

Руководство по
**Подбору
Склеральных
Линз**

Иф ван дер Уорп

optometrist, PhD



Предисловие

Это руководство основано на большом объеме литературы по подбору склеральных линз и представляет собой обзор самых современных сведений об этом методе коррекции зрения. Будучи преподавателем, я считаю, что данное руководство представляет собой объективный, нейтральный обзор без предвзятого отношения к какой-либо технике подбора, производителю или даже региону, поскольку даже в разных частях мира существуют разные подходы. Независимость от какой-либо техники подбора или философии в данном случае является преимуществом. Однако для создания полноценного обзора по склеральным линзам очень важна и желательна обратная связь со специалистами по склеральным линзам, ежедневно работающими по своим методикам с определенными дизайнами линз. Посещения крупных кабинетов по подбору склеральных линз, интервью со специалистами, подбирающими склеральные линзы, и дискуссии на форумах таких сайтов как sclerallens.org позволили мне глубоко вникнуть в данную тему.

Самой трудной, но также и самой полезной частью при создании этого руководства была попытка соединить вместе различные философии и существующие идеи. Без поддержки международного редакционного совета я бы не смог завершить эту работу. В данном руководстве значителен не только непосредственный вклад соавторов и рецензентов, но и их (он-лайн) публикации и презентации. Материалы курсов по контактной коррекции Международной ассоциации преподавателей контактной коррекции (IACLE) также явились отличным источником как для понимания анатомии переднего отрезка глаза, так и для базового понимания склеральных линз, и их следует настоятельно рекомендовать для практикующих врачей. Полный список всех материалов, используемых при подготовке данного руководства, можно найти в конце публикации.

Это руководство может служить как введением к пониманию формы склеры, склеральной топографии и дизайнов склеральных линз, так и пособием по подбору склеральных линз, помогающим практикующему врачу лучше ориентироваться в концепции склеральных линз. Оно дает общую картину, поддерживаемую основными специалистами по подбору склеральных линз во всем мире. Его цель – дать специалистам основания для включения подбора склеральных линз в свою практику. Так как это руководство представляет собой общий обзор, оно не может охватить все существующие специфические дизайны склеральных линз и не может служить руководством по подбору всех существующих типов склеральных линз.

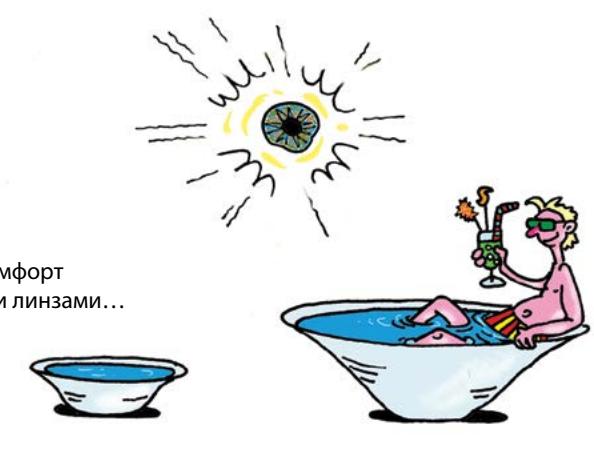
Подбор современных склеральных линз все еще находится на ранней стадии развития, что предполагает наличие у него большого потенциала. Однако подбор склеральных линз нельзя рассматривать только сточки зрения «за» или «против»: существует много различий среди специалистов, культур, производителей и стран. Это практическое руководство пытается найти «общую почву» для упоминаемых философий. Руководства и правила по подбору специфических дизайнов линз, производители линз, консультанты лабораторий и специалисты предоставляют самую полную информацию относительно своих специфических дизайнов и подбора своих линз, которые могут быть полезны врачам в их практической работе.

IACLE в 2006 году написала в своем полном курсе по контактной коррекции о подборе специальных линз: «Хотя склеральные линзы подбираются небольшим числом практикующих врачей, они могут играть главную роль в предоставлении оптимальной коррекции зрения». С тех пор картина изменилась разительным образом, так как склеральные линзы подбирают все чаще.

Данное руководство – это обзор самых последних разработок в этом динамически развивающемся методе коррекции зрения, оно также содержит набор рекомендаций по работе с пациентами, которым подбирают склеральные линзы.

И. ван дер Уорп

Почувствуйте комфорт со склеральными линзами...



I. Введение

- Терминология
- Показания

Впервые концепцию оптической нейтрализации роговицы глаз путем погружения лица испытуемого в прозрачный шар с водой предложил в 1508 г. Леонардо да Винчи. В этом разделе кратко описана история склеральных линз, приведена используемая в настоящее время терминология и перечислены показания для подбора склеральных линз.

Считается, что контактные линзы большого диаметра, которые при посадке частично опираются на лежащую за пределами роговицы область, являются одним из лучших способов коррекции зрения в случаях нерегулярной роговицы; они могут отсрочить или даже предотвратить хирургическое вмешательство, а также уменьшить риск рубцевания роговицы. Для обеспечения правильного корнеального клиренса (зазора), исключающего механическое воздействие на роговицу, рекомендуется избегать любого контакта линзы с роговицей, расположая линзу над роговицей. Технически эти линзы не являются «контактными линзами», по крайней мере, они не контактируют с поверхностью роговицы, что может быть одним из самых больших преимуществ этого типа линз.

Спектр показаний для подбора склеральных линз значительно расширился за последние несколько лет. Сначала склеральные линзы подбирали исключительно при нерегулярной роговице, сейчас мы имеем намного более широкий спектр показаний.



Склеральная линза

Несколько лет назад только маленькая группа высокопрофессиональных специалистов по подбору линз во всем мире могли успешно подбирать склеральные линзы, и только небольшое число производителей выпускали склеральные линзы. Теперь многие производители контактных линз имеют в своем арсенале дизайны склеральных линз. Усовершенствованные процессы производства позволяют лучше разработать дизайн, сделать линзы более воспроизводимыми и снизить их цену, что в сочетании с улучшенными материалами линз способствует лучшему сохранению здоровья глаз, более длительному времени ношения и упрощает подбор линз. Недавно появившиеся специализированные сайты и организации, посвященные склеральным линзам, а также конференции и офтальмологическая литература являются хорошим источником информации по подбору склеральных линз. В интересах пациента, чтобы как можно больше врачей умели работать с этим типом линз для предложения пациентам лучшего варианта коррекции зрения, и часто для более «проблемных» глаз подходят именно склеральные линзы.

Первые склеральные линзы изготовили 125 лет назад из стекла путем выдувания. Как утверждает Tan et al. (1995a), разработка техники литья для стеклянных линз Даллосом в 1936 году и использование полиметилметакрилата (ПММА) в 1940-х годах стали важным переломным моментом в развитии этого типа линз. Появилась возможность производить эти линзы методом точения и гораздо более точно для имитации передней формы глаза. Использование газопроницаемых линз, которые впервые описал Ezekiel в 1983 году, стало следующим прорывом, поскольку это привело к значительному улучшению состояния глаза. Совершенствование корнеальных газопроницаемых линз меньшего диаметра, а позднее и мягких линз на какое-то время приостановили дальнейшее развитие подбора склеральных линз, но сейчас склеральные линзы стали опять востребованы для более сложных глаз, предоставляя специалистам большой выбор дизайнов, включая линзы с задней торической поверхностью, «квадрантно-специфичные» дизайны и бифокальные линзы.

Терминология

Терминология по склеральным линзам и определения для различных линз и типов линз очень разнообразны, часто они имеют местные определения, весьма произвольные и очень запутанные. Обычно линзы классифицируют по диапазонам их диаметров, но, возможно, лучше классифицировать линзы, основываясь на цели их назначения и площади «посадочной зоны», поскольку это не будет зависеть от размера глазного яблока. При таком подходе корнеальная линза – это линза, которая полностью опирается на роговицу (для нормального глаза взрослого человека диаметр линзы меньше 12,5 мм).

Другие типы линз с большим диаметром попадают в следующую обширную категорию «склеральных линз», так как они, по крайней мере, частично лежат на склере. Линзы самого маленького размера в этой группе, у которых посадочная зона находится частично на роговице, а частично на склере, называют корнео-склеральными, корнео-лимбальными или просто лимбальными линзами. Часто используемый термин «полусклеральные» также описывает этот тип линз, так как они не совсем склеральные линзы (они опираются не только на склеру). Эта категория линз обычно имеет диаметр от 12,5 до 15 мм для глаза среднего размера и далее такие линзы будут называться корнео-склеральными.



Склеральная линза большого диаметра с большим резервуаром слезной жидкости

Следующая категория линз, у которых диаметр еще больше, – это настоящие или полностью склеральные линзы, они целиком опираются на переднюю поверхность склеры. В этой группе можно выделить различные категории линз в зависимости от типа посадки и сложности. Если коротко, эти линзы можно классифицировать на большие склеральные и мини-склеральные линзы, для которых имеются существенные различия как в посадочной зоне (и, следовательно, в области механического воздействия на склеру и конъюнктиву), так и в дизайне линзы. Имейте в виду, что минисклеральные линзы все-таки больше по размеру, чем корнео-склеральные линзы; обычно диаметр минисклеральных линз составляет от 15,0 до 18,0 мм.

Некоторую путаницу вносит термин «склеральная линза», т.к. часто его используют при описании линз, диаметр которых находится в диапазоне 18,0–25,0 мм. Этот термин также используют для описания всех линз, у которых точка опоры находится, по крайней мере, частично за пределами роговицы. В данном руководстве термин «склеральная линза» используется для описания широкого диапазона всех типов линз большого диаметра, но при упоминании какого-либо специфического типа линз будет использоваться более детальная терминология (например, корнео-склеральная, полностью склеральная, минисклеральная и большая склеральная линза).

Кроме зоны опоры и положения самая большая разница между линзами с меньшими и большими диаметрами – величина клиренса (зазора), который может быть создан под центральной частью линзы. У линз с маленьким диаметром объем резервуара слезной жидкости обычно маленький, тогда как у склеральных линз большого диаметра объем резервуара слезной жидкости практически неограниченный. Но все типы дизайна (полу-) склеральных линз по сравнению с корнеальными контактными линзами способны поддерживать в определенной степени хороший апикальный клиренс, который может уменьшить механическое воздействие на роговицу, и это является главным преимуществом склеральной линзы любого типа.



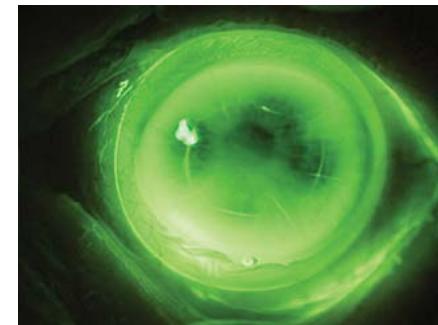
Педиатрическая афакичная склеральная линза

Терминология

Поскольку склеральные линзы не опираются на роговицу, комфорт при ношении линзы реально является одним из самых главных преимуществ этих линз. Некоторые из наших пациентов, которые носят склеральные линзы, действительно, жаловались своим врачам, почему те раньше не упоминали о склеральных линзах, так как ношение их очень комфортно. Мы также видим, что многие пациенты с кератоконусом, которые на одном глазу носят склеральную линзу, просят, чтобы им подобрали склеральную линзу и на второй глаз вместо жесткой корнеальной линзы – тоже из-за комфорта при ношении.

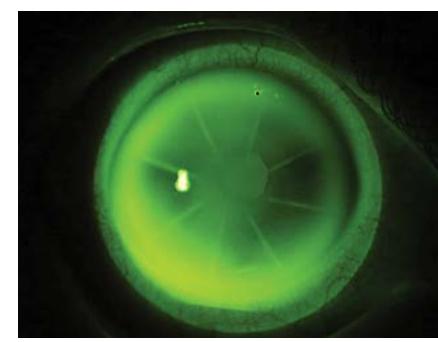
Э.-С.Виссер, Р.Виссер

	Альтернативное название	Диаметр, мм	Точки опоры	Резервуар слезной жидкости
Корнеальная		8,0-12,5	Вся линза опирается на роговицу	Нет резервуара
Корнео-склеральная	Корнео-лимбальная Полусклеральная Лимбальная	12,5-15,0	Линзы частично опираются на роговицу и на склеру	Ограниченный объем
(Полностью) Склеральная	«Гаптическая»	15,0-25,0 Мини-склеральная 15,0-18,0 Большая склеральная 18,0-25,0	Вся линза опирается на склеру	В некоторой степени ограниченный объем Почти неограниченный объем



Показания

Спектр показаний для подбора склеральных линз значительно расширился за последние несколько лет, сначала склеральные линзы подбирали исключительно при нерегулярной роговице, сейчас мы имеем намного более широкий спектр показаний, который можно в общих чертах охарактеризовать так:



Корнеосклеральные линзы на роговицах после RK

Главное показание для подбора склеральных линз – это коррекция нерегулярной роговицы для восстановления зрения. Самый большой сегмент в данной категории занимает эктазия роговицы, которую можно подразделить на две группы. Первая – это группа с первичной эктазией роговицы, которая включает в себя такие заболевания как кератоконус, кератоглобус и пеллюцидная маргинальная (краевая) дегенерация. Вторая группа эктазий включает в себя пост-рефракционную хирургию, включая интрастромальный кератомилез (LASIK), лазерную эпителиокератэктомию (LASEK), фоторефракционную кератэктомию (PRK), радиальную кератотомию (RK) и травму.

Часто после рефракционной хирургии и трансплантации роговицы, особенно это касается техники сквозной кератопластики, требуется ношение контактной линзы, чтобы полностью восстановить зрение. Склеральная линза может быть рекомендована во многих из этих случаев. Другими показаниями при нерегулярной роговице с первостепенной

Имейте в виду, что корнеосклеральные линзы проще для пользователей с непостоянным ношением по сравнению с корнеальными ЖГП линзами благодаря более легкой адаптации или ее отсутствию. Линзы большего диаметра меньше взаимодействуют с веком и поэтому к ним легче адаптироваться.

Jason Jedlicka 2010b

задачей восстановления зрения являются посттравматические состояния роговицы. Часто, к удивлению пациента и врача, после травмы глаза при возникновении рубцов и нерегулярности роговицы можно добиться превосходного зрения с помощью склеральных линз. Рубцы на роговице, появляющиеся в результате инфекций, особенно Herpes Simplex, часто являются показанием для подбора склеральных линз. Дегенерации роговицы или дистрофии, такие как маргинальная дегенерация роговицы Террьена и дистрофия роговицы Зальцмана, также являются показанием к подбору склеральных линз.

В некоторых случаях пациенты со значительной ошибкой рефракции, которым не смогли подобрать корнеальные линзы, могут воспользоваться преимуществом склеральных линз. В отдельных случаях склеральные линзы можно использовать для того, чтобы инкорпорировать горизонтальную призму или призму основанием кверху, т.к. эти линзы очень стабильны на глазу. С корнеальными линзами этого сделать невозможно, т.к. они подвижны на глазу (Millis, 2005).

2. Защита роговицы

Для большой группы пациентов с экспозиционным кератитом/болезнями поверхности глаза склеральные линзы могут обладать особыми преимуществами, т.к. они удерживают слезную жидкость под линзой. Синдром Шегрена является обычным показанием для ношения склеральных линз. В эту же категорию также попадают такие заболевания как рецидивирующие нарушения эпителия роговицы, синдром Стивена-Джонсона, реакция отторжения трансплантата (GVHD), рубцующийся пемфигоид, нейротрофические заболевания роговицы и атопический кератоконъюнктивит. При неполном смыкании века, таком как колобома, экзофтальм, эктропион, парез века после операции на нем (Pullum, 2005), хорошим вариантом может быть также склеральная линза.

К тому же в случаях трихиаза и энтропиона склеральные линзы показали себя в качестве эффективной защиты поверхности глаза. При симблефароне склеральная линза может действовать как средство поддержания свода века, например, после химического ожога. При невриноме слухового нерва склеральные линзы также показали превосходные результаты.

В последнее время склеральные линзы также применяются для транспорта лекарственных средств на переднюю поверхность глаза по различным причинам. Еще одно показание – это применение антибиотиков для лечения поверхности глаза, когда при устойчивых нарушениях эпителия роговицы передняя поверхность глаза лечится с помощью склеральных линз и антибиотиков (Lim, 2009). Jacobs et al (2008) обсуждали возможность использования склеральных линз в качестве новой системы транспорта лекарственного препарата бевацизумб (авастин) для предотвращения неоваскуляризации. Также применение склеральных линз с низкими содержанием модуляторов натриевых каналов для купирования болевых ощущений было предложено P.Rosenthal (Rosenthal 2009b).



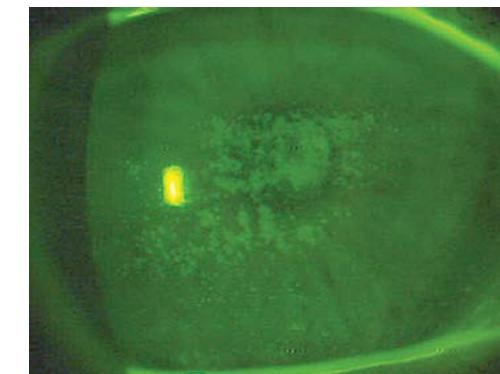
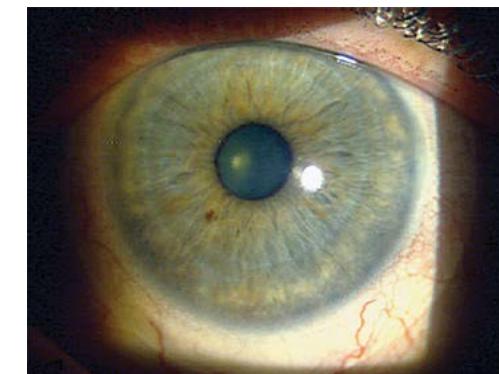
Корнеальный лоскут, при котором нельзя подобрать никакую другую линзу, кроме склеральной



Пеллюцидная маргинальная дегенерация – хорошее показание для ношения склеральных линз.



Изображения ОСТ тяжелого случая нерегулярной роговицы со склеральной линзой и без нее для восстановления зрения (Zeiss Visante®)



55-летнему пациенту с синдромом сухого глаза подобраны мини-склеральные линзы, которые предоставили ему превосходный комфорт и уменьшение симптомов сухости глаза. Линза также включает в себя бифокальную переднюю поверхность с центральной зоной 2,0 мм и аддидацией +2,00D. Острота зрения в линзе составляет 1,0 (20/20) для дальних и 0,8 (20/25) для близких.

-Jason Jedlicka

3. Косметика и спорт

Вручную окрашенные склеральные линзы используются в косметических целях в различных случаях, часто связанных с атрофией глазного яблока (Otten, 2010). Также окрашенные линзы используют, чтобы уменьшить блики при анириди и альбинизме (Millis 2005), хотя технически это скорее относится к категории улучшения зрения, чем к категории по косметическим показаниям. Склеральные линзы также используют в косметических целях в случаях птоза.

Склеральные линзы могут быть полезны для пациентов, занимающихся водными видами спорта, такими как водное поло или гребля на байдарках и каноэ, дайвинг и водные лыжи, а также для других активных видов спорта или для пациентов, подвергающихся воздействию загрязненной окружающей среды. Склеральные линзы часто используют и в киноиндустрии, чтобы создать специальный эффект глаз.

Похоже, что для подбора склеральных линз ограничений по возрасту фактически не существует.

Бостонский фонд зрения сообщил о ретроспективном исследовании успешного подбора склеральных линз на 47 глаз у 31 ребенка в возрасте от 7 месяцев до 13 лет. При патологиях поверхности глаза такие линзы назначались даже чаще, чем при нарушениях рефракции.

Gungor et al 2008

Обычные жесткие линзы или склеральные линзы?

Преимущества склеральных линз при прогрессирующей эктазии в том, что эктазия может прогрессировать под линзой с хорошим подъемом /изгибом и пациент даже не заметит разницу и не попросит подобрать ему другую линзу.

Lynette Johns

Зачем врачу подбирать склеральные линзы, когда есть клинически проверенные ЖГП линзы? Прежде всего, склеральные линзы не опираются на роговицу, одну из наиболее чувствительных зон тела человека. Чтобы роговица оставалась прозрачной, что от нее прежде всего и требуется, нервы роговицы лишены непрозрачной миелиновой оболочки, которую имеют большинство остальных нервов в человеческом теле. Но при этом нервы роговицы остаются незащищенными, и механический стресс, такой как ношение контактных линз, может коснуться нервов и вызвать дискомфорт.

Склера обладает очень низким уровнем чувствительности, благодаря этому она очень хорошо подходит в качестве опоры контактной линзы. Итак, на первый взгляд, выбор склеральных линз может показаться парадоксальным из-за размера, хотя на самом деле склеральные линзы очень комфортны. При

первом подборе склеральных линз, у всех пациентов без исключения вызывает восторг ощущение комфорта при ношении этих линз.

В основном, склеральные линзы не касаются роговицы, и поэтому дисторсия роговицы отсутствует или является минимальной при ношении склеральных линз. Ношение склеральных линз также является одним из превосходных методов для возвращения роговицы к исходной форме после ношения PPMA линз, ортокератологических линз и в других случаях, когда форма роговицы изменялась по причине заболеваний или преднамеренно.

Другой актуальный вопрос – почему склеральные линзы так комфортны – это факт: линзы большого диаметра намного меньше взаимодействуют с веком. Роговичные линзы некомфортны не только из-за того, что контактируют с роговицей, а также из-за того, что при моргании века трется о край линзы, заставляя линзу вращаться, что вызывает зуд и раздражение века. Поскольку края склеральной линзы находятся далеко под веком, эта проблема отсутствует.

Sophie Taylor-West and
Nigel Burnett Hodd

бы воспользоваться преимуществом торических линз, но в действительности эти линзы применяют редко. У линз с задней торической поверхностью или у биторических линз торические кривые и коррекция соответствующей оптической силы смешены на 90 градусов. Часто это не подходит при кератоконусе, особенно в случаях выраженных стадий кератоконуса. Склеральная линза, не опираясь на роговицу, может помочь при коррекции этих нарушений. Это особенно важно для пациентов с кератоглобусом и десентрированным конусом (Bennett, 2009). В целом, склеральные линзы имеют тенденцию центрироваться лучше, чем ЖГП линзы меньшего размера. Хотя следует заметить, что за последние 10 лет возможности ЖГП линз существенно расширились, появились новые сложные дизайны, основанные на топографии роговицы, такие как асферический и зонально специфические дизайны линз. Несмотря на это, главная задача при подборе любой кератоконусной

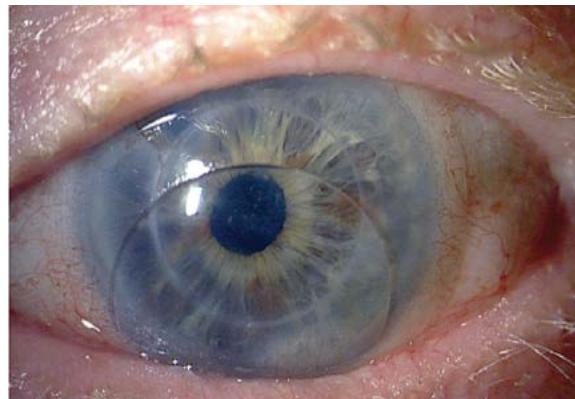
Контактные линзы большого диаметра, зона касания поверхности глаза которых находится за пределами роговицы, считаются наилучшим выбором для коррекции нерегулярной роговицы. Часто они могут отсрочить или даже предотвратить хирургическое вмешательство, а также уменьшить риск возникновения рубцов роговицы.

В большой работе по изучению кератоконуса (CLEK) в США наблюдали за 1209 пациентами с кератоконусом в течение восьми лет в различных городах. Результаты данного исследования показывают, что образование рубцов при кератоконусе может привести к потере контрастной чувствительности, что в свою очередь может создать проблемы со зрением. И это вызывает особое беспокойство, т.к. у пациентов с кератоконусом уже увеличены aberrации высоких порядков, прежде всего вертикальная кома, которая может привести к снижению контрастной чувствительности. Основные факторы, предопределяющие возможность возникновения рубцов, включают кривизну роговицы более 52,00 D, ношение контактных линз, выраженное прокрашивание роговицы и возраст пациента моложе 20 лет (Barr, 1999). В данном случае следует избегать давления контактными линзами на вершину роговицы. Особенно это касается случаев с центральным кератоконусом, т.к. рубец в центре почти всегда ведет к потере остроты зрения.

Кроме того, несмотря на то, что обычно у пациентов с кератоконусом высокий уровень торичности, и теоретически они могли



Травма роговицы с потерей радужки с подобранной склеральной линзой



Плохая посадка ЖГП линзы после проникающей кератопластики

коррекции зрения после процедуры оптимизации зрения.

