан называется «К» и используется для определения стартовой базы изгиб.
- { Мощность (в диоптриях или D) и радиус кривизны (r) (в мм) контакта
Базовую кривую линзы можно рассчитать, разделив 337,5 на одно или другое.
- { Изменение r на 0,05 мм эквивалентно изменению мощности на 0,25 D.
- { Манифестная рефрактометрия (MP) в формате минус цилиндра используется потому, что более плоский ось роговицы учитывается при подборе контактных линз.
- { Сферическую часть минус-цилиндрической рефрактометрии необходимо скорректировать на вершину расстояния.
- { Вертексное расстояние – это расстояние между плоскостью очков и вершущкой роговицы самолет.
- { Сила плюсовых линз уменьшается с уменьшением вершины.
- { Сила минусовых линз увеличивается с уменьшением вершины.

Ключевые моменты (продолжение)

- { Аномалии рефракции более 4 D должны быть исправлены для вершины.
- { При близорукости сила сферы контактных линз будет меньше соответствующей очки.
- { При дальнозоркости сила сферы контактных линз будет больше соответствующей очки.

ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КОНТАКТЛИНЗ

(Эта глава будет ограничена оптическими параметрами жестких газопроницаемых [RGP] и мягких контактных линз [SCL], а читателям предлагается просмотреть другие детали этих контактных линз в стандартных учебниках по этому предмету.)

Контактные линзы (RGP и SCL) имеют множество применений (например, исправление аномалий рефракции, улучшение косметического внешнего вида, маскировка последствий обезображивания, использование черных окклюдерных линз для незрячих глаз, помощь в заживлении роговицы [биндажные линзы], лечение заболеваний роговицы, таких как кератоконус) и нарушения роговицы, а также окклюзионная терапия при амблиопии). Контактные линзы не влияют на размер изображения так сильно, как очки, и хорошо подходят для монокулярной афакии. 1,2 Двумя оптическими параметрами, рассматриваемыми для RGP и SCL, являются кривизна роговицы и сила контактной линзы для коррекции аномалии рефракции.

(Как отмечалось выше, существует множество других переменных и соображений при принятии решения о выборе RGP или SCL, и читателям рекомендуется ознакомиться с этими деталями в стандартных учебниках по этому предмету.)

Кривизну роговицы, определяющую базовую кривую контактных линз, можно измерить с помощью офтальмометра (кератометра) или получить на основе значений моделируемой кератометрии (SIM-K), включенных в компьютерную топографию роговицы (ССТ).

Сила контактных линз для коррекции аномалий рефракции определяется методом манифестной рефрактометрии (MP) в формате минус-цилиндра, поскольку при подборе контактных линз учитывается более плоская ось роговицы.

ИЗОГНУТЫЕ ПРЕВРАКАЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОНТАКТЛИНЗ

Производители оптических линз установили следующую номенклатуру изогнутых преломляющих поверхностей контактных линз (рис. 27-1):

- { Передняя поверхность (D1) представляет собой кривую оптической силы линзы, обеспечивающую положительную светосилу. Ботаник-Лаборатория тактовых линз генерирует (т. е. шлифует) определенную кривую для обеспечения оптической силы.
- { Задняя поверхность (D2) представляет собой базовую кривую контактной линзы и устанавливается производителями. изготавливайте контактные линзы с различной базовой кривизной. Производители обозначают базовую кривую радиусом кривизны (r) в мм.

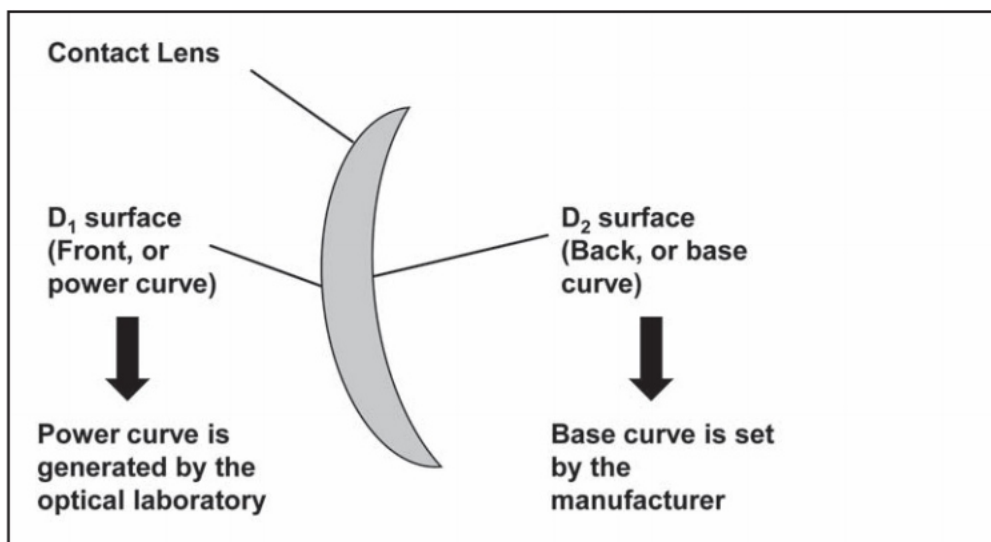


Рисунок 27-1. Контактные линзы в профиль. Передняя поверхность представляет собой кривую мощности и обозначается как D1. Задняя поверхность представляет собой базовую кривую и обозначается как D2.

КОНТАКТЛИНЗАБАЗОВАЯКРИВАЯ

Первым оптическим параметром, который следует учитывать при RGP и SCL, является базовая кривая контактных линз, которая основана на измерениях кривизны роговицы.

Поскольку задняя поверхность (D2 или базовая кривизна) контактной линзы опирается на роговицу, она должна соответствовать кривизне роговицы, чтобы обеспечить наилучшее прилегание и комфорт. Самый распространенный процесс — измерение силы роговицы в диоптриях (D), а затем преобразование ее в г в мм.

Силу роговицы можно измерить вручную в двух меридианах, взаимно расположенных под углом 90 градусов, с помощью офтальмометра (кератометра), который откалиброван по показателю преломления (RI) 1,3375. Если два меридиана имеют одинаковую силу, роговица имеет сферическую форму, а если два меридиана имеют разную силу (максимальную и минимальную), роговица астигматична.

Астигматические роговицы можно классифицировать в зависимости от ориентации их крутой оси:

- { Крутая ось под углом 90 градусов = роговичный астигматизм, соответствующий правилу (W/R).
- { Крутая ось под углом 180 градусов = противоречащий правилам (A/R) астигматизм роговицы.

Показания кератометрии (также называемые «К-показания» или «Ks») обычно обозначаются установщиком контактных линз буквой D (например, 43,00 при 160 / 44,00 при 70).

Более плоский меридиан называется K и используется для определения начальной базовой кривой контактной линзы (например, 44,50 @ 160 / 45,50 @ 70; K = 44,50D).

В K дополнительно вносятся поправки, чтобы получить начальную базовую кривую для контактных линз. Процедуры для этого различны для RGP и SCL, и читателям рекомендуется ознакомиться с этими процедурами в стандартных учебниках по контактным линзам.

Однако производители обычно обозначают базовую кривую контактных линз г в мм [г(мм)]. D можно преобразовать в г(мм), применив концепцию оптической силы изогнутой поверхности (см. главу 22), как это было описано для очковых линз (см. главу 26):

$$P(D) = \frac{(n2 - n1)}{r(m)}$$

Где:

P = преломляющая способность

(в Д) $n_1 = RI$ воздуха

$n_2 = RI$, используемый для стандартизации лабораторных инструментов для контактных линз.

r = радиус кривизны (в м)

Поскольку r контактных линз указывается в м, для простоты вычислений формулу можно изменить, чтобы считать r в мм. Поскольку в одном м 1000 мм, числитель и знаменатель умножаются на 1000, и формула принимает вид:

$$P(\text{Д}) = \frac{1000(n_2 - n_1)}{1000 r(\text{м})} = \frac{1000(n_2 - n_1)}{r(\text{мм})}$$

Кератометр был откалиброван по стандартизованному RI 1,3375 (обратите внимание, что RI слез составляет 1,336). Теперь формула выглядит так:

$$P(\text{Д}) = \frac{1000(n_2 - n_1)}{r(\text{мм})}$$

$$P(\text{Д}) = \frac{1000(1,3375 - 1,000)}{r(\text{мм})}$$

$$P(\text{Д}) = \frac{1000(0,3375)}{r(\text{мм})}$$

$$P(\text{Д}) = \frac{337,5}{r(\text{мм})}$$

$$r(\text{мм}) = \frac{337,5}{P(\text{Д})}$$

Таким образом, мощность (в Д) и r (в мм) базовой кривой контактной линзы можно вычислить путем деления 337,5 на одно или другое.

Пример 1

Какова базовая кривая SCL со следующими параметрами:

К-чтение: 43,00 @ 180 / 44,00 @ 90 К: 43 D

Начальная базовая кривая: $43 - 5 = 38 \text{ D}^*$

Радиус кривизны: $r(\text{мм}) = \frac{337,5}{P(\text{Д})}$

$$r(\text{мм}) = \frac{337,5}{38}$$

$$r(\text{мм}) = 8,8 \text{ мм}$$

Таким образом, для установки можно рассмотреть SCL 8,8 мм и подходящую силу линзы.

**Читателям рекомендуется обратиться к стандартным учебникам по контактным линзам, чтобы просмотреть процедуры изменения К для получения начальной базовой кривой контактных линз. Эти процедуры различны для RGP и SCL.*

Пример 2

Какова мощность (в Д) базовой кривой со следующим параметром:

Базовая кривая: 8,4 мм

$$\text{Мощность: } P(D) = \frac{337,5}{8,4}$$

$$P(D) = 39,94$$

$$P(D) = 40,17 \text{ Д}$$

Округлено: $P(D) = 40 \text{ Д}$.

Таким образом, мощность базовой кривой при $r = 8,4 \text{ мм}$ составляет 40 Д .

После установки базовая кривая контактной линзы может быть изменена на основании объективных и субъективных данных во время примерки. Обычно изменение r на $0,05 \text{ мм}$ эквивалентно изменению мощности на $0,25 \text{ Д}$ (изменение на $1 \text{ Д} =$ изменение на $0,2 \text{ мм}$). Конкретные критерии используются для изменения начальной базовой кривой на основе сеанса подгонки, и читателям рекомендуется обратиться к стандартным учебникам для ознакомления с этими критериями.

КОНТАКТЛИНЗАМОЩНОСТЬ

Второй оптический параметр, который следует учитывать при RGP и SCL, — это сила контактной линзы для коррекции ошибки рефракции. Сила контактных линз получается из MP в формате минус цилиндра, поскольку для подбора контактных линз учитывается более плоская ось роговицы. Если рефрактометрия выполняется в плюсовом цилиндре, это измерение необходимо перенести в минусовой цилиндр. Как описано в главе 24, цилиндр, измеренный во время рефрактометрии, представляет собой общий астигматизм с компонентами хрусталика и роговицы. Следовательно, даже несмотря на то, что при подборе контактных линз используется минус-цилиндр, поскольку линза устанавливается на более плоском меридиане (или минус-цилиндре), не совсем правильно предполагать, что весь минус-цилиндр обусловлен роговичным астигматизмом. Однако это мнение широко распространено!

Пример 3

Результат рефрактометрии: $-3,50+0,50 \times 80$

Преобразовать в минус-цилиндровый формат: $-3,00-0,50 \times 170$.

ВЕРТЕКС-КОРРЕКЦИЯ ДЛЯ КОНТАКТЛЕНСИЛЫ

Как только результат рефрактометрии получен в минус цилиндре, сферическую часть этого измерения необходимо скорректировать на вертексное расстояние, которое представляет собой расстояние между плоскостью очков и плоскостью верхушки роговицы. Расстояние между вершинами обычно составляет от 11 до 13 мм и может быть точно измерено с помощью дистометра:

- { Пациента просят носить очки так, как они обычно носят.
- { Дистометр имеет два кронштейна, один из которых располагается на закрытом верхнем веке.
- { Поршневое устройство осторожно нажимается (без сжатия), в результате чего другая рука оказывается на D2. поверхность очковой линзы.
- { Вершинное расстояние в мм считывается по шкале.
- { Дистометр откалиброван таким образом, что добавляется $0,5 \text{ мм}$ для учета типичного верхнего века. толщина.

Как описано в главе 8, оптическая сила любой линзы будет меняться по мере ее приближения к роговице из плоскости очков (т. е. по мере уменьшения вершинного расстояния). Все линзы теряют положительную силу с уменьшением вертексного расстояния и, наоборот, приобретают отрицательную силу с увеличением вертексного расстояния. Из-за этого при уменьшении вершины будут возникать следующие оптические эффекты:

- { Сила плюсовых линз снижается.
- { Увеличивается сила минусовых линз.

До аномалий рефракции 4 Д изменения оптических сил плюсовых и минусовых линз из-за уменьшения вершинного расстояния незначительны, поэтому вершинная коррекция не требуется. Аномалии рефракции более 4 D должны быть исправлены для вершины. Чем больше ошибка рефракции, тем больше вершинная исправленная мощность. Для аномалий рефракции более 4 Д следует принять во внимание следующую схему:

- { При близорукости сила сферы контактных линз будет меньше соответствующей спецификации. такли.
- { При дальнозоркости сила сферы контактных линз будет больше соответствующей спецификации. такли.

Если пациенту с аномалией рефракции значительно больше 4 Д дать в контактной линзе ту же силу сферы, что и в соответствующих очках, пациент будет размытым.

Для завершения коррекции вершин можно использовать следующую процедуру:

- { Получите ошибку преломления в минус цилиндре и расстоянии вершины.
- { Вычислите фокусное расстояние [f(мм)] сферы (см. главу 10).
- { Чтобы увеличить силу плюсовой линзы, вычтите вершину (в мм) из f(мм).
- { Чтобы уменьшить силу минусовой линзы, добавьте вершину (в мм) к f(мм).
- { Используйте вновь определенное значение f(мм) для расчета мощности (D).
- { Округлите до ближайшего меньшего значения 0,25 D.
- { Это ошибка рефракции в минусовом цилиндре, которая была исправлена по вершинам.

Пример 4

Исправьте следующую ошибку рефракции при подборе контактных линз, приняв вершину 12 мм:

$$+10,00-2,00 \times 160$$

$$\begin{aligned} \text{Рассчитайте фокусное расстояние [f(мм)] сферы} &= +10 \text{ D.} \\ &= 100 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Плюс линза: вычтите вершину (в мм) из f(мм)} &= 100 - 12. \\ &= 88 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Новое f(мм) для расчета мощности (D)} &= 11,36 \text{ D} \\ \text{Округлите до ближайшего меньшего значения 0,25 D.} &= +11,25 \text{ Д} \end{aligned}$$

Ошибка рефракции +10,00–2,00 x 160, скорректированная для вершины 12 мм, составляет +11,25–2,00 x 160.

Пример 5

Исправьте следующую ошибку рефракции при подборе контактных линз, приняв вершину 12 мм:

$$-10,00-2,00 \times 160$$

$$\begin{aligned} \text{Вычислить f(мм) сферы} &= -10 \text{ Д} \\ &= 100 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Минус линза: прибавьте вершину (в мм) к f(мм)} &= 100 + 12. \\ &= 112 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Новое f(мм) для расчета мощности (D)} &= -8,9 \text{ D.} \\ \text{Округлите до ближайшего меньшего значения 0,25 D.} &= -8,75 \text{ Д} \end{aligned}$$

Ошибка рефракции –10,00–2,00 x 160, скорректированная для вершины 12 мм, составляет –8,75–2,00 x 160.

Пример 6

Исправьте следующую ошибку рефракции при подборе контактных линз, приняв вершину 12 мм:

$$+8,00+2,00 \times 70$$

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Ошибка рефракции в минусовом цилиндре | = +10,00–2,00 x 160 |
| Вычислить $f(\text{мм})$ сферы | = +10 Д |
| | = 100 мм |

| | |
|---|---------|
| Плюс линза: вычтите вершину (в мм) из $f(\text{мм}) = 100 - 12$. | = 88 мм |
|---|---------|

| | |
|---|------------|
| Новое $f(\text{мм})$ для расчета мощности (D) = 11,36 D | |
| Округлите до ближайшего меньшего значения 0,25 D. | = +11,25 Д |

Ошибка рефракции +8,00+2,00 x 70, скорректированная для вершины 12 мм, составляет +11,25–2,00 x 160.

Пример 7

Исправьте следующую ошибку рефракции при подборе контактных линз, приняв вершину 12 мм:

$$-12,00+2,00 \times 70$$

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| Ошибка рефракции в минусовом цилиндре | = +10,00–2,00 x 160 |
| Вычислить $f(\text{мм})$ сферы | = –10 Д |
| | = 100 мм |

| | |
|---|----------|
| Минус линза: прибавьте вершину (в мм) к $f(\text{мм}) = 100 + 12$. | = 112 мм |
|---|----------|

| | |
|---|-----------|
| Новое $f(\text{мм})$ для расчета мощности (D) = –8,9 D. | |
| Округлите до ближайшего меньшего значения 0,25 D. | = –8,75 Д |

Ошибка рефракции –12,00+2,00 x 70, скорректированная для вершины 12 мм, составляет –8,75–2,00 x 160.

КОНТАКТЫ

Следует обратиться к стандартным учебникам для изучения процедур определения того, является ли пациент кандидатом на RGP или SCL. Описанные выше протоколы оптических параметров (базовые кривые и вершинная коррекция аномалий рефракции) для контактных линз могут использоваться в сочетании с другой информацией, полученной при просмотре стандартных учебников.

Рекомендации

[PubMed] Штейн Х.А., Штейн Р.М., Фриман М.И. *Офтальмологический помощник: текст для смежных и связанных с ним офтальмологических специалистов*. 8-е изд. Чикаго, Иллинойс: Мосби; 2006.

[В PubMed] 2. Талл Э.Х., Миллер К.М., Розенталь П., Шехтер Р.Дж., Стейнерт Р.Ф., Бердсли Т.Л. *Курс фундаментальных и клинических наук, раздел 3: Оптика, рефракция и контактные линзы*. Сан-Франциско, Калифорния: Американская академия офтальмологии; 2000.

