

# Кератотопография роговицы (топография роговицы).

Костерина В.А.

# Определение.

Кератотопография — это неинвазивный диагностический метод, направленный на определение преломляющей силы и радиуса роговицы, а также рефракции глаза. Анализ результатов исследования проводится специализированным программным обеспечением, после чего компьютер выдаёт распечатку в виде графика. Это — кератотопограмма.

Проведение диагностики не требует много времени и является незаменимым перед операцией по лазерной коррекции роговицы. Благодаря ей офтальмолог может максимально точно спланировать операцию и определить её объём



**Кератотопограф Pentacam (Oculus)**



Перед выполнением исследования пациенту необходимо снять очки или контактные линзы, женщинам удалить косметику с глаз. При выполнении кератотопографии пациент садится лицо к прибору, который бесконтактным способом оценивает состояние роговицы и обрабатывает полученную информацию с помощью компьютера. Результат предоставляется в виде цветовой топографической карты или цифровыми значениями.

# Показания и противопоказания к кератотопографии роговицы.

## Показания

Нарушения зрения, характерные для кератоконуса, характеризующегося истончением и выпуклостью роговицы, при которой развивается близорукость и астигматизм, а сама оболочка приобретает форму конуса;

Нарушения зрения, характерные для кератоглобуса, характеризующегося приобретением роговицей шаровидной формы;

Перед проведением лазерной коррекции роговицы с целью определения участков, которые подлежат исправлению, противопоказаний к проведению операции и объёма вмешательства;

Через три месяца, полгода и год после лазерной коррекции для оценки эффективности операции;

При нарушениях зрения, характерных для астигматизма.

## Противопоказания

Процедура не имеет противопоказаний со стороны глаз и может проводиться даже в том случае, если у пациента имеются офтальмологические заболевания различной природы. Однако, её не проводят если пациент пребывает в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, или — если он страдает от тяжёлых психических расстройств.

# Типы кератотопографических систем.

Основанные на принципе колец Пласидо.

Принцип заключается не в непосредственном измерении координат  $(x,y,z)$  определенной точки на поверхности роговицы, а в оценке изменения отражения кольца и расчете кривизны поверхности роговицы в аксиальном направлении. Отраженное изображение регистрируется с помощью специальной камеры, а затем обрабатывается компьютерной программой. Количество колец может варьироваться от 8 до 32. Точность метода высока, так как измерение показателей в зависимости от модели прибора осуществляется с 8-10 тысяч точек по всей поверхности роговицы. Для сравнения автокератометры проводят измерения только по 4 точкам центральной (диаметр 3-4 мм) части роговицы.

Недостатки:

- не может регистрировать показатели на небольшом участке центральной зоны роговицы, хотя он очень мал в некоторых моделях (обусловлено минимальным диаметром кольца устройства);
- критическую роль играет состояние слезной пленки, так как изображение зависит от отражения лучей от нее;
- данные при измерении асферической или нерегулярной поверхности менее точны

## Основанные на использовании сканирующей оптической щели.

Принцип схож со щелевой лампой. Используются два щелевых источника света, расположенных под углом  $45^\circ$  к исследуемой оси. Производится около 20-ти изображений в каждом направлении в течение приблизительно 1,5 секунд. Сканирование возможно в зоне роговицы диаметром до 10 мм и зависит от её формы.

Преимущества:

- измеряются все поверхности переднего отрезка глаза.

Недостатки:

- сравнительно длительное время сканирования (1,2-1,5с);
- недостаточная точность измерения задней поверхности роговицы;
- трудности в сопоставлении данных, полученных на разном оборудовании;
- более долгая процедура обследования, чем при стандартной методике, основанном на кольцах Пласидо.

## Компьютерный топограф Oculus Pentacam.

Работа основана на применении камеры Шеймпфлюга. Вращаясь, она делает 50 снимков менее чем за 2 секунды. Каждое изображение имеет 500 диагностических точек (всего - 25000) поверхности роговицы. В устройстве имеются 2 камеры: одна для обнаружения и измерения зрачка, другая – для визуализации переднего сегмента. Pentacam способен отображать топографию передней и задней поверхности роговицы, в том числе оценивать их кривизну, рисовать тангенциальную и аксиальную карты.

К его преимуществам относят:

- высокое разрешение измерений, включая центральную зону;
- возможность обследования роговицы с тяжелыми изменениями роговицы, такими, как кератоконус, не поддающийся диагностике устройствами, работающими на основе колец Пласидо;
- возможность оценки толщины роговицы от лимба до лимба;
- возможность выявления аберраций высших порядков.

Основанные на растровом фотографировании.