Считается, что большинству пациентов с эктазией роговицы понадобятся ЖГП линзы на каком-то этапе жизни, чтобы добиться приемлемого зрения. Исследования Smiddy et al (1988) показало, что 69% пациентов, направленных на кератопластику, можно было бы успешно подобрать контактные линзы без хирургического вмешательства. Эти данные, очевидно, свидетельствуют, что специалистам по подбору контактных линз необходимо оценить все возможные варианты контактных линз, включая склеральные линзы, прежде чем направлять пациента на хирургическую операцию. Всегда проверяйте, насколько можно улучшить остроту зрения с помощью склеральных линз, перед тем как направлять пациента на операцию. Это особенно касается рубцов роговицы, как исходов Nerves Simplex.

Исследование показало, что 69% пациентов, направленных на кератопластику, можно было успешно подобрать контактные линзы без хирургического вмешательства.

Smiddy et al 1988

Склеральные линзы или хирургия?

Эктазия роговицы, включая кератоконус, – основное показание для подбора склеральных контактных линз для восстановления зрения. Национальный Фонд Кератоконуса в США (2010) считает, что около 15-20% пациентов с кератоконусом в конечном счете подвернутся хирургическому лечению этого заболевания. Основная форма хирургического вмешательства при кератоконусе – это кератопластика. Степень приживления роговичных лоскутов при сквозной кератопластике составляет 74% спустя 5 лет, 64% спустя 10 лет, 27% спустя 20 лет и всего 2% спустя 30 лет (Borderie, 2009). Частичная кератопластика (ламеллярная кератопластика) при которой убирается только

внешняя часть роговицы может помочь преодолеть проблемы отторжения, но субоптимальный результат зрения продолжает вызывать беспокойство (Jedlicka, 2010a).

Но даже, если с медицинской точки зрения операция прошла успешно и без осложнений, многим пациентам после кератопластики все же понадобятся контактные линзы (обычно роговичные ЖГП линзы) для восстановления зрения из-за нерегулярностей и высокой степени роговичного астигматизма. Самая новая технология в этой области – роговичный кросслинкинг. Пока мы еще не располагаем долгосрочными результатами по использованию этой технологии, но она направлена на сдерживание прогрессирования кератоконуса, в чем она, по всей видимости, достаточно успешна. Хотя изменения в роговице нельзя восстановить до начального уровня с помощью этой техники, и обычно требуются какие-то способы

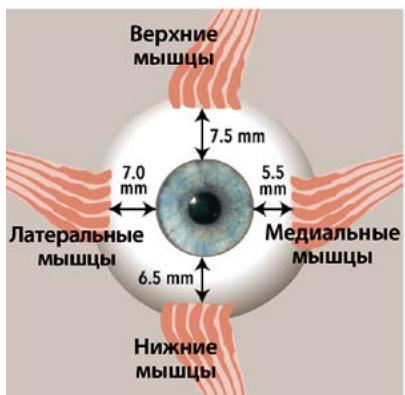
Ключевые положения:

- Показания для подбора склеральных линз значительно расширились от подбора линз исключительно при нерегулярной роговице до широкого спектра показаний, включая защиту роговицы и косметические цели.
- Даже после успешной кератопластики без осложнений многим пациентам необходимы контактные линзы для восстановления зрения из-за нерегулярностей и высокого астигматизма роговицы.
- Выбирая клиренс края линзы для недопущения механического воздействия, рекомендуется избегать контакта линзы с роговицей – линза должна «нависать» над роговицей, но не касаться ее.

II. АНАТОМИЯ И ФОРМА ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГЛАЗА

- Из чего состоит передняя поверхность глаза?
- Какова форма лимба и передней поверхности глаза?

Потребность в склеральных линзах в последнее время постоянно растет. Но что мы знаем об анатомии и форме передней поверхности глаза, чтобы адекватно подбирать склеральные линзы?



Анатомия передней поверхности глаза

Из учебников нам известно, что при взгляде на переднюю поверхность глаза, кажется, что в темпоральном, верхнем и нижнем направлении расстояние между лимбом и местом крепления мышц глаза составляет около 7,0 мм (7,0 мм, 7,5 мм и 6,5 мм). Однако, с назальной стороны расстояние составляет всего 5,0 мм. Это означает, что при среднем диаметре роговицы 11,8 мм минимальный физический диаметр склеральной линзы может быть по горизонтали от 22,0 до 24,00 мм для среднего глаза, чтобы не касаться места крепления мышц глаза, предполагая, что линза не будет двигаться.

Анатомия конъюнктивы

Фактически именно конъюнктива является зоной «посадки» для склеральных линз. Но т.к. у конъюнктивы нет своей формы (т.е. она повторяет форму склеры), форму переднего отрезка глаза за пределами роговицы считают «формой склеры», и тип линзы, у которой здесь посадочная зона, называется скорее склеральной линзой, чем конъюнктивальной. Конъюнктива – это слизистая мембрана, состоящая из прозрачной сосудистой соединительной ткани. Она позволяет веку свободно двигаться по поверхности глазного яблока; ее самая тонкая часть находится над подлежащей плотной капсулой – Теноновой оболочкой. Конъюнктива состоит из эпителиального и стромального слоя. Вне лимба пять слоев роговичного эпителия переходят в 10-15 слоев конъюнктивального эпителия. Клетки поверхности конъюнктивального эпителия имеют микроворсинки и миопроплии, а его поверхность не такая гладкая, как поверхность роговицы. Строма конъюнктивы состоит из произвольно расположенных пучков грубых коллагеновых волокон.

Фактически, именно конъюнктива является зоной «посадки» для склеральных линз. Но т.к. у конъюнктивы нет своей формы (т.е. она повторяет форму склеры) форма переднего отрезка глаза за пределами роговицы считают «формой склеры».

В темпоральном, верхнем и нижнем направлении расстояние между лимбом и местом крепления мышц глаза составляет около 7,0 мм, однако с назальной стороны расстояние всего 5,0 мм.

Крепление глазных мышц

Глазные мышцы крепятся под конъюнктивальным слоем к склере. Из-за анатомического расположения глазного яблока в орбите темпоральные мышцы «опутывают» глазное яблоко и всегда контактируют с ним, несмотря на движение глаза. С другой стороны, назальные мышцы глаза расслабляются при медиальном движении глаза, несмотря на свое более внешнее крепление к глазному яблоку. В одной из глав книги «Контактные линзы», Филлипса

и Спидвелла (Philips и Speedwell), Паллам (Pullum) (2005) описывает, что «при ношении склеральных линз большого диаметра теоретически возможно латеральное движение линзы на глазу или легкий подъем над роговицей». К тому же он описывает, что лимб на темпоральной стороне роговицы в среднем менее выражен, чем с назальной стороны, т.к. центр изгиба темпоральной кривизны склеры контраплатеральным образом компенсируется. По существу это означает, что назальная часть склеры более «плоская». Кроме того, назальный изгиб склеры, в действительности, часто оказывается более плоским, в дополнение к эффекту более плоской назальной, чем темпоральной части склеры, согласно Палламу (Pullum).

Лимб на темпоральной стороне роговицы в среднем менее явный, чем с назальной стороны, т.к. центр изгиба темпоральной кривизны склеры контраплатеральным образом компенсируется.

Кен Паллам (Ken Pullum), 2005



Нормальная форма лимбально-склерального профиля

Анатомия склеры

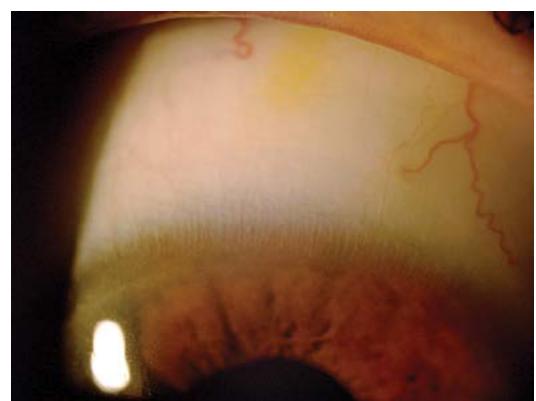
Непрозрачная скlera составляет основную часть глазного яблока и переходит в прозрачную роговицу спереди глазного яблока. Дюк-Элдер (Duke-Elder) (1961) сообщил, что толщина склеры составляет 0,8 мм на лимбе, 0,6 мм впереди в месте крепления прямой мышцы, 0,3 мм за местом крепления прямой мышцы, 0,4-0,6 мм в области экватора глазного яблока и 1,0 мм рядом с диском зрительного нерва.

Радиус склеры около 13,0 мм у среднего глаза; средний центральный радиус роговицы – 7,8 мм. Длина глазного яблока на экваторе 24,1 мм в поперечном направлении и 23,6 мм вертикально. Это подразумевает, что склеральная форма неодинакова во всех меридианах.

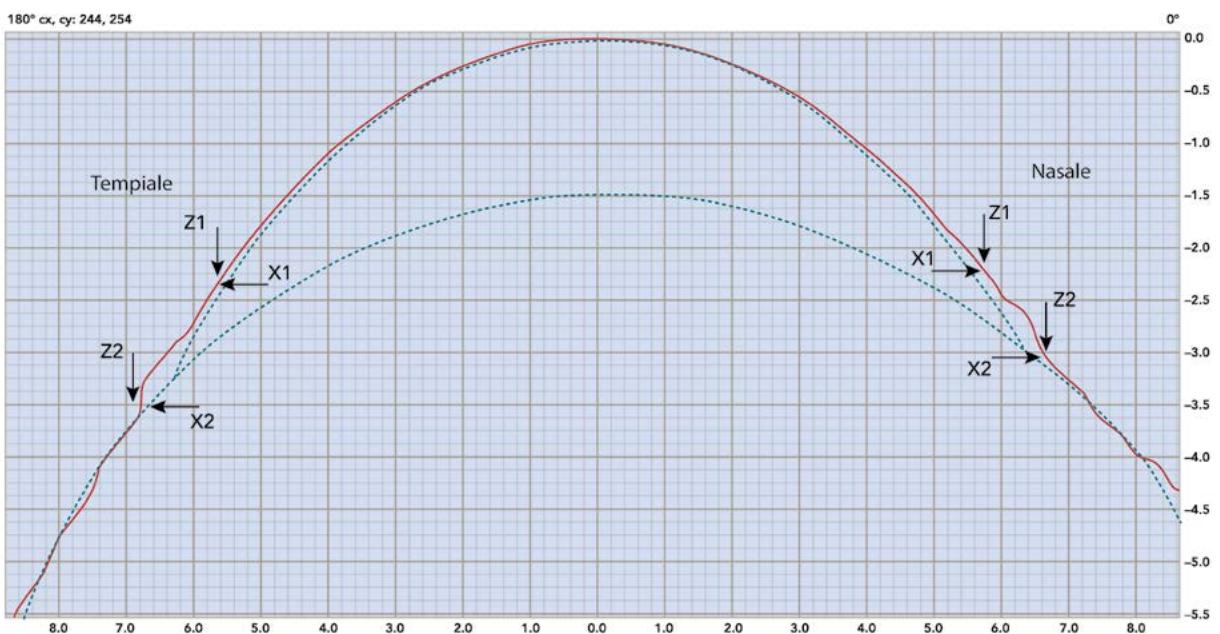
Склера относительно неактивна метаболически, но она достаточно прочная и плотная. В склере ограниченное количество кровеносных сосудов и нервов и поэтому она менее чувствительная, чем роговица. Под тонким слоем эписклеры, верхним слоем, находится substantia propria sclerae (собственное

вещество склеры). Это самый толстый слой склеры, состоящий из переплетенных коллагеновых волокон. Волокна стабилизируют склеру, и следовательно, глазное яблоко. Склера непрозрачна из-за беспорядочного расположения волокон. Она состоит из пучков плоских белых коллагеновых волокон, параллельно пересекающих поверхность склеры во всех направлениях.

Лимб – это переходная зона между прозрачной роговицей и непрозрачной склерой. Формальный переход от роговицы к лимбу находится там, где оканчивается боуменовский слой, но ширина всей переходной зоны лимба шире, примерно 1,5 мм в ширину с каждой стороны роговицы по горизонтали и до 2,00 мм в вертикальном направлении. Волокна стромы роговицы неодинаковы по толщине и расположению и преобразуются в волокна стромы склеры. Итак, в то время как пятислойный эпителий роговицы преобразуется в 10-15 слоев эпителия конъюнктивы, боуменовский слой заканчивается и переходит в конъюнктивальную строму и Теноновую капсулу. Радиально ориентированные эпителиальные «гребни» производят палисады Фогта, которые лучше видны во внутреннем и верхнем квадранте лимба и которые могут быть пигментированы более темными канавками. Строма роговицы переходит в строму склеры.



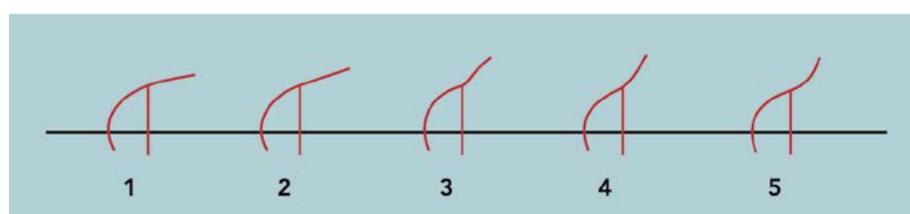
Зона лимба с палисадами Фогта



Профиль формы лимба и склеры с помощью MST. Заметьте, что на рисунке назальная часть более плоская – Джон де Брабандер (John de Brabander). Цит по Clinical Manual of Contact Lenses, Bennett and Henry (Van der Worp, 2009)

Форма лимба и передней поверхности склеры

Всегда считалось, что область лимба и первая часть склеры за лимбом изогнутой формы, но это не всегда так. Судя по слепкам, снятых с человеческих глаз (нормальных глаз и глаз с кератоконусом), кажется, что, по крайней мере, в некоторых случаях склеры часто продолжает идти по прямой (тangenциальной) от периферии роговицы и далее. Также при использовании контурных карт с экспериментального топографа (Van der Worp, 2009), одного из первых топографов для изображения лимба и части склеры до 18,0 мм диаметром передней поверхности глаза, было показано, что при анализе каждого конкретного случая, переход скорее тангенциальный, чем изогнутый, как это можно увидеть на рисунке вверху.



Разные профили перехода от роговицы к склере Courtesy of Daniel Meier/die Kontaktlinse

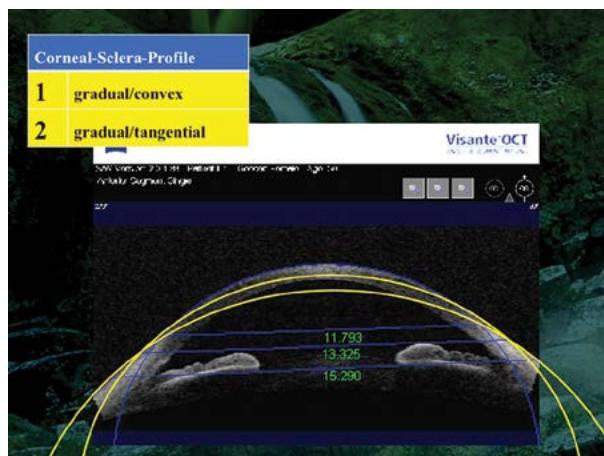
Литературе о контактных линзах. Meier, швейцарский врач-офтальмолог, определяет в журнале die Kontaktlinse (1992) разный переход профилей от роговицы к склере. Он описывает пять разных моделей: ступенчатого перехода от роговицы к склере, где часть склеры или выпуклая (профиль 3) или тангенциальная (профиль 2), или выраженный переход, где часть склеры опять может быть либо выпуклой (профиль 3) либо тангенциальной (профиль 4). Пятый вариант он описывает как выпуклую форму роговицы с вогнутой формой склеры (профиль 5). Профили на шкале Meier уменьшаются в сагittalной глубине, где у профиля номер 1 самая высокая сагиттальная высота, а у профиля 5 самая низкая сагиттальная высота – важный параметр для подбора склеральных линз.

Всегда считалось, что область лимба и первая часть склеры за лимбом изогнутой формы, но это не всегда так.

Профили лимба

Просто удивительно, как мало известно о форме лимба, который является очень важным при подборе мягких и склеральных линз. Одну из немногочисленных публикаций на эту тему можно найти в немецкой

литературе о контактных линзах. Meier, швейцарский врач-офтальмолог, определяет в журнале die Kontaktlinse (1992) разный переход профилей от роговицы к склере. Он описывает пять разных моделей: ступенчатого перехода от роговицы к склере, где часть склеры или выпуклая (профиль 3) или тангенциальная (профиль 2), или выраженный переход, где часть склеры опять может быть либо выпуклой (профиль 3) либо тангенциальной (профиль 4). Пятый вариант он описывает как выпуклую форму роговицы с вогнутой формой склеры (профиль 5). Профили на шкале Meier уменьшаются в сагиттальной глубине, где у профиля номер 1 самая высокая сагиттальная высота, а у профиля 5 самая низкая сагиттальная высота – важный параметр для подбора склеральных линз.



Корнео-склеральные профили передней части глаза со ступенчатым переходом, выполненные на основе изображений ОСТ (рисунок слева) и выраженный переход (рисунок справа) (Zeiss Visante®) Напечатано с разрешения Contact Lens Spectrum, Wolters Kluwer Pharma Solution, Inc., ©2010, все права защищены

В исследовании Meier и в еще одной работе Rott-Muff et al (2001), опубликованном в журнале die Kontaktlinse, авторы попытались определить, насколько часто встречаются различные профили в популяции в целом. Результаты исследования были удивительно схожими. Профиль 2 (плавно-тангенциальный) и следующий за ним профиль 3 (выпуклой формы) были соответственно первым и вторым по частоте встречаемости, затем следовал профиль 1 (ступенчато-выпуклый). Профили 4 и 5, явно выраженный тангенциальный и выпукло-вогнутый, встречались в минимальном количестве, а последний из них почти совсем не наблюдался.

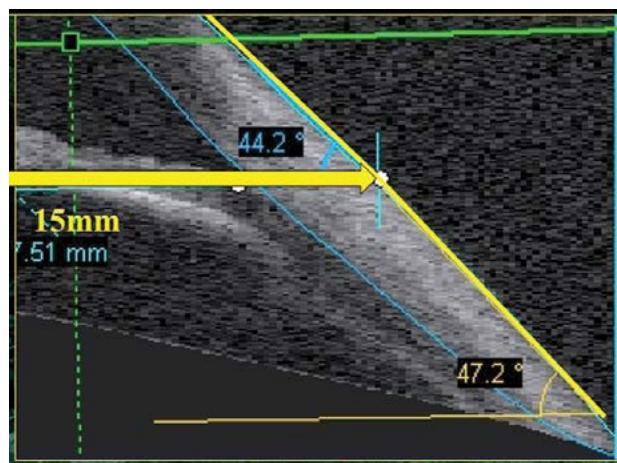
Но насколько точно эти профили может субъективно оценить врач? Это также обсуждалось в статье (Borkern, 2007) в журнале die Kontaktlinse несколько лет спустя. Авторы обнаружили повторяемость только у 54 процентов пациентов, используя данные 73 исследователей. Для некоторых профилей повторяемость была намного ниже.

Было предложено использовать оптокогерентный томограф (ОСТ), который был полезен для получения изображения формы передней поверхности глаза. В небольшом исследовании Van der Worp at al (2010b) попытался лучше определить корнео-склеральные профили, для этого он использовал изображения ОСТ и его программное обеспечение, чтобы вручную нарисовать зону перехода от периферии роговицы к передней части склеры. Результат 46 проанализированных профилей показал, что средний радиус периферии роговицы равен 9,10 мм (от 7,80 мм до 10,80 мм), а средний радиус передней части склеры (средне назальный и темпоральный) – 12,40 мм (от 10,10 до 16,60 мм). Заметьте, что некоторые радиусы периферии роговицы были действительно более плоские, чем некоторые радиусы передней части роговицы. Средняя разница между двумя радиусами составила 3,40 мм (от 1,50 мм до 6,50 мм), что мы использовали как критическую точку, чтобы определить плавный переход против выраженного перехода, как описано в исследованиях Meier. Используя этот критерий, данные распределились 50/50 для ступенчатого и выраженного переходов. Если в анонимной форме три разных исследователя наблюдали и оценивали одни и те же профили лимба, то в 75% случаев субъективное наблюдение анонимных исследователей сопоставимо с объективным измерением выполненным на компьютере. В 70% случаев наблюдатели согласились друг с другом о типе профиля.

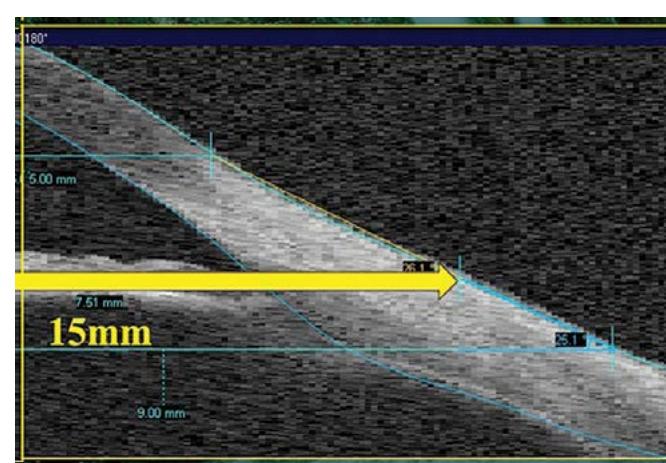
Лимбальные и склеральные углы

Несмотря на то, что информация, описанная в предыдущей части, дает определенное представление о переходной зоне и возможностях подбора линз, с помощью ОСТ можно измерить только

отдельные меридианы (например, меридианы в горизонтальном сечении), с его помощью нельзя создать полную топографическую карту, которую можно получить с помощью корнеальной топографии. Но, выбирая вручную различные меридианы, метод позволяет исследовать, как выглядит нормальная лимбальная зона и передняя часть склеры. У ОСТ есть еще одно ограничение: с его помощью можно измерить переднюю поверхность глаза только до 16,0 мм. Но если прибор немного децентрировать, то он может отобразить до 20 мм и более (van der Worp, 2010a).



Крутыми углами переднего отрезка глаза: 44,2 и 47,2 градуса соответственно для лимбального и склерального угла на Zeiss Visante®OCT (Pacific University – Исследования склеральной формы).



Плоскими углами переднего отрезка глаза: 26,1 и 25,1 градуса соответственно для лимбального и склерального угла на Zeiss Visante®OCT (Pacific University – Исследования склеральной формы).

Основываясь чисто на теоретических соображениях, мы могли бы ожидать, что лимбальная область будет вогнутая. Но вопреки общему мнению, форма переходной области между роговицей и склерой оказывается прямой в большинстве случаев, основываясь на измерениях ОСТ, снятых с 96 глаз у 48 пациентов в восьми разных направлениях (назальном, нижнее-назальном, нижнем, нижнее-темпоральном, темпоральном, верхнем-темпоральном, верхнем и верхнее-назальном), только в одной четверти случаев наблюдалась вогнутая форма и в редких случаях выпуклая форма. Кроме того, чтобы показать индивидуальный характер лимбальной формы, разные профили одного глаза измерялись в разных меридианах. А что же с передней формой склеры (от 15,0 мм до 20,0 мм диаметром)? Мы могли бы ожидать, что в этой зоне передняя форма склеры будет выпуклой: глаз – это глазной шар, в конечном счете. Но вместе этого оказывается, что в большинстве случаев передняя форма склеры также тангенциальная, (т.е. прямая), с ожидаемой выпуклой формой в некоторых случаях (по грубым подсчетам, меньше, чем в одной третьей случаев) и минимальным числом вогнутых форм.