Обзорные вопросы

1. Изогнутая преломляющая поверхность D2 контактной линзы – это: а. кривая оптической силы контактной линзы б. базовая кривая контактной линзы с. оптический центр линзы
д. базовая кривая очковой линзы
2. Под вершиной понимается расстояние (мм) между задней поверхностью очковой линзы и:
а. передняя поверхность верхнего века б. передняя поверхность роговицы с. передняя поверхность нижнего века д. задняя поверхность роговицы
3. Измерения вершин важны при аномалиях рефракции: а. до 4 Д б. –4 Д
в. более 4 Д д. +4 Д
4. При уменьшении вертексного расстояния Rx зрелища +9,00, скорее всего, будет:
а. +10,50 б. –9,25 с. +8,75 д. –7,50
5. При уменьшении вертексного расстояния зрелище Rx, равное –9,00, скорее всего, будет:
а. +10,50 б. –9,25 с. +8,75 д. –7,50





Приложение:

Ответы и пояснения к контрольным вопросам

Глава 1

1. а. 1300 мг/л

Поскольку 1 л = 10 дл, в этих единицах 130 мг/дл становится 1300 мг/л.

2. в. 0,05 дл

Поскольку 1 дл = 100 мл, при использовании этих единиц 5 мл становятся 0,05 дл.

3. а. 2 г

Поскольку $4 \times 500 \text{ мг} = 2000 \text{ мг}$, а $1 \text{ г} = 1000 \text{ мг}$, в этих единицах 2000 мг становятся 2 г.

4. а. 0,5 м

Поскольку 1 м = 100 см, в этих единицах 50 см становятся 0,5 м.

5. б. одинаковый

$1000 \text{ мм} = 1 \text{ м}$

Глава 2

1. а. 6

РИ = $\frac{\text{Скорость}}{\text{Длина}} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{5 \times 10^{10} \text{ см}}$

РИ = $\frac{3 \times 10^{10}}{5 \times 10^{10}}$

РИ = $\frac{3}{5}$

РИ = $\frac{30}{50}$

РИ = 6

2. д. $0,6 \times 10^{10} \text{ см/сек.}$

РИ = $\frac{\text{Скорость}}{\text{Длина}} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см в секунду}}{5 \times 10^{10} \text{ см}}$

Скорость света в среде = $\frac{3 \times 10^{10} \text{ см в сек}}{5}$ РИ

Скорость света в среде = $\frac{3 \times 10^{10}}{5}$

Скорость света в среде = $0,6 \times 10^{10} \text{ см/сек.}$

202 Приложение

3. а. 0,27 м

$$f(m) = _P(,1 D)_$$

$$f(m) = _3,175__$$

$$f(m) = 0,27 \text{ м}$$

4. в. +5 Д

$$B = Y + П$$

$$B = -(0,5) +$$

$$(+5,5) B = -0,5 +$$

$$5,5 B = +5 \text{ Д}$$

5. д. 0,5

$$\text{Увеличение} = \frac{\text{Размер изображения}}{\text{Объект} \cdot \text{размер}}$$

$$\text{Увеличение} = \frac{3}{-}$$

$$\text{Увеличение} = 0,5$$

6. б. 21 см

$$P = _C D__$$

$$C = П \times Г$$

$$C = 7 \times 3$$

$$C = 21 \text{ см}$$

7. б. 0,5 м

$$P = _C D__$$

$$D = _C П__$$

$$D = _24 12__$$

$$D = _2 1$$

$$D = 0,5 \text{ м}$$

8. а. 0,4 Д

$$D = _r(2 \text{ м})__$$

$$D = _2 5__$$

$$D = 0,4 \text{ Д}$$

9. д. -0,5 Д

$$\text{Мощность полуцилиндра: } 1, __00$$

$$2 __ = -0,50 \text{ Мощность сферы: } 0$$

$$\text{Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)}$$

$$\text{Сферический эквивалент: } (0) + (-0,50) \text{ Сферический}$$

$$\text{эквивалент: } 0 - 0,50 \text{ Сферический эквивалент: } -0,5 \text{ Д}$$

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 203

10. б. 48,2 Д

$$P(D) = \frac{(n_2 - n_1)}{r}$$

$$P(D) = \frac{(1,376 - 1,000)}{0,001}$$

$$P(D) = 0,376$$

$$P(D) = 48,2 \text{ Д}$$

11. в. 53 мм

$$P(D) = 0,30$$

$$z(\text{мм}) = 30$$

$$z(\text{мм}) = 50$$

$$r(\text{мм}) = 53 \text{ мм}$$

12. в. 43,25 Д

$$P(D) = 0,375$$

$$P(D) = 0,375$$

$$P(D) = 43,25 \text{ Д}$$

13. б. 1 Д

$$\text{Возраст } > 48: \text{ амплитуда} = 3 - [0,5 \frac{(\text{возраст} - 48)}{16}]$$

$$\text{амплитуда} = 3 - [0,5 \frac{(64 - 48)}{16}]$$

$$\begin{aligned} \text{амплитуда} &= 3 - [0,5 (\\ _16 \ 4 _)] \text{ амплитуда} &= 3 \\ - [0,5(4)] \text{ амплитуда} &= 3 \\ - 2 \text{ амплитуда} &= 1 \text{ D} \end{aligned}$$

14. а. 5Δ

Наведенная призма (Δ или PD) = сила линзы (D) x смещение ОС (см)
 Наведенная призма (Δ или PD) = (5) x (1) Наведенная призма (Δ или PD) = 5

15. б. 0,5 см

Индукцированная призма (Δ или PD) = сила линзы (D) x смещение ОС (см)

$$\text{Смещение ОС (см)} = \frac{\text{Индукцированная призма (Δ или PD)}}{\text{Мощность объектива (D)}}$$

$$\text{Смещение ОС (см)} = \frac{0,25}{0,5}$$

$$\text{Смещение ОС (см)} = 0,5 \text{ см}$$

Глава 3

1. б. волны

Частицы (а.) неверно, поскольку амплитуда является характеристикой волн.
Флуоресценция (в) и поляризация (г) неверны, поскольку они являются явлениями.

2. д. $\lambda = \frac{c}{f}$

$\lambda = \frac{c}{f}$ (а.) неверно, поскольку $c = \lambda f$. Следовательно, c должен быть числителем
определить λ .

$f = \frac{c}{\lambda}$ (б.) неверно, поскольку $c = \lambda f$. Следовательно, c должен быть
числителем для определения f .

$f = \lambda c$ (с.) неверно, поскольку $c = \lambda f$. Следовательно, f никогда не может быть
произведением λ и c .

3. б. от 400 до 700 нм

4. а. последовательный и монохроматический

Монохроматический и противофазный (б) неверен, поскольку лазерный свет
всегда находится в фазе.

Когерентный и рассеянный (в) неверен, поскольку лазерный свет никогда не бывает рассеянным.

«Спонтанное излучение» (д.) неверно, поскольку лазерный свет создается путем
вынужденного излучения.

5. в. 180 градусов

Неприятные блики производятся горизонтальными поверхностями, которые
поляризуют свет горизонтально (т. е. под углом 180 градусов).

6. а. деструктивное вмешательство

Волны, не распространяющиеся вместе, будут не в фазе. Следовательно, их
взаимодействие приведет к деструктивному взаимодействию.

Поляризация (б) неверна, поскольку она относится к направлению вибрации.

Излучение (в) неверно, поскольку оно относится к корпускулярной природе света.

Конструктивная интерференция (д.) неверна, поскольку этот тип
интерференции требует, чтобы волны были синфазными.

7. б. флуоресцентный свет будет иметь большую длину волны. Это основа
теории этого явления Эйнштейна.

Возбуждающий и флуоресцентный свет будут иметь одинаковые длины волн
(а). Это неверно, поскольку это не соответствует теории Эйнштейна.

Люминесцентные лампы и лампы возбуждения будут иметь один и тот же цвет
(с.) Это неправильно, поскольку каждый цвет имеет определенную длину волны.

Возбуждающий свет будет иметь большую длину волны (д.), что неверно,
поскольку это не соответствует теории Эйнштейна.

Глава 4

1. б. 3×10^8 м/сек.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 205

2. д. помедленнее

$$\text{Скорость света} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см/секунду}}{2} = 1,5 \times 10^{10} \text{ см/сек}$$

$$\text{Скорость света} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см/секунду}}{2,5} = 1,2 \times 10^{10} \text{ см/сек}$$

3. а. 1×10^{10} см/сек

$$\text{Скорость света} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см/секунду}}{3} = 1 \times 10^{10} \text{ см/сек}$$

4. б. 2

$$\text{РИ} = \frac{3 \times 10^8 \text{ м в секунду}}{1,5 \times 10^8 \text{ м в секунду}} = 2$$

5. а. 2

$$\text{Скорость света в среде} = \text{замедление на } 50\% = \frac{3 \times 10^{10} \text{ см/секунду}}{2} = 1,5 \times 10^{10} \text{ см/сек.}$$

$$\text{РИ} = \frac{3 \times 10^{10} \text{ м в секунду}}{1,5 \times 10^{10} \text{ м в секунду}} = 2$$

Глава 5

1. а. более мелкий

Свет, исходящий из лужи с водой, отклоняется от нормального, в результате чего лужа кажется более мелкой.

Темнее (b.) и светлее (d.) являются неверными, поскольку другие факторы играют роль в том, что бассейн становится темнее или светлее.

Значение «Глубже» (c) неверно, поскольку лучи света, выходящие из бассейна, отклоняются от нормали.

2. д. изгиб на интерфейсе

Согласно закону Снеллиуса, все лучи изгибаются, когда они входят в прозрачную среду под углом.

Отсутствие изгиба на границе раздела (a) является неправильным, поскольку не соблюдается закон Снеллиуса.

Отражаться (b) неверно, поскольку отражаться могут только некоторые лучи, а не все.

Быть остановленным (c.) неверно, поскольку среда прозрачна.

3. д. $n_1 = n_2 \sin i \sin r$

Поскольку закон Снелла гласит, что $n_1 \sin i = n_2 \sin r$, n_1 можно определить, переместив $\sin i$ в другую сторону в качестве знаменателя.

$n_2 = n_1 \sin i \sin r$ (a.), $n_1 = n_2 \sin i \sin r$ (b.) и $n_2 = n_1 \sin i \sin r$ (c.) неверны, поскольку перестановка закона Снелла не приведет к показанным вариантам ответа.

4. а. РИ двух СМИ

В законе Снелла величины n_1 и n_2 являются показателями преломления (RI) двух сред.

Отражение на границе раздела (б.) неверно, поскольку это явление не включено в закон Снеллиуса.

Нормаль (с) неверна, поскольку это воображаемая линия, проведенная под углом 90 градусов к границе раздела двух прозрачных сред.

Солнечный свет (г.) неверен, поскольку не имеет ничего общего с законом Снелла.

206 Приложение

5. в. наклониться в сторону нормального

Согласно закону Снелла, свет, распространяющийся под углом из среды с меньшим RI в среду с большим RI , будет отклоняться в сторону нормали.

Отклонение от нормального (а) неверно, поскольку оно применяется к свету, идущему под углом из среды с большим RI в среду с меньшим RI .

Продолжать без преломления по нормали (б) неверно, так как не соблюдается закон Снеллиуса.

Отражаться (г.) неверно, поскольку отражаются только некоторые лучи света, а не все.

Глава 6

1. д. IC не будет применяться

Критический угол (i_c) применяется только тогда, когда свет распространяется из среды с большим показателем преломления (RI) в среду с меньшим RI , и не применяется, когда свет попадает из воздуха в глаз.

Значение IC может быть рассчитано (а) неверно, поскольку критический угол не применяется.

$r > i$ (б.) неверно, поскольку $r < i$, когда свет попадает из воздуха в глаз.

Весь свет будет отражен (в.) неверно, поскольку отражается только некоторая часть света, а не весь.

2. в. 1×10^8 м/сек.

$$\text{Скорость света} = \frac{3 \times 10^8 \text{ м/секунду}}{3} = 3 \times 10^8 \text{ м/сек} = 1 \times 10^8 \text{ м/сек}$$

3. б. 0,5

$$n_1 \sin i_c = n_2 \sin r$$

$$r \sin i_c = \frac{n_2}{n_1} \sin r$$

Поскольку $\sin r$

$$= 1,0, \sin i_c = \frac{n_2}{n_1} = 0,5$$

4. в. $r > 30$ градусов

Поскольку свет распространяется из среды с большим RI (2,000) в среду с меньшим RI (1,000), преломленный луч отклонится от нормального. Поскольку угол падения (i) равен 30 градусам, угол преломления (r) будет больше 30 градусов.

$r < 30$ градусов (а.) неверно, поскольку это условие применяется, когда свет распространяется из среды с меньшим RI в среду с большим RI .

$i < 30$ градусов (б.) и $i > 30$ градусов (г.) неверны, поскольку угол падения указан как 30 градусов.

5. а. $r < 30$ градусов

Поскольку свет распространяется из среды с меньшим RI (1,000) в среду с большим RI (2,000), преломленный луч будет изгибаться в сторону нормали.

Поскольку i равен 30 градусам, r будет меньше 30 градусов.

$i < 30$ градусов (б.) и $i > 30$ градусов (д.) неверны, поскольку i указано как 30 градусов.

$r > 30$ градусов (с) неверно, поскольку это условие применяется, когда свет распространяется из среды с большим RI в среду с меньшим RI .

Глава 7

1. д. нет никакого преломления

При полном внутреннем отражении (TIR) весь свет отражается обратно в первую среду и ни один не преломляется во вторую среду.

Преломленный луч отклоняется к нормали (а), а преломленный луч отклоняется от нормали (в) — неправильные, поскольку преломления нет.

Свет переходит из воздуха в драгоценный камень (б.) неверно, поскольку TIR применяется, когда свет переходит из драгоценного камня в воздух.

2. б. лучи будут полностью отражаться внутрь

TIR применяется, поскольку угол падения (i ; 50 градусов) превышает критический угол (i_c ; 40 градусов), когда свет пытается покинуть среду с большим показателем преломления (RI ; 1,523) в среду с меньшим RI (1,376).

Преломленные лучи будут отклоняться от нормали (а.), преломленные лучи будут касаться границы раздела сред (в.), а преломленные лучи будут отклоняться к нормали (г.). Это неверно, поскольку они применяются к лучам, которые преломляются, не полностью внутренне отражено.

3. а. В этом случае применяется TIR от угловых структур к внешней стороне глаза, и весь свет от угловых структур отражается обратно в переднюю камеру.

Из воздуха в оптоволоконный кабель (б.), из воздуха в ромб (в) и к угловым структурам снаружи глаза (г.) не применимо, поскольку в этих вариантах ответа свет распространяется от среды с более низким RI в среду с более высоким RI .

4. в. не будет отображаться МДП

Бриллианты отображают TIR, когда на кристалле вырезаны многочисленные грани, создавая таким образом условия TIR. Ориентация граней кристаллов в неограниченных алмазах не соответствует условиям TIR.

Имеет десятки граней кристалла (а.) неверно, поскольку такое количество граней необходимо искусственно вырезать.

Имеет много огня (б.) — неверно, поскольку огонь возникает, когда на алмазе вырезаются грани, чтобы создать условия для МДП.

Может быть дорогим (г.) неверно, поскольку истинная ценность бриллианта как драгоценного камня выкупается, когда на нем вырезаются грани.

5. б. конус роговицы

При кератоконусе (конусе роговицы) угол падения (i) больше не может превышать критический угол (i_c), поэтому он не соответствует условиям TIR. В результате могут быть видны угловые структуры.

Вопреки правилу астигматизм (а) неверен, поскольку МДП не требует астигматизма.

Гипоглобус (с.) неверен, поскольку смещенный вниз шар по-прежнему будет соответствовать условиям МДП.

Микрокорнеа (д.) неверно, поскольку условия TIR также применимы к роговице меньшего размера.

Глава 8

1. а. Плюсовые линзы увеличивают изображение и отображают его при движении, тогда как минусовые линзы уменьшают размер изображения и отображают его при движении. Это характеристики плюсовых и минусовых линз.

Плюсовые линзы толще на периферии (б.) неверно, поскольку плюсовые линзы толще посередине.

Плюсовые линзы уменьшают размер изображения и отображают его при движении, тогда как минусовые линзы увеличивают изображения, и отображение при движении изображения (с.) неверно, поскольку характеристики размера изображения неверны.

Минус-линзы толще посередине (d.) неверно, поскольку минус-линзы толще на периферии.

2. б. имеют одинаковую силу во всех меридианах. Это основная характеристика сферических линз.

Иметь разную силу вдоль разных меридианов (а) неверно, поскольку это характерно для сфероцилиндрических линз.

Только сходящийся свет (с.) и только рассеивающийся свет (d.) являются неправильными, поскольку плюсовые и минусовые линзы могут быть сферическими линзами.

3. в. образует линию фокуса

Это основная характеристика цилиндрических линз.

Формы 30 градусов к оси (а) и формы 45 градусов к оси (б) неверны, поскольку информация, представленная в этих вариантах, неполна.

Не формируется (г.) неверно, поскольку изображение формируется в виде фокуса линии.

4. б. $-2,00+2,00 \times 90$

Транспонированная форма (PL $-2,00 \times 180$) имеет плоскую силу по оси 180, что указывает на то, что только одна ось (90) имеет избыточную плюсовую силу (т. е. близорукость). Поскольку одна ось (180) не требует коррекции, тогда как другая ось (90) является миопической, типом астигматизма является простой миопический астигматизм.

$-2,00+1,00 \times 180$ (а) неверно, поскольку транспонированная форма ($-1,00-1,00 \times 90$) указывает на то, что ось 90 является близорукой. Поскольку обе оси близоруки, это пример сложного миопического астигматизма.

$+2,00-1,00 \times 90$ (в) неверно, поскольку транспонированная форма ($+1,00+1,00 \times 180$) указывает на то, что ось 180 является дальнозоркой. Поскольку обе оси дальнозоркие, это пример сложного дальнозоркого астигматизма.

$+2,00+1,00 \times 180$ (г.) неверно, поскольку транспонированная форма ($+3,00-1,00 \times 90$) указывает на то, что ось 90 является дальнозоркой. Поскольку обе оси дальнозоркие, это пример сложного дальнозоркого астигматизма.

5. а. $-2,00+3,00 \times 45$

Транспонированная форма ($+1,00-3,00 \times 135$) указывает на то, что ось 135 является дальнозоркой. Поскольку одна ось (45) является миопической, а другая (135) — дальнозоркой, это назначение является примером смешанного астигматизма.

$+3,00+2,00 \times 135$ (б) неверно, поскольку транспонированная форма ($+5,00-2,00 \times 45$) указывает на то, что ось 45 также является дальнозоркой. Поскольку обе оси являются дальнозоркими, это назначение является примером сложного дальнозоркого астигматизма.

$-2,00-3,00 \times 45$ (в) неверно, поскольку транспонированная форма ($-5,00+3,00 \times 135$) указывает на то, что ось 135 также является близорукой. Поскольку обе оси миопичны, это назначение является примером сложного миопического астигматизма.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 209

+3,00+3,00 x 135 (г.) неверно, поскольку транспонированная форма (+6,00-3,00 x 45) указывает на то, что ось 45 также является дальнозоркой. Поскольку обе оси являются дальнозоркими, это назначение является примером сложного дальнозоркого астигматизма.

