

Коррекция кератоконуса ЖГП контактными линзами

Мы продолжаем публикацию серии материалов из Руководства по коррекции кератоконуса с помощью ЖГП линз, подготовленного специалистами Центра Исследований Контактных Линз (Канада). Руководство предоставлено компанией Polymer Technology, являющейся одним из мировых лидеров по производству материалов для этого типа линз. Данное Руководство призвано помочь врачам правильно подбирать дизайн ЖГП линз. Начало публикации (“Введение” и “Классификация кератоконуса”) было напечатано в “Вестник оптометрии”, №7, 2011.

3. Диагноз и признаки

История и симптомы

Обычно кератоконус у пациента диагностируют в юности или до тридцати - тридцати пяти лет. Типичные симптомы — нечеткость или размытость изображения, особенно при плохом освещении (например, во время вождения или при просмотре телевизора в темной комнате).

Симптомы и признаки кератоконуса:

- заметное или значительное снижение остроты зрения в очках при высокой и низкой контрастности, как при зрении вблизи, так и вдаль
- изменение остроты зрения, начиная с пубертатного периода и до достижения пациентом 30-40 лет (но и более позднее развитие болезни также возможно)
- монокулярная диплопия и появление ложных изображений
- аномальная контрастная чувствительность
- симптомы сухого глаза и раздражения глаз
- частое потирание глаза в анамнезе
- атопические болезни в анамнезе
- системные заболевания в анамнезе, которые могут быть связаны с кератоконусом

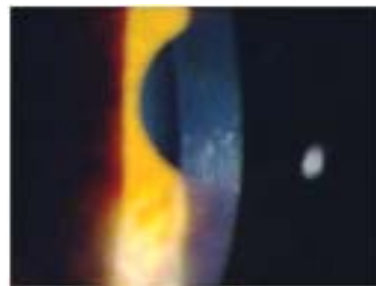


Рисунок 9. Стрии Фогта

Биомикроскопия с помощью щелевой лампы

Биомикроскопические признаки, указывающие на заболевание:

- проминирующие нервы роговицы
- стрии Фогта, линии напряжения в задней части стромы или на десцеметовой мембране, исчезающие при точечном надавливании на глазное яблоко (рис.9)
- кольцо Флейшера (кольцевидное отложение железа в эпителиальном слое), возникающее на стыке

КОНТАКТНАЯ КОРРЕКЦИЯ

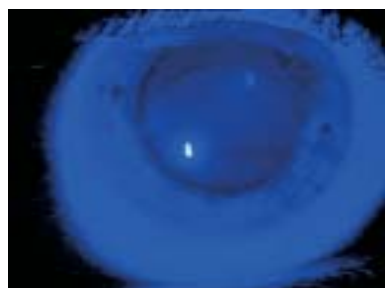


Рисунок 10. Кольцо Флейшера



Рисунок 12. Симптом Мансона



Рисунок 11. Рубцевание роговицы



Рисунок 13. Гидропс роговицы

истончения и более толстой незатронутой области роговицы (рис.10)

- верхнее эпителиальное и субэпителиальное рубцевание роговицы (рис.11)
- выпячивание нижнего века при взгляде вниз (симптом Мансона) (рис.12)
- гидропс роговицы (в поздней стадии), полное нарушение функции эндотелия, вызванное острым отеком эпителия роговицы, с рубцеванием стромы (рис.13)

Офтальмоскопия и ретиноскопия

Следующие симптомы могут появляться в начале прогрессирования заболевания и помогут при

ранней диагностике кератоконуса:

- визуализация конуса в красном рефлексе в области зрачка (симптом масляной капли Шарло/*Charleaux's oil droplet sign*)
- нерегулярный или разорванный скиаскопический рефлекс
- изменение положения оси цилиндра, определенного при начальной коррекции астигматизма, и в дальнейшем изменение силы цилиндра
- миопия или нерегулярный астигматизм (обычно прямого типа или с косыми осями)
- тенденция к гиперметропии и астигматизму обратного типа при пеллюцидной краевой дегенерации (PMD).