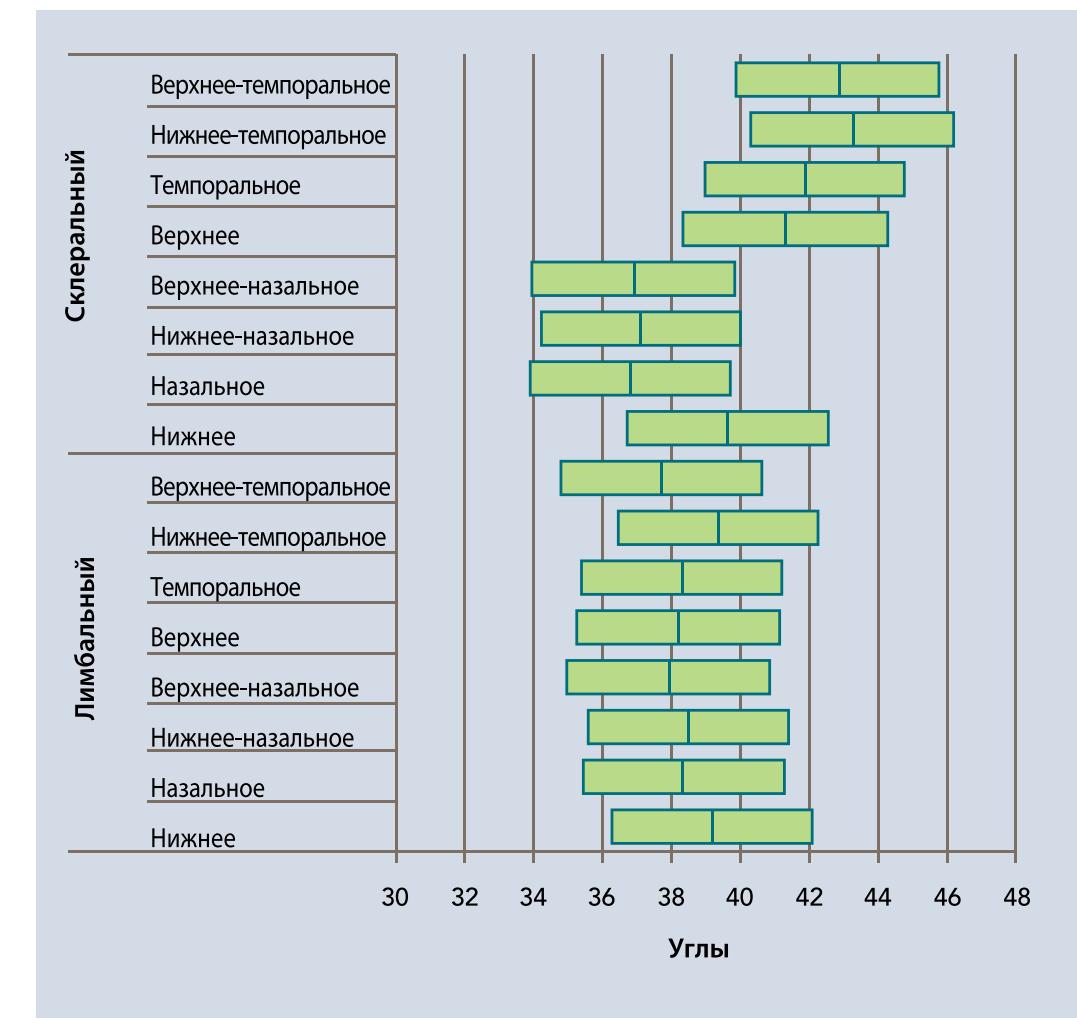
Таким образом, результаты исследования Pacific University указывают на следующее: при подборе/ выборе дизайна склеральных линз врачам не следует ожидать, что область лимба и передняя часть склеры обязательно будут выпуклой/вогнутой формы, этого можно было бы ожидать, основываясь только на теоретических соображениях. Предполагается, что использование скорее тангенциальных углов, чем кривых (или использование очень плоских кривых) может подойти в большинстве случаев при подборе склеральных линз. Но даже на одном и том же глазу среди меридианов наблюдаются большие различия индивидуальной лимбальной и передней форме склеры.

«Основываясь чисто теоретических соображениях, мы могли бы ожидать, что лимбальная область будет вогнутая. Но вопреки общему мнению, форма переходной области между роговицей и склерой оказывается прямой, основываясь на измерениях ОСТ...»

Pacific University – Исследование формы склеры

В исследованиях Pacific University College of Optometry, кроме того, измерялись корнео-склеральный тангенциальный угол между 10,0 мм и 15,0 мм (в данном исследовании описанный как лимбальный угол), а также угол от 15,0 мм до 20,0 мм (склеральный угол) на 96 глазах 48 обычных пациентов, все взятые в горизонтальной плоскости.

На итоговом графике показаны средние углы во всех зонах глаза. Как следует из графика, прежде всего, в среднем у глаза назальная часть обычно более плоская по сравнению с прочими зонами глаза, что соответствует результатам топографии роговицы, т.к. периферия роговицы также более плоская в назальном квадранте. Но этот эффект меньше в лимбальных, чем в склеральных углах. Грубо говоря, лимбальные углы находятся в одном и том же диапазоне, и среди них не было обнаружено статистически значимой разницы. Но со склеральным углом дело обстоит по-другому: существуют значительные различия особенно между назальной областью

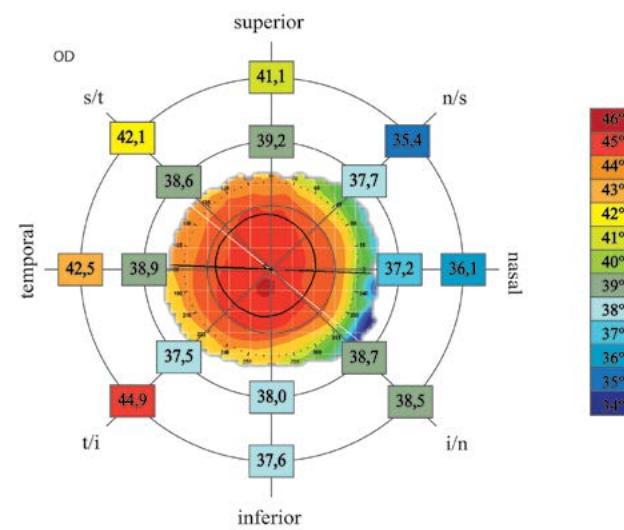


Итоговая таблица средних измерений лимбального и склерального угла в различных меридианах – полоски представляют собой среднюю величину (центральную линию) и 84% доверительный интервал. (Pacific University – Исследования склеральной формы).

и нижне-темпоральной частью. Выходит, что у склеральных углов нижний сегмент практически является «контрольной точкой», в то время как назальные углы более крутые при сравнении, а темпоральные углы более плоские со статистически значимой разницей между ними.

В целом, «модель глаза», основанная на этих данных выглядит следующим образом: нижний сегмент глаза находится «на одном уровне» как в склеральном, так и в лимбальном углу, между ними не наблюдается почти никакой разницы. Темпоральная часть переднего отрезка глаза обычно более крутая по сравнению с другими зонами, углы более высокие по значению. Верхний сегмент отчасти находится между назальной и темпоральной зонами по форме, но с существенной разницей между лимбальным и склеральным углом.

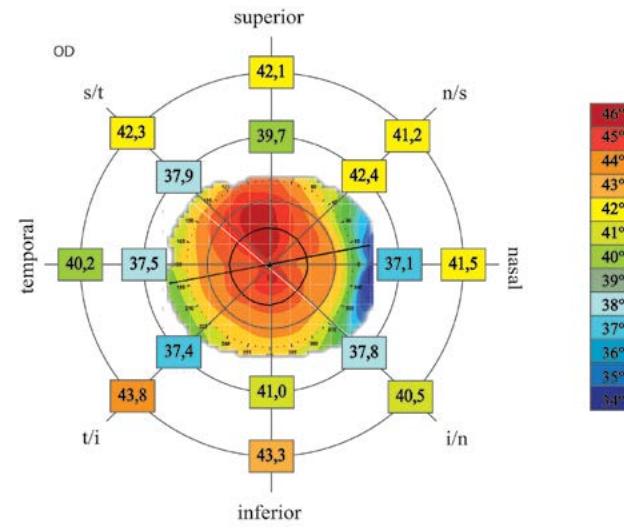
В лимбальной зоне разница между углами в среднем составляет 1,8 градусов, хотя в зависимости от индивидуальных особенностей пациента существует много вариантов. В склеральной зоне разница больше (в среднем до 6,6 градусов), но опять же с большими индивидуальными различиями. Считается, что разница в 1 градус на стандартном склеральном углу соответствовала бы разнице примерно в 60 микрон по сагittalной высоте. Это означало бы, что в лимбальной зоне может иметь место типичная разница в 100 микрон по сагittalной высоте, тогда как в склеральной зоне эта разница может быть близка к 400 микрон. Для склеральной формы это могло бы оказаться клинически значимым.



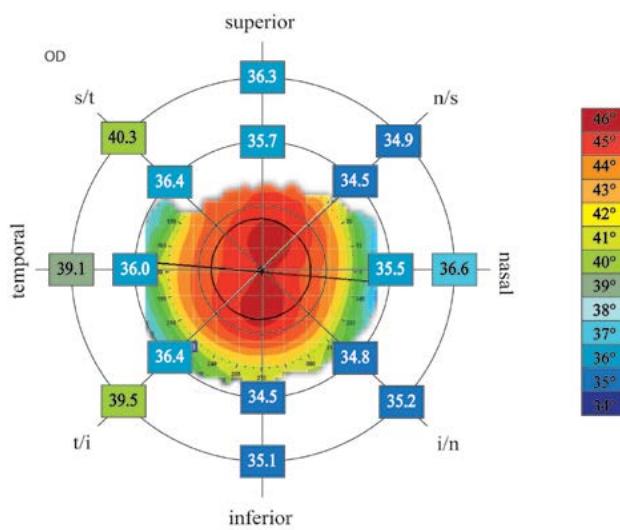
Типичный глаз в исследовании Pacific University. Лимбальные и склеральные углы в восьми направлениях с наложением изображения топографии роговицы. Поверхность роговицы сферическая, очевидно лимбальное и склеральное уплощение в назальной области и укручивание в темпоральной. (Pacific University – Исследования склеральной формы).

Относительно торичности склеры до сих пор остается неясным, переходит ли астигматизм (цилиндр) роговицы на склеру (например, прямой астигматизм склеры очевиден, если присутствует астигматизм (цилиндр) роговицы). Предполагается, что это может иметь место, особенно в том случае, если астигматизм (цилиндр) роговицы врожденный. По данной теме до сих пор не обнаружено никаких научных публикаций, чтобы подтвердить это.

Данные результаты могут указывать на то, что в среднем у глаза окулярная поверхность за пределами роговицы неротационно симметричная, и на то, что



Правый глаз обычного пациента: на вид скорее крутой с относительными различиями внутри лимбального и склерального кольца (это был нетипичный глаз в исследовании). (Pacific University – Исследования склеральной формы).



Правый глаз обычного пациента, лимбальные и склеральные углы очень плоские. (Pacific University – Исследования склеральной формы).
Перепечатано с разрешения Contact Lens Spectrum, Wolters Kluwer Pharma Solutions, Inc., ©2010, все права защищены.

В лимбальной зоне разница между углами в среднем составляет 1,8 градусов, - в склеральной зоне разница большие (в среднем до 6,6 градусов); для склеральной формы это могло бы оказаться клинически значимым.

Результаты исследований Pacific University подразумевают, что неротационно симметрическая природа поверхности глаза за пределами роговицы соответствует клиническому опыту. В действительности, во многих оптиках чаще используют, как правило, неротационно симметричные дизайны линз при подборе склеральных линз.



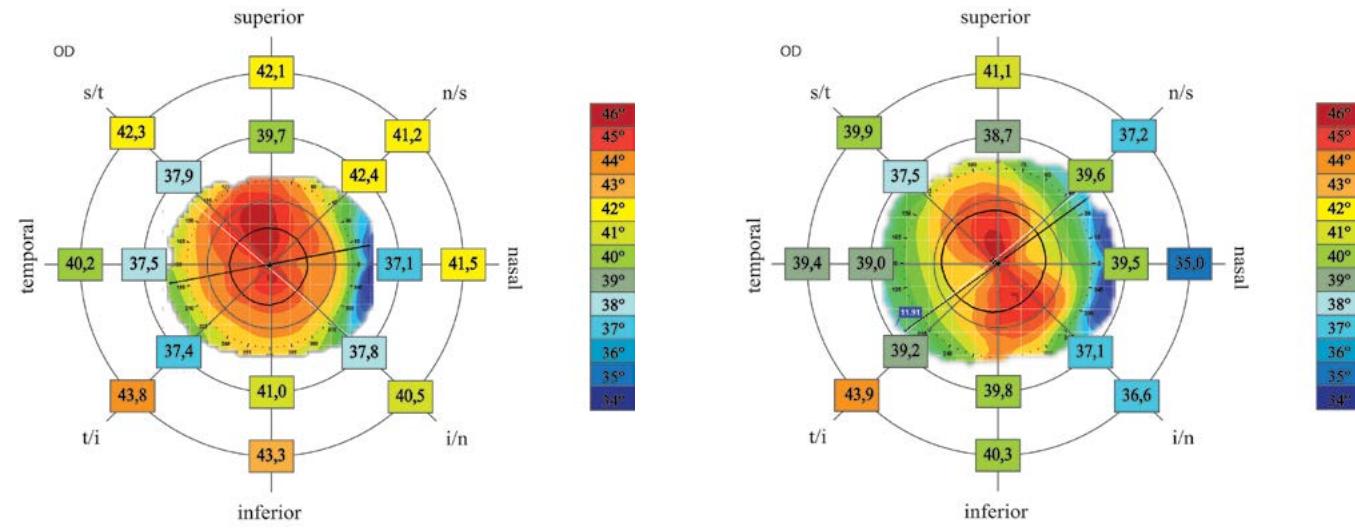
Би-торическая корнеосклеральная линза на торическом глазу.

для стандартного глаза неротационно симметричные линзы, такие как торические и квадрантно специальные линзы, которые коммерчески доступны, могли бы быть предпочтительным выбором для оптимального соотношения с формой глаза. Особенно это касается тех случаев, когда диаметр линзы выходит за пределы отметки 15,00 мм.

О том же самом эффекте сообщалось из клинического опыта: несферическую природу склеры описывали ранее Visser et all (2006). В действительности, во многих оптиках чаще используют, как правило, неротационно симметричные дизайны линз при подборе склеральных линз.

Ключевые положения:

- Обычно в среднем глаза назальная часть более плоская по сравнению с прочими зонами, что соответствует топографии роговицы.
- Оказывается, что форма лимба и передняя часть склеры чаще тангенциальные, чем изогнутые.
- Во многих случаях глаза неротационно симметричные по своей природе за границами роговицы. В этих случаях могут потребоваться неротационно симметричные линзы, такие как торические и квадрантно специальные линзы.



Правый глаз обычного пациента: на вид скорее крутой с относительными различиями внутри лимбального и склерального кольца (это был нетипичный глаз в исследовании). (Pacific University – Исследования склеральной формы).

Правый глаз обычного пациента с торической роговицей и неротационно симметричной формой передней поверхности глаза. (Pacific University – Исследования склеральной формы).

III. ДИЗАЙН СКЛЕРАЛЬНОЙ ЛИНЗЫ

- Как выглядит геометрия стандартной склеральной линзы?
- Какие существуют усовершенствованные дизайны склеральных линз?

Подбор склеральных линз постепенно развивался от линз, которые выдувались из стекла в конце 19 века, до современных сложных, разработанных с помощью компьютерных программ, индивидуальных линз. Подбор современных склеральных линз, прежде всего, основывается на использовании пробного набора склеральных линз, с помощью которого подбирается оптимальная склеральная линза. Дизайн этих линз будет подробно описан ниже. На заре подбора склеральных линз повсеместно использовались техники отпечатка, которая будет также кратко обсуждаться в данной главе позднее.

Полуготовые склеральные линзы

Несмотря на то, что разные дизайны линз у разных производителей отличаются в некоторой степени друг от друга, в основном все склеральные линзы имеют одинаковую базовую геометрию. В этом разделе будет описан в общих чертах основной стандартный сферический (ротационно симметричный) дизайн линзы, а также усовершенствованные дизайны линз, такие как неротационно-симметричные (торические или квадрантно-специфические) и бифокальные дизайны линз. Материал линз и фенестрации линз будут обсуждаться также позднее в данной главе, т.к. они относятся к дизайну и посадке линзы.

Сферические дизайны

Родоначальница всех контактных линз – сферическая контактная линза. Геометрию этих линз можно разделить на три зоны:

1. Оптическая зона
2. Переходная зона
3. Зона посадки/опоры

С приобретением опыта подбора склеральных линз вы можете полагаться на консультантов одной лаборатории больше, чем на других. Работая с консультантами, вы меньше контролируете конечный выбор параметров, но вы можете добиться успеха намного быстрее.

Стивен Бирнс (Stephen Byrnes)

Обычно я начинаю подбор линз моим пациентам с помощью диагностических линз, минуя эмпирический подбор. Может быть, страшновато отклоняться от параметров используемого пробного набора, когда начинаешь подбирать склеральные линзы. Я заказываю линзы на 0,5 мм больше или меньше, чем диаметр пробной линзы, если это необходимо, но я обнаружила, что изменения большие 0,5 мм могут значительно изменить посадку линзы.

Линнетт Джонс (Lynette Johns)

линзы с меньшим диаметром, такие как корнео-склеральные линзы, производители обычно предполагают некую форму «легкого касания» центра роговицы, так как сложно получить полный зазор, желательный для более сложных форм роговицы, таких как при развитой форме кератоконуса. Если под линзой адекватный зазор, то, по мнению экспертов по корнео-склеральным линзам, можно добиться хорошего результата. Альтернативно, следует выбирать линзы с большим диаметром, чтобы увеличить зазор, который возможно потребуется. Более подробно эта тема будет рассмотрена в следующей главе (шаг 2) данного руководства о том, как создать адекватный корнеальный зазор и сагиттальную глубину.

К склеральным линзам применяются те же оптические правила, как и к корнеальным линзам: изменения оптической силы подлинзового слоя слезной жидкости можно регулировать, считая, что изменение радиуса кривизны на 0,10 мм дает изменение оптической силы примерно на 0,5 D.

Если различия между радиусом базовой кривизны пробной линзы и склеральной линзы, которую надо заказывать, существенно больше, то лучше было бы использовать более точную оценку, такую как дает шкала Гейне. Например, если мы изменим радиус контактной линзы 7,80 мм на 0,40 мм до 8,20 мм, то приблизительная коррекция оптической силы составила бы 2,20 D, тогда как на самом деле происходит изменение оптической силы на 2,33 D (при использовании рефракционного индекса 1,336) (Dowthwaite, 2006). Кроме того, увеличение сагиттальной глубины на каждые 100 микрон добавляет примерно 0,12 D к эффективной оптической силе системы. Однако для роговиц с высокой степенью нерегулярности эти теоретические оптические правила не всегда могут точно подходить. Чтобы этого избежать, по возможности, следует подобрать пробную линзу как можно ближе к потребностям пациента или заказывать линзу, подобранную эмпирическим образом.

Асферические передние поверхности склеральных линз могут улучшить оптическую коррекцию зрения у пациентов в случаях эктазии роговицы, по сравнению со сферическими передними поверхностями (Hussoin et al 2009).

1. Оптическая зона

Оптическая зона действует как оптический прибор, создавая желаемый оптический эффект. Оптика передней поверхности этой зоны может быть сделана сферической или асферической. Асферические поверхности линз могут снижать некоторые aberrации среднестатистического глаза, если линза хорошо центрирована.

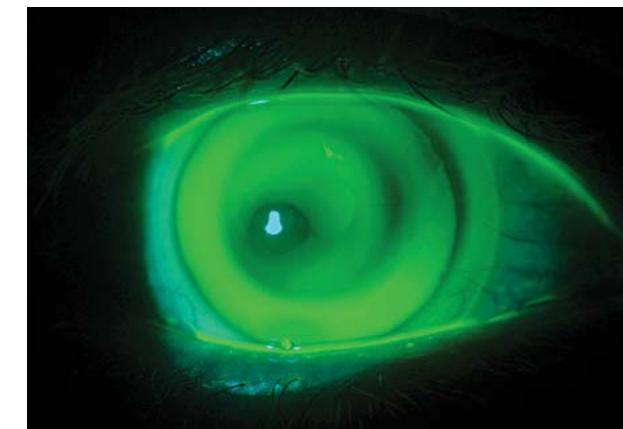
Задняя поверхность оптической зоны должна в идеале иметь такую же форму, как роговица, по крайней мере, в теории. В этом случае за оптической зоной склеральной линзы будет существовать одинаковый подлинзовый зазор. Чтобы повторить форму роговицы, можно выбрать заднюю оптическую зону с более плоским или более крутым радиусом кривизны.

В отличие от роговичных ЖГП линз, задняя поверхность оптической зоны склеральной линзы обычно не касается роговицы. Используя склеральные

2. Переходная зона

Переходная зона у склеральной линзы расположена между оптической зоной и зоной посадки/опоры, которую также называют средне-периферийной или лимбальной зоной. Она соединяет точку A (месторасположение конца оптической зоны) с точкой B (начало зоны посадки/опоры). Эта зона определяет сагиттальную высоту линзы. Если пробный набор линз основывается на сагиттальной высоте, то следующий шаг вверх (или вниз) по высоте, в основном, означает изменения в переходной зоне. Обычно это не зависит от оптической зоны и параметров зоны посадки/опоры.

У склеральных линз большого диаметра переходная зона удерживает линзу точно на роговице и лимбе. Геометрия переходной зоны – не самая критичная часть линз большого диаметра. Для определения этой зоны часто используются сглаживающие или более сложные кривые линз (Rosenthal, 2009b), чем и различаются различные дизайны линз. Альтернативно эта зона состоит из серии периферических кривых, переходящих в область зоны посадки/опоры линзы. У склеральных линз с меньшим диаметром, особенно у корнео-склеральных линз, важно учесть форму переходной зоны и убедиться, что она соответствует лимбальной форме, чтобы минимизировать



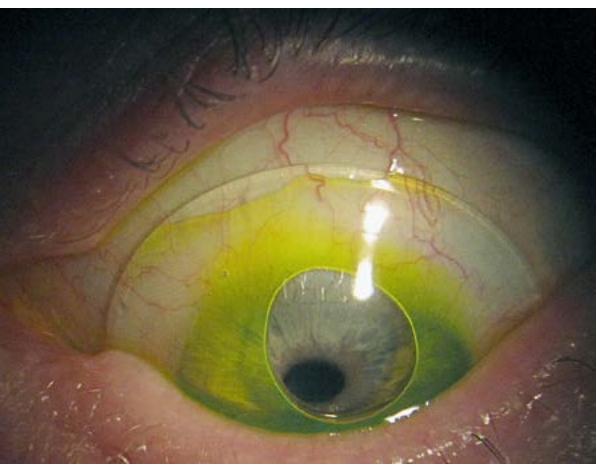
Слабое касание корнеосклеральной линзы на глазу с кератоконусом

механическое давление в данной области, т.к. лимбальный зазор обычно отсутствует (именно здесь у линзы зона посадки/опоры). Форму переходной зоны можно корректировать с помощью некоторых дизайнов линз, имеющих различные профили, чтобы как можно точнее повторить лимбальную форму. Другие дизайны линз также используют ряд периферических кривых, чтобы оптимизировать эту зону.

Зона посадки также называется гаптической зоной – это то место, которым линза непосредственно «садится» и контактирует с глазом. Слово «*haptic*» греческого происхождения, означает «прикреплять» или «присоединять».

«посадки/опоры» – это термин, который не зависит от размера линзы и места, на которое она опирается, в дальнейшем в этом руководстве он будет использоваться в соответствии с этим определением.

Обычно зона посадки/опоры определяется как плоская кривая или ряд кривых, часто радиусом от 13,5 до 14,5 мм, с помощью которых обычно можно подобрать линзу для большинства глаз (Pullum, 2007). Вы можете изменить зону посадки/опоры, используя более плоские или более крутые радиусы кривизны. Так как клинический опыт и недавние исследования показали, что форма переднего отрезка глаза во многих случаях скорее тангенциальная по форме, чем изогнутая (см. главу II данного руководства), то некоторые компании разработали дизайны линз с тангенциальной зоной посадки/опоры. Эти линзы используют больше «открытые углы» (т.е. прямые линии), чем кривые, чтобы повлиять на посадку зоны опоры. Как вариант, может быть, немного сбивающий с толку: у некоторых тангенциальных дизайнов линз изогнутая зона посадки, но при изменении зоны посадки сама кривая остается постоянной, тогда как углы используются или для уплощения, или для укручивания области зоны посадки (а не для изменения кривизны зоны посадки).



Квадратно-специфичный подъем ротационно-симметричной линзы на склере с высокой торичностью

как биторические дизайны линз, которые сочетают в себе характеристики посадки геометрии линз с задней торической поверхностью (в зоне посадки) и зрительные преимущества передней торической поверхности склеральных линз в центральной торической зоне.

3. Зона посадки

Область линзы, которой она опирается и которой она старается повторить форму передней поверхности глаза, называется зоной посадки/опоры, часто ее также называют склеральной или гаптической зоной. Именно этой областью линза «садится» и контактирует с глазом. Слово «*haptic*» греческого происхождения, означает «прикреплять» или «присоединять». Дизайн и характеристика этой зоны в некоторой степени зависят от категории линзы (см. главу I данного руководства). «Зона посадки/опоры» – это термин, который не зависит от размера линзы и места, на которое она опирается, в дальнейшем в этом руководстве он будет использоваться в соответствии с этим определением.