Глава 9

1. д. Закон отражения

Угол падения (i) = угол отражения (r).

Закон Снеллиуса (а) неверен, поскольку он гласит: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.

Показатель преломления (R1)(b.) указан неверно, поскольку он Скорость света в вакууме / Скорость света в среде.

Полное внутреннее отражение (TIR)(c.) неверно, поскольку это относится к преломлению.

2. а. изменить направление движения света.

Все зеркала делают это.

Обеспечивать положительную мощность (b.) неверно, поскольку это характерно только для вогнутых зеркал.

Не указывать мощность (c.) неверно, поскольку это характерно только для плоских зеркал.

Указывать минусовую мощность (d.) неверно, поскольку это характерно только для выпуклых зеркал.

3. б. минус линзы

Минусовые линзы и выпуклые зеркала рассеивают свет и обеспечивают минусовую мощность.

Плюсовые линзы (а) неверны, поскольку эти линзы собирают свет и обеспечивают положительную мощность.

Отсутствие линз (в) неверно, поскольку зеркала можно сравнить с линзами.

Плоские линзы (d.) неверны, поскольку выпуклые зеркала обладают оптической силой, а плоские линзы - нет.

4. а. плюс линзы

Линзы Plus и вогнутые зеркала собирают свет и обеспечивают дополнительную мощность.

Минус линзы (б) неверен, так как эти линзы рассеивают свет и дают минусовую силу.

Отсутствие линз (в) неверно, поскольку зеркала можно сравнить с линзами.

Плоские линзы (d.) неверны, поскольку вогнутые зеркала обладают оптической силой, а плоские линзы - нет.

5. а. ретиноскопия, гониоскопия и щелевая лампа. Во всех этих процедурах используются инструменты с зеркалами.

Кератометрия, пробные линзы и ретиноскопия (б) неверны, поскольку пробные линзы не имеют зеркал.

Компьютерная топография роговицы, ретиноскопия и метод Исихара (в) неверны, поскольку цветное тестирование Исихара не требует зеркал.

Ретиноскопия, гониоскопия и стерео (г.) неверны, поскольку стереотестирование не требует зеркал.

Глава 10

1. д. параллельные лучи света сходятся

Это определение фокуса и фокусного расстояния плюсковой линзы.

ПВО возникает (а) неправильно, поскольку фокус линзы требует преломления.

Кажется, что параллельные световые лучи расходятся. (б) неверно, поскольку это определение минус-линзы.

Соблюдение закона отражения (в) неверно, поскольку фокус линзы требует преломления.

2. б. параллельные лучи света расходятся от

Это определение фокуса и фокусного расстояния минусовой линзы.

ПВО возникает (а.) неверно, поскольку фокус линзы требует преломления.

Соблюдение закона отражения (в) неверно, поскольку фокус линзы требует преломления.

Параллельные лучи света сходятся (д.) неверно, поскольку это определение плюсовых линз.

3. а. $f(\text{см}) = \frac{100P(D)}{1}$

$f(m) = \frac{100P(D)}{1}$ (б.) неверно, поскольку для использования $f(m)$ требуется, чтобы числитель был равен 1.

$P(D) = \frac{f(100\text{ мм})}{1}$ (с.) неверно, поскольку для использования $f(\text{mm})$ требуется, чтобы числитель был равен 1000.

$P(D) = \frac{f(10\text{ см})}{1}$ (д.) неверно, поскольку для использования $f(\text{см})$ требуется, чтобы числитель был равен 100.

4. б. 3,33 Д

$$P(D) = \frac{1000f(\text{мм})}{1} = \frac{1000 \cdot 300}{1} = 300 \text{ Д} = 3,33 \text{ Д}$$

5. в. 0,4 м

$$f(m) = \frac{P(D)}{100} = \frac{20}{100} = 0,2 \text{ м}$$

$$0,4 \text{ м } f(\text{см}) = \frac{100P(D)}{1} = \frac{100 \cdot 2}{1} = 200 \text{ см}$$

Глава 11

1. в. $V - P = U$

Уравнение вергенции имеет вид $U + P = V$, которое можно переставить ($V - P = U$) для определения вергенции объекта.

$V + P = U$ (а.) неверно, поскольку $V - P = U$.

$U - V = P$ (б.) неверно, поскольку $V - U = P$.

$U - P = V$ (г.) неверно, поскольку $U + P = V$.

2. в. $D = \frac{1}{\text{расстояние}(\text{м})}$

Это формула перевода вергенции в диоптрии (D) и наоборот.

3. б. 0,02 Д

Расстояние до объекта (u) = 50 м

$$\text{Вергенция объекта (U)} = \frac{1}{u(\text{м})} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ Д}$$

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 211

4. а. +2,5 Д

Расстояние до объекта (u) = 500 мм

Вергенция объекта (U) = $-\frac{1}{u(1000 \text{ мм})} = -\frac{1}{1000 \cdot 500} = -2 \text{ Д}$

Расстояние изображения (v) = 2 м

Вергенция изображения (V) = $\frac{1}{v(1 \text{ м})} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Д}$

Уравнение вергенции: $U + P = V$

Перестановка уравнения для расчета оптической силы линзы: $P = V$

– U K U добавляется знак минус, поскольку объект находится в

минусовом пространстве: $P = (V) - (-U) P = (0,5) - (-2) P = 0,5 + 2 \text{ Д}$

= 2,5 Д

5. д. 33,3 см в минусовом пространстве

Расстояние до объекта (u) = 400 см

Вергенция объекта (U) = $-\frac{1}{u(100 \text{ см})} = -\frac{1}{400 \cdot 100} = -0,25 \text{ Д}$

Сила линзы (P) = -2,75 Д

Уравнение вергенции: $U + P = V$

K U добавляется знак минус, поскольку объект находится в

минусовом пространстве: $V = -U + P V = (-0,25) + (-2,75) V =$

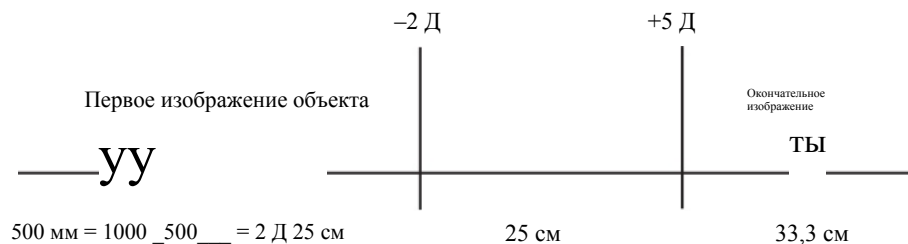
$-0,25 - 2,75 V = -3 \text{ Д}$

Знак минус указывает на то, что изображение расположено в минусовом пространстве (перед линзой).

Расстояние до изображения [v(см)] = $100 \cdot V = 100 \cdot (-3) = -33,3 \text{ см}$

Глава 12

1. д. 33,3 см от финальной линзы и в ее плюсовом пространстве



$$25 + 25 = 50 \text{ см}; 100 / 50 = 2 \text{ Д}$$

Первая линза Вторая линза

$$U + P = V$$

$$U + P = V$$

$$(-2) + (-2) = V \quad (-2) + (+5) = V$$

$$-2 - 2 = V$$

$$-2 + 5 = V$$

$$-4 \text{ Д} = V$$

$$+3 \text{ Д} = V$$

$$f(\text{см}) = 100 / 4 = 25 \text{ см} \quad f(\text{см}) = 100 / 3 = 33,3 \text{ см}$$

Первое изображение = 25 см Окончательное изображение = 33,3 см в минусовом интервале в плюсовом пробеле

212 Приложение

2. б. на бесконечности в плюсовом пространстве объектива +1,00



Первая линза Вторая линза

$$U + D = B \qquad U + D = B$$

$$(-0) + (+10) = B \quad (-1) + (+1) = B$$

$$-0 + 10 = B \qquad -1 + 1 = B$$

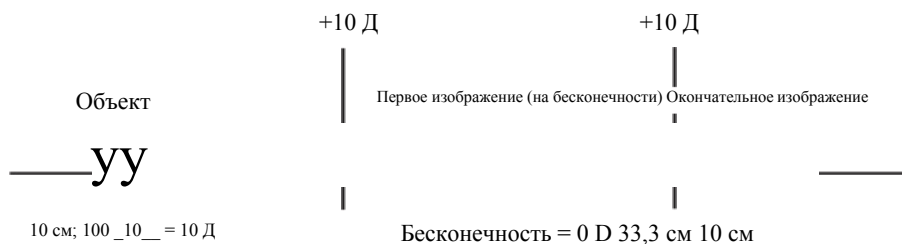
$$+10 \text{ Д} = B \qquad 0 \text{ Д} = B$$

$$f(\text{см}) = 100 \cdot 10 _ = 10 \text{ см} \quad f(\text{см}) = 100 \cdot 0 _ =$$

бесконечность (параллельные лучи)

Первое изображение = 10 см. Окончательное изображение = на бесконечности в плюсовом пространстве (параллельные лучи) в плюсовом пространстве.

3. а. 10 см от второй линзы и в ее плюсовом пространстве



Первая линза Вторая линза

$$U + D = B \qquad U + D = B$$

$$(-10) + (+10) = B \quad (-0) + (+10) = B$$

$$-10 + 10 = B \quad -0 + 10 = B$$

$$0 \text{ Д} = B \qquad +10 \text{ Д} = B$$

$$f(\text{см}) = 100 \cdot 0 _ = \text{бесконечность} \quad f(\text{см}) = 100 \cdot 10 _ = 10 \text{ см (параллельные лучи)}$$

Первое изображение = на бесконечности Окончательное изображение = 10 см (параллельные лучи) в плюсовом пространстве в плюсовом пространстве

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 213

4. д. 50 см от минусовой линзы и в ее минусовом пространстве



Первая линза Вторая линза

$$U + P = B \quad U + P = B$$

$$(-10) + (+10) = B \quad (-0) + (-2) = B$$

$$-10 + 10 = B \quad -0 - 2 = B$$

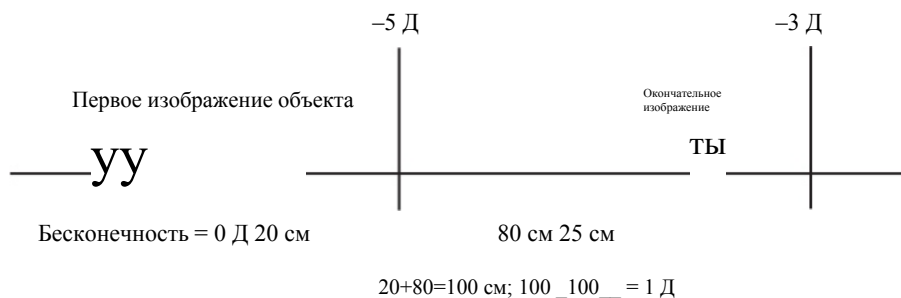
$$0 \text{ Д} = B \quad -2 \text{ Д} = B$$

$$f(\text{см}) = 100 _0 _ = \text{бесконечность} \quad f(\text{см}) = 100 _2 _ = 50 \text{ см (параллельные лучи)}$$

Первое изображение = на бесконечности. Окончательное изображение = 50 см (параллельные лучи) в плюсовом интервале в минусовом интервале,

обозначается $V = -2$

5. б. 25 см от второй линзы и в ее минусовом пространстве



Первая линза Вторая линза

$$U + P = B \quad U + P = B$$

$$(-0) + (-5) = B \quad (-1) + (-3) = B$$

$$-0 - 5 = B \quad -1 - 3 = B$$

$$-5 \text{ Д} = B \quad -4 \text{ Д} = B$$

$$f(\text{см}) = 100 _5 _ = 20 \text{ см} \quad f(\text{см}) = 100 _4 _ = 25 \text{ см}$$

Первое изображение = 20 см Окончательное изображение = 25 см в минус-пробеле, в минус-промежутке,

обозначено $V = -5$, обозначено $V = -4$

Глава 13

1. а. 1

*Расстояние до объекта (u): 1 м*Вергенция объекта (U): -1 D $= 1 \text{ D}$ Сила линзы (P): $+2 \text{ D}$ Уравнение вергенции: $V = U + P$

Знак минус присвоен U, поскольку объект находится в минусовом пространстве линзы.

Вергентность изображения:

 $V = -U + P \quad V = (-1) + (+2)$ $V = -1 + 2 \quad V = +1 \text{ D}$

Расстояние изображения:

 $\frac{1}{V} = \frac{1}{1} = 1 \text{ м}$ Увеличение: $\frac{\text{Размер изображения}}{\text{Размер объекта}} = \frac{1}{1} = 1$

Изображение имеет тот же размер, что и объект.

2. в. 0,25

*Расстояние до объекта (u): 2 м*Вергенция объекта (U): -2 D $= 0,5 \text{ D}$ Сила линзы (P): $-1,5 \text{ D}$ Уравнение вергенции: $V = U + P$

Знак минус присвоен U, поскольку объект находится в минусовом пространстве линзы.

Вергентность изображения:

 $V = -U + P \quad V = (-0,5) +$ $(-1,5) \quad V = -0,5 - 1,5 \quad V = -2$ D

Расстояние изображения:

 $\frac{1}{V} = \frac{1}{-2} = -0,5 \text{ м}$ Увеличение: $\frac{\text{Размер изображения}}{\text{Размер объекта}} = \frac{0,25}{1} = 0,25$ Изображение составляет $\frac{1}{4}$ размера объекта.

3. б. 5

Размер объекта: 2 см

Размер изображения:

10 см Увеличение: $\frac{\text{Размер изображения}}{\text{Размер объекта}} = \frac{10}{2} = 5$

Изображение будет в 5 раз больше объекта.

4. в. 50 см

Размер объекта: 5

см. Увеличение:

10-кратное. $\frac{\text{Размер изображения}}{\text{Размер объекта}} = 10$ Перестановка уравнения для определения размера изображения: Размер изображения = (Увеличение) x (Размер объекта) = $10 \times 5 = 50$ см. Высота изображения будет 50 см.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 215

5. д. 20 см

Размер изображения:

10 см. Увеличение:

0,5-кратное.

Перестановка уравнения для определения размера

объекта: $\frac{\text{Размер изображения}}{\text{Увеличение}} = \frac{10 \text{ см}}{0,5} = 20 \text{ см}$

Высота объекта 20 см.

Глава 14

1. д. 4 см

$$P = 2\Delta$$

$$D = 2 \text{ м}$$

$$C = (P)(D)$$

$$C = (2)(2)$$

$$C = 4 \text{ см}$$

2. а. 500 см

$$P = 0,5\Delta$$

$$D = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$$

$$C = (P)(D)$$

$$C = (0,5)(1000)$$

$$C = 500 \text{ см}$$

3. б. 1 м

$$P = 10\Delta$$

$$C = 100 \text{ мм} = 100 \frac{10}{100} =$$

$$10 \text{ см} \quad D = \frac{C}{P}$$

$$D = \frac{10 \text{ см}}{10} = 1 \text{ м}$$

4. б. 0,25Δ

$$C = 5 \text{ мм} = 0,5 \text{ см}$$

$$D = 2 \text{ м} \quad P = \frac{C}{D}$$

$$P = \frac{0,5}{2} = 0,25\Delta$$

5. д. 0,1Δ

$$C = 100 \text{ см}$$

$$D = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$$

$$P = \frac{C}{D}$$

$$P = \frac{100}{1000} = 0,1\Delta$$

Глава 15

1. б. (D)(r) = 2

$$d = r^2$$

$$(D)(r) = 2$$

216 Приложение

2. $\partial. z = 2f$

$$ж = \frac{p}{2}$$
$$2f = p$$

3. б. 3 Д

$$ж = 33$$
$$см \frac{330}{ж} = 0,33 \text{ м}$$

$$D = \frac{1}{f(\text{м})}$$

$$D = \frac{1}{0,33}$$
$$\underline{\quad} D = 3 \text{ Д}$$

4. б. 8 Д

$$\Gamma = 250 \text{ мм}$$
$$\Gamma = \frac{250}{ж} = 0,25 \text{ м}$$

$$D = \frac{1}{0,25} = 20 \frac{1}{ж} = 8 \text{ Д}$$

5. а. 50 см

$$D = \frac{1}{f(\text{м})}$$

$$f(\text{м}) = \frac{1}{D}$$

$$f(\text{м}) = \frac{1}{2}$$

$$f = 0,5 \text{ м} = 50 \text{ см}$$

Глава 16

1. б. иметь одинаковую силу во всех меридианах

Иметь разную силу вдоль разных меридианов (а) неверно, поскольку это характерно для сфероцилиндрических линз.

Только сведение света (с) неверно, поскольку это характеристика плюсовых линз, как сферических, так и цилиндрических.

Только рассеивающийся свет (d.) неверен, поскольку это характеристика минус-линз, как сферических, так и цилиндрических.

2. в. используется для увеличения плюс вергенции

Плюсовые линзы увеличивают плюсовую вергенцию (и уменьшают минусовую вергенцию), а их изображения формируются в плюсовом пространстве.

-2 D (а) неверно, поскольку это минусовая линза.

Использование для увеличения минусовой вергенции (b) неверно, поскольку это использование минусовых линз.

+5 D(д.) неверно, так как его фокусное расстояние равно 20 см ($100 \frac{1}{ж} = 20 \text{ см}$).

3. а. -2 Д

Минус-линзы уменьшают плюсовую вергенцию (и увеличивают минусовую вергенцию), а их изображения формируются в минусовом пространстве.

Использование для уменьшения минусовой вергенции (b) неверно, поскольку минусовые линзы увеличивают минусовую вергенцию.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 217

Использование для увеличения плюсовой вергенции (с) неверно, поскольку это характеристика плюсовых линз.

+5 Д(д.) неверно, так как его фокусное расстояние равно 0,2 м ($100 \div 5 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$).

4. в. линзы, уменьшающие размеры изображения

Пациенты с чрезмерной плюсовой вергенцией страдают миопией, то есть аномалию рефракции корректируют с помощью минусовых линз. Уменьшение размера изображения – важная характеристика минус-линз.

Линзы, увеличивающие изображения (а), являются неверными, поскольку это характеристика плюсовых линз.

PL Sph (b.) неверен, поскольку пациентам с близорукостью необходима рефракционная коррекция.

Линза +5 D (d.) неверна, поскольку близорукость, использующая плюсовые линзы, станет еще более близорукой.

5. а. линзы, увеличивающие изображения

Пациенты с неадекватной плюсовой вергенцией страдают гиперметропией, то есть аномалию рефракции корректируют с помощью плюсовых линз. Увеличение размера изображения — важная характеристика плюсовых линз.

PL Sph (b.) неверен, поскольку пациентам с дальнозоркостью необходима рефракционная коррекция.