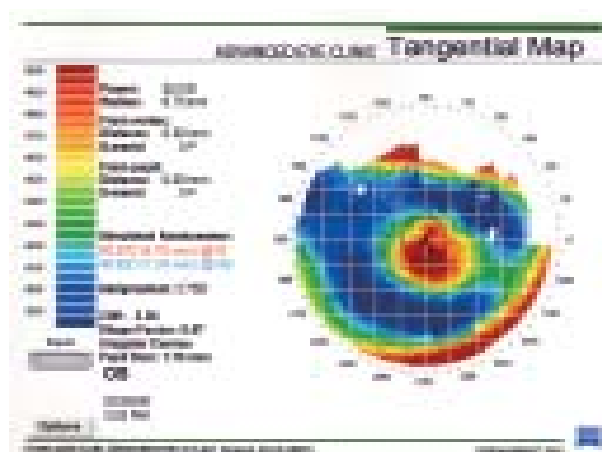


Рисунок 14а. Ранний центральный конус, топографическая карта

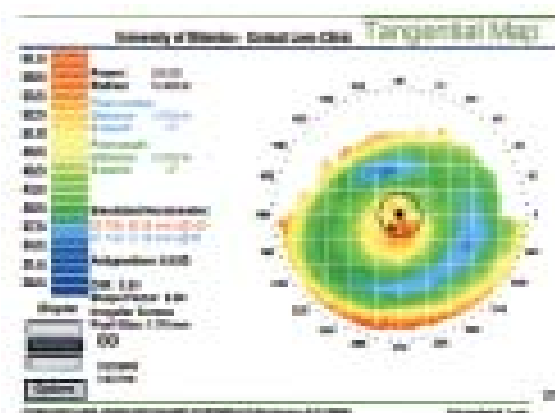


Рисунок 14 б. Развитый центральный конус, топографическая карта

КОНТАКТНАЯ КОРРЕКЦИЯ

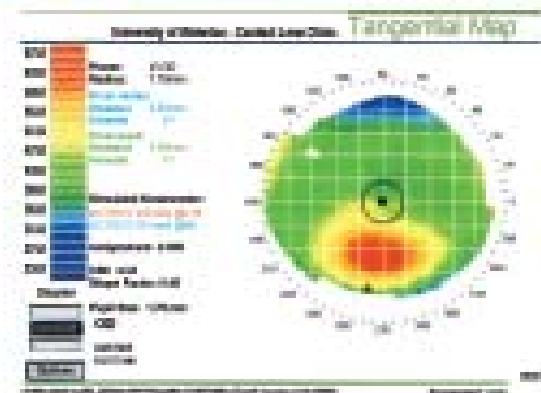


Рисунок 15а. Ранний овальный конус, топографическая карта

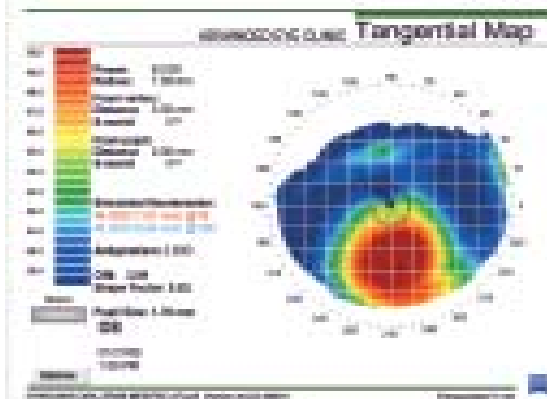


Рисунок 15b. Умеренный овальный конус, топографическая карта

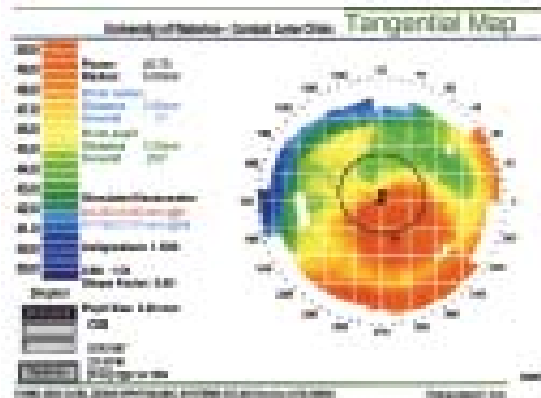


Рисунок 15с. Развитый овальный конус, топографическая карта

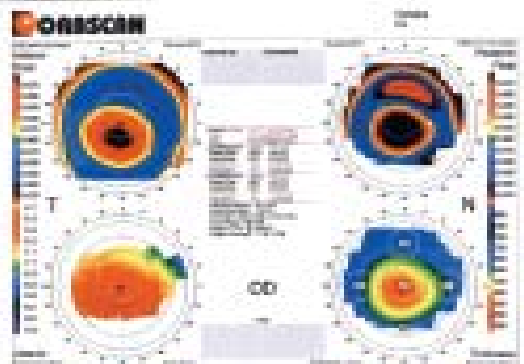


Рисунок 16. Конус, имеющий форму шара, топографическая карта

Топография, кератометрия и пахиметрия

Определение типа конуса и размера с помощью видео-кератоскопии (ВКЕ)

Сосцевидный или центральный конус – небольшая парацентральная аномалия, обычно меньше 5 мм в диаметре. По мере прогрессирования конус становится круче и меньше, как это можно увидеть на кератоподграммах на рис. 14а и 14б.

Овальный (в горизонтальном меридиане) конус, центр вершины смещен относительно зрительной оси в нижний, обычно темпоральный (височный), квадрант, и диаметр основания конуса составляет примерно 5-6 мм. В процессе прогрессирования конус все больше удаляется от центра и увеличивается в диаметре, становясь круче (рис. 15а, 15b и 15с).

Шаровидный конус – самый большой из всех трех типов конусов, часто он занимает три четверти поверхности роговицы (рис. 16).

Прогрессирование конуса