Зона посадки должна иметь ширину, по крайней мере, 3 мм, чтобы обеспечить комфортное ношение линзы. Большего комфорта можно добиться, увеличив диаметр посадочной зоны.

Э.-С.Виссер, Р.Виссер (Esther-Simone Visser and Rieents Visser)

Как обсуждалось ранее в данном руководстве, передняя поверхность глаза кажется неротационно-симметричной, по крайней мере, до некоторой степени у большинства глаз. Неротационно-симметричные линзы могут улучшить здоровье глаз, т.к. задействована меньшая площадь локализованного давления, что в результате может привести к уменьшению запустевания сосудов конъюнктивы, термин, используемый для описания снижения местного кровоснабжения конъюнктивы (см. шаг 3 главы IV). Врачи, использующие корнео-склеральные дизайны линз, обычно сообщают, что им реже требуются неротационно-симметричные дизайны линз, такие как торические и квадрантно-специфические линзы, по сравнению с врачами, подбирающими склеральные линзы большего диаметра. И все же даже с дизайнами линз меньшего диаметра в некоторых случаях не удается добиться успеха, или посадка может быть субоптимальной из-за плотного взаимодействия линзы с поверхностью глаза в одном или нескольких квадрантах, что в результате приводит к локализованному механическому давлению и возможному прокрашиванию конъюнктивы. Со склеральными линзами большего диаметра неротационно симметрическая природа склеры становится более очевидной.



Ротационно-симметричные склеральные линзы на неротационно-симметричной склере

Линзы с задней торической поверхностью также помогают избежать образования пузырьков воздуха под линзой и предохраняют кровеносные сосуды конъюнктивы от сдавления краем линзы. Однако линзы с задней торической поверхностью также помогают стабилизировать линзу на глазу. В исследовании Visser (2006 г.) торической линзе в среднем требуется шесть секунд, чтобы вернуться в исходное положение после того, как линзы поворачивали вручную в разных направлениях.

Обычно считается, чем дальше по лимбу идет зона посадки линзы (т.е. чем шире склеральный диаметр линзы), тем больше необходимость в неротационно симметричной линзе. Это может хотя бы частично объяснить большое варьирование мнений среди специалистов: некоторые специалисты сообщают почти об исключительном использовании неротационно-симметричных линз, тогда как

другие практически их не используют, равно как и многие дизайны линз, и даже не предлагают выбора.

Следующий шаг, который, кажется, поддерживается данными о склеральной форме, как описано в главе II, это переход к квадрантно-специфическому дизайну линзы. Так как скlera, действительно, неодинакова по форме во всех направлениях, это могло бы быть важным шагом в развитии склеральных линз. В настоящее время ограниченное число производителей способно успешно производить склеральные линзы квадрантно-специфического дизайна. Подбор этих линз в большинстве случаев делается на основе клинического опыта, пробного подбора и ошибки, прежде всего, глядя на локализованные области давления или подъем зоны посадки склеральной линзы. Для более подробной информации см. главу IV шаг 5.

Visser (2006г.) четко выделил преимущества склеральных линз с задней торической поверхностью, а Gemoules (2008 г.) представил технику подбора с использованием аппарата Zeiss Visante® ОСТ, чтобы оптимизировать технику подбора. Оба исследования ссылаются на более длительное время ношения и лучший комфорт при хорошо подобранных дизайнах линз с торической задней поверхностью и неротационно симметричной геометрией в области зоны посадки.

Поскольку неротационно-симметричные линзы повторяют форму передней поверхности глаза вне роговицы более точно, они чрезвычайно стабильны на глазу, что открывает возможность дополнительной оптической коррекции, в частности, использования цилиндров на передней поверхности, а также коррекции aberrаций высших порядков – например, вертикальной комы, которую очень часто обнаруживают при кератоконусе. Это поможет улучшить зрение, что будет полезно для пациентов с эктазиями и другими нерегулярностями роговицы. Если дизайны с задней торической поверхностью не используются, или по каким-то причинам не удается добиться стабильной посадки, может понадобиться линза с передней торической поверхностью. См. главу IV, шаг 5, для более детальной информации о подборе линз такого типа.

Преимущества склеральных линз с задней торической поверхностью очевидны – более длительное время ношения и более высокий комфорт; они хорошо известны и описаны, особенно для склеральных линз большого диаметра.

Дизайны бифокальных контактных линз

Совсем недавно на рынке появилось несколько дизайнов склеральных бифокальных линз. Наиболее вероятно, что эти дизайны больше подходят пациентам с глазами без патологий. Дизайны этих линз попали бы в группу «симультанный бифокальный дизайн линз», в котором два изображения с разными фокальными точками одновременно представлены для глаза. Главное преимущество, которое эти бифокальные склеральные линзы имеют в отличии от ГП бифокальных корнеальных симультанных линз, в том, что они очень стабильны на глазу и концентрические зоны могут быть подобраны более точно внутри желаемых корнеальных зон и зоны зрачка по сравнению с линзами, которые чрезмерно двигаются по оклюлярной поверхности. В некоторой степени склеральные линзы могут иметь это преимущество даже по сравнению с мягкими линзами. Более значительным преимуществом по сравнению с мягкими контактными линзами представляются оптические свойства склеральных линз, так как они сделаны из материала с превосходными оптическими параметрами, которые превосходят оптические параметры мягких линз.

Материал линз

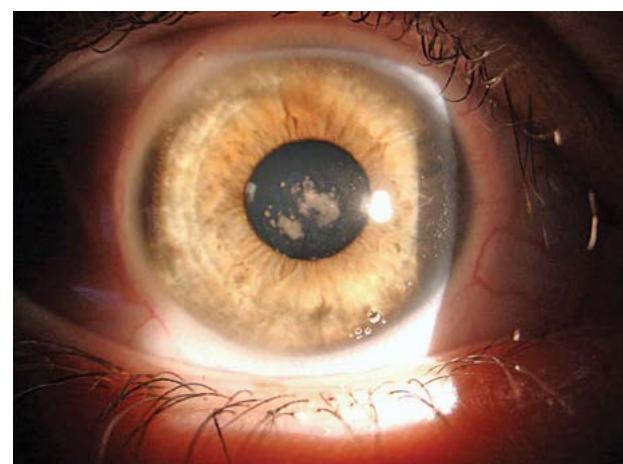
Материал для склеральных линз развивался от РММА с DK ноль до доступных в настоящее время материалов с высоким DK, как у материалов, использующихся для ношения ГП корнеальных линз. Склеральные линзы значительно толще, чем обычные ГП линзы – склеральные линзы могут быть от 0,4 до

0,6 мм в толщину, что может значительно уменьшить эффективность Dk/t линз. Линзы изготовлены из специальных заготовок с диаметром до 26 мм.

Кислородная проницаемость линзы позволяет кислороду проходить через линзу. Слезный поток под линзой, если он присутствует, может также принести в богатой кислородом слезе дополнительный кислород роговице. Поскольку, как правило, склеральная линза образует свод над лимбом, кислород из конъюнктивальных и лимбальных сосудов может также способствовать доставке кислорода в жидкостном слое. Подбор линз с фенестрацией может дать дополнительный эффект, согласно мнению некоторых врачей.

Толщина склеральной линзы должна быть достаточной, чтобы предотвратить ее деформирование. У тонких склеральных линз существует тенденция к быстрой деформации либо на глазу из-за несимметричной природы передней поверхности глаза либо ex vivo из-за обращения с линзами. Кератометрия или топография со склеральной линзой на глазу может помочь обнаружить изгиб линзы. Для специальных склеральных линз передняя поверхность должна быть сферической: если значения кератометрии указывают на цилиндр – линза деформирована, что может привести к проблемам со зрением. Замена линзы и потенциальное увеличение центральной толщины может решить проблему. Переход на торический дизайн линз также может быть показан. Смотри главу V для более детальной информации об изгибе линзы.

Многие склеральные линзы имеют плазменную обработку для улучшения смачиваемости. Режим замены линз широко варьируется от одного года до нескольких лет. Некоторые врачи сообщают, что после нескольких месяцев ношения линз, предположительно, отчасти потому, что плазменная обработка стирается, смачиваемость уменьшается и комфорт падает.



Массивные белковые отложения на склеральной линзе

Нефенестрированные линзы больше плавают на глазу, тогда как фенестрированные линзы большие «погружаются» в переднюю оклюлярную поверхность. Обычно зазор у фенестрированных линз намного ниже, чем у нефенестрированных линз.

Фенестрация

В «эру РММА склеральных линз» повсеместно использовались фенестрации или каналы, чтобы обеспечить циркуляцию слезы, насыщенной свежим кислородом. Но современные склеральные линзы все газопроницаемые и транспорт кислорода больше не является самым важным поводом для фенестрации. Вопрос – в какой степени фенестрация полезна для эффективной доставки кислорода роговице – все еще в стадии обсуждения.

Фенестрация стала центральной точкой дискуссий в области склеральных линз. Подразумевалось, что в теории «всасывание» линзы может больше происходить у нефенестрированных линз и что фенестрированные линзы можно легче снять, и они могут улучшить обмен метаболитов, но для этих теорий нет никаких научных доказательств.

Подбор фенестрированных линз значительно отличается от подбора нефенестрированных линз. Нефенестрированные линзы больше «плавают» на глазу, тогда как фенестрированные линзы больше «погружаются» в переднюю оклюлярную поверхность. Обычно зазор у фенестрированных линз намного ниже, чем у нефенестрированных линз. У нефенестрированных линз типичный предпочтительный зазор составляет 200-600 микрон, тогда как у фенестрированных линз он может быть 100-200 микрон или даже меньше у линзы того же диаметра и дизайна. Это может быть преимуществом для сохранения области зазора без пузырьков воздуха, но фенестрации на самом деле могут быть также и причиной возникновения пузырьков воздуха в области фенестрации. У склеральных линз меньшего дизайна отверстие фенестрации может быть полезным для облегчения негативного давления. Следует также иметь в виду, что раствор линз и метаболические остатки, а также потенциальные микроорганизмы могут аккумулироваться в области фенестрации, так как отверстия нельзя почистить вручную. Согласно некоторым производителям нефенестрированные линзы проще и легче подбирать.

Иногда фенестрация может приводить к образованию пузырьков воздуха, но также в некоторых случаях может позволить пузырькам воздуха выйти – особенно в склеральных линзах меньшего размера.

Я.Едличка



Фенестрированные линзы

Существует общее мнение, что фенестрированные линзы трудно подбирать, т.к. эти линзы склонны оседать на глазу. Но несложно учсть этот эффект и компенсировать его в первоначальном заказе линз:

1. Фенестрация линзы способствует обновлению слезного потока на роговице и может помочь удалить продукты загрязнения под линзой.
2. Фенестрированные линзы вставляют без необходимости иметь раствор в чаше линзы. Это делает надевание и вставление линзы довольно простым, особенно для маленьких пациентов.

Дон Эзикиль

Если используется фенестрация, отверстия должны быть примерно 0,5-1,0 мм в диаметре и располагаться в самой внешней части линзы над лимбом (DePaolis 2009). Если отверстие находится ближе к центру роговицы или прикрыто конъюнктивальной тканью, оно не будет иметь никакого смысла. В некоторых случаях «свободной конъюнктивы» (как при конъюнктивальном халазисе) негативное давление под линзой может быть таким, что конъюнктива может втянуться под линзу и даже через отверстие фенестрации.

Техника формования склеральных линз

Несмотря на то, что в современной практике склеральных линз техника формования не очень часто используется, она успешно применяется уже в течение многих лет (Pullum, 2007). Используя эту технику, изготавливается литая форма по передней поверхности глаза (позитивный слепок). С этого оттиска создается негативная литая форма. Обычно используется стоматологический материал для воссоздания формы передней поверхности глаза. Этот позитивный слепок можно послать специализированному производителю для изготовления склеральной линзы. Необходимо специализированное оборудование, чтобы выполнить эту процедуру, при этом обычно требуется местная анестезия. Эти линзы точно повторяют форму передней поверхности, и оттиск сохраняет свою форму, поэтому линзу можно воспроизвести в любое время позднее.

Можно также заказать линзу, запрашивая оптический радиус на 0,20-0,50 мм более плоский, чем самые плоские показатели кератометрии и указывая центральный зазор со слепка. Центральный зазор для первого оттиска может быть около 200 микрон, что должно привести к апикальному корнеальному зазору около 100 микрон, согласно Douthwaite (2006).

Данная техника считается очень инвазивной и трудоемкой, и сегодня она обычно не применяется на регулярной основе. Самый большой ее недостаток в том, что для ее выполнения требуется высокая температура, что ограничивает данную технику использованием только материалов PMMA.

К тому же «обычные» склеральные линзы могут быть тоньше, чем литые линзы. Изготовленные линзы к тому же более воспроизводимы, т.к. известны точные спецификации линзы, и линзы проще скорректировать. Тот факт, что формованные линзы могут повторять форму передней поверхности глаза очень точно, был описан как преимущество, но это также может быть и недостатком: может произойти залипание линзы. Преимущество этой техники в том, что врачу не нужны дорогие пробные наборы. Данная техника может быть востребована в случаях заметно изуродованных глаз или для глазных протезов на заказ.

Новые технологии, такие как OCT, описанные ранее, изображающие переднюю форму глаза, потенциально могут привести к возрождению этих линз сделанных на заказ без необходимости делать инвазивные слепки и литые формы, которые затем можно будет изготовить из доступных материалов с высоким Dk.

Ключевые моменты:

- Склеральные линзы, в основном, состоят из трех зон: оптической, переходной и зоны посадки.
- Торические и бифокальные склеральные линзы доступны и могли бы предоставить большие преимущества некоторым пациентам.
- Техника формования склеральных линз редко используется сегодня; подбор современных склеральных линз почти всегда подразумевает точечные склеральные линзы.

IV. Подбор склеральных линз – принцип пяти шагов подбора

- Какие параметры следует рассматривать при подборе склеральных линз
- Как применять принцип пяти шагов подбора для обычного подбора склеральных линз

В прошлом главным недостатком при подборе склеральных линз были время, необходимость наличия опыта и высокая цена линз.. За последние годы это разительно изменилось в результате усовершенствованных знаний об окулярной поверхности, возможностях новых дизайнов, а также улучшенных материалов для работы с ними. Принцип пяти шагов подбора, представленный здесь для полуготовых склеральных линз, – это общее руководство подбора, которое объясняет сущность подбора склеральных линз различных типов. Для специфических типов линз могут применяться различные правила, как было указано в тексте. Порядок пяти шагов почти произвольный: многие врачи, например, предпочитают начинать работать от задней периферии к центру, тогда как при подборе стандартных корнеальных ГП линз делается наоборот.

В данном принципе пяти шагов подбора для полуготовых склеральных линз, общий диаметр линзы и диаметр оптической зоны рассматриваются в первую очередь (шаг 1), затем определяют центральный и лимбальный зазор (шаг 2), выравнивание соответствующей зоны посадки (шаг 3), адекватный подъем края линзы (шаг 4) и последнее – ротационно-симметричный дизайн линзы (шаг 5).

Склеральные линзы подбираются, прежде всего, на основе сагittalной глубины, кератометрические показатели относительно ограничены в использовании. Два глаза с одинаковыми кератометрическими показателями могут иметь совершенно разную сагиттальную высоту. Средняя общая сагиттальная высота в подбираемой области для нормального глаза легко достигает 4000 микрон. Сагиттальная глубина зависит от количества изменяемых, включая диаметр, радиус кривизны, асферичность роговицы и форму передней части склеры. Невозможность измерить последнюю делает расчет сагиттальной высоты фактически невозможным в клинической практике. Только с помощью современных топографических технологий, таких как OCT (см. главу II данного руководства) можно измерить общую сагиттальную высоту переднего отрезка глаза. Но, используя пробный набор, топография может быть успешно эмпирически учтена в клинической практике.

Данная глава сфокусирована на индивидуальных шагах, необходимых для подбора склеральных линз, независимо от производителя и дизайна.

Шаг 1: Диаметр

- Как выбрать общий диаметр склеральной линзы
- Как определить оптический диаметр/диаметр зоны зазора

Общий диаметр

Общий диаметр линзы – самый первый и основной параметр, который врачи, подбирающие склеральные линзы, должны рассмотреть в процессе подбора. Это решение – тема дискуссий о подборе склеральных контактных линз, где индивидуальные предпочтения врача играют важную роль. Но есть также число независимых переменных, которые следует рассмотреть.

В пользу линз большого диаметра говорит объем резервуара слезной жидкости, который можно создать. Обычно чем больше требуется зазор, тем больше выбирается диаметр линзы. Это означает, что для уязвимого эпителия роговицы может потребоваться линза большего диаметра, чтобы полностью покрыть роговицу. Линзы большего

диаметра также обычно подразумеваются для роговицы с большими различиями в сагиттальной высоте, как у роговицы с экстазией. У больших линз несущая область в зоне посадки/опоры намного больше, что предотвращает чрезмерное локализованное давление и может улучшить комфорт. Линзы маленького диаметра обычно больше «точут» в конъюнктиве и могут показывать меньшую подвижность, чем склеральные линзы большого диаметра.

Что касается линз меньшего диаметра, с ними легче обращаться, перед надеванием линзы может не потребоваться наливать в нее жидкость и под ней образуется меньше пузырьков воздуха. Для роговиц, форма которых ближе к нормальной и для глаз без нарушений это может быть вариантом выбора. Так как зазор меньше, чем у склеральных линз большего диаметра, острота зрения обычно хорошая с такими линзами. Также эти линзы не такие дорогостоящие, как склеральные линзы большого диаметра.

Линзы большого диаметра имеют тенденцию к децентрированию, обычно они больше смещаются к темпоральной области из-за более плоской назальной области во многих случаях. К тому же у линз реально большого диаметра может быть ограничено пространство между лимбом и местом крепления мышц глаза (см. главу II данного руководства). Если большие склеральные линзы децентрируются, переход на линзы меньшего диаметра может решить проблему. Децентрирование, вызванное назальным давлением, также можно облегчить с помощью неротационной симметричной линзы (см. шаг 5 этой главы).

Безусловно, имеют право на существование оба типа линз, как склеральные линзы большого диаметра, так и линзы маленького диаметра. Выбор диаметра может быть на самом деле произвольным, потому как для пациента нет какого-то одного правильного диаметра. Приемлемой посадки можно добиться с помощью линзы диаметром от 15 до 23 мм у одного и того же пациента (Jedlicka 2010b). Многие компании предлагают на выбор различные диаметры своих дизайнов линз. Некоторые дизайны линз ограничивают врачей одним диаметром линзы; в таких случаях можно посоветовать добавить другой дизайн линз с отличным общим диаметром линзы к имеющемуся арсеналу, чтобы успешно выполнять все задачи в практике подбора склеральных линз.

Маленьким детям может быть сложно подобрать полностью склеральные линзы из-за необходимости наполнять линзу жидкостью и неспособности маленьких детей спокойно сидеть в положении лицом вниз, поэтому иногда свод нужно уменьшить. Однако, это возможно и по мере их взросления детям проще подбирать линзы.

К. Синдт

Диаметр роговицы можно использовать как руководство и отправную точку. Область зоны зазора, состоящую из оптической и переходной зоны склеральной линзы (которая часто зафиксирована в диаметре) часто выбирают приблизительно на 0,2 мм больше, чем диаметр роговицы.

Если оптическая и переходная зоны зафиксированы в диаметре, этот параметр можно проверить на глазу, чтобы оценить, адекватен ли диаметр зоны и если он не подходит, можно перейти на альтернативные дизайны линзы. Сам по себе размер диаметра оптической зоны зависит от используемого дизайна линзы. Он должен полностью

Небольшие изменения в диаметре линзы могут существенно повлиять на площадь покрытия окулярной поверхности. Увеличение диаметра линзы от 14,0 мм до 15,0 мм приведет к увеличению общей площади поверхности под линзой от 616 мм² до 707 мм²: увеличение на 92 мм². У линз большего диаметра этот эффект еще значительнее: от 1,275 мм² у линз диаметром 20,0 мм до 1,485 мм² у линз диаметром 21,0 мм (разница 128 мм²).

покрывать зону зрачка, чтобы предотвратить любые оптические нарушения. Как уже говорилось, часто диаметр оптической зоны установлен производителем и не все дизайны линз позволяют изменить этот параметр. Переход на линзы с большим общим диаметром может быть одним из вариантов подбора.

Шаг 2: Зазор

- Как определить корнеальный зазор
- Как определить лимбальный зазор

Корнеальный зазор

Следующий шаг – определить размер центрального корнеального зазора. Корнеальный зазор, вероятно, является единственным самым важным преимуществом склеральных линз над корнеальными линзами и этим преимуществом следует воспользоваться. Если необходимо, можно легко добиться корнеального зазора размером до 600 микрон. Термины «плоский» и «круглый» следует избегать в данном случае, так как они сбиваются с толку и не позволяют сделать описание корректным. Увеличить или уменьшить сагиттальную высоту – более соответствующая терминология и многие дизайны линз определяют свои пробные линзы исключительно в выражении сагиттальной высоты. Увеличение сагиттальной высоты линзы вызывает «подъем» линзы над глазом, увеличивая зазор или свод линзы.

Корнеальный зазор, вероятно, является единственным самым важным преимуществом склеральных линз над корнеальными линзами.

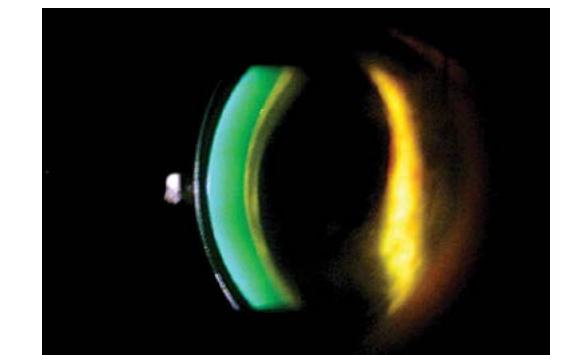
Размер центрального корнеального зазора

Нет никаких «правил» для точного центрального корнеального зазора, но обычно минимальный зазор составляет 100 микрон, несмотря на то, что в корнео-склеральных линзах зазор меньше - 20-30 микрон, как сообщалось (DeNaeyer 2010). У настоящих склеральных линз, зазор 200-300 микрон обычно считается достаточным, но он может легко дойти и до 500 микрон, если это необходимо на последнем этапе у линз большого диаметра. Мини-склеральные линзы позиционируются между корнео-склеральными и большими склеральными линзами относительно уровня зазора.

Для сравнения и в качестве ориентира: средняя толщина роговицы нормального глаза (т.е., например, при кератоконусе она может быть значительно меньше) около 530 микрон в центре роговицы и до 650 микрон на периферии (Doughty 2000) рядом с лимбом, это можно использовать как справочную информацию, оценивая корнеальный зазор на глазу. Толщина в центре линзы, если она известна, также может использоваться как контрольный ориентир.

Желаемая сагиттальная глубина отличается в зависимости от состояния глаз, т.е. пациенту с кератоконусом нужна другая (больше) общая сагиттальная высота линзы, чем пациенту после пересадки трансплантата роговицы. Но как было сказано, при центральном и сосцевидном кератоконусе может потребоваться нормальная сагиттальная высота. При патологии поверхности глаза обычно желательна большая сагиттальная высота.

Желаемая сагиттальная глубина отличается в зависимости от состояния глаз – т.е. пациенту с кератоконусом нужна другая (большая) общая сагиттальная высота линзы, чем пациенту после пересадки трансплантата роговицы. Но как было сказано, при центральном и сосцевидном кератоконусе может потребоваться нормальная сагиттальная высота. При патологии поверхности глаза обычно желательна большая сагиттальная высота.



Пример: линза 18 мм, удерживающая слезный резервуар 1600 мкм

Для имитации формы передней поверхности глаза мы пытались ранжировать общую сагиттальную высоту как «мелкую», нормальную или «глубокую» и на основании этого выбирали первую пробную линзу.

Э.-С.Виссер, Р.Виссер (Esther-Simone Visser and Rieents Visser)

Оценка центрального корнеального зазора

Подбор линзы для специфической роговицы всегда рекомендуется начинать с более низкой сагиттальной высоты, а затем постепенно пробовать диагностические линзы с более высокой сагиттальной высотой (некоторые врачи предпочитают делать наоборот: начинать с высокой сагиттальной высоты и постепенно уменьшать ее) до тех пор, пока линза не перестанет касаться вершины роговицы, или показывать «легкое касание» с корнео-склеральными линзами, как это будет обсуждаться далее в данной главе.