Использование линз, уменьшающих размер изображения (с.), неверно, поскольку это характеристика минус-линз.

Линза –5 D (d.) неверна, так как дальнозоркость при использовании минусовых линз станет еще более дальнозоркой.

Глава 17

1. б. 167

Ось цилиндра: 77

Мощность цилиндра разнесена на 90 градусов: $77 + 90 = 167$.

2. д. 180

Требуемая мощность цилиндра на оси: 90

Цилиндр должен быть ориентирован под углом 90 градусов: $90 + 90 = 180$.

3. а. –1 Д

Полная цилиндрическая сила комбинации цилиндрических линз, удерживаемых с параллельными осями, представляет собой алгебраическую (не арифметическую) сумму каждой степени:

Суммарная мощность цилиндра при параллельных осях: $(+1) + (-2) = +1 - 2 = -1 \text{ Д}$

4. в. 0,5 Д

Цилиндрические линзы в любом крестоцилиндре Джексона (ручном или на рефракторе) имеют противоположные знаки и ориентированы своими осями под углом 90 градусов друг к другу. Цилиндрические линзы, ориентированные таким образом, будут проявлять обе силы, а полная цилиндрическая оптическая сила комбинации таких линз представляет собой арифметическую (не алгебраическую) сумму каждой степени:

Суммарная оптическая сила цилиндрических линз противоположных знаков, расположенных с осями под углом 90 градусов друг к другу: $(0,25) + (0,25) = 0,5 \text{ Д}$.

Аналогично, поперечные цилиндры Джексона с оптической силой $\pm 0,5 \text{ Д}$, $\pm 0,75 \text{ Д}$ и $\pm 1 \text{ Д}$ будут иметь общую цилиндрическую силу соответственно 1 Д, 1,5 Д и 2 Д.

5. в. +2 D

(Подробнее см. в пояснении к вопросу 4 выше.)

Суммарная оптическая сила цилиндрических линз противоположных знаков, расположенных с осями под углом 90 градусов друг к другу: $(+1) + (+1) = 1 + 1 = 2 D$.

Глава 18

1. д. +4,50–1,50 x 180

Плюсовой цилиндр к минусовому цилиндру:

Плюсовой цилиндр: +3,00+1,50 x 90
сферический цилиндр, силовая ось цилиндра

Алгебраически складываем сферу и цилиндр: $(+3) + (+1,50) = +4,50$.

Новая сила сферы: +4,50

Скопируйте полную мощность цилиндра: 1,50

Измените знак мощности цилиндра: –1,50.

Измените ось на 90 (максимум 180): $(90 + 90 = 180)$.

Транспонированный Rx равен:

Минусовый цилиндр: +4,50–1,50 x 180.

2. а. +8,00–4,00 x 90

Плюсовой цилиндр к минусовому цилиндру:

Плюс цилиндр: +4,00+4,00 x 180
сферический цилиндр, силовая ось цилиндра

Алгебраически складываем сферу и цилиндр: $(+4) + (+4) = +8$.

Новая сила сферы: +8,00

Скопируйте полную мощность цилиндра: 4,00

Измените знак мощности цилиндра: –4,00 Измените ось на 90

 $(180 - \text{максимум})$: $(180 - 90 = 90)$ Транспонированный Rx равен:

Минусовый цилиндр: +8,00–4,00 x 90.

3. б. две преломляющие поверхности

Сфероцилиндрические линзы представляют собой комбинацию сферических и цилиндрических линз.

Такие линзы имеют две преломляющие поверхности разной силы, которые вместе создают преломление, характерное для сфероцилиндрической линзы.

Одна плоская поверхность (а) и одна преломляющая поверхность (г) неверны, поскольку это характеристики цилиндрических линз.

Наличие двух плоских поверхностей (в) неверно, поскольку это характеристика линз без оптической силы.

4. а. сфероцилиндрические линзы

Сложный астигматизм необходимо корректировать по двум меридианам разной силы. Линза с разной оптической силой по двум меридианам является сфероцилиндрической линзой.

Сферические линзы (б.) неправильны, поскольку эти линзы имеют одинаковую силу во всех меридианах и корректируют близорукость и дальнозоркость.

Использование только цилиндрических линз (в) является неправильным, поскольку такие линзы корректируют простой астигматизм.

Плано-линзы (г.) неверны, поскольку эти линзы не обладают оптической силой.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 219

5. д. смешанный астигматизм

Плюсовая форма цилиндра: $-2,00+4,00 \times 87$

Минусовая форма цилиндра: $+2,00-4,00 \times 177$

Плюсовая мощность чрезмерна по одной оси, требуя минусовой линзы ($-2,00$ по оси 87), и недостаточна на расстоянии 90 градусов, что требует плюсовой линзы по этой оси ($+2,00$ по оси 177). Такие изменения положительной силы глаза характерны для смешанного астигматизма. При коррекции линзы смешанного астигматизма сила цилиндра больше силы сферы и имеет противоположный знак.

Сложный дальнозоркий астигматизм (а) неверен, поскольку степени сферы в формах плюса и минуса цилиндра должны быть плюсовыми.

Сложный миопический астигматизм (б) неверен, поскольку силы сферы в плюсовых и минусовых цилиндрах должны быть минусовыми.

Простой астигматизм (с.) неверен, поскольку сила сферы в формах плюс- и минус-цилиндра должна иметь плоскую силу вдоль одной оси и плюс-минус мощность вдоль другой оси.

Глава 19

1. б. сферическая линза

Это сферическая линза, поскольку обе оси имеют одинаковую силу ($+2$).

Цилиндрическая линза с осью под углом 90 (а) неверна, поскольку другая ось (180) имеет оптическое увеличение.

Цилиндрическая линза с осью под углом 180° (с) неверна, поскольку другая ось (90°) имеет оптическое увеличение.

Сфероцилиндрическая линза (г.) неверна, поскольку обе оси имеют одинаковую силу.

2. в. цилиндрическая линза с осью под углом 180

Это связано с тем, что только одна ось имеет мощность, а ось 180 является плоской.

Цилиндрическая линза с осью 90 (а) неверна, поскольку оптическая сила находится на оси 90.

Сферическая линза (б) неверна, поскольку обе оси не имеют одинаковой оптической силы.

Сфероцилиндрическая линза (г.) неверна, поскольку только одна ось имеет силу.

3. д. сфероцилиндрическая линза

Это сфероцилиндрическая линза, потому что обе оси имеют силу, но разную.

Цилиндрическая линза с осью 90 (а) и цилиндрическая линза с осью 180 (с) неверны, поскольку обе оси имеют мощность.

Сферическая линза (б.) неверна, поскольку обе оси имеют разную силу.

4. б. $-3,00-2,00 \times 180$

Это потому, что $-5 + PL = -5$ по оси 90 и $-5 + 2 = -3$ по оси 180.

$+5,00-2,00 \times 90$ (а) неверно, поскольку ось 90 не имеет мощности $+5$.

$-5,00+2,00 \times 180$ (с.) неверно, поскольку ось 180 не имеет мощности -5 .

$+3,00+2,00 \times 90$ (d.) неверно, поскольку ось 90 не имеет $+3$ мощности.

5. а.

Транспонирование оптических сил указывает на то, что ось 90 имеет -1 , а ось 180 $+2$.

$$-1,00+3,00 \times 90$$

$$+2,00-3,00 \times 180$$

(b.), (c.) и (d.) не проявляют этих способностей.

Глава 20

1. б. $+3,00$

Рекурсия линзы: $+4,00-2,00 \times 90$

Сила полуцилиндра: $-2,00 \times 200 =$

$= -1,00$ Сила сферы: $+4,00$

Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)

$$(+4) +$$

$$(-1,00)+4 =$$

$$1,00+3,00$$

2. в. $+4,50$

Рекурсия линзы: $+4,00+1,00 \times 90$

Сила полуцилиндра: $1,00 \times 200 =$

$+0,50$ Сила сферы: $+4,00$

Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)

$$(+4) +$$

$$(+0,50)+4 =$$

$$0,50+4,50$$

3. в. $+0,25$ Д

Рецептура линзы: PL $+0,50 \times$

75 Мощность полуцилиндра: $\frac{0,50}{2} = +0,25$

Сила сферы: $0,00$

Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)

$$(0) + (+0,25)$$

$$0 +$$

$$0,25+0,25$$

4. д. $-2,00$

Рекурсия линзы: $-1,75-0,50 \times 55$.

Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)

$$(-1,75) + (-0,25)$$

$$(-1,75) + (-0,25)$$

$$-1,75 - 0,25$$

Сила сферической мягкой линзы: $-2,00$.

5. а. $-2,25$

$$-2,50+0,50 \times 100$$

Рекурсия линзы: $-2,50+0,50 \times 100$

Преобразовать в минусовой цилиндр: $-2,00-0,50 \times 10$.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 221

Сферический эквивалент: (Сила сферы) + (Сила полуцилиндра)

$$(-2,00) + (\overset{-0,25}{-0,30})$$

$$(-2,00) + (-0,25)$$

$$-2,00 - 0,25$$

Сила сферической мягкой линзы: $-2,25$.

Глава 21

1. б. 5

Слезы, роговица, водянистая оболочка хрусталика и стекловидное тело.

2. д. воздух-разрывы; разрывы-передняя часть роговицы; задняя роговица-водянистая Задняя роговица-передняя роговица; задняя хрусталик-стекловидная; слезы-водянистые(а.), воздушно-слезы; передняя роговица-задняя роговица (б.) и слезы-стекловидное тело; передняя часть роговицы-воздух; водная часть стекловидного тела; воздух-стекловидное тело (в.) находятся в неправильной анатомической последовательности.

3 а. эмметропия

Простой астигматизм (б), аметропия (в) и сложный астигматизм (г) вызваны неподходящей величиной рефракции.

4. в. схематический уменьшенный глаз

Эмметропический глаз (а), рефракционный глаз (б) и аметропический глаз (г) не являются терминами, используемыми в этом контексте.

5. в. 2,44 см

Гулстранд назначил длину 24 мм, что равно 2,44 см.

24 см (а.) примерно равны 9,5 дюймам; 24 м (б.) примерно равно 26,25 ярда; а 2,44 мм (д.) равно 0,244 см. Следовательно, этот выбор неправильный.

Глава 22

1. в. радиус кривизны

Показатель преломления (а), угол падения (б) и угол преломления (г) неверны, поскольку они рассматривались ранее.

2. а. $n_2 = [P(D)][r(m)] + n_1$

Уравнения (b), (c) и (d) переставлены неправильно.

3. а. мощность уменьшится вдвое

Поскольку знаменатель (г) увеличился вдвое с 1 м до 2 м, то полученная дробь уменьшится вдвое.

4. д. оно уменьшится

«Аппланация» означает создание плоскости, увеличивающей радиус кривизны (г). Из-за этого знаменатель дроби будет увеличиваться, тем самым уменьшая мощность роговицы до тех пор, пока она не вернет свою первоначальную форму. Следовательно, варианты (а), (б) и (в) неверны.

5. б. 2 Д

$n_1 = \text{воздух} =$

$1.000n_2 = 1.200$

Диаметр = 20 см = 200 мм

$r = \text{радиус кривизны} = \text{диаметр} \cdot \frac{1}{2} = 200 \cdot \frac{1}{2} =$

$100 \text{ мм} \cdot \frac{(n_2^2 - n_1^2)}{2r}$

$$P(D) = \frac{1000(1.200^2 - 1.000^2)}{2 \cdot 100}$$

$$P(D) = \frac{1000(0.200)}{2}$$

$P(D) = 200$

$\frac{100}{D} \cdot P(D) = 2$

D

6. а. r увеличится

В уравнении мощности искривленной поверхности, если P уменьшить, а $(n_2 - n_1)$ оставить неизменным, то значение $r(m)$ должно увеличиться.

$$P(D) = \frac{(n_2^2 - n_1^2)}{2r}$$

Значение r уменьшится (б.) неверно, поскольку уменьшение r приведет к увеличению мощности.

Значение r не изменится (с.) неверно, поскольку изменение мощности и сохранение неизменными показателей преломления (RI) математически повлияет на значение r.

Не следует считать r (d.) неправильным, поскольку эта переменная является частью уравнения.

7. д. увеличивать

$n_1 = \text{воздух} = 1.000$

$n_1 = \text{водный} = 1,336n_2$

= ИОЛ = 1,890

$$\text{ИОЛ имплантирована: } P(D) = \frac{1000(n_2^2 - n_1^2)}{2r} = \frac{1000(1,890^2 - 1,336^2)}{2r} = \frac{1000(0,554)}{2r} = 554$$

$$\text{ИОЛ в воздухе: } P(D) = \frac{1000(n_2^2 - n_1^2)}{2r} = \frac{1000(1,890^2 - 1,000^2)}{2r} = \frac{1000(0,89)}{2r} = 890$$

При неизменном $r(m)$ значение $\frac{890}{2r}$ больше значения $\frac{554}{2r}$.

Оставаться неизменным (а) и уменьшаться (б) неверно, поскольку изменение n_1 с 1,000 на 1,890 и сохранение постоянного значения $r(m)$ приведет к увеличению значения P.

Слово «колебаться» (с.) неверно, поскольку слово «колебаться» не применимо.

Глава 23

1. д. сокращение цилиарной мышцы

Сокращение связок (а.) является неправильным, поскольку зонулы не являются мышечными волокнами и не сокращаются.

Сокращение передней капсулы (б.) неправильное, так как капсула не сокращается.

Расслабление цилиарной мышцы (в) неправильно, так как расслабление цилиарной мышцы растягивает связочные корки, делая хрусталик тоньше и позволяя ему фокусировать дальние лучи света.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 223

2. б. увеличение выпуклости передней капсулы хрусталика

Увеличение длины связок (а) и расслабление цилиарной мышцы (в) неверны, поскольку они происходят, когда хрусталик фокусируется на расстоянии.

Увеличение плотности хрусталика (d.) неверно, поскольку это аномальное физиологическое состояние, наблюдаемое при сахарном диабете.

3. б. от +19 Д до +33 Д

4. д. плюс линза

Линза ПЛ(а.) неверна, так как такая линза не имеет оптической силы.

Минус линза (б) неверна, поскольку минус линзы стимулируют аккомодацию.

Призма (в) неверна, поскольку призмы используются для установления слияния.

5. а. +76 Д

$$(+14) + (+62) = +76 \text{ Д}$$

+62 Д (б.) неверно, так как +62 Д – это суммарная сила неаккомодирующего глаза (+43 Д от воздушно-слезно-роговидно-водного комплекса и +19 Д от неаккомодирующего хрусталика).

+33 D (с.) неверно, поскольку +33 D — это максимальная светосила линзы при максимальной аккомодации (+14 D и +19 D).

+19 D (д.) неверно, поскольку это общая аккомодационная амплитуда хрусталика.

Глава 24

1. б. аметропия

Близорукость (а) неверна, поскольку в вопросе не говорится, является ли положительная сила чрезмерной.

Дальнозоркость (в) неверна, поскольку в вопросе не говорится, недостаточна ли плюсовая сила.

Эмметропия (д.) неверна, поскольку это состояние соответствующего количества плюсовой силы.

2. а. близорукость

Уменьшение радиуса кривизны увеличит положительную мощность.

Аметропия (б.) неверна, поскольку в вопросе говорится, что плюсовая мощность меняется определенным образом.

Дальнозоркость (в.) неверна, так как уменьшение радиуса кривизны увеличит силу.

Эмметропия (д.) неверна, поскольку это условие, имеющее соответствующую величину плюсовой мощности, больше не будет применяться, если радиус кривизны изменится.

3. в. дальнозоркость

Дальнозоркость требует большей плюсовой силы, которая обеспечивается аккомодацией.

Близорукость (а) неверна, поскольку это состояние уже имеет чрезмерную плюсовую силу, а обеспечение большей плюсовой силы путем аккомодации увеличит близорукость.

Аметропия (б.) неверна, так как дальнозоркость – это уже аметропия.

Эмметропия (д.) неверна, поскольку это состояние соответствующего количества плюсовой силы.

224 Приложение

4. в. можно дать +2,75 Д

Поскольку +2,00 Д – абсолютная дальность, а +0,75 Д – факультативная (выраженная) дальность, то последнюю можно (а можно и не указывать).

Абсолютная дальность (А): +2,00 (пациент сначала читает 20/20)

Манифестная дальность (М): +0,75 (пациент продолжает читать 20/20)

Циклоплегическая рефрактометрия (CR): информация не предоставлена

| Тип Коррекция очковых линз для определения дальности | | |
|---|--|---|
| Скрытый | Исправлено размещение | Плюсовые линзы не нужны (они вызовут размытие) |
| Манифест (факультативный) | Корректируется аккомодацией или плюсовыми линзами. | Можно использовать линзы Plus, но это не обязательно. |
| Абсолютный | Исправлено только плюс линзы | Плюс нужны линзы |

Должно быть указано +2,75 D (а.) Это неверно, поскольку +0,75 может быть указано, а может и не быть.

Должен быть указан +0,75 Д (б.) неверно, так как +0,75 Д – это факультативная (явная) дальность, тогда как абсолютная дальность (+2,00 Д) подлежит коррекции.

Может быть присвоено +0,75 Д (д.) неверно, поскольку эта сила не исправит абсолютную дальность.

5. в. можно поставить +1. 75 Д

Это сумма абсолютной и явной дальности.

Абсолютная дальность (А):+1,00 (пациент сначала читает

20/20) Манифестная дальность (М):+0,75 (пациент

продолжает читать 20/20) Абсолютная + Манифест (А + М): (+1,00

+ (+0,75)) = +1,75 Циклоплегическая рефрактометрия (CR):+3,50 D

Скрытая дальность (L):

$$L = CR - (A+M)$$

$$L = +3,50 - (+1,00 +$$

$$0,75) L = +3,50 - (+1,75)$$

$$L = +3,50 - 1,75 L = +1,75$$

(см. таблицу выше)

Должны быть даны +3,50 Д (а.) и могут быть даны +3,50 Д (д.) являются неверными, поскольку эти суммы также включают +1,75 Д притой скрытой дальности, которую нельзя корректировать.

Должно быть указано +0,75 Д (б.) Это неверно, поскольку +0,75 является явной дальностью и может быть присвоено, а может и не присвоено.

6. б. Преоп лентикулярный астигматизм A/R 1,5 дптр.

Предоперационная манифестная рефрактометрия: +2,00 SPH

Манифестная рефрактометрия после операции: -0,50+1,50 x 87

После операции у пациента наблюдался астигматизм роговицы W/R 1,5 дптр.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 225

который был замаскирован равным и противоположным (1,5 D A/R) астигматизмом катарактального хрусталика. Когда эта линза была удалена, ранее существовавший астигматизм роговицы был обнажен.

1,5 D послеоперационного астигматизма роговицы A/R (а) неверно, поскольку более крутая ось вертикальна.