По мере прогрессирования центрального или сосцевидного конуса его вершина и центральная часть истончаются, приводя к большему искажению кератометрических меток и неортогональному астигматизму прямого типа или с косыми осями. В обоих случаях наблюдается интерокулярная асимметрия (рис. 15а, 15b и 15с). В случае пеллюцидной краевой дегенерации (PMD) конус истончается в нижней части и провисает в нижней части лимба, вызывая неортогональный астигматизм обратного типа (рис. 7а).

Рефракция и зрение

Миопия и астигматизм усиливаются с прогрессированием как центрального, так и овального конусов: от -1,00 D до -10,00 D и выше (сила сферы и цилиндра); при этом уменьшается возможность добиться приемлемой остроты зрения с коррекцией очками.

Сообщалось также об увеличении астигматизма обратного типа до -20,00 D при пеллюцидной краевой дегенерации (PMD) из-за выраженного «укручения» в нижней части. У пациента усиливается гиперметропия из-за более сильного уплощения роговицы над областью зрачка. Приемлемая острота зрения в очках в условиях высокой и низкой контрастности также уменьшается с прогрессированием кератоконуса: обычно от 0,8 до 0,25 и ниже.

Дифференциальная диагностика

Важно дифференцировать тип конуса и состояние (т.е. центральный или овальный кератоконус, или пеллюцидная краевая дегенерация), чтобы правильно поставить диагноз пациенту относительно дальнейшего развития заболевания и определить тип лечения: хирургический или нехирургический.

Для более эффективного подбора контактных линз (включая параметры и дизайн линзы) необходимо определить тип и размер конуса.