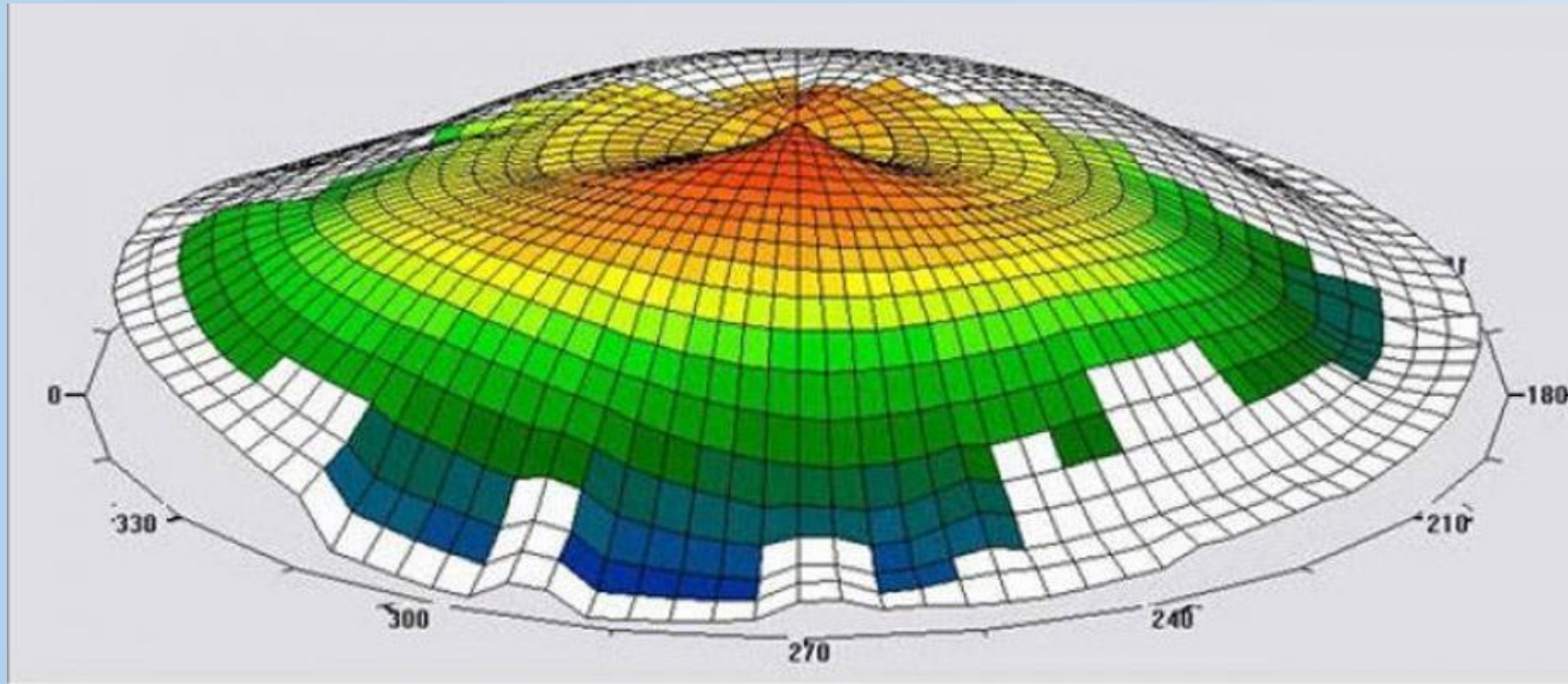
Устройство проецирует калиброванную сетку на переднюю поверхность роговицы и считывает её отражение под различными углами. Для окрашивания слезной пленки местно применяется флюоресцеин, а для освещения – кобальтовый источник света. Точность и воспроизводимость результатов - на уровне систем, основанных на кольцах Пласидо. Основное преимущество - не требует целостности эпителия роговицы.

Основанные на лазерной голографической интерферометрии.

В основе лежит явление световой волновой интерференции. Для измерения поверхности роговицы используются трехмерные изображения, которые могут по-разному отражаться от неё в зависимости от свойств этой поверхности.