Постопртический роговичный астигматизм W/R на 0,5 дптр (в) неверен, поскольку измеренный цилиндр равен 1,5 дптр.

1,5 дптр преоп лентикулярного астигматизма W/R (d.) является неправильным, поскольку 1,5 дптр хрусталикового астигматизма должен быть A/R, чтобы замаскировать 1,5 дптр роговичного астигматизма W/R.

Глава 25

1. а. две призмы, прикрепленные основанием к основанию

Две призмы, прикрепленные вершиной к основанию (б), неверны, поскольку такая морфология не видна.

Две призмы, прикрепленные вершиной к вершине (в), неверны, поскольку это относится к минусовым линзам.

Две призмы, прикрепленные произвольно (г.), неверны, поскольку такая морфология не видна.

2. в. БО

В плюсовой линзе смещение оптического центра (ОС) и ориентация основания призмы находятся в одном направлении. Здесь оно временное или наружное.

ВI (а.) неверен, поскольку это произойдет, если ОС сместится к носу.

БУ(б.) и БД(г.) неверны, так как ОК смещен горизонтально, а не вертикально.

3. б. БЕ

В минусовой линзе смещение ОС и ориентация основания призмы противоположны. Здесь ОК смещен вниз, так как пациент смотрит над ним.

ВD (а.) неверно, поскольку для этого ОК должен двигаться в противоположном направлении (вверх), когда пациент смотрит под него.

ВO (с.) и ВI (d.) неверны, поскольку ОС смещен вертикально, а не горизонтально.

4. б. Смещение ОС (см) = $\frac{\text{Индукцированная призма } (\Delta)}{\text{Rx}(\text{D})}$

5. а. 5 мм в носу

| Тип объектива и мощность (D) | Смещение ОС (см) | Призма (Δ) | Направление основания |
|------------------------------|------------------|------------|-----------------------|
| ОД: +6,00 сфера | ? | 3 | БИ |

$$\begin{aligned} \text{Смещение ОС (см)} &= \frac{\text{Индукцированная призма } (\Delta \text{ или PD})}{\text{Линза } \text{Диопт}(\text{D})} \\ &= \frac{3}{6} \\ &= 0,5 \text{ см} \\ &= 5 \text{ мм} \end{aligned}$$

Поскольку это плюсовая линза, ОС смещается на 5 мм в том же направлении, что и основание призмы (т. е. к носу).

Глава 26

1. б. кривая мощности

Это также задняя (D2) поверхность.

Поверхность D1 (а) неверна, поскольку она является базовой кривой и всегда обеспечивает положительную мощность.

Роговица (в) неверна, поскольку это нерелевантная информация.

Базовая кривая (d.) неверна, поскольку она всегда обеспечивает положительную мощность.

2. д. Номинальная мощность

3. б. уменьшает избыток плюс мощность

Базовые кривые менее +6 D обычно используются для назначений при близорукости, что уменьшает избыточную плюсовую силу, характерную для близорукости.

Это для дальнозоркости (а.) неверно, поскольку базовые кривые для гиперметропии составляют +6 D или больше.

Это для пресбиопии (с.) неверно, поскольку эта информация не предоставлена.

Увеличение избытка плюс силы (d.) неверно, поскольку для близоруких рецептов обычно используются базовые кривые менее +6 D, которые уменьшают избыток плюс силу, характерный для близорукости.

4. а. -6 D

$$D1 = +2 \text{ D}$$

$$D2 = \text{кривая мощности}$$

$$\text{Номинальная мощность} = -4 \text{ D}$$

$$\text{Номинальная мощность} = D1 + D2$$

Перестановка уравнения для определения

$$D2:D2 = (\text{номинальная мощность}) - (D1)$$

$$= (-4) -$$

$$(+2) = -4 -$$

$$2 = -6 \text{ D}$$

5. а. меньше

Эффект BU от коррекции расстояния с плюсовой мощностью будет противодействовать эффекту BD, создаваемому бифокальным сегментом.

То же (б.) неверно, так как линза OD минус, а линза OS плюс.

Дальнейшее (в) неверно, поскольку эффект BU плюсовой коррекции расстояния будет противодействовать эффекту BD, создаваемому бифокальным сегментом.

Переменная (d.) неверна, поскольку эффекты скачка изображения точны.

Глава 27

1. б. базовая кривая контактной линзы

Кривая оптической силы контактной линзы (а.) и базовая кривая контактной линзы (г.) неверны, поскольку речь идет о контактных линзах.

Оптический центр линзы (в) указан неправильно, поскольку оптический центр измеряется на поверхности D2, но отмечается на поверхности D1 очковой линзы.

Ответы и пояснения к контрольным вопросам 227

2. б. передняя поверхность роговицы

Передняя поверхность верхнего века (а) указана неправильно, поскольку вершина измеряется от роговицы, а измерительный инструмент включает отклонение 0,5 мм, чтобы учесть толщину нормального верхнего века.

Передняя поверхность нижнего века (в) указана неправильно, так как параметры вершины отсчитываются от верхнего века.

Задняя поверхность роговицы (г.) указана неправильно, поскольку вершина затрагивает переднюю поверхность роговицы.

3. в. более 4 Д

Вертексное расстояние измеряется при всех аномалиях рефракции более 4 D.

До 4 D (а) является неправильным, поскольку расстояние до вершины ошибки рефракции до 4 D не имеет никакого значения.

Значения -4 D (б.) и $+4$ D (д.) неверны, поскольку вертексное расстояние является важной переменной во всех аномалиях рефракции 4 D и выше.

4. а. +10,50

При дальнозоркости более $+4$ D оптическая сила контактной линзы должна быть больше соответствующей оптической силы очковой линзы.

$+8,75$ (с.) неверно по причине, указанной выше.

$-9,25$ (б.) и $-7,50$ (д.) неверны, поскольку эти силы предназначены для близорукости.

5. д. $-7,50$

При близорукости более -4 D оптическая сила контактной линзы должна быть меньше соответствующей оптической силы очковой линзы.

$+10,50$ (а) и $+8,75$ (в) неверны, поскольку эти силы предназначены для дальнозоркости.

$-9,25$ (б.) неверно, поскольку при близорукости оптическая сила контактной линзы должна быть меньше соответствующей оптической силы очковой линзы.



Глоссарий

А

аккомодационная амплитуда: общее изменение диоптрий хрусталика.

аккомодационное усилие: сокращение цилиарной мышцы для инициирования аккомодации в нормальных факических глазах; также встречается в нормальных афакических и псевдофакических глазах, ни один из которых не имеет аккомодационной реакции.

аккомодационная эзотропия: поворот глаз к носу во время аккомодации, что создает эзодевияцию из-за синкинетической реакции (также называемой синкинетическим рефлексом).

аккомодационная потребность: диоптрический эквивалент расстояния, на котором обычно удерживается ближний объект; определяется путем вычисления обратной величины расстояния в метрах до ближайшего объекта.

диапазон аккомодации: измеримый диапазон, в пределах которого ближний объект оказывается в фокусе при просмотре приложения для чтения.

аккомодационная реакция: изменение диоптрийной силы хрусталика в ответ на аккомодационное усилие.

против движения: в линзах движение изображения наблюдается как плюсовая линза; при ретиноскопии - движение полоски, наблюдаемое в некорригированном близоруком глазу.

амблиопия: амбли = ленивый; опиа = видение; состояние одностороннего или двустороннего снижения максимально корригируемого зрения, которое нельзя объяснить структурным дефектом глаза.

аметропия: состояние наличия нарушения рефракции.

амплитуда: общее распространение или диапазон функции, например аккомодации.

угол падения (i): угол между падающими лучами света и нормалью (воображаемая линия, проведенная под углом 90 градусов к поверхности) во время преломления или отражения.

угол преломления (r): угол между преломленными лучами света и нормалью (воображаемая линия, проведенная под углом 90 градусов к поверхности) во время преломления.

угловые структуры: анатомические структуры (трабекулярная сеть и шлеммов канал), расположенные на периферии передней камеры, откуда большая часть водянистой влаги выходит из глаза.

животные: ряды символов, используемые для измерения остроты стереоизображения в угловых секундах.

афакический: а = нет; фак = линза; Это связано с отсутствием хрусталика в глазу.

водянистая жидкость: водянистая влага, жидкость, вырабатываемая цилиарными отростками задней камеры, которая перемещается через зрачок в переднюю камеру, выходя из глаза через угловые структуры.

аргон (Ar): элемент, используемый в качестве лазерной среды в лазерах для лечения аномалий сетчатки.

астигматический: а = нет; клеймо = точка; обозначающий отсутствие точечного фокуса, который наблюдается в сферических очках и контактных линзах, а также в сферических роговицах и хрусталиках, но не наблюдается в цилиндрических и сфероцилиндрических очковых и контактных линзах или в цилиндрических и сфероцилиндрических роговицах и хрусталиках.

астигматическая аметропия: состояние наличия аномалии рефракции из-за неисправленного астигматизма.

230 Глоссарий

астигматическое изображение: обозначает линейные изображения, образованные цилиндрическими и сфероцилиндрическими очковыми и контактными линзами, а также цилиндрическими и сфероцилиндрическими роговицей и хрусталиками.

астигматизм: $a = \text{нет}$; клеймо = точка; обозначающий линейное изображение, образованное цилиндрическими и сфероцилиндрическими очковыми и контактными линзами, а также цилиндрическими и сфероцилиндрическими роговицей и хрусталиками.

Обычный астигматизм: линейное изображение(я), корректируемое линзами; включает простую миопию, при которой корректируется только один меридиан путем перемещения линейного изображения из переднего положения в ямку; простая дальность, при которой корректируется только один меридиан путем перемещения линейного изображения из заднего положения в ямку; сложная близорукость, при которой обе меридии корректируются путем перемещения линейных изображений из передних положений в ямку; сложная гиперметропия, при которой обе меридии корректируются путем перемещения линейных изображений из задних положений в ямку; и смешанный, при котором одна строка изображения перемещается из переднего положения в ямку, тогда как другая линия изображения перемещается из заднего положения в ямку.

С правилом: астигматизм, при котором более крутой меридиан вертикальен.

Противоречивое правило: астигматизм, при котором более крутой меридиан расположен горизонтально.

Тотальный астигматизм: сумма астигматизма роговицы и хрусталика.

Неправильный астигматизм: линейные изображения, которые нельзя исправить с помощью очков или мягких контактных линз (SCL), но с помощью жестких газопроницаемых (RGP) контактных линз или хирургического вмешательства.

от нормали: искривление преломленных световых лучей при их переходе из среды с большим показателем преломления в среду с меньшим показателем преломления.

аксиальный вид: наиболее распространенный вид кривизны и силы роговицы, отображаемый при компьютерной топографии роговицы (ССТ).

ось: плоский меридиан цилиндрической линзы без преломляющей силы.

Б

задняя поверхность (D2): в очковых линзах задняя (силовая) поверхность, шлифованная с учетом особенностей рецепта; в контактных линзах - задняя (базовая кривая) поверхность, которая опирается на роговицу и поэтому должна иметь соответствующую кривизну.

балансировка: в рецептах добавление половины доступной аккомодационной амплитуды к результатам дистанционной рефрактометрии для получения сбалансированного рецепта у детей с дальностью; в рефрактометрии - регулировка силы сферы, чтобы сделать бинокулярные изображения одинаково размытыми, чтобы гарантировать, что аккомодация не используется для измерения расстояния.

базовая кривая: в контактных линзах задняя (задняя, или D2) поверхность, которая опирается на роговицу и должна иметь соответствующую кривую; в очковых линзах - передняя (передняя, или D1) поверхность, имеющая определенную кривую, заданную производителем.

базовая призма: призма ориентирована так, что ее основание направлено к виску, а вершина — к носу, что обеспечивает слияние эзотропии и эзофории.

Глюкоза в крови: концентрация глюкозы в крови, измеряемая в миллиграммах на децилитр (мг/дл).

синий: наряду с фиолетовым, самая короткая длина волны (наибольшая частота) видимого света в электромагнитном спектре.

синий свет: видимый свет короткой длины волны (высокой частоты), используемый для возбуждения флуоресцеина натрия, оранжевого офтальмологического красителя.

Тест остроты зрения по яркости (ВАТ): используется для количественной оценки снижения остроты зрения с наилучшей коррекцией в присутствии постепенно увеличивающегося яркого света.

С

центральный (главный) луч: лучи света вдоль главной оси линзы, которые не преломляются, поскольку падают под углом 90 градусов к поверхности линзы; Клинически применяется для измерения остроты зрения.

центральная задняя кривая: базовая кривая контактной линзы.

цилиарная мышца: мышца внутриглазного сфинктера, сокращение которой инициирует аккомодационное усилие.

Круг наименьшего замешательства: в сфероцилиндрических линзах - центральная точка между двумя линейными изображениями, создаваемыми двумя силами сферы в транспонированных предписаниях; диоптрийное значение соответствует сферическому эквиваленту.

круги внутри квадратов: последовательность из 10 квадратов с четырьмя кругами внутри каждого квадрата, которые становятся все труднее различить и используются для количественной оценки стереозрения в угловых секундах.

кобальтовый синий фильтр: расположен в биомикроскопах и некоторых ручных офтальмологических инструментах и используется для возбуждения желто-оранжевого флуоресцеина натрия. Полученная флуоресценция имеет зеленый цвет и используется для аппланационной тонометрии и оценки роговицы и контактных линз.

Холодный лазер: Nd:YAG-лазер, используемый для разрушения центральной части помутнения задней капсулы с использованием микровзрывов вместо тепла.

сложный астигматизм: правильный астигматизм, при котором линейные изображения обоих меридианов формируются не в ямке, а либо спереди (сложный миопический астигматизм), либо сзади (сложный гиперметропический астигматизм).

компьютерная топография роговицы (ССТ): инструмент с автоматизированными программами, используемый для измерения силы роговицы, радиуса кривизны, эктазии (аномального растяжения и выпуклости) и астигматизма.

вогнутое зеркало: отражающая поверхность, на которой сходятся падающие световые лучи.

эффект вогнутого зеркала: используется для оценки дальности зрения с помощью полосового ретиноскопа путем вертикального перемещения воротника для получения резкой (усиленной) полосы. Когда это достигается перемещением ошейника наполовину, обеспечивается максимум +5 Д плюсовой мощности.

Коноид Штурма: в сфероцилиндрических линзах расстояние между двумя линейными изображениями, создаваемыми двумя силами сферы в транспонированных рецептах.

конструктивная интерференция: положительная интерференция, создаваемая сигналами, движущимися синфазно.

базовая кривая контактной линзы: центральная часть задней (задней или D2) поверхности контактной линзы, которая опирается на роговицу и, следовательно, должна иметь соответствующую кривую.

сила контактных линз: предписанная сила для коррекции аномалии рефракции; генерируется на передней (D1) поверхности линзы.

конвергенция: в оптике положительная вергенция, создаваемая световыми лучами, сходящимися после преломления или отражения.

Недостаточность конвергенции: отклонение глаз, при котором расхождение больше на близи, чем на расстоянии.

выпуклое зеркало: отражающая поверхность, рассеивающая падающие световые лучи.

Copeland: марка полосовых ретиноскопов.

выравнивание роговицы: устройство на рефракторе для количественного определения вертексного расстояния для рефрактометрии путем совмещения профиля роговицы с контрольной линией. Если предусмотрено, устройство расположено сбоку от большого колеса, используемого для изменения силы сферы с шагом 0,25 D.

Эпителий роговицы: самый передний слой пятислойной нормальной роговицы.

неровности роговицы: топографические неровности роговицы, приводящие к неравномерному астигматизму.

плоскость роговицы: воображаемая поверхность, касательная к наибольшему переднему положению профиля роговицы.

232 Глоссарий

Тестирование прикрытия: выявление и измерение фории или тропии путем прикрытия одного глаза за раз.

гребни: самая высокая точка волны, расположенная на 90 градусов над базовой линией волны.

критический угол (i_c): угол падения, при котором соответствующий преломленный луч касается границы раздела между двумя средами с разными показателями преломления, когда свет проходит из среды с большим показателем преломления в среду с меньшим показателем преломления.

хрусталик: анатомическая структура нормального факического глаза, обеспечивающая положительную вергенцию (конвергенцию или плюсовую силу).

циклоплегическая рефрактометрия (ЦР): субъективное измерение аномалии рефракции после проведения циклоплегии цилиарной мышцы для исключения влияния аккомодации.

ось цилиндра: ориентация плоской поверхности цилиндрических и сфероцилиндрических линз, не имеющая никакой силы.

мощность цилиндра: мощность, обеспечиваемая изогнутой поверхностью цилиндрических и сфероцилиндрических линз, ориентированной под углом 90 градусов к оси цилиндра.

цилиндрическая линза: прозрачная преломляющая среда, в которой одна поверхность плоская и не обладает преломляющей способностью, а другая поверхность изогнута и обладает преломляющей способностью.

изогнутая поверхность: одна из двух поверхностей цилиндрической линзы, обеспечивающая всю мощность.

Д

децентрация: процесс, используемый оптическими лабораториями для перемещения оптического центра очковой линзы и выравнивания его с центром зрачка пациента.

деструктивная интерференция: негативная интерференция, создаваемая сигналами, идущими в противофазе.

Сахарный диабет: аномальное состояние, возникающее в результате отсутствия секреции инсулина или нечувствительности к нему и вызывающее повышенный уровень глюкозы в крови.

бриллианты: искусственный драгоценный камень, полученный путем огранки множества граней под соответствующими углами для создания полного внутреннего отражения, что приводит к блеску и «огню». диплопия: дипло = двойной; опия = видение; состояние двоения в глазах.

дисперсия: разделение белого света на составляющие его цвета после преломления через призму или капли воды, действующие как призмы.

Дистометр: офтальмологический прибор для измерения расстояния в миллиметрах между закрытым верхним веком и задней (задней, или D2) поверхностью очковой линзы.

расходимость: в оптике отрицательная вергенция, создаваемая световыми лучами, которые расходятся после преломления или отражения.

дуохром: дуэт = два; хром = цвет; красно-зеленый тест, обычно используемый в рефрактометрии.

Э

электромагнитный спектр: измеримая последовательность длин волн, некоторые из которых видимы человеческим глазом, возникающие в результате взаимодействия электрических и магнитных полей.

эллипсы: геометрические узоры овальной формы, радиус которых варьируется от максимального до минимального значения.

эмметропия: состояние отсутствия нарушения рефракции глаза; также используется, когда перед глазом вводятся корректирующие линзы для исправления аномалии рефракции.

усиленная полоса: резкая полоса, создаваемая во время ретиноскопии в дальнометрическом меридиане путем вертикального перемещения воротника ретиноскопа, обеспечивая тем самым необходимую положительную мощность.