Этиология и генетика

Причины возникновения кератоконуса остаются до сих пор неизвестными. Многие факторы могут быть связаны с кератоконусом, включая:

- трение глаз руками
- ношение контактных линз
- аллергия и/или атопические заболевания
- синдром Дауна
- патология соединительной ткани
- наследственность

Rabinowitz (1998) установил, что пациенты с кератоконусом чаще трут глаза: 80% по сравнению с 58% в нормальной популяции. В том же исследовании сообщалось, что у 44% пациентов с кератоконусом были аллергические заболевания, в нормальной популяции – у 36%. Также у 15% пациентов с кератоконусом и у 12% в нормальной популяции были проблемы с подвижностью суставов. У 10% населения с кератоконусом это заболевание было у одного или нескольких членов семьи, только у 0,5% в нормальной популяции.

Сообщалось, что с кератоконусом связано девять различных хромосом, и многие признаки указывают также, что причины могут быть генетическими:

- билатеральность (в 96% случаев)
- топографические карты роговицы (полученные с помощью видеокератоскопии)
- наследственность (10-23%)
- исследования близнецов – совпадения у однояйцевых близнецов имеют генетический характер
- сегрегационный анализ (индекс сегрегации = доле исследуемых в группе близких родственников, которая в среднем будет выражать заболевание)
- исследования генетических связей и проявлений

Ген лизил оксидазы (LOX) играет роль в образовании поперечных сшивок коллагеном, и его мутации могут играть роль в развитии кератоконуса. Исследование экспрессии гена привело к открытию супрессии Aquaporin 5 (гена, отвечающего за транспорт воды и играющего роль в заживлении ран) в эпителии роговицы у пациентов с кератоконусом. Это был первый молекулярный дефект, установленный при кератоконусе.

С другой стороны, некоторые исследования указывают, что за развитие болезни могут быть ответственны факторы окружающей среды.

Kenney с соавт. (IOVS 2005) показали, что окислительный стресс роговицы приводит к истончению роговицы. Этот стресс ведет к увеличению апоптозов и механической нестабильности. Активация ферментов деградации также ведет к неправильной регуляции восстановительного процесса, приводящей к чрезмерному воспалению и помутнению стромы. Еще одно доказательство этого выявлено в исследованиях эктазии роговицы после LASIK, проведенных Dupps, Randlema, Binder, Rabinowich и Tabbara. Хирургическая операция сама по себе становится источником окислительного стресса роговицы, вызывающего накопление аномальных антиоксидантов (пероксида, перекиси водорода и окиси азота), приводя к неправильному функционированию клеток и истончению роговицы.

КОНТАКТНАЯ КОРРЕКЦИЯ

Обсуждаются также и другие взгляды на этиологию кератоконуса: является ли он дефектом эпителиального (эктодермального) слоя или дефектом стромы роговицы (мезенхимального или коллагенового слоя). Локализован ли дефект в базальном слое эпителия, и только после этого появляются повреждения стромы, или наоборот, он появляется, когда уже повреждены оба слоя роговицы.

Более вероятно, что в развитии кератоконуса принимает участие несколько генов, взаимодействие которых в сочетании с многочисленными механическими факторами в конечном итоге запускает механизм развития болезни.

Приложение В

Хирургическая коррекция кератоконуса

Сквозная кератопластика (по всей толщине)

Это наиболее часто выполняемая операция при кератоконусе (у 26% пациентов). От 80% до 90% таких операций проходят успешно. Техника операции состоит в удалении 8 мм лоскута (всех слоев роговицы) и трансплантации донорского 8,25 мм лоскута. Операция выполняется с использованием техники двойного непрерывного шва, включая от 4 до 8

прерывающихся швов (рис.1). Спустя 1,5 - 6 месяцев пациенту подбирают контактные линзы для коррекции правильного астигматизма, который обычно возникает после этой операции. Отторжение трансплантата происходит в 18% случаях, главным образом из-за неоваскуляризации роговицы пациента до операции (рис.2)