# Компьютерная кератотопография: расшифровка результатов.

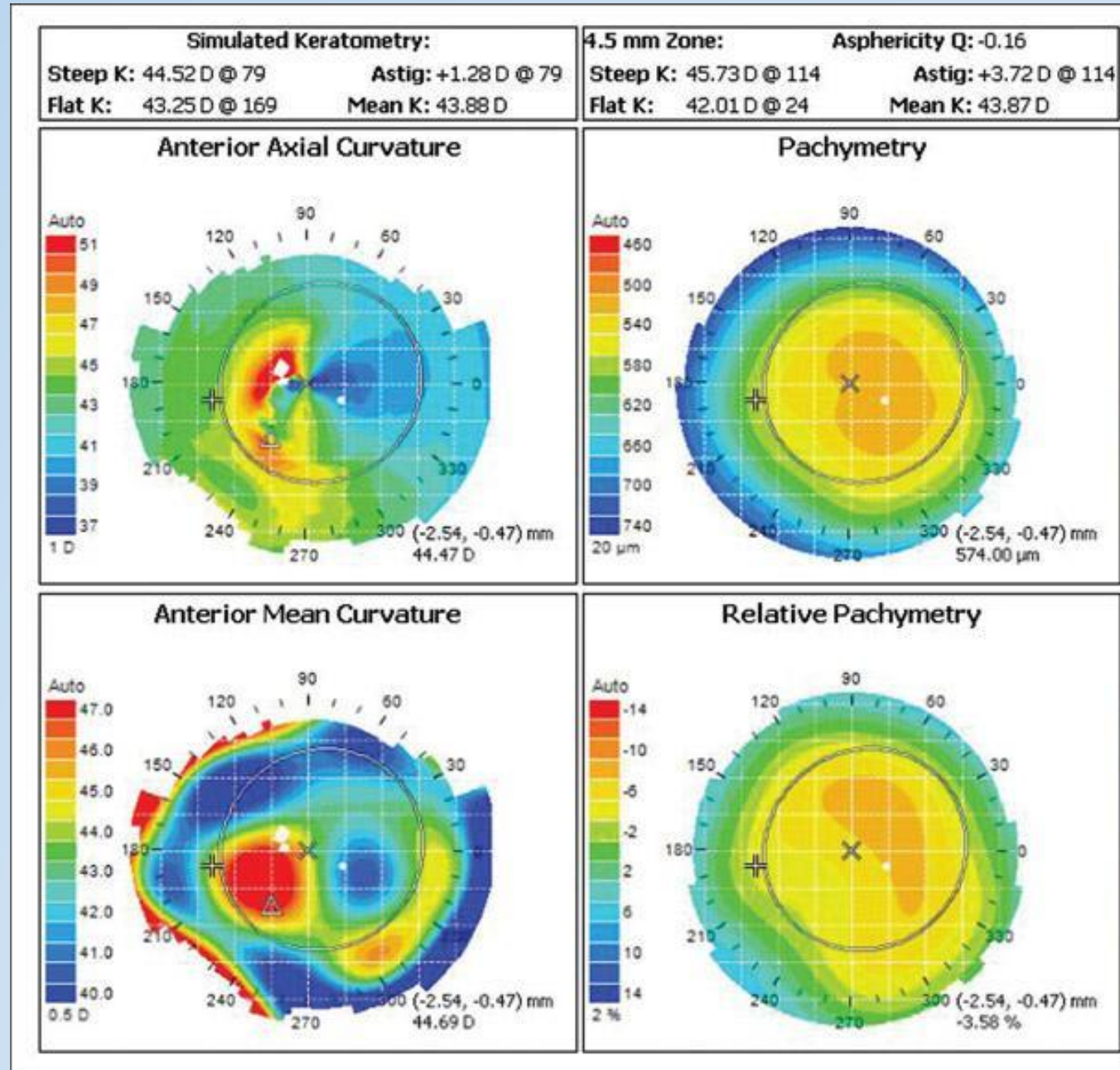


После того как компьютерная кератотопография была проведена, врач приступает к расшифровке результатов. На изображении он видит разные цвета, каждый из них отвечает за функциональное состояние исследуемого участка.

- фиолетово-голубой – роговица менее сильная;
- оранжево-красный – более сильная роговица.

Полученное изображение  
ПОМОЖЕТ ВЫЯВИТЬ:

- Меридианы самого выпуклого и самого плоского участка роговой оболочки;
- Кривизну роговицы;
- Неровности в целостной ее структуры;



Кератотопограмма бывает нескольких форм — овальной, круглой, а также в виде симметричной либо асимметричной бабочки.

Проведя исследование, офтальмолог начинает его трактовку при помощи специальной компьютерной программы, отображающей несколько показателей, для каждого из которых характерны свои параметры:

- SimK, или Simulated K — этот показатель определяет, насколько роговая оболочка искривлена по центру. Врач снимает показания не в одном, а в двух направлениях — в самом крутом и наиболее плоском меридианах.

- Index of asphericity, или индекс асферичности — данные, отображающие степень кривизны роговичного слоя в направлении периферии от центра. Если офтальмолог видит, что обследуемая поверхность вытянута, показатели прибора будут отрицательными, а в противном случае — положительными. Нормальной поверхность будет считаться, если она имеет более плоскую и слегка вытянутую форму в области периферии, а если приплюснутую — это будет означать присутствие патологических изменений.
- Другие коэффициенты описывают оптические характеристики роговицы и её однородность. Это индекс однородности роговицы (Corneal uniformity index), индекс регулярности поверхности роговицы (Surface regularity index). Преломляющая сила роговицы у здоровых лиц колеблется в диапазоне от 40,7 до 46,6Д. Она уплощается от центра к периферической зоне на 2-4Д, причём уплощение больше выражено со стороны носа, чем с височной стороны.

# Типы нормальной кератогаммы (в процентном соотношении различных типов):

1) Регулярной (правильной) формы:

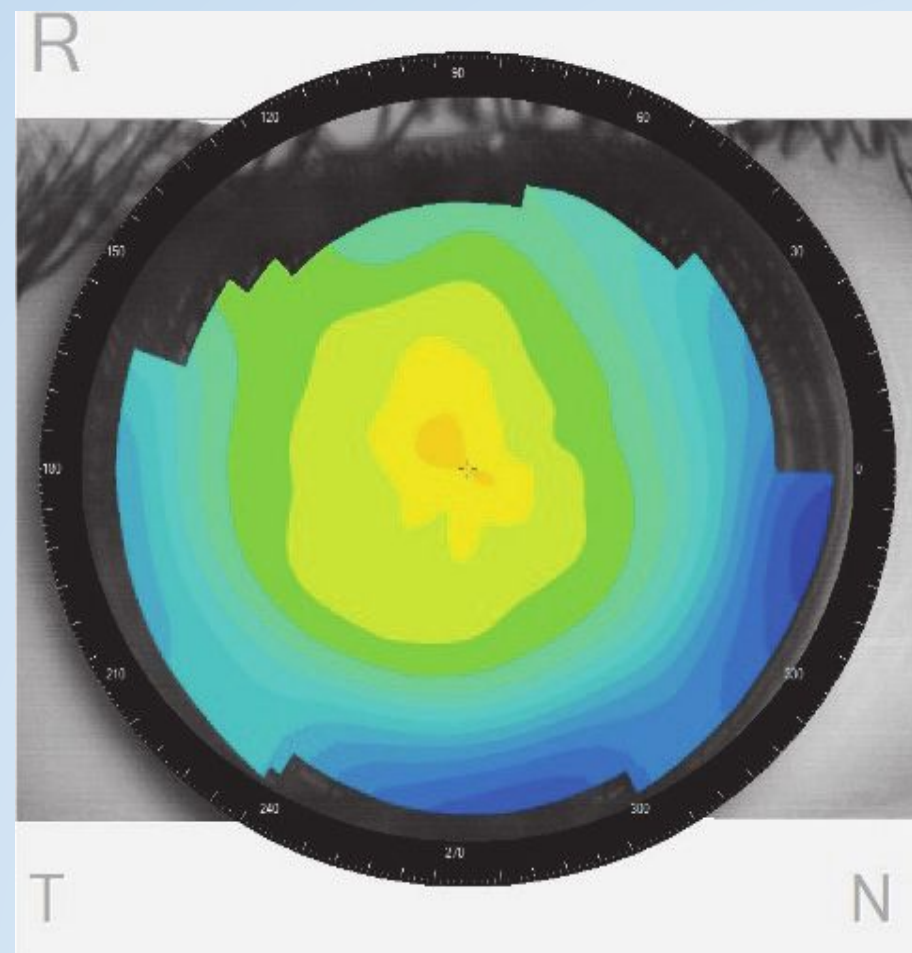
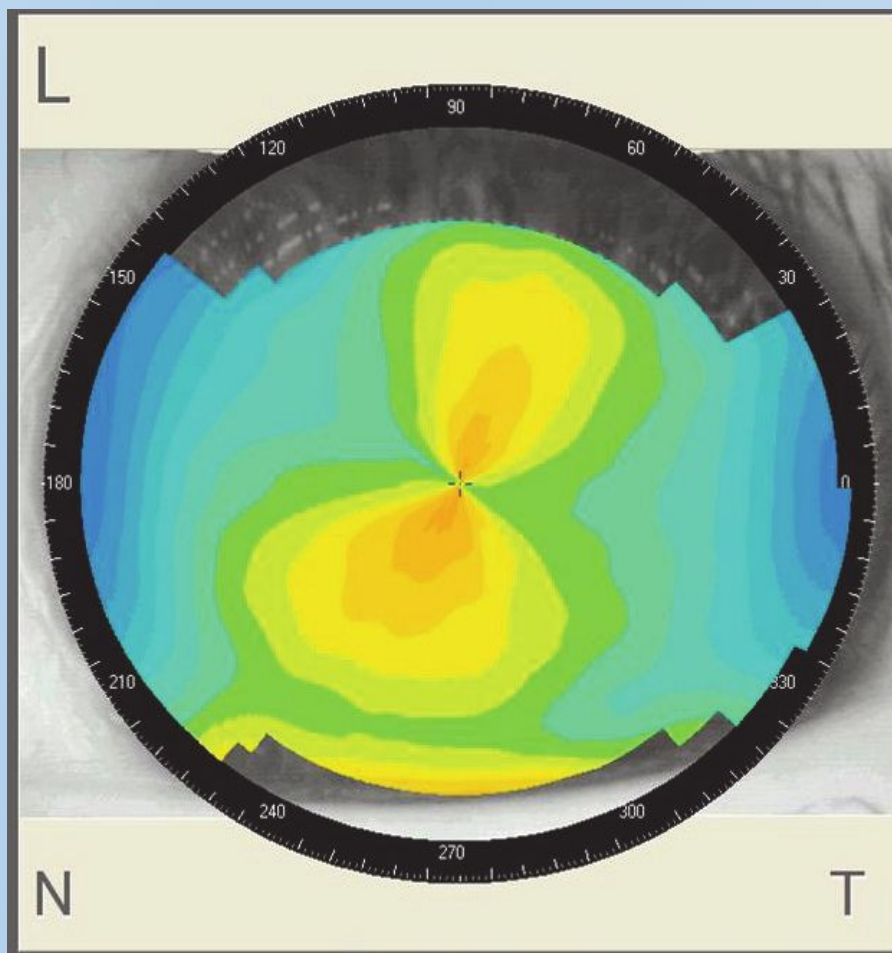
- Круглой – 23%;
- Овальной – 21%;