Так как зазор удерживает наполненный жидкостью резервуар, склеральную линзу советуют наполнить соляным раствором при надевании. С корнео-склеральными линзами это не всегда может быть необходимо, хотя при действительно нерегулярных роговицах рекомендуется наполнять линзу жидкостью даже с корнео-склеральными линзами, чтобы избежать образования пузырьков воздуха под линзой (особенно если линзы неfenestрированы). На этой стадии следует добавить флюoresцеин в линзу, наполненную жидкостью, так как обмен слезной жидкости ограничивается после того, как линза надевается на глаз. При фронтальном взгляде на линзу должен быть виден однородный зеленый цвет, предпочтительно без зон затемнения в несущей области линзы. Человеческий глаз способен видеть сквозь флюресцеиновый слой толщиной 20 микрон и более. При меньшей толщине появится затемнение, но это необязательно означает, что есть «касание». Таким же образом можно легко увидеть децентрирование линзы.

Если у склеральных линз большого диаметра прокрашивается корнеальная несущая зона, это означает, что сагиттальная высота линзы слишком маленькая. Обычно, чем больше область центрального касания, тем больше



Пациентам с кератоглобусом может быть сложно подобрать линзу. Так как роговица полностью крутая, таким экстремальным роговицам часто требуются склеральные линзы, у которых оптическая зона больше, чем у обычных линз и большая сагиттальная высота. Дизайн обратной геометрии может обеспечить больший подъем линзы и улучшить общий зазор.

Вверху пациент с рецидивом кератоглобуса спустя 15 лет после РК. Сагиттальная глубина этой линзы более 8,000 микрон. – Г.деНайер

При патологии поверхности глаза обычно желательна большая сагиттальная высота. Некоторые компании предлагают различные пробные наборы для различных состояний глаз (от глаз post-LASIK, post-RK и пересадки роговицы до нормальных глаз и эктазии). Это может упростить подбор оптимального зазора линзы. Некоторые компании используют кератометрические показатели, чтобы рассчитать сагиттальную высоту первой пробной линзы, которую нужно примерить на глаз: для очень плоских роговиц (обычно после пересадки роговицы и после рефракционной хирургии) рекомендуется самая низкая сагиттальная высота линз, как первый шаг в процедуре подбора пробной линзы.

требуется увеличить сагиттальную высоту. С другой стороны, пузырьки воздуха под линзой (если они не вызваны неправильным положением линзы) являются показателем чрезмерного корнеального зазора. Многие врачи подбирают склеральные линзы по этому простому показателю, они изменяют сагиттальную высоту, основываясь на корнеальном прокрашивании несущей области и присутствии пузырьков воздуха, от небольшой до более значительной сагиттальной высоты до тех пор, пока не уйдет прокрашивание и/или не исчезнут пузырьки воздуха. Размер несущей зоны/пузырьков воздуха также может быть ориентиром; большие несущие области прокрашивания или образование пузырьков требуют более значительных изменений в сагиттальной высоте. Важно отметить, что хорошая техника надевания линзы – ключевой момент для предотвращения образования «ложных пузырьков» (см. главу V). Итак, пузырьки могут образовываться из-за несимметричной формы переднего сегмента (см. шаг 5 данной главы). Маленькие движущиеся пузырьки могут быть приемлемы, если они не пересекают область зрачка, но большие стационарные пузырьки не допускаются. Чрезмерный зазор (более 500 микрон), даже если не образуются пузырьки воздуха, может иногда снижать остроту зрения и вызывать нарушение зрения.

При кератоконусе или других состояниях с высокой сагиттальной высотой могут потребоваться линзы больших диаметров, чтобы добиться правильного зазора. Некоторые производители склеральных линз меньших диаметров допускают минимальное «легкое центральное касание в несущей области» или «легкое касание» на вершине роговицы в таких случаях. Цель таких линз также выбрать минимальную сагиттальную высоту, чтобы сделать свод над роговицей практически без вершинного касания. В то время как центральный зазор желателен всегда, центральное касание в несущей области склеральной линзы обычно хорошо переносится в отличие от ЖГП корнеальных линз, по мнению многих опытных

врачей, предположительно потому, что склеральные линзы обычно недостаточно подвижны, чтобы вызывать раздражение верхушки конуса.

Чтобы дополнительно оценить корнеальный зазор, щель биомикроскопа следует установить под углом 45 градусов, чтобы оценить толщину слезной пленки под линзой (с флюресцеином или без него). Если с ЖГП корнеальными линзами сложно различить слезную пленку под линзой, то со склеральными линзами ее намного проще увидеть.

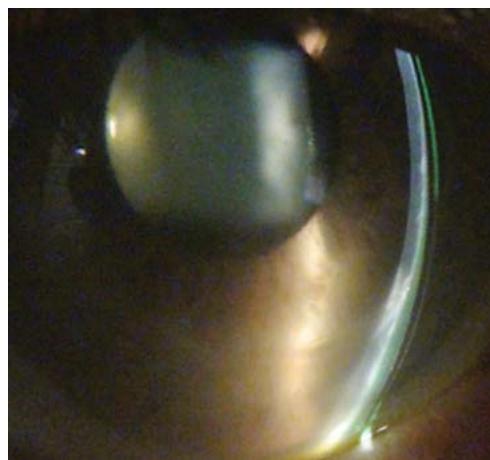
Склеральным линзам может потребоваться некоторое время, чтобы «расположиться» на глазу, т.к. они могут «погрузиться» в конъюнктиву до некоторой степени, но это очень индивидуально. Рекомендуется подождать 20-30 минут перед тем как оценивать посадку линзы на глазу. Если зазор уменьшается слишком сильно, следует попробовать линзу с более высокой сагиттальной глубиной. Fenestriрованные линзы могут больше «осесть» на глазу, чем неfenestрированные линзы. Всегда выбирайте достаточно большой корнеальный зазор, чтобы дать возможность линзе подстроиться под окулярную поверхность – линзы могут больше оседать в течение более длительного периода времени.

Периферический корнеальный зазор

После того, как установлен корнеальный зазор над вершиной роговицы, может потребоваться отрегулировать зазор над оставшейся частью роговицы. В этот момент радиус базовой кривизны линзы может вступить в игру. Выбор радиуса задней оптической зоны линзы со значениями немного более плоскими, чем самые плоские значения кератометрии, обычно помогает облегчить давление в периферической оптической зоне и лимбальной области

Пузырьки воздуха под линзой (если они не вызваны неправильным положением линзы) являются показателем чрезмерного корнеального зазора. Многие врачи подбирают склеральные линзы по этому простому показателю, они изменяют сагиттальную высоту, основываясь на корнеальном прокрашивании несущей области и присутствии пузырьков воздуха, от небольшой до более значительной сагиттальной высоты до тех пор, пока не уйдет прокрашивание и/или не исчезнут пузырьки воздуха.

Склеральным линзам может потребоваться некоторое время, чтобы «расположиться» на глазу, т.к. они могут «погрузиться» в конъюнктиву до некоторой степени, но это очень индивидуально. Рекомендуется подождать 20-30 минут перед тем как оценивать посадку линзы на глазу.



Мини-склеральная линза с неадекватным сводом над оптической зоной трансплантата роговицы

Иногда зрение можно улучшить путем уменьшения зазора (вплоть до минимального касания линзой роговицы). Можно добиться улучшения остроты зрения на 1-2 строки, что может быть критично в некоторых случаях, но следует помнить о необходимости более частых контрольных осмотров с целью определения остроты зрения.

Э.-С.Виссер, Р.Виссер (Esther-Simone Visser and Rieents Visser)

может быть довольно значительным с точки зрения увеличения объема. Наоборот, линзы меньшего диаметра уменьшают сагиттальную высоту, если радиус базовой кривизны остается прежним, если только производитель не компенсирует это автоматически. Вкратце: нельзя изменить один параметр, не учитывая при этом все остальные. Но чтобы упростить процесс подбора, производители могут регулировать это автоматически. Проверьте это у вашего производителя, чтобы избежать дублирующей компенсации сагиттальной высоты.

Лимбальный зазор

Как обсуждалось ранее, создание «бесконтактного» свода над роговицей с помощью линзы очень важно. Это может включать в себя лимбальную область, где расположены стволовые клетки. Считается, что стволовые клетки крайне важны для здоровья роговицы, особенно для генерации новых эпителиальных клеток, которые затем распределяются по всей поверхности роговицы. Лимбальный резервуар может быть важным для омывания уязвимых лимбальных стволовых клеток. Лимбальный зазор в 100 микрон часто именно для этого и предназначен, но это зависит от размера линзы; меньший зазор в данной области способен привести к корнеальному касанию при движении линзы. Любой тип лимбального прокрашивания считается неприемлемым.

Лимбального зазора можно добиться разными способами в зависимости от правил производителя и дизайна линзы. В основном, выбор радиуса задней оптической зоны линзы со значениями немного более плоскими, чем самые плоские значения кератометрии, помогает облегчить давление в лимбальной области.

С корнео-склеральными линзами сложно избежать касания лимбальной зоны, так как по определению это именно то место, где расположена зона посадки линзы. И все-таки цель – избежать чрезмерного давления в лимбальной зоне. Флюoresцеиновая картина должна выявить минимальную несущую зону в лимбальной области, которую следует регулярно проверять на прокрашивание. Некоторые дизайны корнео-склеральных линз имеют разные профили переходной зоны, увеличивая или уменьшая зазор лимбальной зоны.

(см. главу IV). Регулируя радиус базовой кривизны, форма задней поверхности склеральной линзы может быть отрегулирована так, что у нее придется создать выравнивающий резервуар слезной жидкости за линзой. Более плоский радиус базовой кривизны можно использовать также, чтобы создать лимбальный зазор (см. следующий раздел данной главы).

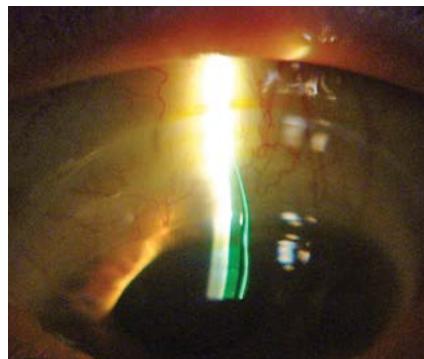
Изменение радиуса базовой кривизны линзы, действительно, означает, что сагиттальную высоту линзы также можно изменить. Уплощение базовой кривизны будет уменьшать сагиттальную высоту линзы. Это означает, что может потребоваться отрегулировать сагиттальную высоту, чтобы компенсировать изменения радиуса. Однако многие производители уже компенсировали это автоматически – изменение радиуса по умолчанию приводит к перемене сагиттальной высоты (например, сагиттальная высота остается постоянной, хотя радиус кривизны меняется).

Сагиттальная высота зависит также и от диаметра линзы. Если диаметр линзы увеличивается, тогда как радиус задней оптической зоны остается постоянным, общая сагиттальная высота повышается, что может быть довольно значительным с точки зрения увеличения объема. Наоборот, линзы меньшего диаметра уменьшают сагиттальную высоту, если радиус базовой кривизны остается прежним, если только производитель не компенсирует это автоматически. Вкратце: нельзя изменить один параметр, не учитывая при этом все остальные. Но чтобы упростить процесс подбора, производители могут регулировать это автоматически. Проверьте это у вашего производителя, чтобы избежать дублирующей компенсации сагиттальной высоты.

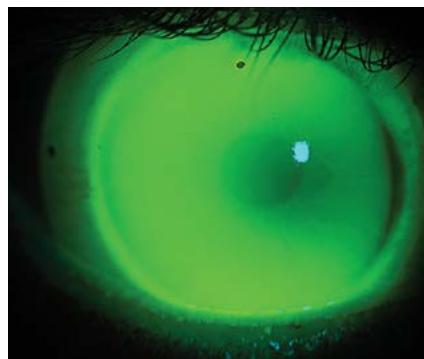
Склеральным линзам может потребоваться некоторое время, чтобы «расположиться» на глазу, т.к. они могут «погрузиться» в конъюнктиву до некоторой степени, но это очень индивидуально. Рекомендуется подождать 20-30 минут перед тем как оценивать посадку линзы на глазу.



Роговичный и лимбальный зазор (фото сделано с помощью OCT Zeiss Visante)



Лимбальный свод с мини-склеральной линзой



Лимбальная несущая зона, видимая в назальной области на флюоресцеиновой картине



Я обнаружил, что просто наблюдение за глазом сбоку позволяет мне определить, должен ли я начинать подбор с помощью диагностических линз, у которых низкая, средняя или высокая сагиттальная высота (Г.де Найер)

Если присутствуют постоянные пузырьки в лимбальной зоне, уменьшение лимбального зазора (путем уменьшения радиуса задней оптической зоны или путем выбора профиля с более низкой лимбальной зоной) может частично снять эту проблему.

Изображение ОСТ может показать и даже точно определить величину зазора от центра до лимба в различных меридианах, что может быть полезным инструментом при оценке посадки линзы.

Шаг 3: Подбор зоны посадки

- Как выровнять периферию линзы с помощью (корнео-) склеральной формы
- Как установить и оценить конъюнктивальное побледнение

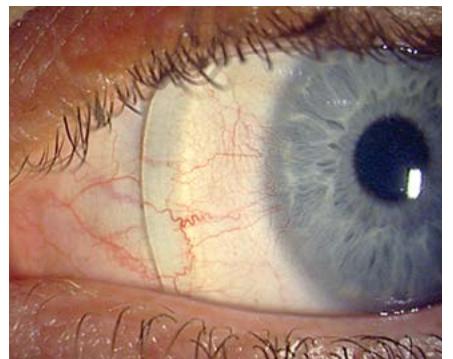
Зона посадки тесно связана с зазором: слишком крутая зона посадки будет поднимать всю линзу над роговицей, создавая больший зазор, в то время как, если присутствует сильное корнеальное касание в центре, зона посадки линзы поднимется от окулярной поверхности, что затруднит оценку ее посадки.

Цель работы с этой зоной – создать выравнивание с помощью склерального или корнеосклерального перехода (зависит от типа линзы). Никакой современный аппарат в клинической практике не способен измерить это. Есть только два способа – оценить с помощью щелевой лампы или использовать экспериментальную ОСТ технику. Некоторые

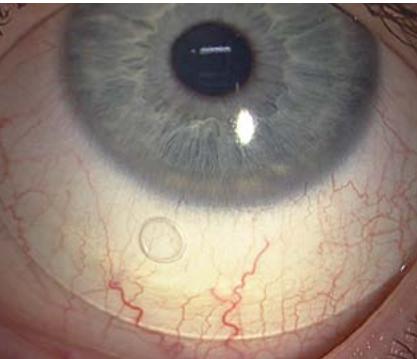


В системе шкалы оценок, описанной в журнале Eye & Contact Lens авторами Visser et al для склеральных линз больших диаметров, незначительный субоптимальный зазор, который слишком низкий – оценивается на шкале как степень -1 (зазор в 100 и 200 микрон), тогда как степень -2 будет менее 100 микрон. Зазор между 300 и 500 микрон считается «большим» (степень +1), но приемлемым в данной шкале, тогда как зазор более 500 микрон может рассматриваться как чрезмерный (степень +2). Для лимбального зазора отсутствие зазора будет степень -2, а зазор от 0 до 100 микрон рассматривается как степень -1. Зазор приблизительно в 100 микрон считается оптимальным, а зазор до 200 микрон может считаться немного чрезмерным (степень +1). Более 200 микрон зазор считается чрезмерным (степень +2). Как и при подборе любых других линз степень 1 любой из изменяемых обычно считается «приемлемой», тогда как степень 2 обычно подразумевает некое действие для облегчения проблемы.

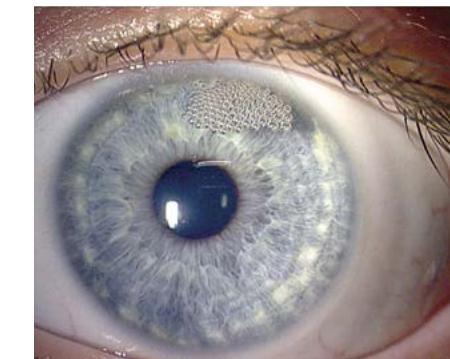
Visser и dr. 2007a



Хорошее распределение давления в области зоны посадки под склеральной линзой большого диаметра



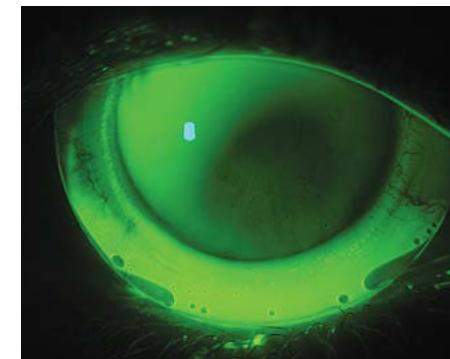
Локальное побледнение под большой склеральной линзой в зоне посадки



Пузырьки воздуха/пена под склеральной линзой на периферии



Выбелывание вокруг роговицы под большой склеральной линзой в зоне посадки



Пузырьки воздуха на периферии в зоне посадки

врачи оценивают корнеосклеральный профиль, используя щелевую лампу и наблюдая поперечные сечения передней поверхности глаза или просто путем наблюдения за передней формой глаза без увеличения, оценивая ее при взгляде пациента вниз. Другие врачи полностью полагаются на пробный набор линз, чтобы оценить и выровнять зону посадки с формой передней поверхности глаза.

Как только пробная линза установлена, оцените посадку, основываясь на том, как зона посадки опирается на окулярную поверхность. Несущее кольцо на внутренней части посадочной зоны указывает, что посадочная зона слишком плоская. Пузырьки воздуха на периферии линзы также указывают на это. Образование пены из мелких пузырьков воздуха может возникать как у периферийного подъема, так и под ним, указывая на тот же эффект. В дополнение к этому флюoresцеиновая картина может быть полезна при оценке посадочной зоны, как сообщили некоторые врачи, но она может быть ограничена в использовании по сравнению с оценкой подбора корнеальных ЖГП линз.

У линз с крутой посадкой в области посадочной зоны несущая часть будет на внешней зоне, а флюoresцеиновый резервуар будет виден внутри под зоной посадки. Крутая посадочная зона будет «поднимать» всю линзу над роговицей, увеличивая общий свод линзы.

Была проведена аналогия со снегоступами для склеральных линз большого размера и с туфлями на шпильке для склеральных линз маленького размера, чтобы показать потенциальную идентификацию и компрессию.

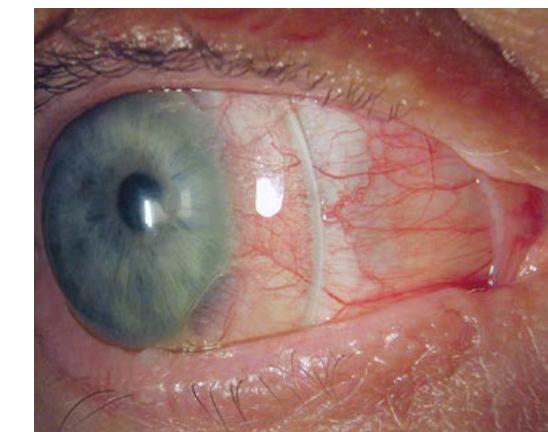
De Paolis и др. 2009

Так как именно на бульбарную конъюнктиву подбирается линза, очень полезно оценить давление периферии линзы на бульбарной конъюнктиве. Локализованные области конъюнктивы, окруженной лимбом, могут «выбелываться», так как компрессия линзы на конъюнктиву ограничивает кровяной поток, что приводит к выбелению конъюнктивы. Выбелывание вокруг роговицы или выбелывание больше, чем в одном направлении, кажется более проблематичным, чем единичная область выбеливания, которая иногда может быть приемлема. Врачам советуют наблюдать и оценивать выбелывание при взгляде глаза в различных направлениях.

Зона посадки тесно связана с зазором: слишком крутая зона посадки будет поднимать всю линзу над роговицей, создавая больший зазор, в то время как, если присутствует сильное корнеальное касание в центре, зона посадки линзы поднимется от окулярной поверхности, что затруднит оценку ее посадки.

Производители обычно имеют большой опыт с дизайнами средней посадочной зоны для линз собственной геометрии. Используйте рекомендуемую посадочную зону линзы пробного набора для начала, основываясь на их знаниях и опыте.

Это выбелывание конъюнктивальных сосудов является результатом чрезмерного давления в несущей области склеральной линзы на периферии и часто называется компрессией. Компрессия обычно не приводит к прокрашиванию конъюнктивы после снятия линзы, но может наблюдаться реактивная гиперемия на месте компрессии.



Если край линзы фокально сжимает конъюнктивальную ткань, это может привести к «ущемлению» и вызвать конъюнктивальное прокрашивание после снятия линзы. Длительное ущемление может привести к конъюнктивальной гипертрофии.

Дискуссии на тему диаметра линзы имеют смысл: посадка посадочной зоны: чем больше склеральная линза, тем больше вес линзы распределяется по большей площади склеры.

Это заставляет склеральную линзу большого диаметра больше «плавать». Хотя это и парадоксально, но подвижность часто лучше (хотя все-таки ограничена) с большими склеральными линзами по сравнению со склеральными линзами меньших диаметров.

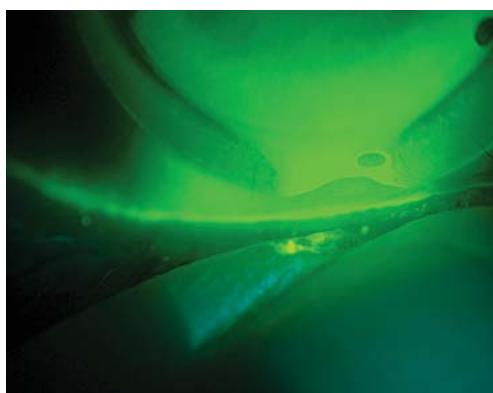


Конъюнктивальное «ущемление»

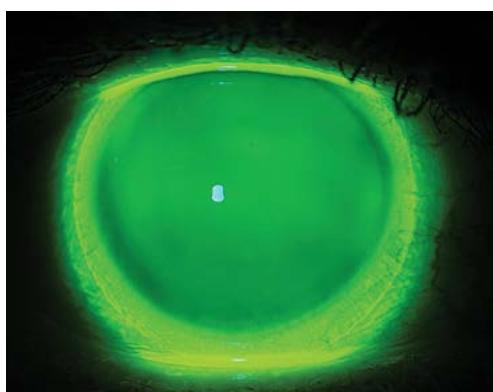
Так как именно на бульбарную конъюнктиву подбирается линза, очень полезно оценить давление периферии линзы на бульбарной конъюнктиве. Локализованные области конъюнктивы, окруженной лимбом, могут «выбелываться», так как компрессия линзы на конъюнктиву ограничивает кровоток, что приводит к «выбелению» конъюнктивы.

Используйте метод «push-in», чтобы оценить периферию линзы: слегка подтолкните нижнее веко прямо под краем линзы и слегка надавите на склеру, чтобы оценить, какое давление необходимо, чтобы вызвать слабый сдвиг. Хорошо подобранным краем линзы достаточно легкого толчка. Если требуется сильный толчок, то это указывает на «тугую» периферию. Если требуется совсем небольшое давление, край может быть слишком плоский.

С. Тейлор-Вест 2009



Метод «push in» оценивает периферию линзы.



Кольцо впечатывания после снятия линзы

Шаг 4: Край линзы

- Как оценить подъем края склеральной линзы
- Как увеличить или уменьшить подъем края

Как и ГП корнеальным линзам, склеральным линзам необходим некоторый подъем края. Однако он не должен быть чрезмерным, иначе это может повлиять на комфорт. Хотя движение линзы в случае склеральных линз не всегда возможно и обычно оно не достигается, хороший подъем края линзы может способствовать здоровому ношению линзы и было бы предпочтительно, если бы линза показывала некоторую подвижность при push-up тесте. Это скорее относится к склеральным линзам большого диаметра, чем к склеральным линзам меньших диаметров.

Слишком большой подъем края может вызывать ощущение линзы и дискомфорт, поэтому рекомендуется уменьшить подъем края путем изменения угла посадочной зоны или путем выбора меньшего радиуса кривизны посадочной зоны.

Маленький подъем края может оставить полный или частичный отпечаток кольца на конъюнктиве после снятия линзы, а край линзы может мешать крупным кровеносным сосудам, затрудняя прохождение крови. При условии отсутствия каких-либо инъекций или конъюнктивального прокрашивания это может пройти без последствий (по мнению опытных специалистов, подбирающих склеральные линзы), но длительное впечатывание может привести к конъюнктивальному прокрашиванию и, возможно, к гипертрофии.

Вы можете оценить подъем края несколькими способами. Просто наблюдать за подъемом края с помощью белого света и посмотреть, как сильно край «утонет» в конъюнктиве и/или есть ли lift-off (излишний подъем), в этом случае будет видна темная кайма или тень под краем линзы. Флюoresцеиновая картина также может быть очень полезной, как и при подборе ЖГП корнеальных линз. Некоторые специалисты наблюдают за объемом слезного мениска, который присутствует вокруг края линзы, чтобы оценить этот параметр.