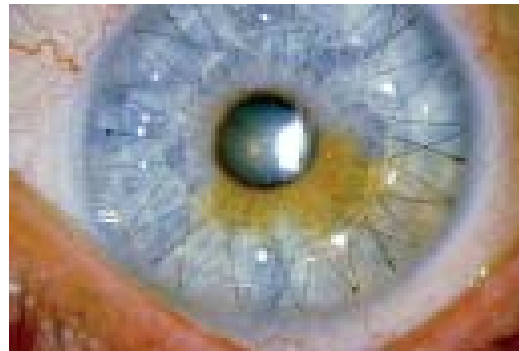


Рисунок 1. Швы при сквозной кератопластике

Ламеллярная кератопластика (послойная)

Глубокая ламеллярная кератопластика

Это операция (РКР, при которой удаляется более 90% эпителия роговицы и стромы пациента (ламеллярная диссекция), которая заменяется донорской роговицей полной толщины с удаленной десцеметовой мембраной. Эта операция не приводит к потере клеток эндотелия и, следовательно, к отторжению эндотелия. Она также способствует структурной целостности, снижает астигматизм и позволяет раньше снять швы. К сожалению, более толстая роговица вызывает постериорное выпячивание и помутнение, что в результате приводит к снижению остроты зрения с наилучшей коррекцией.

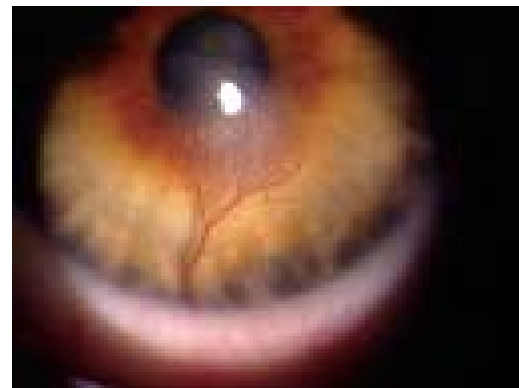


Рисунок 2. Неоваскуляризация и кератоконус

Ламеллярная кератопластика с лоскутами разной толщины

Цель данной операции — восстановить нормальную толщину роговицы. Роговицу пациента уменьшают до 200 микрон и донорскую до 400 микрон, а затем выполняется та же процедура, как и при глубокой ламеллярной кератопластике. Результаты лучше, чем при глубокой ламеллярной кератопластике в случаях, которые были опубликованы, и авторы считают, что эта операция может быть разумной альтернативой сквозной кератопластике в некоторых случаях (Tan et al., 2006).

Интраламеллярная кератопластика

Микрокератом используется для того, чтобы вырезать лоскут на роговице пациента размером 9 мм, а часть донорской роговицы вырезается с помощью трепана размером 7,0-7,5 мм. Донорская ткань подшивается на строму пациента. Эта операция была описана как вживление интраламеллярной ткани. Спустя шесть месяцев выполняется PRK или LASIK для коррекции остаточного астигматизма.

Другой метод состоит в создании с помощью лазера Intralase ламеллярного кармана на роговице пациента размером 10 мм. В стромальный «карман» вставляется донорская ткань размером 9 мм и толщиной 200-300

КОНТАКТНАЯ КОРРЕКЦИЯ

мкм. К сожалению, эта процедура приводит к засорению границы раздела остатками тканей, отеку средней ступени и увеличению толщины роговицы на 100 - 200 мкм.

Имплантация интрастромальных колец (INTACS)

Интрастромальные кольца представляют собой точно выточенные из полиметилметакрилата (PMMA) дуги размером 150° (рис.3). С помощью лазера создают тоннели, в которые вставляются INTACS. Нижняя дуга более толстая (0,45 мм толщина и радиус кривизны 8,1 мм), чтобы создать «лифт», а верхняя более тонкая (0,25 мм толщиной и радиус 6,8 мм), чтобы сделать роговицу более плоской.