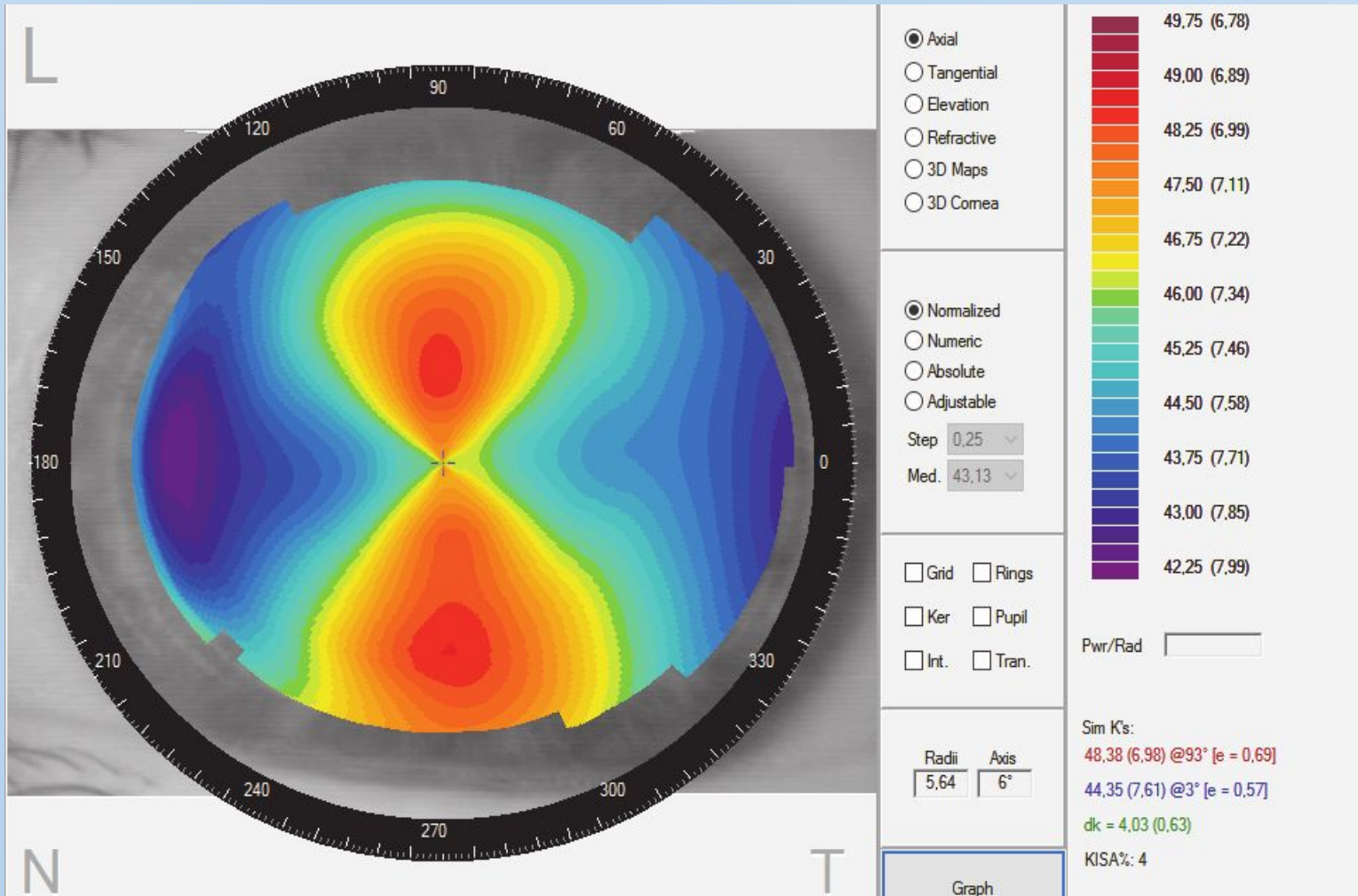
2) С астигматизмом:

- С наличием симметричной «бабочки», типичной при правильном астигматизме – 18%;
- С наличием ассиметричной «бабочки» - 32%;
- Нерегулярной (неправильной) формы – 7%.