уравнение: математическое выражение, в котором одна или несколько переменных равны другим переменным.

оценка дальности зрения: резкая полоса может быть получена во время ретиноскопии в дальностороннем меридиане путем перемещения воротника ретиноскопа по вертикали, обеспечивая тем самым необходимую положительную мощность.

эксимер: экс = возбужденный; имер = димер; лазер, используемый в фоторефракционной и фототерапевтической хирургии (например, ФРК, ЛАСИК и ЛАСЕК).

длина волны возбуждения (синяя): длина волны света (например, синего), который светит на флуоресцентное вещество (например, флуоресцеин натрия), заставляя его производить свет с большей длиной волны (например, зеленый).

возбужденный димер: см. эксимер.

экзофтальмометр: офтальмологический прибор, используемый для количественной оценки протоза в одном или обоих глазах.

экстракапсулярная экстракция катаракты (ЕССЕ): экстракция (удаление) материала, расположенного внутри капсулы катарактального хрусталика, оставляя большую часть капсулы нетронутой. При ЕССЕ методом экспрессии материал хрусталика извлекается путем его выдавливания через большой разрез склеры. При ЭКСЕ путем факоэмульсификации материал линзы сначала разбивается на мелкие кусочки (эмульгирование) с помощью звуковых волн, создаваемых инструментом, вводимым в глаз через небольшой разрез на периферии роговицы, а эмульгированный материал удаляется аспирацией.

глазные упражнения: фиксация на небольшом предмете, приближение к глазам по медиальной плоскости тела (с целью увеличения конвергенции и уменьшения ближней точки конвергенции) у больных с недостаточностью конвергенции.

Ф

дальняя точка: самая дальняя точка, находящаяся в фокусе; как правило, ошибка рефракции.

дальносторонность: способность видеть вдаль, но не вблизи, характерная черта дальносторонности.

оптоволоконный кабель: коаксиальный набор прозрачных кабелей, в которых материал внутреннего кабеля имеет больший показатель преломления, чем материал внешнего кабеля, что обеспечивает полное внутреннее отражение.

окончателное изображение: последнее изображение, созданное системой из нескольких линз.

огонь: в оптике и геммологии относится к огромному количеству света, выходящего изнутри алмаза через одни грани кристалла, но не через другие, создавая таким образом впечатление огня.

фиксирующий светильник: любой небольшой источник света, используемый для фиксации пациента.

более плоская роговица: роговица, типичная для кривизны дальносторонности, радиус кривизны которой больше нормы, а диоптрия меньше нормы.

более плоский меридиан: ось любого преломляющего материала, радиус кривизны которой больше, чем у более крутого меридиана, а диоптрийная сила меньше, чем у более крутого меридиана.

флуоресцеиновая ангиограмма: запись флуоресценции, возникающей при возбуждении флуоресцеина натрия синим светом.

флуоресцеин натрия: офтальмологический краситель оранжевого цвета, который излучает зеленый свет при возбуждении синим светом. Может вводиться внутривенно или перорально.

флуоресценция: эффект, возникающий, когда флуоресцентный материал возбуждается светом определенной длины волны, заставляя материал излучать свет с большей длиной волны.

длина волны флуоресценции (зеленый): цвет излучаемого света, когда флуоресцеин натрия возбуждается синим светом.

флуоресцентный свет: свет определенной длины волны, излучаемый флуоресцентным материалом при возбуждении светом с более короткой длиной волны.

муха: тест на грубое стереозрение.

Фокусное расстояние: в линзе, расстояние, на котором изображение формируется в плюсовой линзе или кажется исходящим из минусовой линзы. В зеркале половина радиуса кривизны.

234 Глоссарий

туманирование: процедура, используемая для обеспечения того, чтобы во время рефрактометрии не вводилась избыточная минусовая или недостаточная плюсовая мощность.

частота: количество волн, которые проходят точку в единицу времени, обычно за одну секунду.

Призмы Френеля: пластиковые призмы, прикрепленные к очковой линзе, чтобы определить, соответствует ли измеренная призма потребностям пациента.

Прожектор Френеля: призмы с увеличивающимся углом при вершине, используемые для преломления света и создания мощного светового луча, который излучается маяками, чтобы помочь военно-морским кораблям перемещаться по опасным водам у побережья.

передняя поверхность (D1): передняя поверхность корректирующей линзы.

Г

кривая генерации оптической силы: оптический лабораторный процесс изменения формы задней поверхности заготовки очковой линзы для получения заданной диоптрийной силы.

Женевский измеритель линз: оптический прибор с циферблатом и зубцами, используемый для измерения передней и задней кривизны очковых линз в диоптриях.

Апланационный тонометр Гольдмана: коническая бипризма, используемая для измерения внутриглазного давления путем аппланации стандартной части роговицы.

Линза Гольдмана: зеркальная контактная линза, прикладываемая к анестезированной роговице при гониоскопии.

Периметр Гольдмана: офтальмологический инструмент чашеобразной формы, используемый для ручного построения монокулярных и бинокулярных полей зрения, когда пациент фиксируется на цели.

гониоскопия: процесс осмотра угла и его структур.

зеленый свет: видимый свет электромагнитного спектра, длина волны которого длиннее синего, но короче желтого, оранжевого и красного.

ЧАС

Простой герпес: ДНК-вирус, вызывающий характерные дендритные поражения роговицы.

гидроксипропилметилцеллюлоза (гониозоль): вязкий гель, используемый для устранения воздуха и полного внутреннего отражения во время гониоскопии.

дальнозоркость (гиперметропия): состояние аметропии, при котором резкие изображения формируются позади ямки, что указывает на наличие неадекватной положительной вергенции (плюс силы) и требует линз с плюсом для коррекции.

Аксиальная: дальнозоркость, вызванная меньшей длиной глазного яблока, измеренной от центра зрачка до сетчатки.

Кривизна: дальнозоркость, вызванная радиусом кривизны роговицы, превышающим средний, что приводит к уменьшению силы света, измеряемой в диоптриях.

Абсолютный: компонент дальнозоркости, требующий коррекции плюсовыми линзами.

Манифестный (факультативный): компонент дальнозоркости, который корректируется аккомодацией или плюсовыми линзами.

Латентный: компонент дальнозоркости, не требующий коррекции.

Индукционная: дальнозоркость, вызванная избытком минуса (или недостаточным плюсом) в корректирующих линзах.

коррекция гиперметропии: плюсовые линзы, используемые для коррекции аметропии, при которой резкие изображения формируются позади ямки, что указывает на наличие неадекватной положительной вергенции (плюссилы).

гиперметропические сдвиги: изменения в рефракционном статусе глаза, которые уменьшают плюсовую вергентность (плюссилу), таким образом перемещая резкие изображения из фовеа в заднее расположение и требуя плюсовых линз для коррекции.

Я

расстояние изображения: расстояние (в метрах) изображения, создаваемого объективом.

прыжок изображения: прыжок вверх, вызванный эффектом «основание-вниз» сегмента добавления чтения; исправляется с помощью отсечки.

размер изображения: размер изображения, полученного в результате преломления или отражения падающих световых лучей.

Вергенция изображения: расхождение или схождение преломленных лучей (выраженное в диоптриях), полученное путем обратной (в метрах) величины расстояния изображения от линзы.

падающий свет: лучи света, падающие на линзу или зеркало.

индуцированная фория: отклонение глаз, вызванное использованием ненужной призмы.

индуцированная призма: призматический эффект, вызванный смещением оптического центра очковой линзы от центра зрачка глаза.

нижний конус: аномальное эктаксическое состояние, характерное для кератоконуса, при котором увеличение кривизны роговицы происходит ниже зрительной оси.

инфракрасный (ИК): часть невидимого электромагнитного спектра, частота которой меньше красного цвета видимого спектра.

в фазе: распространение волн, при котором гребни и впадины всех волн движутся вместе.

интерфейс: преломляющая поверхность между двумя прозрачными средами. Следующие интерфейсы участвуют в преломлении падающих световых лучей в нормальном глазу: воздух-слеза; слеза-передняя часть роговицы; задняя роговично-водянистая; водно-передняя линза; задняя линза-стекловидное тело.

интерференция: распространение волн, при котором гребни и впадины всех волн либо движутся вместе (конструктивная интерференция), либо нет (деструктивная интерференция).

интраокулярная линза (ИОЛ): искусственная линза, изготовленная из неактивных веществ и имплантированная в глаз с извлечением хрусталика или без него.

ИОЛ передней камеры: имплантируется спереди радужной оболочки.

Расчеты: математические манипуляции с использованием измерений осевой длины и кератометрии для расчета оптимальной силы (в диоптриях) ИОЛ для имплантации.

Заднекамерная ИОЛ: имплантируется позади радужной оболочки.

внутриглазное давление: давление внутри глаза зависит от выработки и оттока водянистой влаги.

К

кератоконус: аномальное состояние, при котором на роговице образуется конусообразный выступ, вызывающий эктазию, дегенерацию и нечеткость зрения.

Кератометр: торговая марка офтальмометра, запатентованная Bausch & Lomb.

кератометрия: измерение радиуса кривизны и/или диоптрийной силы роговицы.

Линза Кеппе: один из многих типов контактных линз, используемых для гониоскопии.

криптон: элемент, используемый в качестве лазерной среды в лазерах.

Л

LAASEK: аббревиатура от лазерного субэпителиального кератомилеза, процедуры рефракционной хирургии, используемой для изменения формы роговицы с целью изменения ее оптики.

ЛАЗЕР (лазер): аббревиатура от «Усиление света путем стимулированного излучения».

ЛАСИК: аббревиатура от лазерного кератомилеза in situ, процедуры рефракционной хирургии, используемой для изменения формы роговицы с целью изменения ее оптики.

Закон отражения: в зеркалах угол падения равен углу отражения.

ось линзы: плоская (неискривленная), непреломляющая поверхность цилиндрической линзы.

236 Глоссарий

заготовка линзы: прозрачная среда с известной базовой кривизной, без оптической силы, используемая оптическими лабораториями для создания готовой очковой линзы с заданной оптической силой; Используется для однофокальных, би- и трифокальных линз, а также линз с прогрессивным увеличением.

сила линзы: фокусирующая сила линзы, измеряемая в диоптриях.

вергенция линзы: расхождение или конвергенция (выраженная в диоптриях), сообщаемая линзой падающим лучам и получаемая путем обратного (в метрах) фокусного расстояния линзы.

линзометрия: измерение оптической силы очковой или контактной линзы.

свет: видимая часть (приблизительно от 400 до 700 нм) электромагнитного спектра.

изгиб света: преломление света линзой или призмой за счет изменения его пути при прохождении через материал.

Линейный фокус: продольное изображение, формируемое цилиндрической линзой.

М

увеличение: термин, используемый для обозначения как увеличения, так и уменьшения изображения, создаваемого преломляющей или отражающей средой.

явная рефрактометрия (MP): субъективное измерение аномалии рефракции, когда цилиарная мышца временно не парализована.

Менисковая линза: линза с двумя кривыми (двухкривая), например очковая и контактная линза.

меридиан: термин, используемый взаимозаменяемо с «осью».

метрика: относится к метру, системе измерения с префиксами милли-, санти-, деци- и кило-.

микровзрывы: состояние, вызываемое лазером Nd:YAG для разрушения центральной части помутнения задней капсулы вокруг зрительной оси.

форма минус-цилиндра: система обозначения оптических степеней линз для коррекции астигматизма с использованием линз минус-цилиндра.

Направление минуса: больше минуса в минусовых линзах или меньше плюса в плюсовых линзах.

минусовая линза: преломляющая среда, обеспечивающая отрицательную вергенцию (расходимость) и, следовательно, минусовую силу.

минус мощность: отрицательная вергенция (дивергенция).

минус пространство: пространство перед линзой, через которое должен пройти свет, чтобы попасть на преломляющую среду.

миоз: состояние сужения зрачков.

зеркало: плоская или изогнутая отражающая среда, имеющая множество применений:

автомобили, грузовики, охрана, дорожное движение, фонарики, ванная комната, одевание, бритье, макияж, стоматология, микроскопы и офтальмологические инструменты.

смешанный астигматизм: аметропия, при которой одно изображение формируется спереди от ямки, а другое — позади нее.

монохромный: моно = один; хром = цвет; относящийся к одному цвету.

монокулярная афакия: состояние отсутствия хрусталика в одном глазу.

системы с несколькими линзами: массив из двух или более линз, который изменяет путь падающего света.

мышечный дисбаланс: нарушение функции экстраокулярных мышц, участвующих в движении глаза в различных полях взгляда.

миопия: состояние аметропии, при котором резкие изображения формируются впереди от ямки, что указывает на наличие избыточной положительной вергенции (плюсовая оптическая сила) и требует для коррекции минусовых линз.

Аксиальная: миопия, вызванная большей, чем в среднем, длиной глазного яблока, измеренной от центра зрачка до сетчатки.

Кривизна: близорукость, вызванная радиусом кривизны роговицы меньше среднего, что приводит к увеличению силы, превышающей среднюю, измеряемой в диоптриях.

Индекс: близорукость, вызванная увеличением показателя преломления хрусталика.

миопические сдвиги: изменения в рефракционном статусе глаза, которые увеличивают положительную вергентность (плюссилу), таким образом перемещая резкие изображения из фовета в переднее положение и требуя для коррекции минусовых линз.

Н

нанометр: единица измерения в метрической системе [$1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м} = 10^{-7} \text{ см} = 10^{-6} \text{ мм}$].

Nd:YAG: лазер, в котором в качестве среды генерации используются неодим, иттрий, алюминий и гранат.

ближняя точка: в оптике ближайшая точка, находящаяся в фокусе, в зависимости от доступного приспособления.

близорукость: способность видеть вблизи, но не вдаль; Характеристика близорукости.

отрицательная вергенция: относится к расхождению световых лучей.

номинальная сила: алгебраическая сумма полномочий передней (плюсовой) и задней (минусовой) поверхностей очковой линзы. Не учитывает показатель преломления материала линзы.

нормальный: в оптике воображаемая линия, проведенная под углом 90 градусов к преломляющей или отражающей поверхности.

О

расстояние до объекта: расстояние (в метрах) до объекта перед объективом.

Отношения объект-изображение: сравнение размеров объектов и изображений для определения увеличения.

размер объекта: размер объекта, излучающего падающие световые лучи.

вергенция объекта: расхождение или схождение падающих лучей (выраженное в диоптриях), полученное путем обратной (в метрах) расстоянию объекта от линзы.

объективные результаты: любые результаты, не включающие ответ(ы) пациента.

Окклюзионная терапия: лечение амблиопии практикующими врачами. Лучший глаз обычно закрывается (или его изображение становится размытым из-за закапывания циклоплегических капель), чтобы улучшить зрение амблиопического глаза.

офтальмометр: общее название прибора для измерения кривизны роговицы в радиусе кривизны и диоптриях.

офтальмоскоп: инструмент для осмотра внутренней части глаза. Два типа: прямой — прибор создает вертикальное изображение в меньшем поле зрения за счет большего увеличения (15x); непрямой — прибор создает перевернутое изображение в большем поле зрения за счет меньшего увеличения (5x).

оптическая ось: воображаемая линия под углом 90 градусов к центру линзы, вдоль которой не преломляются падающие световые лучи.

оптический центр (ОС): центр линзы, через который проходит оптическая ось.

смещение оптического центра (ОЦ): расстояние от ОС до центра зрачка.

оптический крест: графическое изображение силы линзы с использованием двух меридианов, расположенных под углом 90 градусов друг к другу.

оптические носители: любой прозрачный материал, через который может проходить свет. В глазу: слезы, роговица, водянистая оболочка, хрусталик и стекловидное тело.

оранжевый: видимый свет электромагнитного спектра, длина волны которого длиннее, чем у зеленого, но короче, чем у красного.

оранжевый краситель: см. флуоресцеин натрия.

не по фазе: распространение волн, при котором гребни и впадины волн не движутся вместе.

сверхминус: чрезмерная минусовая или недостаточная плюсовая сила корректирующих линз.

П

факоэмульсификация: см. экстракапсулярную экстракцию катаракты (ЕССЕ).

фотоабляция: использование света для изменения радиуса кривизны и, следовательно, мощности искривленной поверхности, например, в рефракционной хирургии.

фотокоагуляция: термическое разрушение тканей лазерами с использованием аргона или криптона в качестве лазерной среды.

фоторазрушение: разрушение центральной части помутнения задней капсулы вокруг зрительной оси с использованием Nd:YAG (неодим, иттрий, алюминий, гранат) в качестве лазерной среды.

Изображение фотокератоскопа: одно из изображений, полученное с помощью компьютерной топографии роговицы (ССТ), на котором кольца Плацидо можно просматривать в реальном времени.

фотон: частица света.

комбинированные линзы: система из нескольких линз для исправления аномалий рефракции.

острота зрения «пинхол»: некорригированное или частично скорректированное зрение, создаваемое центральными лучами, которые присутствуют вокруг зрительной оси и, следовательно, не преломляются.

Диск Плацидо: большой круглый диск с центральным отверстием, используемый для проецирования и просмотра концентрических черно-белых колец с целью определения состояния кривизны роговицы. Основы компьютерной топографии роговицы (КТТ).

плоское зеркало: зеркало, радиус кривизны которого можно считать бесконечным и, следовательно, не имеющим силы.

плоская поверхность: одна из двух поверхностей цилиндрической линзы без оптической силы.

плано: нет силы.

форма плюс цилиндра: система обозначения оптических сил линз для коррекции астигматизма с использованием линз плюс цилиндра.

Плюсовое направление: больше плюса в плюсовых линзах или меньше плюса в минусовых линзах.

плюс линза: преломляющая среда, обеспечивающая положительную вергенцию (конвергенцию) и, таким образом, плюсовую силу.

плюс мощность: положительная вергенция (конвергенция).

плюс пространство: пространство за линзой, через которое проходит преломленный свет после схождения или рассеивания линзой.

точный фокус: точка, в которой преломленные световые лучи фокусируются, создавая стигматическое изображение в плюс-сферических линзах, или точка, в которой преломленные световые лучи кажутся расходящимися из минус-сферических линз.

поляризация: вибрация света в одном направлении.

инверсия населенностей: количество возбужденных легких частиц превышает количество покоящихся частиц в лазерной среде.

положительная вергенция: плюсвергенция (конвергенция).

оптическая сила хрусталика: средняя оптическая сила нормальных линз составляет +19 Д для расстояния. Рядом с силой варьирует в зависимости от доступной амплитуды аккомодации (максимум +14 Д до 8 лет и снижается до 0 Д к 72 годам).

сила зеркал: отражающая способность вогнутых и выпуклых зеркал в диоптриях.

Меридиан силы: изогнутая поверхность цилиндрической линзы, обеспечивающая всю мощность.