Имплантация INTACS наиболее успешна:

- при раннем и умеренном кератоконусе, когда конус смещен книзу (как при пеллюцидной краевой дегенерации (PMD))
- при показаниях кератометрии меньше 54,00 D (6,25 мм), сферический эквивалент меньше -5,00 D
- если кольца внедряются в самом крутом меридиане
- если имеется лишь минимальное рубцевание по направлению зрительной оси

Интрастромальные кольца могут быть заменены или удалены; эта процедура менее инвазивная, чем кератопластика; рассчитанное заранее уплощение роговицы может улучшить зрение без коррекции. Недостаток метода состоит в том, что если *in situ* присутствует остаточная дисторсия роговицы и/или некорректируемая ошибка рефракции, то подбор контактных линз будет затруднен.



Рисунок 3. INTACS, белый свет

Кросслинкинг

Процедура кросслинкинга роговичного коллагена с использованием 0,1% рибофлавина и 20% декстрана Т 500 сегодня применяется для лечения прогрессирующего кератоконуса. Процедура проводится для усиления жесткости или механической прочности коллагена стромы роговицы путем фотополимеризации стромальных волокон, используя для этого фоточувствительную субстанцию (СЗ-Р) и ультрафиолетовый свет. Операцию проводят на ранних стадиях кератоконуса, и она длится приблизительно 1 час.

Удаляется эпителий роговицы в зоне диаметром 9 мм, затем инстиллируется раствор рибофлавина за пять минут до начала облучения УФ-А и после начала облучения каждые 5 минут в течение 30 минут. На роговицу (в зоне диаметром 7 мм) воздействуют ультрафиолетовым светом в течение 30 минут. По окончании облучения пациенту закапывают антибактериальные капли и надевают бандажные контактные линзы, чтобы защитить поверхность роговицы до полного восстановления эпителия роговицы.

Хотя это лечение считается долговременным, было отмечено, что укрепляющий эффект со временем может снижаться и может потребоваться повторное лечение. Большое число исследований, проведенных на глазах свиней и кроликов, показало, что эффект от кросслинкинга не распределяется однородно по всей глубине роговицы и что эффект укрепления максимален в верхних слоях роговицы на толщине 200-300 микрон из-за высокого уровня поглощения УФ в этих верхних слоях. Отдаленные результаты применения методика на глазах человека обнадеживают, хотя из 50-60% прооперированных пациентов, у которых наблюдалось улучшение остроты зрения более чем на 1 строчку, только 20-29% пациентов сохранили достигнутый уровень зрения в течение более чем 3-х лет. С помощью конфокального микроскопа было показано, что требуется от трех до шести месяцев для исчезновения отека стромы и восстановления стромальных кератоцитов. На глубокие слои стромы роговицы, лежащие ниже 350 мкм, метод не воздействует, и плотность эндотелия и морфология остаются неизменными. Роговицы животных, толщина которых была менее 400 мкм, показали эндотелиальную цитотоксичность при сочетании УФ-А излучения и агента, который применяется для кросслинкинга, что указывает на то, что при тонких роговицах данная операция не принесет успеха.

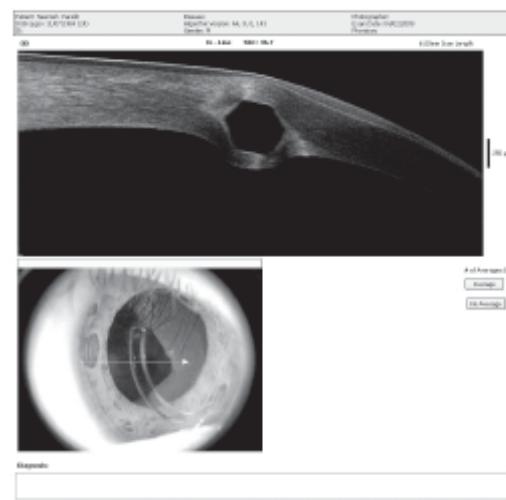


Рисунок 4. Изображение поперечного сечения интрастромальных колец

Приложение С

Диагностика кератоконуса с помощью кератопографа Orbscan II

Orbscan II – это прибор, использующий компьютерный анализ изображения оптической сканирующей щели для получения 3-х мерного изображения роговицы. Прибор определяет радиус сферы, которая наилучшим образом описывает поверхность роговицы в средне-периферической зоне (так называемой best fit sphere, BFS), и описывает отклонение поверхности роговицы от этой сферы (элевацию) в микронах или миллиметрах. На основе анализа полученных карт элевации получают характеристики, позволяющие судить о состоянии роговицы.