**Наиболее распространенные типы кератотопограмм нормальных роговиц: симметричный галстук-бабочка (А) и круглая (Б).**





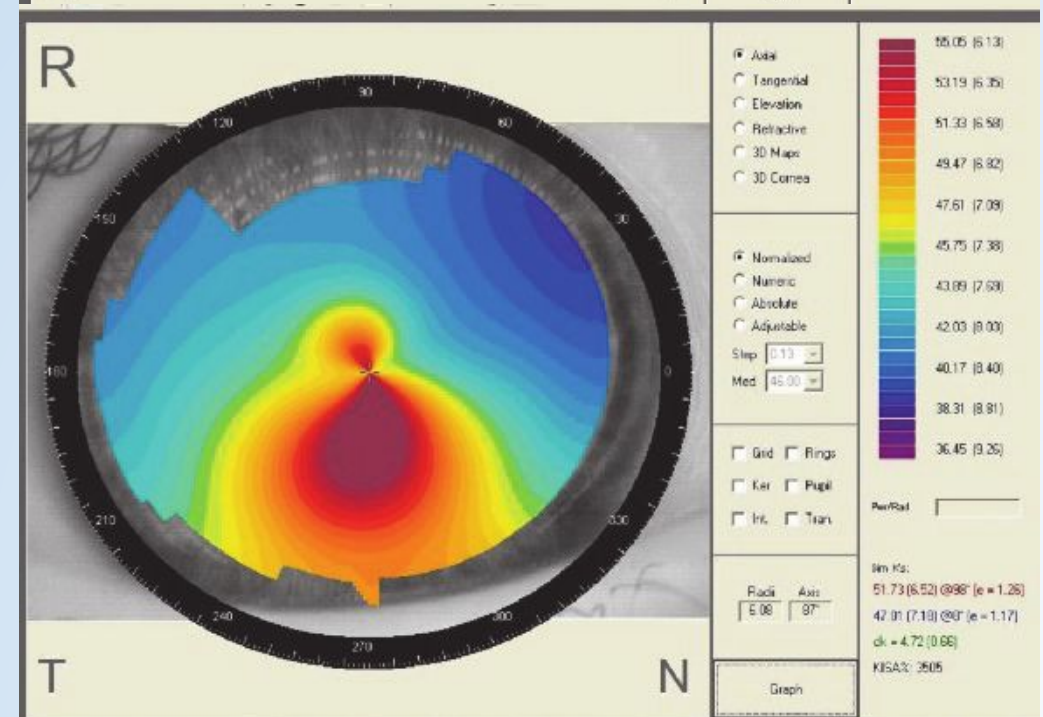
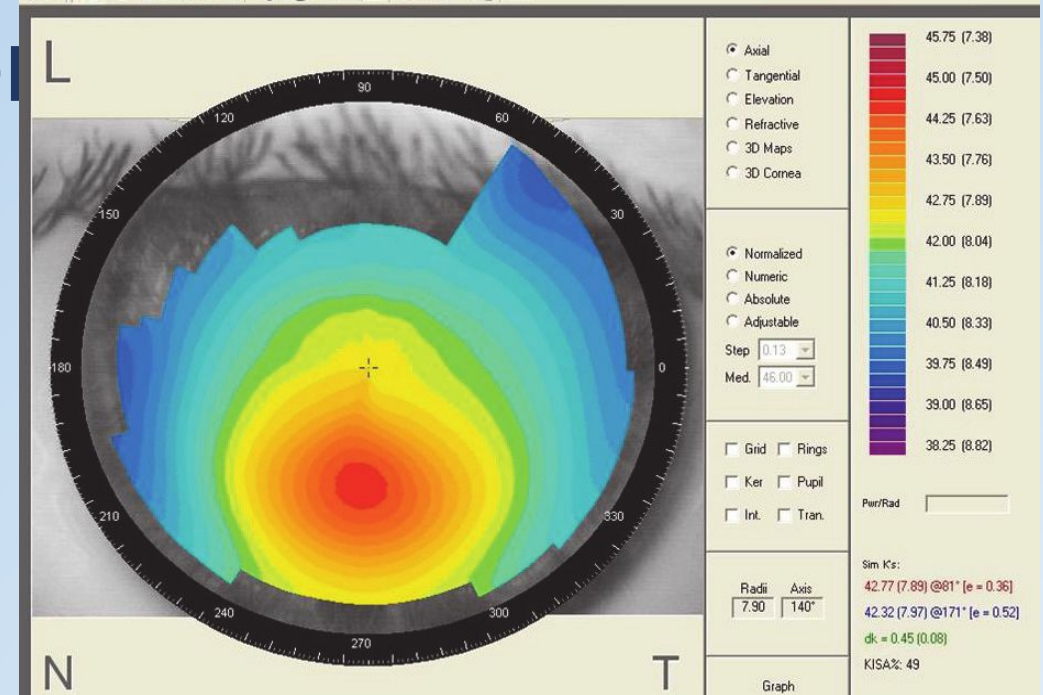
Характерный рисунок кератотопограммы в виде галстука-бабочки свидетельствует о наличии роговичного астигматизма. При определении тактики подбора ОКЛ необходимо дифференцировать апикальный и лимбо-лимбальный астигматизм.

# Топограммы при патологии

При первичном кератотопографическом обследовании можно выявить дистрофические заболевания роговицы