Правило Прентиса: формула, связывающая индуцированную призму с оптической силой линзы и смещением оптического центра линзы от центра зрачка.

пресбиопия: пресби = старый; опиа = видение; состояние постепенной утраты аккомодации с возрастом.

Правило Принца: измерительная линейка и ротодиаграмма Nearpoint с рефракторами для измерения параметров глаза на расстоянии 16 и 28 дюймов (40 и 71 см).

призма: прозрачная среда клиновидной формы, преломляющие поверхности которой расположены под углом друг к другу; вершина призмы — точка встречи двух преломляющих поверхностей, расположенных под углом друг к другу;

основание призмы — широкая часть призмы, к которой преломленные лучи света отклоняются и смещают реальное изображение.

диоптрии призмы: см. мощность призмы.

изображения призмы: реальные и виртуальные изображения, создаваемые призмой. Реальное изображение смещено к основанию призмы, тогда как виртуальное изображение кажется смещенным к вершине.

мощность призмы: способность призмы, измеряемая в диоптриях призмы (Δ или PD), смещать реальное изображение к основанию призмы.

призматический эффект: характеристики очковых линз, когда взгляд направлен от оптических центров линз и когда оптические центры линз смещены от центров зрачков.

ФРК: фоторефракционная кератэктомия; хирургическая процедура для изменения кривизны роговицы и улучшения неисправленного зрения.

псевдофаки: псевдо = ложь; фак = линза; указывает на наличие ИОЛ.

ПТК: фототерапевтическая кератэктомия; хирургическая процедура для уменьшения неровностей роговицы и улучшения медицинского состояния глаза.

Зрачковое расстояние (PD): расстояние между центрами двух зрачков у бинокулярных людей.

Пациент PD – зрачковое расстояние; оправа PD – расстояние между оптическими центрами двух очковых линз.

р

радиус кривизны: радиус воображаемой окружности, возникающей, когда профиль преломляющей среды расширяется до образования полной окружности. Термин, используемый для обозначения роговицы, зеркал, очковых, контактных и хрусталиков.

радуга: призматический эффект, создаваемый в атмосфере каплями воды, действующими как призмы. добавление к прочтению: плюс линзы определенной оптической силы, используемые пресбиопами для увеличения мелкого шрифта.

Очки для чтения: очковые линзы, которые могут быть однофокальными, бифокальными, трифокальными или прогрессивными.

реальное изображение: в линзах изображение, создаваемое в плюсовом пространстве линзы; в призмах изображение, создаваемое светом, преломленным к основанию призмы.

красный: видимый свет электромагнитного спектра, длина волны которого длиннее синего, зеленого, желтого и оранжевого.

свет без красного света: зеленый свет.

отраженный свет: световые лучи, направление движения которых изменяется линзой во время полного внутреннего отражения или зеркалом.

преломляющее устройство: призма или линза.

преломление: в оптике преломление света прозрачной средой, когда падающие лучи падают на ее поверхность под углом, отличным от 90 градусов. Также относится к принятию лицензированным практикующим врачом медицинского решения о назначении корректирующих линз, которое не может выполняться офтальмологическим медицинским персоналом.

аномалии рефракции: близорукость, дальнозоркость и астигматизм, вместе составляющие аметропию.

показатель преломления (ПП): в любой прозрачной среде ПП представляет собой отношение скорости света в вакууме и его скорости в среде.

рефракционная хирургия: хирургическая процедура по изменению кривизны роговицы и устранению или уменьшению аметропии.

рефрактометрия: измерение аномалий рефракции; может выполняться медицинским персоналом-офтальмологом.

Ротосхема Reichert Nearpoint: измерительная линейка и карта для чтения, снабженная рефракторами для измерения параметров глаза на расстоянии 16 и 28 дюймов (40 и 71 см).

плоскость сетчатки: воображаемая плоскость, касательная к кривизне сетчатки.

240 Глоссарий

воротник ретиноскопа: подвижный воротник имеется на полосовых ретиноскопах, который можно перемещать вертикально (вниз в Copeland; вверх в Welch-Allyn), обеспечивая дополнительную мощность и усиливая полосу.

ретиноскопия: процесс осмотра сетчатки и объективного измерения аномалий рефракции.

пульсация: форма волны с гребнями и впадинами.

Призма Рисли: призмы, установленные на каждой стороне рефрактора и используемые для измерения горизонтальных, вертикальных или сложных форий и тропий.

С

Схематически уменьшенный глаз: система, разработанная Галлстрандом и другими для упрощения оптических характеристик глаза и, тем самым, облегчения расчетов.

Тест Зейделя: качественный тест, позволяющий определить, правильно ли запечатан небольшой разрез на роговице.

На рану вводят стерильный флуоресцеин натрия. Если он не закрыт должным образом, водная жидкость будет вытекать, смешиваться с флуоресцеином и выглядеть как зеленая ручейка.

полукруглые зеленые болота: мишени, видимые во время аппланационной тонометрии по Гольдману и образующиеся при возбуждении оранжевого флуоресцеина натрия синим светом.

резко сфокусированная полоса: использование полосового ретиноскопа для получения усиленной (резкой) полосы и оценки степени дальности зрения.

Sin i: Синус (тригонометрическая функция) угла падения, одна из переменных в законе Снеллиуса.

Sin r: Синус (тригонометрическая функция) угла преломления, одна из переменных в законе Снеллиуса.

slab-off: удаление (удаление пластины) части добавления бифокального показания для создания призматического эффекта и минимизации скачка изображения.

Закон Снелла: основной закон физики, света, оптики и офтальмологии, который гласит, что « $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ »

Зеркала для глазных карт Снеллена: зеркала на передней поверхности, используемые для проецирования глазных карт.

основание призмы очковой линзы: в плюсовых линзах основание призмы обозначается оптическим центром; в минусовых линзах основание призмы обозначается периферией линзы.

спектр: последовательность и диапазон видимых и невидимых электромагнитных волн.

скорость: расстояние, деленное на время.

скорость света в прозрачной среде: может быть рассчитана путем деления скорости света в вакууме на показатель преломления среды.

скорость света в вакууме: 3×10^{10} см в секунду.

сила сферы: первое значение в рецепте цилиндрических и сфероцилиндрических линз и единственное значение в рецепте сферических линз.

сферический эквивалент: диоптрийное значение, соответствующее кругу наименьшей путаницы и полученное путем алгебраического прибавления половины значения цилиндра к значению сферы в рецептах на цилиндрические и сфероцилиндрические линзы.

сферическая линза: линза, имеющая одинаковую силу во всех меридианх (осях).

сфероцилиндрическая линза: линза, образованная путем объединения сферической линзы с цилиндрической линзой.

спонтанное излучение: естественное выделение энергии веществом.

прищуривание: уменьшение глазной щели для создания эффекта точечного отверстия для улучшения остроты зрения.

более крутая роговица: роговица с относительно более коротким радиусом кривизны и, следовательно, относительно большей силой.

стерео-тест Титмуса: офтальмологический тест для количественной оценки стереозрения в угловых секундах.

стигматический: стигма = точка; обозначая наличие точечного фокуса, который наблюдается в сферических очковых и контактных линзах, а также в сферических роговицах и хрусталиках.

стигматическая аметропия: аметропия без астигматизма.
 стигматическое изображение: обозначает точечное изображение, образованное сферическими очковыми и контактными линзами, а также сферическими роговицей и хрусталиками.
 стимулированное излучение: побуждение вещества излучать энергию; важный шаг в производстве лазерного луча.
 полосовой ретиноскоп: ретиноскоп, нить и конструкция которого образуют продольный луч; распространенные примеры включают Copeland и Welch-Allyn.
 строма: самый толстый слой роговицы.
 субъективные данные: данные и количественные оценки, основанные на ответах пациента.
 синкинетическая реакция (синкинетический рефлекс): аккомодация, сопровождающаяся конвергенцией и миозом.

Т

К: меньшее из двух показаний кератометрии, используемое для определения начальной базовой кривой для подбора контактных линз.
 тонометр: прибор для измерения внутриглазного давления.
 инструменты: металлические блоки, используемые в оптических лабораториях для генерации заданной мощности на заготовках линз.
 полное внутреннее отражение (TIR): явление, когда свет падает на преломляющую границу раздела под углом падения, превышающим критический угол для материала; в этом случае ни один свет не преломляется, а весь свет отражается обратно в первую среду.
 к нормали: искривление света при преломлении.
 транспонирование рецептов на линзы: вычисление значений рецепта на линзы, содержащего плюсовой цилиндр, для получения соответствующего рецепта на линзы, содержащего минусовой цилиндр, или наоборот.
 впадина: самая низкая точка волны.
 истинная сила: сила линзы, которая включает в себя показатель преломления материала в дополнение к силам передней и задней поверхностей.

ты

ультрафиолет (УФ): часть невидимого электромагнитного спектра, частота которого выше фиолетовой.
 неисправленная аномалия рефракции: аметропия при отсутствии корректирующих линз.
 неполяризованный свет: свет, колеблющийся во всех направлениях.

В

переменные: значения по обе стороны уравнения.
 Вергенция: в оптике конвергенция (положительная, или плюсовая, вергенция) и расходимость (отрицательная, или минусовая, вергенция).
уравнение вергенции: уравнение $(U + P = V)$, связывающее вергенцию объекта (U) и силу линзы (P) с вергенцией изображения (V).
 коррекция вершин: настройка коррекции расстояния на основе расстояния между вершинами.
 вертексное расстояние: расстояние в миллиметрах между передней частью роговицы и задней (D_2) поверхностью очковой линзы.
 очки с вертикальной поляризацией: очковые линзы, отпускаемые по рецепту и без рецепта, используемые для блокировки некомфортного горизонтально вибрирующего яркого света, пропуская только вертикально вибрирующий свет.

242 Глоссарий

фиолетовый: видимый свет электромагнитного спектра, длина волны которого короче, чем у индиго и синего цвета.

виртуальное изображение: в объективе изображение формируется в минусовом пространстве; характеристика минусовых линз; в призме изображение смещено к вершине; В зеркалах изображение формируется выпуклыми и плоскими зеркалами.

зрительная ось: воображаемая линия, идущая от предмета к ямке и проходящая слегка назально к центру зрачка.

Вт

волна: рябь геометрической формы с гребнями и впадинами.

волновой фронт: метод рефракционной хирургии, позволяющий измерить и уменьшить или устранить aberrации высокого порядка, тем самым достигая «супер» зрения.

длина волны: длина волны, измеренная от одного гребня до другого или от одной впадины до другого.

Welch-Allyn: марка полосовых ретиноскопов.

с движением: в линзах перемещается движение изображения, наблюдаемое как минусовая линза; при ретиноскопии движение полосы наблюдается в нескорректированном дальнозорком глазу.

Ценность 4 точки: субъективный тест для определения наличия слияния, подавления, попеременного подавления, диплопии и аномального соответствия сетчатки.

Фильтр Wratten: желтый фильтр, используемый в качестве барьерного фильтра для синего света, когда он вставлен на путь отраженного света от роговицы, при наблюдении зеленой флуоресценции, используемый для оценки посадки жесткой контактной линзы в щелевой лампе.

Да

желтый: видимый свет электромагнитного спектра, длина волны которого длиннее, чем у синего и зеленого, но короче, чем у красного.

З

Цейсс-Познер: зеркальная контактная линза, прижимаемая к анестезированной роговице для гониоскопии.

Зонулы: волокна, прикрепленные к цилиарным отросткам и экватору капсулы хрусталика, которые поддерживают хрусталик.





Индекс

- размещение, 151-160, 165
амплитуда аккомодации, 18, 19, 41, 55, 151-157
усилие аккомодации, 151-153 эзотропия
аккомодации, 157 потребность в аккомодации,
56, 159 диапазон аккомодации, 156
- аккомодационная реакция, 151-153
балансировка оптических сил у детей,
158 бифокальные очки, 151, 152
счетная, 152-156
цилиарная мышца,
152 конвергенция, 157
хрусталик, 151, 152
толщина, 152
 изогнутая поверхность, 152
коррекция расстояния, 157-159
дальняя точка, 153-157
сила фокусировки, 151, 152
дети с дальнозоркостью, 151, 152, 157,
158 изометропическая дальнозоркость,
157 потеря с возрастом, 55 измерение,
156, 157 миоз, 157
- монокулярная амплитуда, 56, 156,
157 вблизи, 153-157 плюс линзы,
151 сила, 151, 152
- пресбиопы, 151, 152
Принс Рул, 156
чтение доп, 151, 152, 159,
ошибка рефракции, 153-157
Ротосхема Райхерта Блиярпойнт, 156
релаксация, 151
сферические линзы, 157, 158
синкинетический ответ (рефлекс), 157, 158
- зонулы, 152
аметропия
 астигматик, 54 года
 оптическая система,
угол 135°
 критический угол, 43, 44, 47,
48 падение, 38, 43, 44, 48
 преломление, 38, 43, 44
 структуры, 43, 47, 48, 61
 полное внутреннее отражение (TIR),
47, 61 животных, 26
передняя камера, 49
астигматизм, 51, 55, 169-171
 противоречащий правилам астигматизм,
164, 169-170, 193 сложная дальнозоркость (СНА),
55, 132, 170 сложная миопия (СМА), 55, 131, 170
 роговица, 169-171
 хрусталик, 169-171
 неправильный, 163, 164
 смешанный (МА), 55, 132, 170
 обычный, 163, 164, 169-171
 сферический эквивалент, 127-131
 простой дальнозоркий (ША), 55,
170 простой близорукий (СМА),
55, 170 типов, 55
 астигматизм по правилу, 164, 169-170, ось 193,
- 39
цилиндр, 54
линза, 52
оптика, 52
мощность, 54
директор, 52 года,
визуал, 39 лет

246 Индекс

- базовая кривая
 контактные линзы, 17, 18, 148
очковые линзы, 16, 17, 148
базовая оптическая математика,
7, 9 бифокальные (см.
дополнение) синие, 25, 27 синий
свет, 23
- центральный или главный
луч, 39 цилиарная мышца, 152
- круги внутри квадратов, 26
связность, 23
- компьютерная топография роговицы
(ССТ), 61 кератометрический снимок,
61 числовой снимок, 61 диск Плацидо,
61 SIM-K, 193
- Коноид Штурма, 15, 127, 129
расчет, 129, 130
 Круг наименьшего замешательства,
 127–129 клинических применений,
 130 сворачивающихся, 130
 изображений, 127–129
 Интервал Штурма, 128,
 рефрактометрия, 130
 сферический эквивалент, 127-129
 сфероцилиндрические линзы, 113,
127-129 Коноид Штурма, 128
- контактные линзы, 191-197 амблиопия,
192 афакия, 192
- астигматизм, против правила (A/R), 193
 астигматизм, с правилом (W/R), 193 задняя
 поверхность, 191, 193 повязочная линза,
 192
 базовая кривая, 140, 147, 191,
 193 изменение базовой
 кривой, 147 расчеты, 194-197
 ССТ (компьютерная топография роговицы),
 192 роговица, астигматическая, 193
 роговица, сферическая, 193 искривления
 роговицы, 193
 изогнутые преломляющие
 поверхности, 191 D1, 191 D2,
 191
 плоская линза, 147
 более плоский меридиан, 191
 передняя поверхность, 191
- создание рецепта, 191
 гиперопека, 192 размер
 изображения, 192 кератоконус,
 192 Кератометр, 193
- минус цилиндр, 191, 195
 минус линзы, 191
 близорукость, 192
 окклюдерная линза, 192
 окклюзионная терапия,
 192 офтальмометр, 193
 оптические лаборатории, 191,
 192 плюс линзы, 191 сила, 195
- кривая мощности, 191
 мощность искривленной
 поверхности, 193 радиус кривизны,
 191 ошибка преломления, 192
- показатель преломления, 184
 РГП (жесткие газопроницаемые),
 192 СКЛ (мягкие контактные
 линзы), 192 СИМ-К, 192
 крутой объектив, 147
 «К», 191, 193
 вершина, 191, 195
- конвергенция, 39-41
 выравнивание роговицы, 96
 хрусталик, 151-160
 цилиндрическая линза, 109
 астигматическое
 изображение, 109 оси, 15, 111
- изогнутая поверхность,
 109 фокусная линия, 109
- рецепты на линзы, 111
 линия фокусировки, 109
 минус цилиндр, 15,
 111 Фороптер, 111
 плоская поверхность,
 109 плюс цилиндр,
 15, 111 мощность, 111
- исправления рефракционных
 ошибок, 111 рефракторов, 111
 простой гиперметропический
 астигматизм, 111 простой близорукый
 астигматизм, 111 транспонирующий, 114
- децентрация (см. Правило Прентиса)
сахарный диабет, 140, 146
дальнозоркий сдвиг, 140, 146
близорукый сдвиг, 140, 146 ромб, 43,
47, 49
 «огонь», 43,
49 рассеивание,
97 синий, 97
 клиническое
 применение, 98 масло, 97
- радуга, 97
 красный, 97
 РОЙГБИВ, 97
 спектр, 97
 ВИБГЕР, 97
- дивергенция, 39, 40
 сухие глаза, 140,
 145 дуохром, 41
- электромагнитный спектр, 23
эмметропия, 54, 135 эмиссия
- спонтанный, 25
 стимулированный, 25
- уравнение метрики, 3, 7
экзофтальмометр, 96
- оптоволокно, 44, 47, 49
флуоресценция натрия, 23, 26, 98
ангиография, 98
 оценка эпителия роговицы, 98
 экстракапсулярная экстракция катаракты,
 98 аппланация Гольдмана, 98
 факоэмульсификация, 98
 жесткая газопроницаемая контактная линза
 (RGP), 98, тест Зейделя, 98
 Письменный фильтр, 98
- флуоресценция, 23, 26, 98