Некоторые врачи также оценивают, объем обмена слезной пленки, добавляя флюресцеин на окулярную поверхность после того, как линза надета на глаз и ждут, чтобы увидеть сколько времени понадобиться флюресцеину, чтобы попасть в слезный резервуар под линзой. Иногда флюресцеин попадает в подлинзовый резервуар слезной жидкости уже через минуту, но, бывает, что это занимает от нескольких минут и до бесконечности, пока флюресцеин проникнет под линзу.

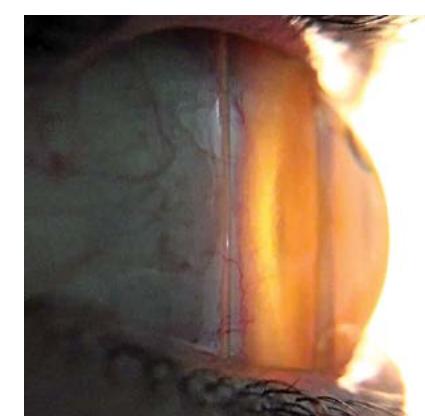
Таким же образом, время, которое требуется флюресцеину, чтобы «исчезнуть» из-под склеральной линзы, если его добавили во время надевания линзы, также может служить неким показателем обмена слезной пленки (Ко 1970).

Как и некоторые другие параметры, дизайн края линзы не всегда изменяемый во всех дизайнах линз. Если край линзы требуется изменить, а подъем края зафиксирован, может потребоваться изменить посадочную зону (шаг 3), чтобы его оптимизировать.

Компрессия: выбеливание конъюнктивальных сосудов, как результат чрезмерной несущей области периферийной кривой склеральной линзы. Компрессия обычно не приводит к конъюнктивальному прокрашиванию после снятия линзы, но может наблюдаться обратная гиперемия на месте компрессии.

Впечатывание: край линзы фокально сжимает конъюнктивальную ткань. Впечатывание приведет к конъюнктивальному прокрашиванию после снятия линзы. Длительное впечатывание может привести к конъюнктивальной гиперемии.

Л.Джонс



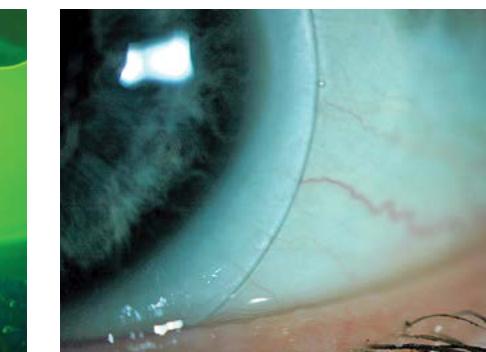
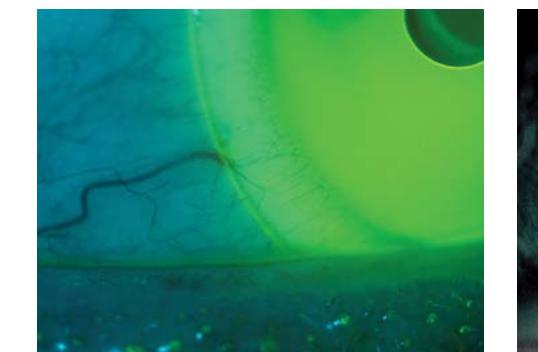
Край линзы и профиль мини-склеральной линзы на глазу с выраженным кератоконусом – обратите внимание на пузырьки воздуха под линзой.

Как и некоторые другие параметры, дизайн края линзы не всегда изменяемый во всех дизайнах линз. Однако это важная переменная для оценки посадки линзы. Если край линзы требуется изменить, а подъем края зафиксирован, может потребоваться изменить посадочную зону (шаг 3), чтобы его оптимизировать. У дизайнов с тангенциальной посадочной зоной угол посадочной зоны можно выбрать с более низким уровнем наклона (видимым с горизонтальной плоскости), тогда как периферию линзы с посадочной зоной, основанной на кривизне линзы, можно изменить путем увеличения радиуса кривизны. Оба дизайна в данном случае будут иметь эффект «более плоской» периферии. Следовательно, шаг 3 и шаг 4 данного руководства тесно связаны. Более подробную информацию о вариантах специфических дизайнов линз - см. главу III данного руководства.

Различные части линзы на 360 градусов окружающие роговицу, могут быть очень разными из-за описанной неротационно симметричной природы передней формы глаза. Если одна или несколько областей значительно выступают, либо это подъем (вызывающий образование пузырьков воздуха), либо впечатывание/выбеление, может потребоваться неротационно симметричный дизайн линзы (см. следующий шаг данной главы).

Один из методов определения проблем со склеральной линзой – попросить пациента сильно зажмурить глаза с надетыми линзами. Хорошо подобранный склеральная линза не вызовет никаких симптомов или ощущения неудобства у пациента, сильно зажмурившего глаза. А проблемы у «квадратно-специфических пациентов могут быть после теста зажмуривания в тех областях, где имеется впечатывание или подъем края.

Л.Джонс

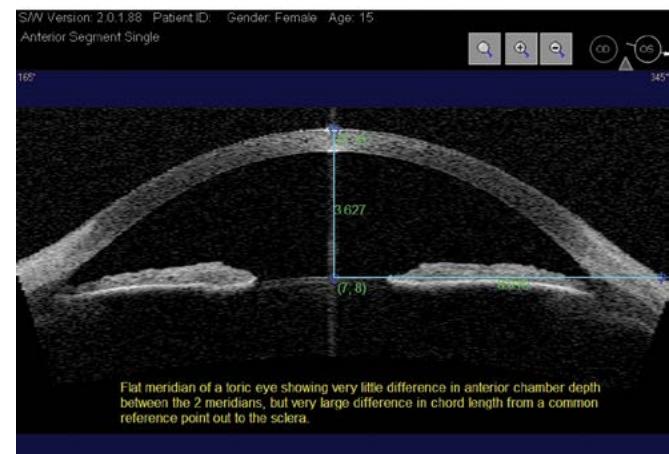


Край линзы может мешать большим кровеносным сосудам.

Шаг 5: Дизайн неротационно симметричной линзы

- Как выбрать дизайн торической склеральной линзы
- Как выбрать дизайны квадрантно-специфических склеральных линз

Исходя из клинического опыта и пилотных исследований о форме роговицы, как описано в главе II данного руководства, выходит, что чаще передняя окулярная поверхность не является неротационно симметричной по форме. Это значит, что один или более сегментов склеры или более крутые или более плоские, чем ее другие части. Часто, когда склеральная линза расположена на глазу, один сегмент конъюнктивы более сдавлен, что может привести к выбеливанию в одном или двух сегментах под линзой. Это осложняет работу: некоторые компании попытались укоротить линзу, там, где происходит выбеливание, чтобы облегчить давление в этом направлении или «заточить» заднюю поверхность склеральной линзы, чтобы уменьшить давление в определенных областях. Эти методы могут работать, но у них есть также и свои ограничения. Сейчас можно использовать торические и ква-



Flat meridian of a toric eye showing very little difference in anterior chamber depth between the 2 meridians, but very large difference in chord length from a common reference point to the sclera.



Steep meridian of a toric eye showing very little difference in anterior chamber depth between the 2 meridians, but a very large difference in chord length measured from a common reference point to the sclera.

Плоский и крутой меридиан глаза с торической формой передней окулярной поверхности – обратите внимание на разницу в длине корды, измеренной от общей точки отсчета с помощью аппарата Zeiss Visante® OCT: 8,02 мм в плоской меридиане (165 градусов) против 7,34 мм в крутом меридиане (75 градусов). – Г.Гемулец

Если вы наблюдаете 3-х – 9-ти часовое выбеливание при отсутствии пингвекулы, заказывайте торическую зону посадки или уменьшайте общую сагиттальную глубину линзы – или уплощая базовую кривизну или регулируя периферийные кривые – при условии, что это не приводит к подъему края от окулярной поверхности – в направлении 12-6 часов.

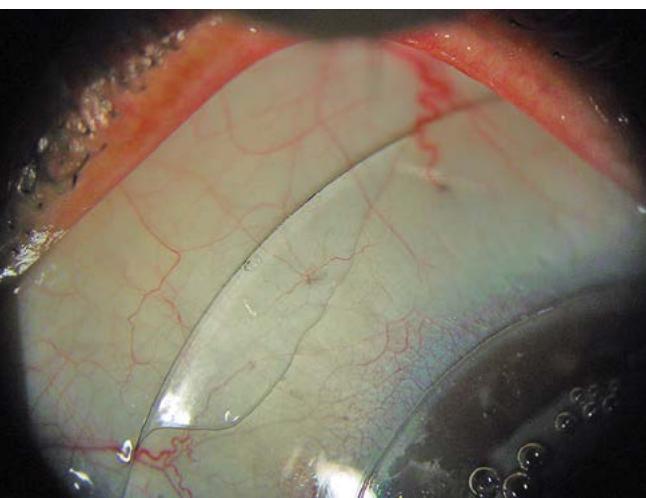
К.Синдт 2008

дрантно специфические склеральные линзы в качестве альтернативы, чтобы преодолеть эту проблему более структурированным и контролируемым образом. Торическая или квадрантно специфическая часть этих линз расположена в зоне посадки, в оптической зоне нет торичности, если только она не требуется с оптической точки зрения и не добавлена линзе.

Использование торических и квадрантно специфических линз может быть одним из самых сложных аспектов подбора склеральных линз, но в то же время это один из самых обещающих аспектов: неротационно симметричные склеральные линзы могут значительно улучшить посадку склеральных линз и комфорт при ношении. Эта технология показывает себя на практике успешным дополнением к стандартному набору склеральных линз. Склеральные линзы обычно изготавливают из материалов с высоким Dk, что позволяет им немного прогибаться на глазу и может в некоторой степени сгладить неровности на окулярной поверхности (DeNaeyer 2010), но поскольку это может привести к искривлению линзы, неротационно симметричные линзы советуют применять, если передняя форма глаза имеет нерегулярную форму.

Подбор торических склеральных линз

Visser et al (2006) сообщили, что торические склеральные линзы позволяют более адекватно распределить давление по склере, что поддерживает здоровье передней окулярной поверхности и улучшает комфорт при ношении линз. Это также создает стабильность линзы на глазу. Линза сама находит конечное положение, как это происходит у ЖГП корнеальной линзы с задней торической поверхностью, хотя рекомендуется сделать по-



Ротационно-симметричная склеральная линза на неротационно-симметричной склере
©Universitair ziekenhuis Antwerpen

Посадку склеральной линзы следует оценивать так же, как и у ротационно симметричной линзы: не должно быть компрессии или ограниченной компрессии, или подъема посадочной зоны на окулярной поверхности. Если посадка линзы все-таки неприемлема, следующий шаг – можно попробовать разную сагиттальную высоту между меридианами, до тех пор, пока не будет достигнута приемлемая посадка. Если посадка приемлема, следует выполнить оверрефракцию и можно добавить передний цилиндр, если острота зрения субоптимальная. Это можно сделать без призменного балласта принимая во внимание наклон линзы, чтобы определить ось астигматизма линзы как со стандартными корнеальными линзами (например, правило LARS – влево добавить, вправо вычтите).

Это дает возможность использовать данную модальность на других передних окулярных поверхностях, что часто требуется при нерегулярных роговицах, таких как вертикальная СОМА (которая часто превалирует при кератоконусе).

Посадка квадрантно-специфических линз

Для квадрантно-специфических линз обычно используют эмпирический подход при подборе линзы: специалист использует специальный пробный набор и определяет область излишнего подъема края линзы и старается установить величину подъема в одном или нескольких квадрантах. Уровень излишнего подъема можно оценить, используя оптический сегмент и такой показатель, как центральная толщина линзы. Если изменяется только один квадрант, теоретически не имеет значения, где этот квадрант расположен производителем, так как линза должна сама найти свое место на глазу. Однако, как показывает практика, линзы не слишком подвижны и обычно отметка на линзе, также, как и у торических склеральных линз, расположена так, чтобы пациент знал, как вставлять линзу, чтобы она правильно заняла место на глазу. Для этого врач должен указать производителю, какой квадрант нужно отрегулировать. Также, если требуется изменить больше, чем один квадрант (уплощение одного квадранта и укручивание другого технически возможно сделать), следует указать местоположение специфических квадрантов.

Очень продвинуты специалисты, подбирающие склеральные линзы могли бы дать производителю достаточно детальное описание желаемого квадрантно-специфического дизайна, например, линза должна быть на 100 микрон более плоская в нижнем сегменте, 200 микрон сверху и т.п. при желании можно применить переднюю оптику, как торическими склеральными линзами и использовать правило LARS (см. выше).

Посадку склеральной линзы у торических и квадрантно специфических линз следует оценивать также, как и у ротационно симметричной линзы: не должно быть выбеливания или ограниченного выбеливания , или подъема посадочной зоны на передней окулярной поверхности.

метку на линзе, чтобы пациент знал, как сразу правильно надеть линзу. Но даже после поворота линзы вручную, она вернется в свое естественное положение на глазу в течение нескольких секунд, согласно Visser.

Обычно у торических склеральных линз зафиксирована разница в сагиттальной высоте между двумя главными меридианами. Первую и самую маленькую разницу между двумя меридианами можно обозначить как «Торичность 1/toric one», следующую, как «Торичность 2/toric two» и т.д. (что не будет отражать разницу в диоптрийности, как у корнеальных ЖГП линз). Точная разница в микронах между двумя меридианами зависит от производителя линзы и чаще всего это конфиденциальная информация. Она может быть от 100 до 1000 микрон, но основываясь на теоретических соображениях, на среднем глазе разница между меридианами легко может составить 500 микрон, так как по-видимому, это разница в сагиттальной высоте на средней роговице оп paper (см. главу II).

Интересно отметить, что линзы с передней торикой для обратного астигматизма будут выравниваться естественно по оси на глазах, у которых края век находятся напротив друг друга в вертикальном меридиане – поскольку эти линзы создают тонкие зоны на 6 и 12 часах. Если края век находятся напротив друг друга наклонно, линза будет вращаться наклонно. При правильном астигматизме оси сдвигаются при отсутствии другой формы стабилизации. Наилучший успех при подборе склеральных линз с передней торикой достигается с обратным астигматизмом на глазах у людей европеоидной расы.

С.Бирнс

Подбор склеральных линз с передней торической поверхностью

Если оверрефракция указывает на необходимость включить цилиндрическую коррекцию, тогда как не существует торичности задней торической поверхности, может потребоваться склеральная линза с торической передней поверхностью. Такие линзы нужно как-то стабилизовать на глазу – также, как и ЖГП корнеальные линзы с передней торической поверхностью или мягкие торические линзы. Линзы, у которых стабилизация выполнена с помощью slab-off призмы, использовались для стабилизации передней торической оптической коррекции на глазу. Строение века может влиять на ротацию линзы и ее посадку.

При заказе этих линз, необходимо учитывать наклон линзы, чтобы определить ось астигматизма линзы, как и со стандартными корнеальными линзами (правило LARS).

Подвижность линзы

Обычно склеральные линзы не двигаются на глазу. Как обсуждалось ранее, линзы большего размера склонны быть в какой-то мере более подвижны на глазу. Спонтанное движение линзы при моргании не часто встречается. В действительности, излишняя подвижность может быть весьма проблематичной. В отличие от корнеальных линз, вертикальное движение в склеральных линзах не увеличивает циркуляцию слезы (DePaolis 2009). С другой стороны, это может вызывать дискомфорт и неудовлетворенность пациента.

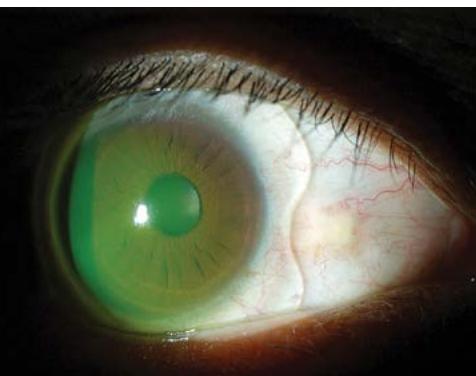
Посадочная зона – важная изменяющаяся, касающаяся подвижности линз, следует избегать выбеливания в данной области. Изменения в крае линзы неизбежно будут влиять на подвижность линз, особенно при наличии выбеливания. Склеральные линзы, у которых апикальный зазор слишком маленький могут «качаться» в центре роговицы и это может вызывать подвижность линзы, а также дискомфорт и децентрацию. Часто подвижность также соответствует склеральной торичности. Она может качаться вдоль плоского меридиана, тогда как переход на неротационно симметричный дизайн линзы может стабилизировать линзу.

Оверрефракция

Оптическая сила линзы не должна быть основным рассматриваемым параметром во время подбора линзы. Создание оптимальной посадки линзы – первая и самая важная задача, которая может быть достаточно сложной; сила рефракции рассматривается позднее. Страйтесь подобрать линзу так, чтобы ее посадка соответствовала форме передней поверхности глаза; как только достигнута самая оптимальная посадка линзы требуется оверрефракция. Оверрефракцию следует конвертировать обратно к вертекстному расстоянию ноль, если это превышает 4,0D сферического эквивалента.

Я эффективно использовал выступы пингвекулы, чтобы остановить ротацию – выровнял линзу по оси на глазу, пометил линзу, затем сделал пометку линзы на пингвекуле и я получил неротационную линзу, которая стоит на оси. Усечение на нижнем веке не очень хорошо работает, чтобы стабилизировать склеральную линзу с передней торической поверхностью на глазу.

С.Бирнс



В некоторых случаях нужно проявить изобретательность, чтобы подобрать пациентам склеральные линзы, например, используя бугорки пингвекулы (см. край линзы на фото).
Э.Качински

Хорошая посадка подвижной линзы может демонстрировать отсутствие обмена слезной жидкости и все-таки быть успешной. Обмен слезной жидкости подразумевает, что линза подвижна. Отсутствие обмена слезной жидкости под линзой не обязательно должно означать, что линза неподвижна. Чрезмерный обмен слезной жидкости может означать, что вместе со слезой в резервуар линзы будут попадать продукты метаболизма.

Л.Джонс

Для оверрефракции некоторые специалисты рекомендуют пробные оправы линз и оценку линз через фороптер.

Если радиус базовой кривизны конечной линзы при заказе отличается от радиуса диагностической линзы, применяется «практический метод» стандартной корнеальной ЖГП линзы: при изменении радиуса на 0,10 мм рефракция изменяется на 0,5D согласно правилу SAM/FAP (SAM – крутой - прибавь минус, FAP - плоский - прибавь плюс) – см. также оптический раздел главы III данного руководства.

Ключевые моменты:

- У склеральных линз общий диаметр линз должен быть достаточным, чтобы держать вес всей линзы на передней окулярной поверхности и создать достаточный слезный резервуар (шаг 1).
- Создание адекватного корнеального зазора – ключевое преимущество при подборе склеральной линзы.
- Чтобы повторить форму передней поверхности важно выровнять посадочную зону с передней окулярной поверхностью (шаг 3) и создать адекватный подъем края (шаг 4), в то же время дополнительно, могут потребоваться неротационно симметричные дизайны линз, чтобы достичь этой цели (шаг 5).

V. Как работать с пользователями склеральными линзами

- Как обращаться, хранить и ухаживать за склеральными линзами
- Как работать с самыми распространенными осложнениями, вызванными ношением склеральных линз

В данном разделе будут обсуждаться факторы, которые играют роль при подборе, ношении и дальнейшем обращении со склеральными линзами. Первая часть данной главы описывает, как обращаться со склеральными линзами, хранить их и ухаживать за линзами, а также роль растворов, во второй части описывается, как лечить осложнения, вызванные ношением склеральных линз, и решать проблемы.

Обращение, хранение и растворы

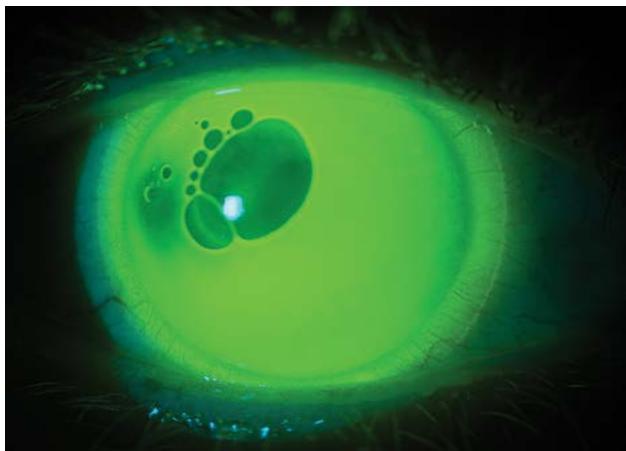
Обращение с линзами

Обращение с линзами и особенно надевание линзы без образования пузырьков воздуха под ней может быть одной из самых сложных задач в процессе подбора склеральной линзы, как для врачей, так и для пациентов.

Месторасположение линзы

1. При надевании линзы на глаз крайне важно удостовериться, что лицо пациента находится полностью параллельно горизонтальной плоскости (обычно столу).
2. Склеральную линзу следует полностью наполнить жидкостью при надевании.
3. Чтобы поддержать линзу используйте большой, указательный и средний пальцы (это может быть и безымянный палец) или используйте присоску для этой цели.
4. Слегка приподнимите верхнее веко другой рукой, надавив на веко против верхнего орбитального края, и аккуратно вставьте край линзы под верхнее веко.
5. Удерживайте линзу в таком положении и затем отпустите нижнее веко, пациент в это время смотрит слегка вниз.
6. Разместите линзу на глазу (жидкость из линзы может вытечь) и отпустите нижнее веко. Веко зайдет на нижнюю часть края линзы и линза на месте.
7. Верхнее веко можно отпустить также в этот момент, а если используется присоска, для поддержки линзы, то можно убрать ее.

Чтобы оценить посадку склеральной линзы, ее следует наполнить жидкостью и флюoresцеином. Будьте осторожны: флюoresцеин может окрасить одежду при попадании на нее. В процессе подбора дайте линзе 20-30 минут, чтобы она «расположилась» на глазу, но всегда проверяйте пациента с помощью щелевой лампы, перед тем как отправить его в комнату ожидания, чтобы посмотреть адекватный ли зазор у линзы, приемлема ли смачиваемость линзы и проверьте, нет ли посторонних частиц под линзой, т.к. они могут раздражать глаз, но необязательно вызывать мгновенный дискомфорт (как это происходит с корнеальными линзами). Также сразу проверьте, нет ли пузырьков воздуха под линзой, и если они присутствуют – наденьте линзу снова.



Пузырьки воздуха под склеральной линзой

Снятие линзы

Линзы снимают обычно одним из двух способов: вручную - метод снятия двумя пальцами и/или с помощью присоски. Чаще всего пациенту объясняют оба метода. Первым выбором может быть метод снятия линз вручную, т.к. для этого не требуются никакие дополнительные аксессуары. Если по каким-то причинам этот метод не работает, например, у пожилых пациентов, тогда может использоваться метод с присоской в качестве альтернативы.

Снятие линзы

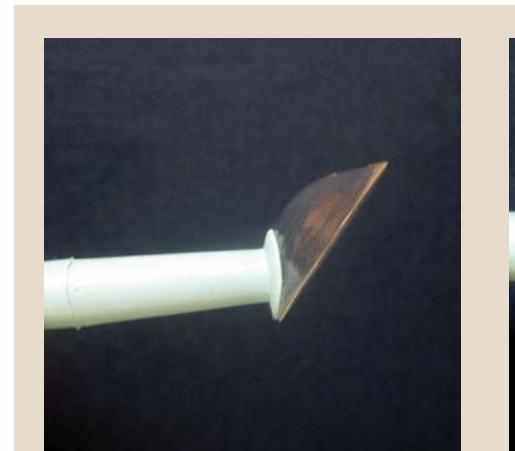
Для метода снятия линз вручную:

1. Попросите пациента смотреть слегка вниз.
2. Аккуратно оттяните нижнее веко и слегка надавите на глазное яблоко.
3. Слегка подтолкните вверх нижнее веко указательным пальцем под нижний край линзы.
4. Нижняя часть линзы отойдет от поверхности глаза и линза «выскочит» из глаза – предпочтительно в руку снимающего линзу.

При снятии линзы с помощью присоски:

1. Поставьте присоску на нижнюю половину линзы.
2. Как только присоска фиксировалась к линзе, потяните ее на себя и вверх. Это «оторвет» линзу от роговицы и линзу легко можно будет снять.
3. Поднимите край линзы вверх от глаза.

При снятии линзы важно убрать негативное давление под линзой, чего можно также добиться, слегка нажав на склеру, прилегающую к краю линзы, если ранее указанный способ вызывает проблемы.



Крайне важно, чтобы присоска находилась на крае склеральной линзы во время снятия. В положении как на фото слева край линзы поднят вверх, что снимает негативное давление и предотвращает линзу от съезжания на переднюю часть глаза.