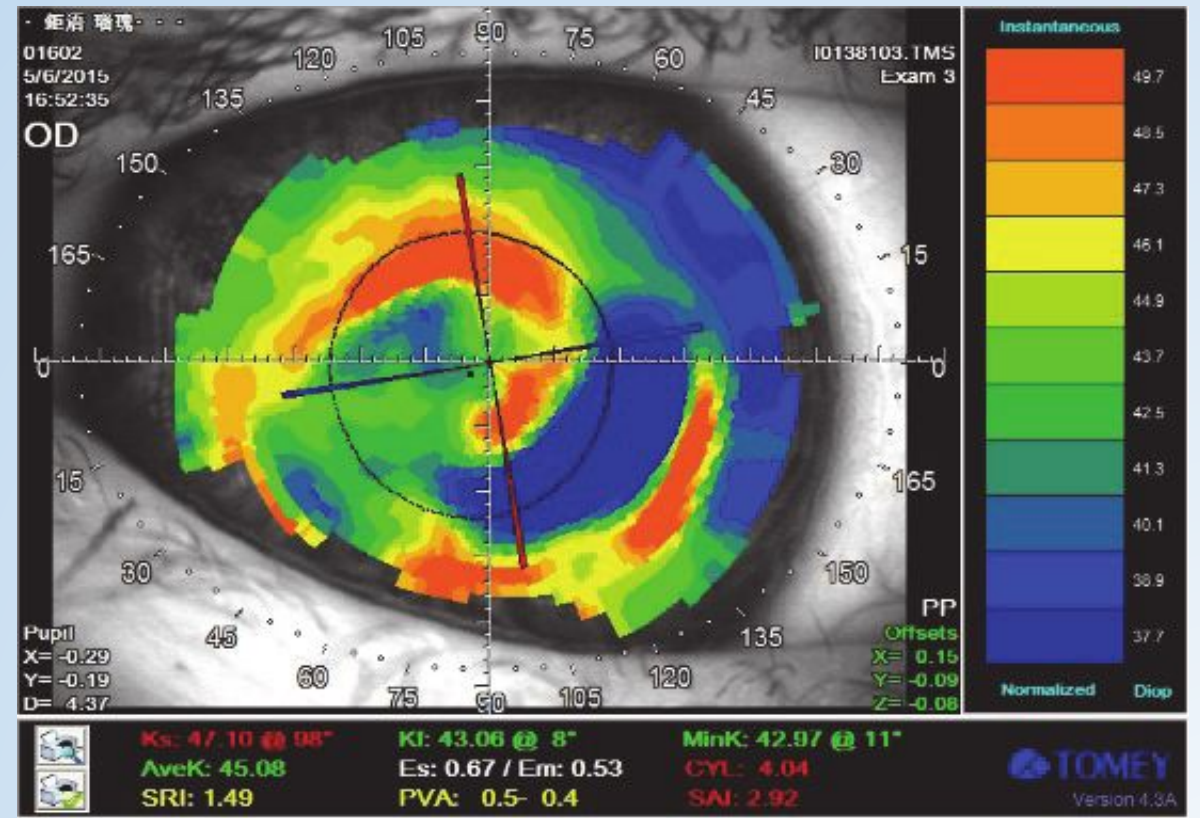
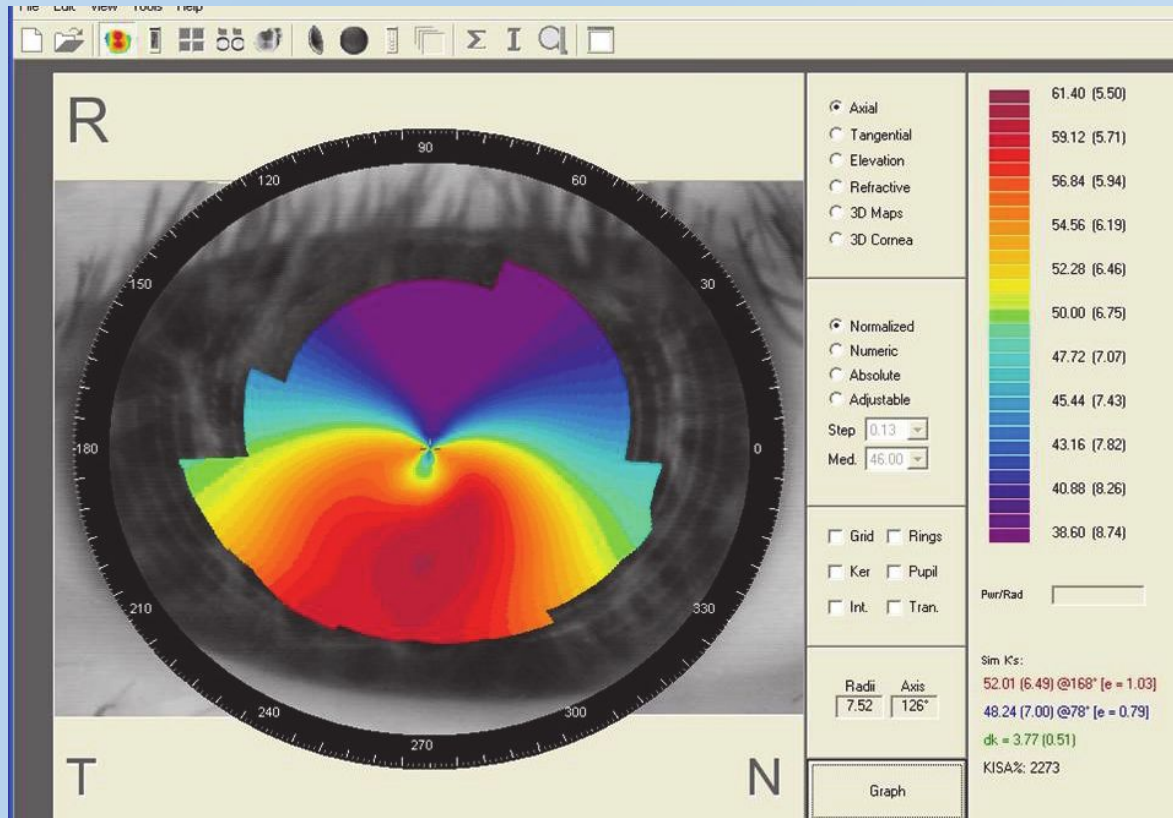
(кератоконус, кератоглобус, пеллюцидная краевая дегенерация), а так же изменения, вызванные рефракционными операциями, травмами, ожогами и кератитами.