Значения, свидетельствующие об отклонениях от нормы:

- наименьшая толщина роговицы <470 мкм
- разница в толщине в центральной зоне (7 мм) и в точке наименьшей толщины >100 мкм
- точка наименьшей толщины удалена от центра карты более чем на 2,5 мм
- максимальное значение оптической силы (в центральной зоне 7 мм) >45,50 D (7,42 мм)
- асимметричный/неправильный вид галстука-бабочки на тангенциальной карте передней поверхности роговицы
- разница в осевой оптической силе передней поверхности в центральной зоне 3 мм >3,00 D
- радиус BFS 55,00 D и выше (6,14 мм)
- максимальная элевация задней поверхности в центре 5 мм >50 мкм
- ассиметричный вид карты элевации передней и задней поверхности
- положение максимальной элевации передней поверхности соответствует (+/-1 мм) положению максимальной элевации задней поверхности или положению максимального тангенциального радиуса или положению точки минимальной пахиметрии
- нижнее/темпоральное положение точки максимальной элевации передней и задней поверхностей
- отношение радиусов (мм) BFS передней и задней поверхности >1,2

Исследования показали, что наилучшим индикатором начальной стадии кератоконуса является элевация центральной зоны задней поверхности роговицы больше чем на 40-50 мкм.

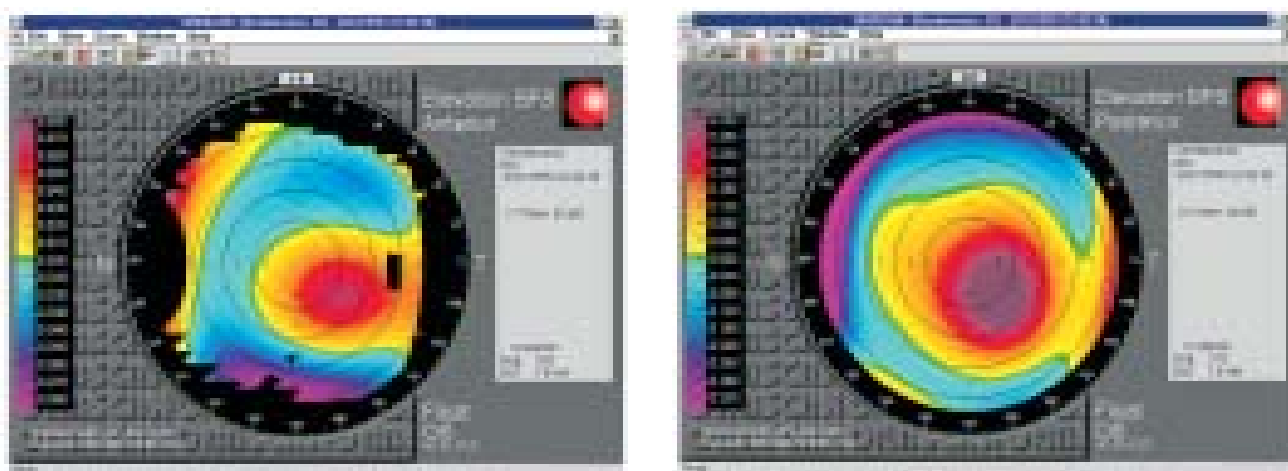


Рисунок 1. Элевационная карта с BFS, полученная с помощью Orbscan II