Располагая присоску в центре линзы во время снятия, как на фото справа, вы можете вызвать существенное повреждение глаза. В такой позиции склеральная линза становится огромной и может вызвать сильную боль, абразию или локальный отрыв транспланта роговицы, если он присутствует.

Другая ситуация, если пациент пытается снять с помощью присоски линзу, когда ее, собственно, и нет на его или ее глазу. Пациент может легко присосать роговицу или конъюнктиву, вызвав тем самым значительные повреждения. Учитывая данный факт, крайне важно, чтобы пациент получил полную инструкцию, как пользоваться присоской и какой вред она может причинить, если ее использовать неправильно. – Г.ДеНайер

Недостаток метода с использованием присоски в том, что может произойти повреждение роговицы у пациентов, пробующих снять линзу, которой нет на глазу (когда присоска воздействует прямо на роговицу). Особенно это касается пациентов с трансплантатами роговицы: сообщалось о случаях необратимых повреждений глаза, когда присасывались роговичные лоскуты.

Хранение и растворы

Дезинфекция

Нужно постоянно напоминать пациенту, что линзы нельзя оставлять на ночь в соляном растворе из-за риска роста микроорганизмов и последующего риска возникновения микробного кератита. Для хранения контактных линз всегда следует использовать дезинфицирующий раствор и менять его каждую ночь. Для ухода за склеральными линзами врачи рекомендуют использовать дезинфицирующие растворы для ЖГП линз, а также многофункциональные растворы для ЖГП линз. Также часто упоминаются пероксидные системы ухода в качестве хорошей альтернативы как нейтральная и безопасная для глаз система ухода. Специально для склеральных линз разработаны контейнеры большого размера. Недостаток пероксидных систем в том, что перекись может случайно попасть в глаз и вызвать раздражение, также не рекомендуется хранить линзы в пероксидном растворе больше одной ночи, т.к. обычно он не имеет длительного дезинфицирующего эффекта, после того, как нейтрализуется перекись.

Из-за ограниченного обмена слезной пленки под склеральной линзой контакт с любым веществом под линзой во много раз более значим, чем при ношении корнеальной контактной линзы, поэтому многие врачи советуют использовать наиболее нейтральный раствор.

Надевание линзы

Перед надеванием склеральные линзы обычно следуют наполнять жидкостью. Врачи чаще всего рекомендуют использовать соляной раствор без консервантов для надевания склеральных линз, хотя в Соединенных Штатах Америки это не одобрено FDA и рассматривалось бы как «не имеющее рекомендаций» (off-label) использование. Из-за ограниченного обмена слезной пленки под склеральной линзой контакт с любым веществом под линзой во много раз более значим, чем при ношении корнеальной контактной линзы, поэтому многие врачи советуют использовать наиболее нейтральный раствор. Сообщалось о том, что даже буферная составляющая в соляном растворе вызывает реакцию гиперчувствительности на глазу (Sindt, 2010b).

После использования раствора-кондиционера, если он использовался, опытные врачи чаще всего рекомендуют сполосывать линзы соляным раствором без консервантов перед надеванием линзы. Проинформируйте пациентов, что соляной раствор без консервантов может использоваться только очень ограниченное время после вскрытия упаковки, поэтому рекомендуется использовать одноразовые дозы раствора. Опять же убедитесь, что пациент понял, что соляной раствор нельзя использовать для хранения линз. Лучше избегать использования аэрозолей, т.к. они создают маленькие пузырьки воздуха, и сообщалось о том, что это вызывает ощущение дискомфорта.

Смачиваемость

Вопрос смачиваемости может влиять на успешность посадки линзы и для некоторых пациентов, использование кондиционирующего раствора вместо обычного соляного раствора при надевании линзы может быть полезным, как сообщается. Но как уже было сказано, нужно осторожно использовать эти растворы с линзами из-за вязкости и консервантов в растворе. Обычно не рекомендуется наполнять линзу кондиционирующим раствором при надевании. Некоторые врачи советуют добавить немного соляного раствора в линзу, после вынимания ее из контейнера для хранения, оставляя в линзе как можно больше кондиционирующего раствора. Другие рекомендуют потереть линзу с кондиционирующим раствором перед надеванием, чтобы улучшить смачиваемость (но не наполнять линзу раствором).

Очистка

Очистка склеральной линзы обычно делается вручную, часто предпочтительно использование спиртосодержащих очистителей. Считается, что это оказывает положительный эффект на смачиваемость линзы. Периодическая очистка с помощью двухкомпонентного очистителя, который содержит гипохлорит натрия и бромид калия часто упоминается, как дополнительная процедура, особенно эффективная против образования белка.

Некоторые врачи рекомендуют использовать многофункциональный раствор для мягких контактных линз на данном этапе очистки линз. Очищающее действие может быть не таким хорошим, как со специальными очистителями, но совместимость с глазом может быть лучше. В США это также рассматривалось бы как «не имеющее рекомендаций» (off-label) использование.

Выясните, что рекомендует производитель склеральных линз для ухода за линзами.

Касательно длительного хранения, например, линз из пробных наборов или запасных линз, склеральные линзы могут обычно храниться в сухом виде.

Склеральные линзы рекомендованы только для дневного ношения, иногда может назначаться ночной использование склеральных линз (Pullum, 2007), но только при смягчающих обстоятельствах, например, для терапевтического применения, при котором ночной ношение необходимо для облегчения боли или поддержания гидратации роговицы. Так как ночной ношение вызывает больше гипоксических реакций, чем дневное ношение, должна быть веская причина для ночного ношения, такая как ночная защита или ночная гидратация роговицы. При пролонгированном ношении линзы необходимо снимать регулярно для очистки и наполнения свежим раствором. Некоторые врачи работают с двумя парами склеральных линз в случаях пролонгированного ношения, когда одна пара используется ночью, другая днем. В то время пока одна пара носится, другая подвергается циклу очистки и дезинфекции.

Спорт

Часто упоминаемое преимущество склеральных линз в том, что они могут успешно использоваться при занятиях активными видами спорта, главным образом потому, что маловероятна их потеря, смещение или децентрирование. Склеральные линзы назначают при занятиях некоторыми водными видами спорта. Склеральные линзы не выпадут, не будут поглощать загрязняющие вещества или менять особенности посадки во время занятий спортом и даже маловероятна потеря линз под водой. Но гигиенические правила при плавании с этими линзами такие же, как и с обычными линзами: пациенту следует напоминать о повышенном риске инфицирования роговицы.

Осведомитесь, какие медикаменты использует ваш пациент со своими линзами, т.к. они могут изменять смачиваемость и вызывать токсические реакции.

Я.Едличка, 2008

Ключевые моменты:

- Обращение с линзами и особенно надевание линзы без образования пузырьков воздуха под линзой может быть одной из самых сложных задач в процессе подбора склеральной линзы
- Врачи должны тщательно инструктировать пациентов по технике снятия линз с помощью присоски, особенно пациентов с трансплантатами роговицы.
- Советуют использовать нейтральные растворы, поскольку время контакта слезного резервуара с поверхностью глаза очень велико.

Осложнения, вызванные склеральными линзами

Наиболее часто описываемые осложнения, которые могут возникнуть при ношении склеральных линз, перечислены здесь в алфавитном порядке. Ключевые моменты даются сразу после каждого случая в данной части Руководства, а не в конце главы, как в других главах данного Руководства.



Склеральные линзы диаметром более 18 мм с пузырьками воздуха после надевания линзы.

Г.Денайер

Успешный подбор означает, что пациент чувствует себя комфортно при отсутствии или минимальных признаках прокрашивания или инъекции после снятия линзы. Лучшее время для наблюдения за ранними осложнениями – после трех или шести часов ношения линзы. Оценив, как линза сидит на глазу, посмотрите, что прокрашивается после снятия линзы.

Я.Едличка и др., 2010b

Пузырьки воздуха

Самое распространенное «осложнение» при посадке склеральной линзы – пузырьки воздуха, которые попадают под линзу в результате неадекватного расположения линзы или из-за неправильной посадки линзы. Они могут вызвать дискомфорт и проблемы со зрением и могут привести к образованию сухих пятен на роговице. Первая причина – неправильное обращение с линзами (см. соответствующий раздел в предыдущем номере). Вторую причину, связанную с посадкой линзы, можно было бы определить, посмотрев на расположение и размер пузырьков воздуха. Если образование пузырьков происходит часто, то с большой степенью вероятности это из-за осложнений, вызванных посадкой линзы. Если это происходит нечасто, то это связано с техникой надевания линзы. Далее следуют несколько советов и приемов о том, как избежать пузырьков воздуха под линзой.

Прежде всего: пузырьки могут исчезать по мере оседания линзы на глазу. Советуют дать на это время. Однако, если пузырьки остаются, обратите внимание на их месторасположение. Пузырьки в центре указывают, что размер сагиттальной высоты в центре слишком большой и его следует уменьшить. Маленькие пузырьки, двигающиеся под линзой, могут быть приемлемы, если они не пересекают область зрачка. Большие стационарные пузырьки неприемлемы.

Пузырьки воздуха на периферии могут быть дугообразными. Как правило, пузырьки чаще образуются в темпоральной области, чем в назальной из-за разницы в склеральной форме в горизонтальном меридиане (см. главу II). Нижне-назальные пузырьки могут беспокоить пациента во время чтения. Пузырьки в лимбальной области указывают на слишком большой лимбальный зазор, при этом необходимо отрегулировать радиус базовой кривизны (делая его более крутым) или уменьшить лимбальную форму профиля, в зависимости от используемого дизайна линзы. К сожалению, не всегда возможно предотвратить появление пузырьков воздуха, особенно, когда слезный резервуар неравномерной формы, как при эктазии роговицы, например. Некоторые рекомендуют использовать более вязкие растворы при надевании линзы, если появляются стойкие пузырьки воздуха после этого, но

помните о возможных токсических реакциях. Можно попробовать нефенестрированные линзы, так же как и линзы маленького размера, если пузырьки воздуха образуются постоянно.

Определение места попадания пузырьков может быть полезным для управления подбором и для того, чтобы избежать образования пузырьков. Точка «входа» пузырьков следует за обменом слезной жидкости. Часто с неротационно симметричными дизайнами может быть необходимо «запечатать» линзу на окулярной поверхности и предотвратить возникновение пузырьков под линзой. Более подробную информацию о торических и квадрантно-специфических линзах см. в шаге 5 главы IV.

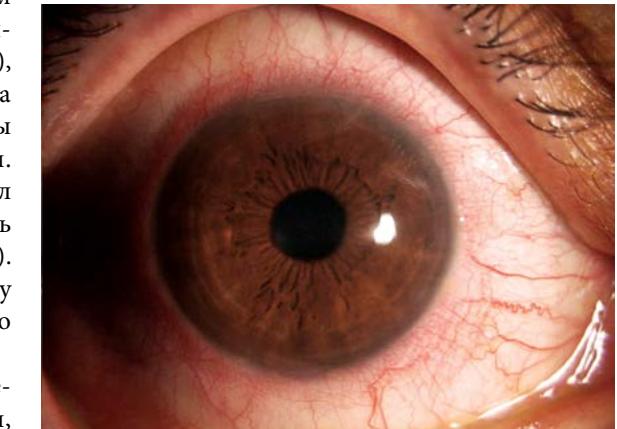
Пузырьки воздуха

- Уменьшите центральный или лимбальный зазор в зависимости от локализации пузырьков.
- Более вязкие растворы, нефенестрированные линзы и неротационно симметричные линзы способны помочь облегчить проблему.

Бульбарное покраснение

Бульбарное покраснение может возникать при ношении склеральных линз по разным причинам. Они включают механическое воздействие на конъюнктиву, гипоксию роговицы (отек), токсические реакции, а также быть следствием опоры линзы на роговицу и лимбе. Обычно это вторичный признак проблемы подбора, который, однако, следует рассматривать первым. Для линз, которые вызывают адгезию (также смотри раздел «адгезия линз» в данной главе), покраснение может возникать после снятия линзы, как обратная реакция (эффект рикошета). Некоторые пациенты очень чувствительны к механическому стрессу, но в этих случаях покраснение может пройти само достаточно быстро.

Всегда исключайте внешние причины бульбарного покраснения, включая микробное поражение и аллергические реакции, так как бульбарное покраснение не всегда напрямую связано с линзами. Особенно контролируйте наличие клеток в передней камере глаза как один из признаков этого.



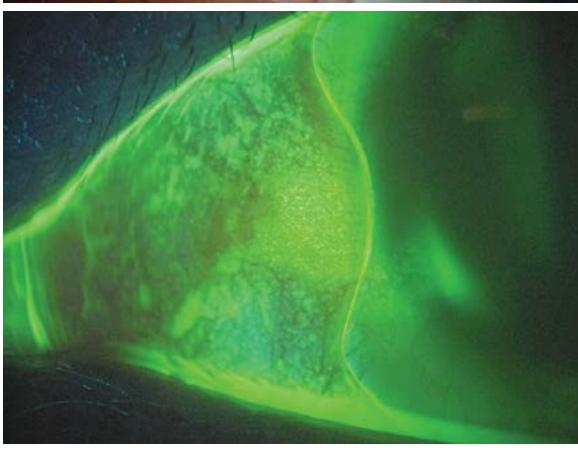
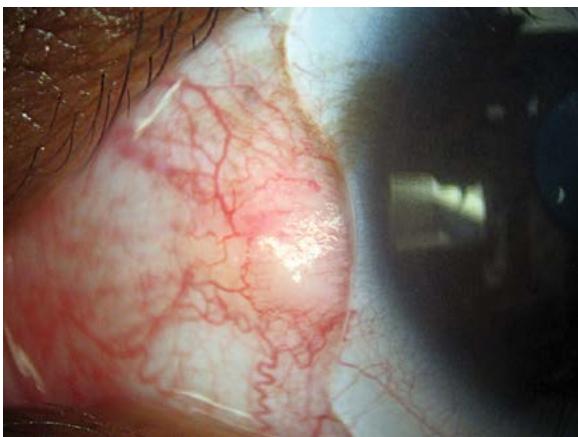
Бульбарное покраснение после снятия склеральной линзы

Бульбарное покраснение

- Конъюнктивальное покраснение может быть среди прочего показателем плохой посадки линзы или гипоксической и токсической реакций.
- Всегда исключайте внешние причины бульбарного покраснения, т.к. покраснение может не быть напрямую связано с линзой.

Конъюнктивальное выбеливание и прокрашивание

Конъюнктивальное выбеливание вызвано локальным давлением на конъюнктиву, которое может быть секторальным или вокруг роговицы (см. главу IV). Если выбеливание секторальное, это может быть результатом нерегулярной формы склеры. Пингвекула также может быть причиной локального давления и выбеливания. «Ослабление» периферии может помочь в некоторых случаях, но более вероятно ситуацию могут исправить неротационно-симметричные линзы или выемка в крае линзы.



Воспаленная пингвекула с новой подобранный линзой, изготовленной с выемкой края под пингвекулу – с и без флюоресцеина

Конъюнктивальное прокрашивание может быть вызвано краем линзы или, возможно, механическим давлением в посадочной зоне линзы. Чем лучше линза центрирована относительно формы склеры, тем лучше распределено давление, которое может уменьшить объем конъюнктивального прокрашивания. Чаще это происходит в горизонтальном меридиане. Если прокрашивание расположено под посадочной зоной, это подразумевает, что горизонтальный меридиан, часто более плоский, вызывает механический стресс в горизонтальном меридиане. Здесь могут быть рекомендованы неротационно-симметричные линзы.

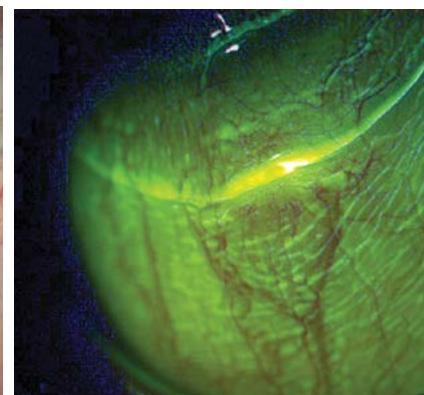
Если прокрашивание наблюдается за границами склеральной линзы, что может происходить, в частности, со склеральными линзами меньшего размера, проблемы сухости могут играть роль в этиологии прокрашивания. При ношении ГП линз было показано, что сухость в назальной и темпоральной зонах, находящихся в непосредственной близости с краем линзы, могут привести к значительному уровню корнеального прокрашивания (3-х и 9-ти часовое прокрашивание). Со склеральными линзами тот же эффект может произойти на конъюнктиве. Покрыв эту область посадочной зоной склеральной линзы, используя линзу большего диаметра, можно решить проблему.

Так как подбор склеральной линзы в меньшей степени напрямую затрагивает роговицу, чем конъюнктиву, более распространенным может быть конъюнктивальное прокрашивание, чем прокрашивание роговицы. Иногда возникает отек или гипертрофия конъюнктивы. Изредка наблюдались конъюнктивальные лоскуты и слезотечение (травма конъюнктивы), вызванные острым или поврежденным краем линзы.

Конъюнктивальное прокрашивание может быть вызвано краем линзы или, возможно, механическим давлением в посадочной зоне линзы. Чем лучше линза центрирована относительно формы склеры, тем лучше распределено давление, которое может уменьшить объем конъюнктивального прокрашивания. Чаще это происходит в горизонтальном меридиане. Если прокрашивание расположено под посадочной зоной, это подразумевает, что горизонтальный меридиан, часто более плоский, вызывает механический стресс в горизонтальном меридиане. Здесь могут быть рекомендованы неротационно-симметричные линзы.

Если прокрашивание наблюдается за границами склеральной линзы, что может происходить, в частности, со склеральными

линзами меньшего размера, проблемы сухости могут играть роль в этиологии прокрашивания. При ношении ГП линз было показано, что сухость в назальной и темпоральной зонах, находящихся в непосредственной близости с краем линзы, могут привести к значительному уровню корнеального прокрашивания (3-х и 9-ти часовое прокрашивание). Со склеральными линзами тот же эффект может произойти на конъюнктиве. Покрыв эту область посадочной зоной склеральной линзы, используя линзу большего диаметра, можно решить проблему.



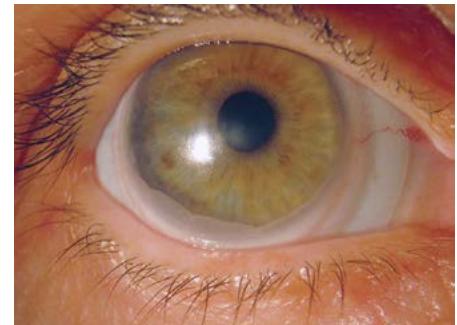
«Впечатывание» склеральной линзы в конъюнктиву (слева), вызывающее локальное конъюнктивальное прокрашивание.

Конъюнктивальное выбеливание и прокрашивание

- Может быть вызвано краем линзы или компрессией в области посадочной зоны на конъюнктиве.
- Экспозиция также может вызывать конъюнктивальное прокрашивание.

Свободная конъюнктивальная ткань

В некоторых случаях свободная конъюнктивальная ткань (как при конъюнктивальном каласисе chalasis) может присосаться под линзу из-за негативного давления под линзой. Свободная конъюнктива иногда присасывается к транзитной зоне линзы и может даже появиться в оптической зоне. К фенестрированным линзам она также может присосаться через фенестрированное отверстие. Чрезмерную конъюнктивальную ткань можно удалить хирургическим путем, но она имеет тенденцию к рецидивам (Bartels, 2010). Иногда сообщалось о развитии неоваскуляризации под конъюнктивальным лоскутом.



Свободная конъюнктивальная ткань присосалась под склеральную линзу.

Свободная конъюнктива

- Свободная конъюнктива может присосаться к линзе.
- Ее можно удалить хирургическим путем, но она имеет тенденцию к рецидивам.

Прокрашивание роговицы

Прокрашивание роговицы не может быть частой проблемой при ношении склеральных линз, вероятно потому, что линза возвышается практически полностью над всей роговицей.

Если появляется локальное прокрашивание на роговице, оно скорее всего вызвано механическим воздействием при обращении с линзой. Прокрашивание, вызванное обращением с линзой, иногда случается у пожилых пациентов, у пациентов с ограниченными двигательными навыками или у пациентов с низкой остротой зрения. При снятии склеральной линзы может поцарапать роговицу, что может привести к вертикальной модели прокрашивания.

К слову, фенестрированные отверстия склеральной линзы также могут быть причиной абразии, если слезный резервуар под линзой слишком маленький. Увеличение свода линзы должно решить эту проблему. Поврежденные линзы также могут вызвать абразию роговицы. Большие пузырьки воздуха также вызывают сухость локализовано с последующим прокрашиванием роговицы.

При полном окрашивании роговицы, возможной причиной могут быть токсические реакции или гипоксия. Как упоминалось ранее, время экспозиции роговицы в жидкости под линзой очень большое и следует подойти со всей осторожностью к использованию средств по уходу за линзами. Следует минимизировать насколько возможно присутствие консервантов и других химикатов в слезной жидкости под линзой. Проверьте роговицу на наличие незначительных форм прокрашивания роговицы, которые потенциально могут покрывать всю поверхность роговицы. Большинство врачей советуют всегда вынимать линзу при каждом осмотре глаз и оценивать окулярную поверхность с помощью флюоресцеина.

С другой стороны, ношение склеральных линз не приводит к таким общезвестным типам прокрашивания роговицы, возникающих при ношении традиционных контактных линз, как дегидратация при ношении мягких линз и 3-х и 9-ти часовое прокрашивание, при ношении корнеальных ГП линз. В действительности, устойчивое 3-х и 9-ти часовое прокрашивание, например, у пациентов с кератоконусом, носящих корнеальные ГП линзы, может быть показанием к переходу на склеральные линзы.

Прокрашивание роговицы

- Локализованное прокрашивание: рассмотрите проблемы обращения с линзами или связанные с линзами проблемы.
- Полное прокрашивание роговицы: рассмотрите токсические реакции или гипоксию.

Дискомфорт

Несмотря на то, что, в целом комфорт склеральных линз считается одним из их основных преимуществ, не всегда при подборе склеральных линз достигается комфортное ношение – хотя технически они кажутся оптимальными. Несущая область линз где-нибудь в оптической зоне, лимбальная окклюзия или плохо подобранная зона посадки могут привести к дискомфорту. Изменения в посадке линзы могут частично решить проблемы дискомфорта.

Хотя тугие линзы будут комфортными сначала, пациенты, у которых линзы с выемкой края, сосудистым защемлением или с негативным давлением, будут жаловаться на дискомфорт после снятия линзы или они не смогут носить линзы на следующий день (DePaolis 2009).

Дискомфорт линз также часто является признаком токсических реакций на консерванты в используемых растворах и/или на продукты метаболизма слезной жидкости, находящейся в подлинзовом резервуаре.

Дискомфорт в конце дня можно облегчить, используя увлажняющие капли, но рекомендуется использовать капли без консервантов.

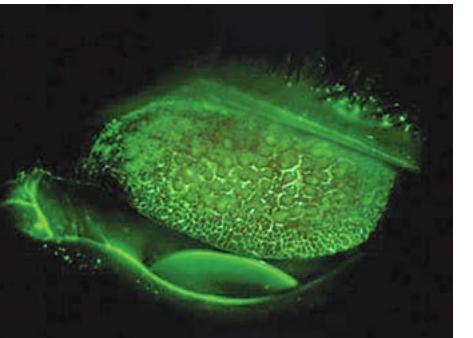
Дискомфорт:

- Может быть вызван плохой посадкой линзы, но его не всегда можно избежать.
- Может возникнуть в результате токсической реакции на консерванты или продукты метаболизма в резервуаре слезной жидкости.

Гигантский папиллярный конъюнктивит (ГПК)

Из-за пролонгированного времени ношения линз и потенциальной возможности образования поверхностных продуктов метаболизма, ГПК (также обозначенный в литературе как папиллярный конъюнктивит, вызванный ношением контактных линз КЛПК) может быть не редким явлением при ношении склеральных линз, но, похоже, не вызывает больше проблем, чем при ношении обычных мягких контактных линз или корнеальных ГП линз. Считается, что ГПК вызван сочетанием механического раздражения и/или аллергической или токсической реакцией как на состав раствора по уходу за контактными линзами, так и на денатурированный белок на поверхности линзы. Последнее может также вызывать механические проблемы, т.к. верхнему глазному веку приходится скользить по «грубой» поверхности при каждом моргании. Предотвратить эти проблемы может помочь содержание линз в чистоте и частая их замена.

ГПК может вызывать проблемы чрезмерного образования продуктов метаболизма на поверхности линзы и проблемы смачиваемости. Всегда проверяйте на наличие ГПК при каждом контрольном осмотре глаз и принимайте превентивные меры, если это необходимо.



ГПК у пользователя ГП линзой.