летать, 26

фокусное расстояние,
8 фокусов

точка, 53, 54

линия, 54

запотевание,

41 частота, 7

исследование глазного дна, 12

очки, 41

Апланация Гольдмана, 96

Периметр Гольдмана, 10, 68

Гониоскопия, 43, 48, 49, 61

Угловые структуры, 61 Линза

Гольдмана, 48, 62 Гониозоль,

48

Объектив Кёппе, 48

полное внутреннее отражение

(TIR), линза Цейсса-Познера 61, 48,

49, 62 зеленые, 25, 27

зеленый свет, 23, 99

Анализатор поля Хамфри, 5, 10, 68

изображение

астигматик, 54 года

расстояние, 11, 12, 85

местоположение, 11

размер, 12, 13,

85 стигматический,

54 вергентный, 11

индиго, 25, 27

индуцированная призма (см. Правило

Прентиса) инфракрасный (ИК), 25

интерфейсов, 39

Водно-передняя линза, 40, 41,

воздушно-слезная, 39-41

изогнутая, 51, 52

слезная передняя часть роговицы, 39-41

задняя роговично-водянистая,

39-41 задняя линзовидно-стекловидная,

40, 41 интерференционная

конструктивная, 23, 26,

27 деструктивная, 23, 26, 27

интраокулярная линза, 57

АС-ИОЛ, 57

усадка капсулы, 57

близорукий сдвиг, 57

ПК-ИОЛ, 57

внутриглазное давление, 98

кератоконус, 47, 48,

нижний конус, 48

Кератометр, 16, 60, 96, 140, 147, 193, 194

Кератометрия, 16, 60, 147 килограмм, 3,

4 километра, 3, 4 линзы Кеппе, 48

К-чтений, 193

лазеры, 23, 63

аргон (Ar), 25

когерентный пучок, 23,

63, фтор (F), 25

заряженные частицы, 63

криптон (Kr), 25

Nd:YAG(неодим:иттрий-алюминий-гранат), 25
оптическая накачка, 63 фотоабляция, 25

фотокоагуляция, 25

фоторазрушение, 25 линза,
51, 52

от верхушки к

вершине, ось 51-53, 51

от базы к базе, 51, 52

цилиндрическая, 41, 51,

55, 109 диоптрий, 68

фокусное расстояние, 67,
размер изображения, 85

внутриглазное (ИОЛ),

увеличение 41, мениск

85, 52, 53 минус,

51-53, 67, 73 минус

пространство, 74, 76

система нескольких линз,

размер объекта 81, 85

плюс, 51-53, 67, 73 плюс

пространство, 74, 76

мощность, 8, 40, 67, 68

призматический эффект, 52,

53 сферический, 51, 53, 55,

105 сфероцилиндрический,

41, 113 вергентность, 67

линзометрия,

линзметр 122,

линзометр 122, 122

минус цилиндр, 122

плюс цилиндр, 122 свет

отклоняется от нормального, 37-39, 41

наклоняется к нормальному, 37-39, 41

когерентность, 23

не изгибается, 37

возбуждение, 23, 26

флуоресценция, 23,

26 интерференция,

23, 24 частица, 23-25

фотон, 23-26

поляризация, 23, 26

скоростей, 24

неполяризованный,

26 волн, 23, 24

длина волны, 23

увеличительные

линзы, 12, 13, 85

с помощью расстояний,

86 с использованием

размеров, 86 метрическая

система, 3 зеркала, 59, 60, 101

центр кривизны, 101

главный луч, 101

вогнутая, 59, 60, 101

выпуклая, 59, 60, 101

фокусное расстояние, 101

безофтальмологические

зеркала, 64 офтальмологические

зеркала, 63 плоскостные, 59, 60

силовые, 101, 102

радиус кривизны, 101

однотонный, 25

близорукость (см. аномалии рефракции)

248 Индекс

- близорукий сдвиг, 57
- n1(ори), 39
n2(или г), 39
- объект
расстояние, 11, 12, 85
отношения объект-изображение,
размер 53, 11-13, 85
офтальмометр, 16, 60, 96, 140, 147, 193
смещение оптического центра, 8, 9, 19,
20 оптический крест, 117 концепция, 118
- контактные линзы, 117
условные обозначения осей
(меридианов), 118 цилиндрические,
117-119 линзометрия, 117, 122
минус цилиндр, 119-121 оптика, 117
- плюс цилиндр,
119-121 мощность, 117
рецепт, 117
рефрактометрия, 117
ретиноскопия, 117
сферическая, 117, 118
сфероцилиндрический, 117,
119, 120 оптическая математика, 7
оптическая система глаза, 135-136
аметропия, 135 водянистая
оболочка, 135-136 роговица, 135-136
- хрусталик, 135-136,
эмметропия, 135
оптические носители,
135-136 оптика, 135
уменьшенный глаз, 135-136
Показатели преломления (RI),
схематический глаз 135-136,
слезы 135-136, 135-136
стекловидное тело,
135-136 вода, 135-136
оранжевый, 25, 27
- Фороптер, 96
фотонов, 25
обскуры, 37
острота зрения,
39 плоскостей
очки, 52
роговицы, 52
плюс
линза, 40
мощность, 40
чрезмерный плюс,
41 неадекватный плюс, 41
поляризация, 23, 26
поляризация
светлый, 23, 26
Таблица глаз Снеллена, 26
солнцезащитных очков, 26
- инверсия населенности,
25 степень
конвергентная, 37, 41
изогнутая поверхность,
16-18, цилиндр 54, 54
чрезмерный плюс, 41
- неадекват плюс, 41
линза, 10, 11, 20
меридиан, 54
зеркала, 14, 15 плюс,
40, 41, 55 сфера, 54
- Правило Прентиса, 8, 19,
173-181 расчеты, 179-181
децентрация, 19, 173-181
индуцированная призма,
173-181 кадр ФД, 173, 174
создание рецепта, 174, 176, 184, 185 сила
линзы, 173
смещение оптического центра (ОЦ),
173 оптическая лаборатория, 173, 174,
181 пациент ПД, 173, 174 призма, 173
- Обозначение основания призмы, 176-178
Ориентация основания призмы, 176-178
Призма, одно направление, 176 Призма,
противоположное направление, 176
Расстояние между зрачками (PD), 173
- результующая призма, 173, 176-178,
181, расщепляющая призма, 173, 181
симптомы индуцированной
призмы, 175, пресбиопия, 51, 55,
Правило Принса, 56, призма
- апекс, 91, 92
угол вершины, 91, 92
расстояние от вершины к
вершине, 51 основание,
91, 92
основание призмы, 96
основание-основание,
51 бинокль, 96 синий,
91
расчеты, 95
клиническое применение, 96, 98
- недостаточность конвергенции,
96 устройство выравнивания
роговицы, 96 тестирование
покрытия, 96 диоптрий, 13, 93,
94 дисперсия, 91, 96
смещение изображения, 13, 14, 91,
92 экзофтальмометр, 96 Френеля, 96
- Прожектор Френеля, 96
аппланация Гольдмана, 96
изображений, 91-93
индуцированные 8, 9,
19, 20 Кератометр, 96
мышечный дисбаланс,
96 офтальмометр, 96
Фороптер, 96
мощность, 13, 91, 93,
94 красный, 91
рефрактор, 96
Призма Рисли,
спектр 96, 91
- призматический
эффект, 92 псевдофака,
11, 41 префикс, 4
- радиус кривизны
контактной линзы, 17,
роговица 18, 141-147

- линза, 16
- зеркала, 14, 15, 101
- слезная пленка, 16
- чтение сложить, 11
- расчет, 56
 - псевдофаки, 69
- красных, 25, 27
- свет без красного цвета, 99 отражение, 59
 - падающий свет, 59, 60
 - Закон, 59, 60
 - отраженный свет, 59, 60
 - полное внутреннее отражение (TIR), 47-49, 61
- преломляющая сила криволинейной поверхности, 16, 139-148 комплекс
 - воздух-слеза-роговица, 141-145 базовая кривая
 - контактных линз, 140, 147 базовая кривая
 - очковых линз, 140 расчеты, 144, 145 клиническое применение, 145 контактные линзы, 140
- хрусталик, 141-145
 - сахарный диабет, 140, 146
 - сухость глаз, 140, 145
 - Кератометр, 140, 147
 - офтальмометр, 140
 - мощность, 139
 - радиус кривизны, 139,
 - показатель преломления, 139
 - рефракционная хирургия, 140, 146
 - очковая линза, 139, 140, 142, 143, 146
- аномалии рефракции, 37, 41, 163-171
- абсолютная дальнозоркость, 163, 166-169
- аккомодация, 165
 - противоречащий правилам астигматизм, 164, 170 аметропия, 163, 164
 - астигматизм, 41, 163-171
 - аксиальная дальнозоркость, 165 аксиальная близорукость, 165 роговица, 169-171
- хрусталик, 169-171
 - кривизна дальнозоркость, 165 кривизна близорукость, 165 эметропия, 163, 164
 - дальнозоркость, 41, 163-171
 - дальнозоркость у детей, 165, 166
 - скрытая дальнозоркость, 163, 166-169
 - манifestная (факультативная) дальнозоркость, 163, 166-169 манифестная рефракция, 164
 - близорукость, 41, 163-171 рефракция, 163, 164
- рефрактометрия, 163, 164 щурясь, 165
 - астигматизм по правилу, 164, 170
- показатель преломления, 8, 9, 31, 32, 39, 43, 44, 47-49 воздух, 32, 39
 - водный, 32
 - роговица, 32,
 - 39 стекло, 32
 - хрусталик, 32
 - пластик, 32
 - слезы, 32, 39
 - стекловидное тело, 32
- рефракционная хирургия, 25, 146 СК, 147
 - ЛАСЕК, 25, 146
 - ЛАСИК, 25, 146
- дальнозоркость, 146, 147 близорукость, 146 ФРК, 25, 146 ПТК, 25 ТК, 147
- рефрактометрия, 41, 124, 130
 - сложный гиперметропический астигматизм, 132 сложный миопический астигматизм, 131 циклоплегический, 130 манифестный, 130
 - минус цилиндр, 124, 130
 - смешанный астигматизм, 132 оптический крест, 124 сверх минус, 41
 - плюс цилиндр, 124, 130
 - сферический эквивалент, 130 ступеней, 124
- рефрактор, 96, 130
- ретиноскопия, 61, 123
 - против движения, 61
 - движение воротника, 61, 123
 - эффект вогнутого зеркала, 61, 123 оценка дальнозоркости, 61
 - перехват, 61, 123, 123 минус цилиндр, 123
 - эффект плоского зеркала, 61 плюс цилиндр, 123
 - плюс мощность, 61, 123
 - ретиноскоп, 61, 123
 - Коупленд, 61, 123
 - полоса ретиноскопа, 61, 123
 - Welch-Allup, 61, 123 полоса, 61, 123
 - усиленный, 61, 123
 - по горизонтали, 123 по наклону, 123
 - по вертикали, 123
 - с движением, 61, 123, призма Рисли, 96
- Тест Зейделя, 98 Sin i, 38, 39 Sin r, 38, 39
- Закон Снеллиуса, 37-39, 41, 44, 92 мягкие контактные линзы, 131 астигматизм, 131
 - сферический эквивалент, 131
- очковая линза, 139, 146, 183-188
- анизометропия, 186 задняя поверхность, 184 базовая кривизна, 183, 185
 - бифокальный сегмент, 186-188
 - изогнутые преломляющие поверхности, 184, 186 D1, 183 D2, 183
 - лицевая поверхность, 184
- создание рецепта, 174, 176, 184, 185
- Женевская мера линзы, 185 гиперфория, 188 гипофория, 188 скачок изображения, 187
- индуцированная фория, 187, 188 рефракция света, 184 металлические блоки, 186 минус линзы, 183 номинальная мощность, 183, 184

250 Индекс

- оптические лаборатории, 184,
- 186 фории, 186-188 плюс линзы, 183
- кривая мощности, 183, 185
- Правило Прентиса, 173, 187
- призматические эффекты, 186-188 радиус кривизны, 185 показатель преломления, 184 стекло, 184 пластик, 184 отвал, 183, 186-188 инструменты, 186 истинная сила, 183, 184
- скорость света, 7, 9, 24, 31 в водной среде, 10, 32, 33 в вакууме, 9, 10, 31, 32 в среде, 9, 10, 32, 33 в слезах, 32, 33 в линзе, 32, 33
 - в стекловидном теле, 10, 32, 33 сила сферы, 15, 16
- сферический эквивалент, 15, 16, 127, 128-130 астигматизм, 130 расчетный, 129, 130
 - клиническое применение, 130 рефрактометрия, 130 мягкие контактные линзы, 131 сферические линзы, 105, 106 изогнутая поверхность, 105 фокусная точка, 105, 106 человеческий глаз, 106
 - дальнозоркость, 106, 107 рецепты линз, 106 минус, 105, 106 близорукость, 106 плюс, 105, 106
 - точечный фокус, 105, 106 ошибка рефракции, 106 стигматическое изображение, 106 вергенция, 105, 106
- сфероцилиндрическая линза, 15, 113
- Круг наименьшего размытия, 127
- сложный астигматизм, 113, 115
 - сложный гиперметропический астигматизм, 115 сложный миопический астигматизм, 115 коноид Штурма, 127 изогнутые преломляющие поверхности, 113 плюс цилиндр, 114 смешанный астигматизм максимальной мощности, 113 смешанный астигматизм минимальной мощности, 113 минус цилиндр, 114 смешанный астигматизм, 113, 115
- коррекция рефракционных ошибок, 115 сферический эквивалент, 127 транспонирование, 114 косоглазие, 165
- Сtereo тест Титмус, 26 лет синкинетический ответ (рефлекс), 157, 158
- слезная пленка, 60
- рецепты на транспонирующие линзы, 114
- единицы измерения, 4
- переменные, 4, 7
- вергентность, 11, 73
- расчеты, 74, 76
- сходятся, 74
- сходятся, 73
- расходятся, 73, 76
- уравнение, 8, 11, 73, 74, 76
- окончательное изображение, 81
- изображение, 11, 73, 76, 81 линза, 73, 76
- минус, 52, 53, 73, 76
- система нескольких линз, 81 негатив, 52, 73, 76
- объект, 11, 12, 73, 76
- плюс, 52, 73, 76
- позитив, 52, 73, 76
- коррекция вершин, 52, 53, 191, 195-197
- расчет, 195-197 расстояние, 195
- Дистометр, 195
- минус линза, 195
- изменение
- мощности, 195 плюс линза, 195 фиолетовый, 25, 27 визуальный
- острота, ось 37, 39
- стекловидное тело, 40
- волна
- амплитуда, 24
- гребень, 24
- частота, 24, 25
- синфазная, 26
- длина, 7, 24, 25 в противофазе, 26
- желоб, 24
- сканы волнового фронта, 24
- Фильтр Враттена, 98
- желтый, 25
- зонулы, 152



ЖДАТЬ

...Есть больше!

Книги и журналы по здравоохранению компании SLACK Incorporated предлагают широкий выбор продукции в области офтальмологии. Мы стремимся предоставлять важные работы, которые обучают, информируют и улучшают знания наших клиентов. Не пропустите другие наши информативные издания, которые пополнят вашу коллекцию.

Книга «Маленький глаз»: руководство для учащихся
Понимание офтальмологии, второе издание
Дженис К. Ледфорд, СОМТ 192
стр., Мягкая обложка, 2009 г.,

ISBN 13 978-1-55642-884-5, номер заказа 68845, 23,95 доллара США.

Книга «Маленький глаз: Руководство для школьников по пониманию офтальмологии» — это простое для понимания введение в область ухода за глазами, которое было обновлено и вышло во втором издании. Эта книга написана для врачей, поэтому вы не будете увязнуть в тяжелых деталях, однако все основные факты, которые вам нужны, находятся прямо здесь. Этот текст в разговорном стиле, содержащий фотографии, рисунки, полезные таблицы и диаграммы, производит большое впечатление.

Проверка зрения: полное руководство

Гэри С. Шварц, доктор медицинских наук, 216 стр., Мягкая обложка, 2006 г.,

ISBN 13 978-1-55642-755-8, номер заказа 67557, 41,95 доллара США.

Книга «Обследование глаз», написанная в простом и практичном формате, представляет собой правильный способ сбора анамнеза и физического обследования пациента с глазами. Первые главы знакомят читателя с тем, как собирать анамнез у взрослых, а также с особыми показаниями и методами обследования детей. Также включены главы, посвященные основам оптики и тому, как правильно выполнить исследование рефракции вдаль и вблизи. Осмотр глаз завершается описанием того, как выполнять различные методы обследования и как записывать результаты.

Краткий справочный словарь терминологии
по уходу за глазами, пятое издание

Дженис К. Ледфорд,
СОМТ Джозеф Хоффман

504 стр., Мягкая обложка, 2008 г.,

ISBN 13 978-1-55642-805-0, номер заказа 68057, 39,95 доллара США.

Оптика последней минуты: краткий обзор
оптики, рефракции и контактных линз Дэвид Г.
Хантер, доктор философии, доктор медицинских наук
Констанс Э. Уэст, доктор медицинских наук,
144 стр., Мягкая обложка, 1996 г.,
ISBN 13 978-1-55642-317-8, заказ № 63179, 46,95 долларов США.

Качество зрения: необходимая оптика для
хирургов катаракты и рефракционной хирургии
Джек Т. Холладей, доктор медицинских наук,
MSEE, FACS, 160 стр., Мягкая обложка, 2007 г.,

ISBN 13 978-1-55642-801-2, номер заказа 68014, 95,95 долларов США.

Оптика, ретиноскопия и рефрактометрия,
второе издание AI Lens, СОМТ

144 стр., Мягкая обложка, 2006 г.,

ISBN 13 978-1-55642-748-0, номер заказа 67484, 43,95 доллара США.

Руководство по проверке экзамена сертифицированного
ассистента офтальмолога, второе издание

Дженис К. Ледфорд, СОМТ 192
стр., Мягкая обложка, 2003 г.,

ISBN 13 978-1-55642-642-1, номер заказа 66429, 46,95 долларов США.

Руководство по проверке экзамена для
сертифицированного офтальмолога, второе
издание Дженис К. Ледфорд, СОМТ, 272 стр.,
Мягкая обложка, 2004 г.,

ISBN 13 978-1-55642-648-3, номер заказа 66488, 46,95 долларов США.

Пожалуйста, посетите

www.slackbooks.com

заказать любое из этих названий!

24 часа в сутки... 7 дней в неделю!

Внимание, отраслевые партнеры!

Если вы заинтересованы в покупке нескольких экземпляров книги, переиздании глав или ищете что-то новое и необычное — мы можем удовлетворить ваши потребности.

Несколько копий

Благодаря привлекательным скидкам, начиная с покупки всего 25 копий одной игры, SLACK Incorporated сможет удовлетворить все ваши потребности.

Перепечатки глав

SLACK Incorporated может предложить нужные вам главы в формате, который приведет к успеху. В привлекательной обложке используйте главы, которые подходят именно вашей компании. Доступно для количества от 100 и более.

Настроить

Компания SLACK Incorporated способна создать специализированную версию любого из наших продуктов специально для вашей компании.

Пожалуйста, свяжитесь с директором по маркетинговым коммуникациям отдела медицинских книг и журналов для получения дополнительной информации о покупке нескольких экземпляров, перепечатке глав или печати на заказ по телефону 1-800-257-8290 или 1-856-848-1000.

*Обратите внимание, что все условия могут быть изменены.

КОД: 328

SLACK
INCORPORATED

SLACK Incorporated • Книги и журналы по
здравоохранению 6900 Grove Road • Thorofare, NJ 08086

1-800-257-8290 или 1-856-848-1000

Факс: 1-856-848-6091 • Электронная почта: orders@slackinc.com • Посетите: www.slackbooks.com