ГПК

- Не чаще встречается при ношении склеральных линз, чем при ношении корнеальных ГП или МКЛ
- Уменьшить механическое раздражение и потенциальные токсические/аллергические составляющие в растворе.

Гипоксия или отек

Гипоксический стресс: даже с линзами из новых материалов советуют внимательно присмотреться к отеку роговицы и прозрачности роговицы во время ношения линз. Более подробную информацию об отношении Dk к

Dk/t при ношении склеральных линз, смотри в разделе о материалах линз в главе III. Сегодня доступны материалы с высоким Dk для ГП линз. Однако чтобы получить хорошую пропускаемость (Dk/t), следует также регулировать толщину линзы. У тонких линз Dk/t лучше, но гибкость линзы может быть проблемой. Также сообщалось, что у материалов с высоким Dk возникают проблемы с образованием продуктов метаболизма, смачиваемостью и по-мутнением линзы. Особое внимание следует уделять очистке и содержанию линз, а также более частой их замене.

Научите пациентов внимательно относиться к снижению остроты зрения, особенно в конце дня, чтобы отследить гипоксические состояния. Может возникнуть неоваскуляризация (также смотри раздел «неоваскуляризация» в данной главе), но она больше относится к осложнениям, когда использовались PMMA материалы.

Лимбальный отек чаще происходит в результате механического стресса или адгезии линз (Sindt, 2010a), так как доставка кислорода идет через сосудистую сеть лимба. Если лимбальное давление вызывает отек, увеличение лимбального зазора должно помочь решить эту проблему. Если отек возникает постоянно, рассмотрите другие варианты линз, включая корнеальные ГП линзы, линзы piggyback или гибридные линзы.

Низкое количество эндотелиальных клеток может быть одним из немногих сценариев, когда склеральные линзы могут быть противопоказаны, т.к. эндотелий играет ключевую роль в обеспечении роговицы кислородом. Сообщалось, что проблемы могут возникать, если количество эндотелиальных клеток меньше, чем 800 клеток/мм² (Sindt, 2010a), если количество эндотелиальных клеток <1000 клеток/мм² следует чрезвычайно осторожно отнестись к этому и возможно, не подбирать склеральные линзы, чтобы избежать отека роговицы. Более развитые стадии дистрофии Фукса могут быть полным противопоказанием для ношения склеральных линз. Так же будьте осторожны в случаях транспланата роговицы, т.к. есть опасность отторжения лоскута: склеральная линза может инициировать проблему и стать переломным моментом в возникновении серьезных проблем. Особенно в таких случаях обращайте внимание на припухлость лоскута, когда пациент видит радужные разводы вокруг источников света (Sattler's veil), или когда врач видит отек роговицы с микроцистами. В любом случае выбирайте хороший корнеальный зазор и материал с высоким Dk/t, как вариант фенестрированные линзы (т.к. они обеспечивают роговице больше кислорода) и возможно прекращение ношения линз.

Гипоксия и отек

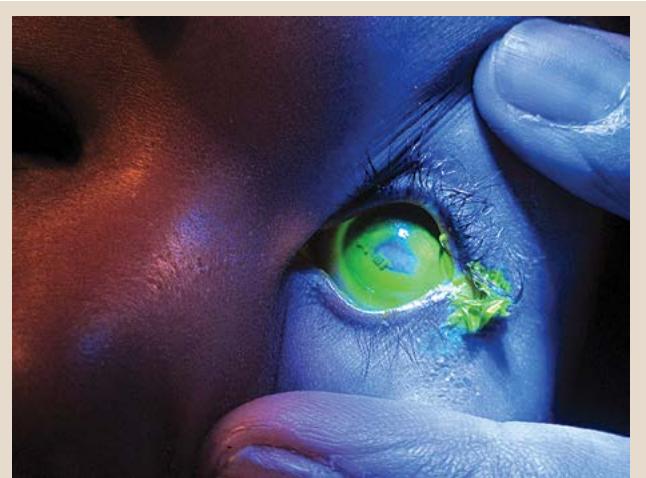
- Следует выбирать материалы с высоким Dk/t, чтобы предотвратить отек роговицы
- Лимбальный отек чаще всего возникает в результате механического стресса или адгезии линз.

Адгезия линзы

Адгезия линз не часто встречается, но может произойти, более вероятно, после длительных периодов ношения линз. Адгезия линз может вызывать дискомфорт, снижать время ношения и иметь большое влияние на здоровье глаз, если этим не заниматься. Очень редко адгезия линз может вызывать повреждение глаза, если линза сработала как присоска, особенно при слабой роговице, как в случае с трансплантатом роговицы.

Линзы с более низким корнеальным зазором могут привести к большей адгезии линз, а увеличение сагиттальной высоты может помочь в решении этой проблемы. Адгезия линз чаще всего происходит, если линза герметично закрывает окулярную поверхность и при синдроме сухого глаза, такого как синдром Съегрена. Проверьте посадку линзы на чрезмерное давление на конъюнктиву. Гибкость линзы может также вызывать адгезию линзы: увеличение толщины линзы поможет избежать этого. Как сообщалось, полезны увлажняющие капли и дополнительный шаг очистки в течение дня также.

Фенестрации также могут помочь облегчить давление. При снятии линзы, которая прилипла к окулярной поверхности, надавите на глазное яблоко, чтобы ослабить прилипание и налейте немного жидкости под линзу.



Двухгодовалый ребенок с нейротрофическим кератитом после резекции анапластической эпендимомы получил паралич 5-го, 6-го и 7-го нервов. У этого ребенка была хроническая инфекция глаза до подбора склеральной линзы для защиты. Обратите внимание на необычную высоту рубца (фото слева). Успешно подобранная склеральная линза (фото справа). – Кристин Синдт.



Адгезия линз может также возникнуть из-за конъюнктивального отека: линза тонет в конъюнктивальной по- душке. Конъюнктивальный отек иногда может быть результатом недостаточного лимбального зазора.

Адгезия линз

- Чаще наблюдается при более низком корнеальном зазоре и синдроме сухого глаза.
- Измените посадку линзы, толщину и/или рассмотрите вариант с фенестрированными линзами, используйте увлажняющие капли и дополнительную очистку.

Микробный кератит и инфильтраты

Микробный кератит очень редко встречается при ношении ГП линз, как это уже неоднократно сообщалось. Это, похоже, относится и к ношению склеральных линз. Тем не менее, наличие единичных случаев показывает на возможность возникновения инфекций роговицы. Особое внимание следует уделить гигиене и уходу за линзами (см. раздел «дезинфекция» в данной главе), тем более, что часто передняя поверхность глаза находится под угрозой при ношении склеральных линз.

Также при ношении склеральных линз были зафиксированы случаи инфильтратов роговицы. Инфильтраты не всегда представляют собой инфекцию роговицы. Они могут быть частью воспалительного процесса, вызванного различными проблемами. Расположение, размер и прокрашивание флюoresцеином инфильтратов, также как и бульбарное покраснение, чувство боли и реакции передней камеры глаза – все очень важно, чтобы исключить микробную причину воспаления. Недостаточный обмен слезной жидкости под склеральной линзой может частично быть причиной развития инфильтратов роговицы.

Микробный кератит и инфильтраты

- Редко встречается при ношении ГП линз.
- Особое внимание следует уделить гигиене и уходу за линзами, чтобы предотвратить инфекцию.

Слизь и продукты метаболизма

Довольно часто при ношении склеральных линз образуется слизь в резервуаре жидкости под линзой, чаще это встречается у пациентов с атопическими заболеваниями, с заболеванием поверхности глаза и после хирургической операции глаз.

Если такое случается, это может влиять на комфорт и остроту зрения. Некоторые пациенты, снимают линзы, вручную их чистят и снова надевают один или два раза в день. Густые вязкие растворы для ГП линз могут способствовать образованию продуктов метаболизма под линзой и в таких случаях возможно лучше избегать их использования. В исследовании Виссера и др. (2007b) среди пациентов, использующих склеральные линзы больших размеров, 50% пациентов могли носить склеральные линзы весь день, тогда как другой половине пациентов приходилось снимать их один или два раза в день. Это число увеличивалось для пациентов с синдромом сухого глаза.

Проблема образования продуктов метаболизма в слезе под линзой менее свойственна склеральным линзам небольшого размера, таким как корнео-склеральные линзы, предположительно из-за меньшего резервуара для слезной жидкости.



Продукты метаболизма над и под склеральной линзой

Можно посоветовать обсудить с новыми пациентами возможность дополнительного шага очистки линз в течение дня, поскольку они, скорее всего, согласятся на дополнительную очистку, если им это объяснят заранее. С таким дополнением времени ношения и общая удовлетворенность линзами может быть очень хорошей. Более частая замена линз также может уменьшить некоторые проблемы.

В случаях серьезных проблем со смачиваемостью и об- разованием продуктов метаболизма на передней поверхно- сти глаза, проверьте мейбомиевые железы на дисфункцию (Синдт, 2010a) и назначьте лечение, если необходимо. Так- же проверьте на гигантский папиллярный конъюнктивит (смотрите ранее в данной главе), так как он может привести к чрезмерному образованию продуктов метаболизма на по- верхности глаза. Плазменная обработка линз и пероксидные растворы помогали в таких случаях. Также упоминалась очистка передней поверхности линз на глазу с помощью ватной палочки. Также осведомитесь, не принимает ли пациент другие препараты, поскольку они могут влиять на состояние слезной пленки.

Слизь и продукты метаболизма

- Очистка и сполоскание линз вручную один или два раза в неделю
- Уменьшить зазор линзы

Неоваскуляризация

Осложнение свойственное подбору склеральных линз – это неоваскуляризация. Серьезная проблема у склераль- ных линз из PMMA, этот феномен достаточно редкий при ношении современных склеральных линз из материалов с высоким Dk (смотрите раздел «гипоксия» в данной главе).

Кроме длительной гипоксии неоваскуляризация может возникнуть в результате длительного механического стресса. Всегда проверяйте лимбальную область на наличие механического стресса – прокрашивание, конъюнктивальное выбеливание и гиперимия при каждом осмотре глаз. Пролонгированные периоды адгезии линзы мо- гут также привести к корнеальной неоваскуляризации. Иногда сообщалось о неоваскуляризации под свободной конъюнктивальной тканью (смотрите ранее в данной главе раздел о «свободной конъюнктивальной ткани»), которая может присосаться в переходной зоне линзы и за которой надо внимательно следить.

Неоваскуляризация

- Корнеальная неоваскуляризация может быть вызвана гипоксией.
- Механический стресс, адгезия линзы или свободная конъюнктивальная ткань также могут привести к неоваскуляризации.

Зрительные проблемы

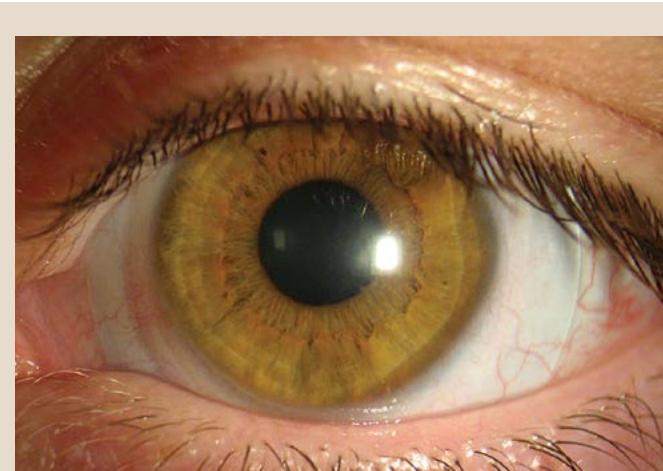
Обычно зрительные проблемы вызваны пузырьками воздуха под линзой и может присутствовать монокулярная диплопия. Тщательное повторное надевание линзы может помочь решить эту проблему. Чрезмерный слезный резервуар также может быть причиной жалоб, связанных со зрением. Иногда качество зрения можно улучшить, уменьшая зазор до минимального касания роговицы.

Высыхание поверхности линзы – другая достаточно распространенная причина проблем со зрением, обычно преходящих. Следует рассмотреть дополнительную очистку, увлажняющие капли и кондиционирующие растворы, также как и полировку и замену линзы. Расплывчатое зрение после снятия линзы может быть вызвано гипоксией и отеком или сморщиванием роговицы, если роговица каким-то образом пострадала.

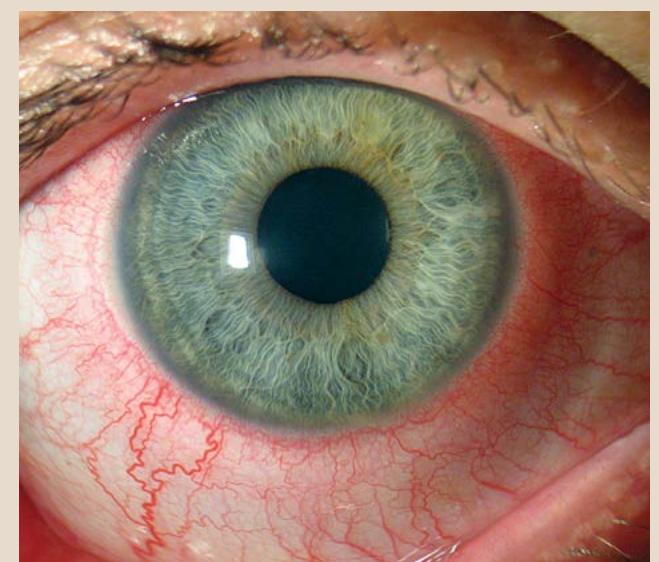
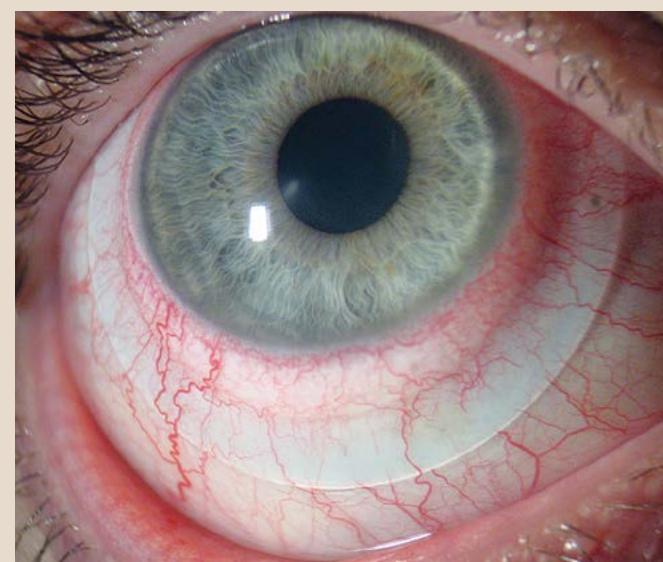
Гибкость линзы может вызвать нежелательный астигматизм и сморщивание линзы. Чтобы проверить это необходимо сделать топографию или кератометрию с линзой на глазу, чтобы определить оптическое качество передней поверхности. При устойчивой гибкости линзы, увеличьте толщину линзы.

Проблемы со зрением

- Пузырьки воздуха под линзой (измените посадку линзы или технику вставления линзы) или проблемы смачиваемости (очистка) - распространенные причины.
- Гибкость линзы приводит к сморщиванию линз (увеличьте толщину линзы в центре).



Линза вверху (фото слева) наполовину припечатана к глазу, пациент чувствует себя комфортно в течение 16 часов ношения линзы в день: во время ношения линзы не видно никакого выбеливания. После снятия линзы виден отпечаток в виде кольца, без конъюнктивальной инъекции (фото справа).



Склеральные линзы наполовину припечатаны к глазу. Часто они «оседают» в конъюнктиве склеры и оставляют отпечаток в виде кольца, который будет заметен после снятия линз. Это не имеет никаких последствий, поскольку нет выбеливания сосудов.

Значительное выбеливание и лимбальная гиперемия указывают на то, что линза плотно припечатана к глазу и непригодна для ношения. Линза на картинке слева полностью припечатана, что вызывает значительное раздражение, как на картинке справа. Линза непригодна к ношению более, чем на несколько часов. Уплощение области посадочной зоны ослабит посадку и вернет пациенту полноценное время ношения.

Грег Де Найер

Литература

Barr JT, Schechtman KB, Fink BA, Pierce GE, Pensyl CD, Zadnik K, Gordon MO, the CLEK Study Group (1999) Corneal scarring in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) study: baseline prevalence and repeatability of detection. *Cornea*; 18, 34–46

Bartels MC (2010) personal communication; Deventer Ziekenhuis

Bennett ES, Barr JT, Szczotka-Flynn LB (2009) Keratoconus. In: Clinical Manual of Contact Lenses. Bennett and Henry, Wolters Kluwer. Chapter 18, 468–507

Bleshoy H, Pullum KW (1988) Corneal response to gas-permeable impression scleral lenses. *Journal of the British Contact Lens Association*; 2, 31–34

Bokern S, Hoppe M, Bandlitz S (2007) Genauigkeit und wiederholbarkeit bei der klassifizierung des corneo-skleral profils. *Die Kontaktlinse*; 7–8, 26–8

Borderie VM, Touzeau O, Allouch C, Boutboul S, Laroche L (2009) Predicted long-term outcome of corneal transplantation. *Ophthalmology*; 116, 2354–60

De Brabander J (2002) With an eye on contact lenses — technological advancements in medical and optical applications. PhD thesis; University of Maastricht, the Netherlands

DeNaeyer G, Breece R (2009) Fitting Techniques for a Scleral Lens Design. *Contact Lens Spectrum*; 1, 34–37

DeNaeyer G (2010) Modern scleral contact lens fitting. *Contact Lens Spectrum*; 6, 20–5

DePaolis M, Shovlin J, DeKinder JO, Sintd C (2009) Postsurgical contact Lens fitting. In: Clinical Manual of Contact Lenses. Bennett and Henry, Wolters Kluwer. Chapter 19, 508–41

Doughty MJ, Zaman ML (2000) Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review and meta-analysis approach. *Survey of Ophthalmology*; 5, 367–408

Douthwaite WA (2006) The contact lens. In: Contact Lens Optics and Lens Design. Elsevier. Chapter 2, 27–5

Duke-Elder S (1961) System of Ophthalmology. The anatomy of the visual system, Henry Kimpton.

Eggink FAGJ, Nuijts RMMA (2007) Revival of the scleral contact lens. *Cataract & Refractive Surgery Today Europe*; 9, 56–7

Ezekiel D (1983) Gas permeable haptic lenses. *Journal of the British Contact Lens Association*; 6, 158–61

Gemoules G (2008) A novel method of fitting scleral lenses using high resolution optical coherence tomography. *Eye & Contact Lens*; 3, 80–83

Graf T (2010) Limbal and anterior scleral shape. Thesis; Faculty of Optik und Mechatronik HTW Aalen, Germany

Gungor I, Schor K, Rosenthal P, Jacobs DS (2008) The Boston scleral lens in the treatment of pediatric patients. *Journal of AAPOS*; 3, 263–7

Hussoin T, Carrasquillo KG, Johns L, Rosenthal P, Jacobs DS (2009) The effect of scleral lens eccentricity on vision in patients for corneal ectasia. ARVO poster; 6349

IACLE - International Association of Contact Lens Educators (2006) contact lens course; module 1 (anterior segment of the eye) and module 9 (special topics)

Jacobs DS (2008) Update on scleral lenses. *Current Opinion in Ophthalmology*; 19, 298–301

Jedlicka J (2008) Beyond the limbus: corneoscleral lenses in today's contact lens practice. *Review of Cornea & Contact Lenses*; 4, 14–21

Jedlicka J, Awad O (2010a) Differences in deep lamellar keratoplasties. *Review of Cornea & Contact Lenses – online*; posted 6/17/10

Jedlicka J, Johns LK, Byrnes SP (2010b) Scleral contact lens fitting guide. *Contact Lens Spectrum*; 10, 30–36

Ko L, Maurice D, Ruben M (1970) Fluid exchange under scleral contact lenses in relation to wearing time. *British Journal of Ophthalmology*; 7, 486–89

Kok JHC, Visser R (1992) Treatment of ocular surface disorders and dry eyes with high gas-permeable scleral lenses. *Cornea*; 6, 518–522

Lim P, Jacobs DS, Rosenthal P (2009) Treatment of persistent corneal epithelial defects with the Boston ocular surface prosthesis and an antibiotic adjunct. ARVO poster; 6530

Legerton JA (2010) It's Time to Rethink Mini-Scleral Lenses. *Review of Cornea & Contact Lenses – online*; posted: 4/16/10

Meier D (1992) Das cornea-skleral-profil – ein kriterium individueller kontaktlinsenanpassung. *Die Kontaktlinse*; 10, 4–11

Millis EAW (2005) Scleral and prosthetic lenses. In: Medical contact lens practice. Elsevier. Chapter 12, 121–128

National Keratoconus Foundation (2010); www.nkcf.org

Otten H (2010) True Colors – a case report. I-site newsletter; Edition 6, posted 6/14/10

Pickles V (2008) Super-size it! Making a difference with scleral lenses. *Boston Update*; Nov, 1–6

Pullum K (1997) A study of 530 patients referred for rigid gas permeable scleral contact lens assessment. *Cornea*; 6, 612–622

Pullum K (2005) Scleral lenses. In: Clinical Contact Lens Practice. Philadelphia, USA: Lippincott, Williams and Wilson. Chapter 15, 629–48

Pullum KW (2007) Scleral contact lenses. In: Contact Lenses. Phillips and Speedwell, Elsevier. Chapter 15, 333–353

Rosenthal P, Cotter JM, Baum J (2000) Treatment of persistent corneal epithelial defect with extended wear of a fluid-ventilated gas-permeable scleral contact lens. *American Journal of Ophthalmology*; 1, 33–41

Rosenthal P, Cotter J (2003) The Boston scleral lens in the management of severe ocular surface disease. *Ophthalmology Clinics of North America*; 16, 89–93

- Rosenthal P, Baran I, Jacobs DS (2009a). Corneal pain without stain: is it real? *The Ocular Surface*; 1, 28–40
- Rosenthal P (2009b). Evolution of an ocular surface prosthesis. *Contact Lens Spectrum*; 12, 32–38
- Rott-Muff D, Keller U, Hausler M, Spinell M (2001) Das cornea-skleral-profil und seine auswirkungen auf die form von weichlinsen. *Die Kontaktlinse*; 5, 26–34
- Segal O, Barkana Y, Hourovitz D, Behrman S, Kamun Y, Avni I, Zadok D.. Scleral lenses (2003) Scleral contact lenses may help where other modalities fail. *Cornea*; 4, 612–622
- Sindt CW (2008) Basic scleral lens fitting and design. *Contact Lens Spectrum*; 10, 32–36
- Sindt CW (2010a) Scleral lens complications slideshow; www.sclerallens.org/resources
- Sindt CW (2010b) Buffered Saline. Forum at www.sclerallens.org/buffered-saline. Posted 04/19/10
- Smiddy WE, Hamburg TR, Kracher GP, Stark WJ (1988) Keratoconus – contact lens or keratoplasty? *Ophthalmology*; 95, 487–92
- Tan DTH, Pullum KW, Buckley RJ (1995a) Medical application of scleral lenses: 1. A retrospective analysis of 343 cases. *Cornea*; 2, 121–29
- Tan DTH, Pullum KW, Buckley RJ (1995b) Medical application of scleral lenses: 1. Gas permeable applications of scleral contact lenses. *Cornea*; 2, 130–137
- Taylor-West S (2009) Lens file: SoClear. *The Optician*; Nov 6, 32–3
- Van der Worp E, De Brabander J, Jongsma F. Corneal topography (2009) In: Clinical Manual of Contact Lenses. Bennett and Henry, Wolters Kluwer. Chapter 3, 48–78
- Van der Worp E (2010a) New technology in contact lens practice. *Contact Lens Spectrum*; 2, 22–29
- Van der Worp E, Graf T, Caroline P (2010b) Exploring beyond the corneal borders. *Contact Lens Spectrum*; 6, 26–32
- Visser ES (1997) Advanced contact lens fitting part five: the scleral contact lens: clinical indications. *The Optician*; Dec 5, 15–20
- Visser ES, Visser R, Van Lier HJ (2006) Advantages of toric scleral lenses. *Optometry & Vision Science*; 4, 233–6
- Visser ES, Visser R, Van Lier HJ, Otten HM (2007a) Modern Scleral Lenses Part I: Clinical Features. *Eye & Contact Lens*; 1, 13–6
- Visser ES, Visser R, Van Lier HJ, Otten HM (2007b) Modern Scleral Lenses Part II: Patient Satisfaction. *Eye & Contact Lens*; 1, 21–5
- Yoon G, Johns L, Tomashevskaya O, Jacobs DS, Rosenthal P (2010) Visual benefit of correcting higher order aberrations in keratoconus with customized scleral lenses. ARVO poster; 3432