***Кератотопограммы при разных степенях кератоконуса: начальная стадия (А) и развитой кератоконус (Б).***

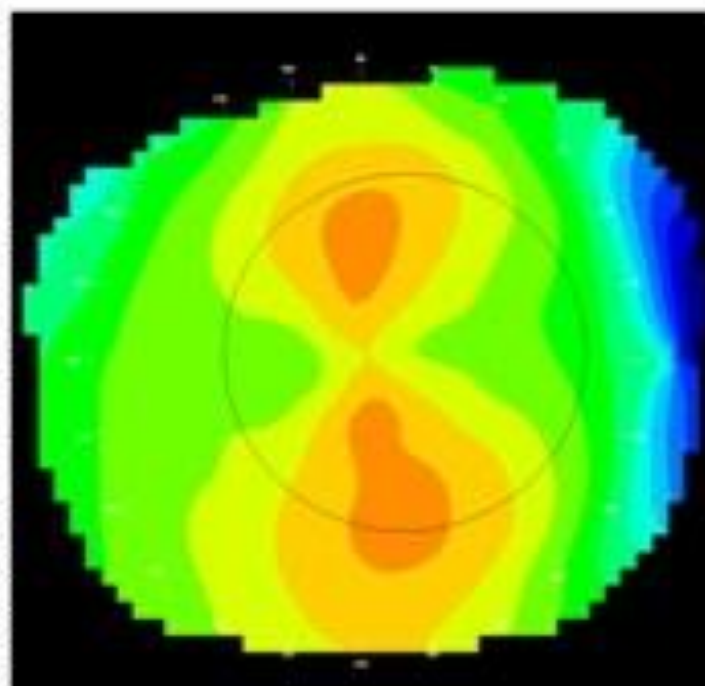




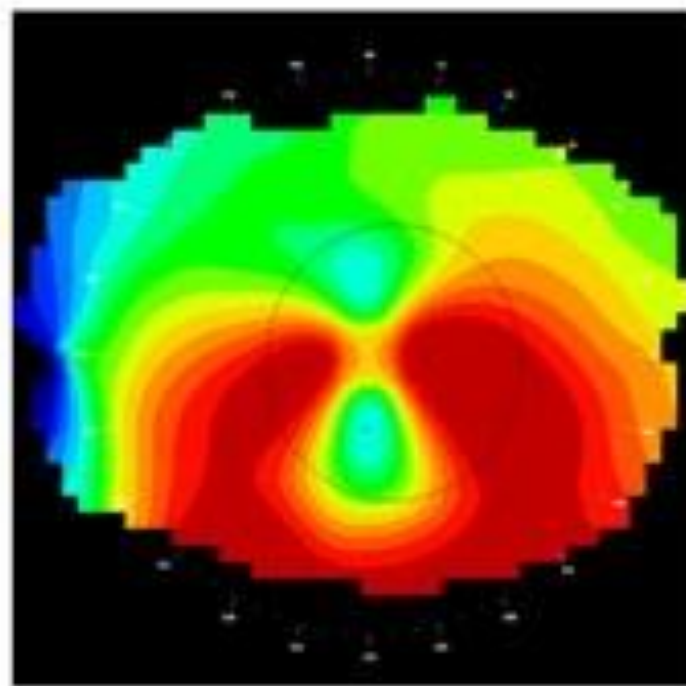
# Кератотопограммы при пеллюцидной краевой дегенерации (А) после перенесенного туберкулезного кератита (Б).



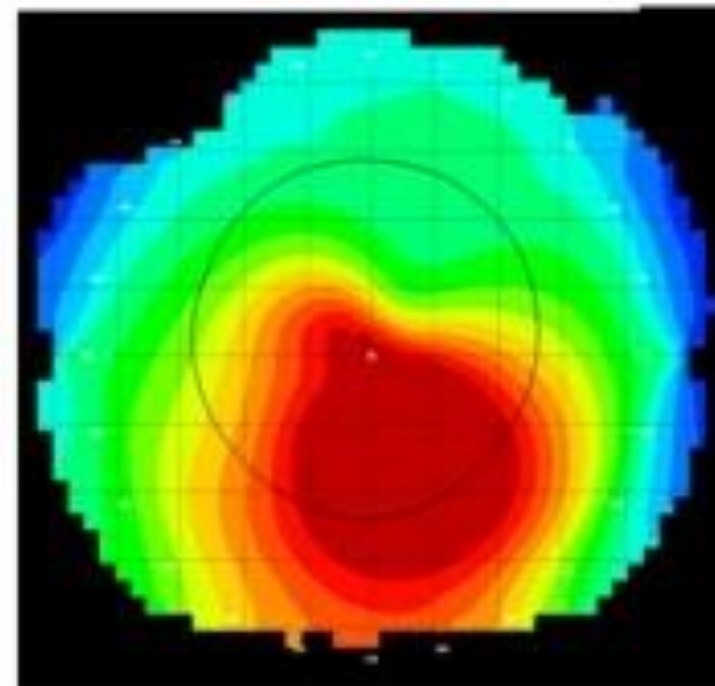
9.30  
9.13  
9.97  
8.80  
8.64  
8.48  
8.31  
8.15  
7.98  
7.82  
7.65  
7.49  
7.33  
7.16  
7.00  
6.83  
mm



**Глаз с регулярным  
астигматизмом  
("норма")**

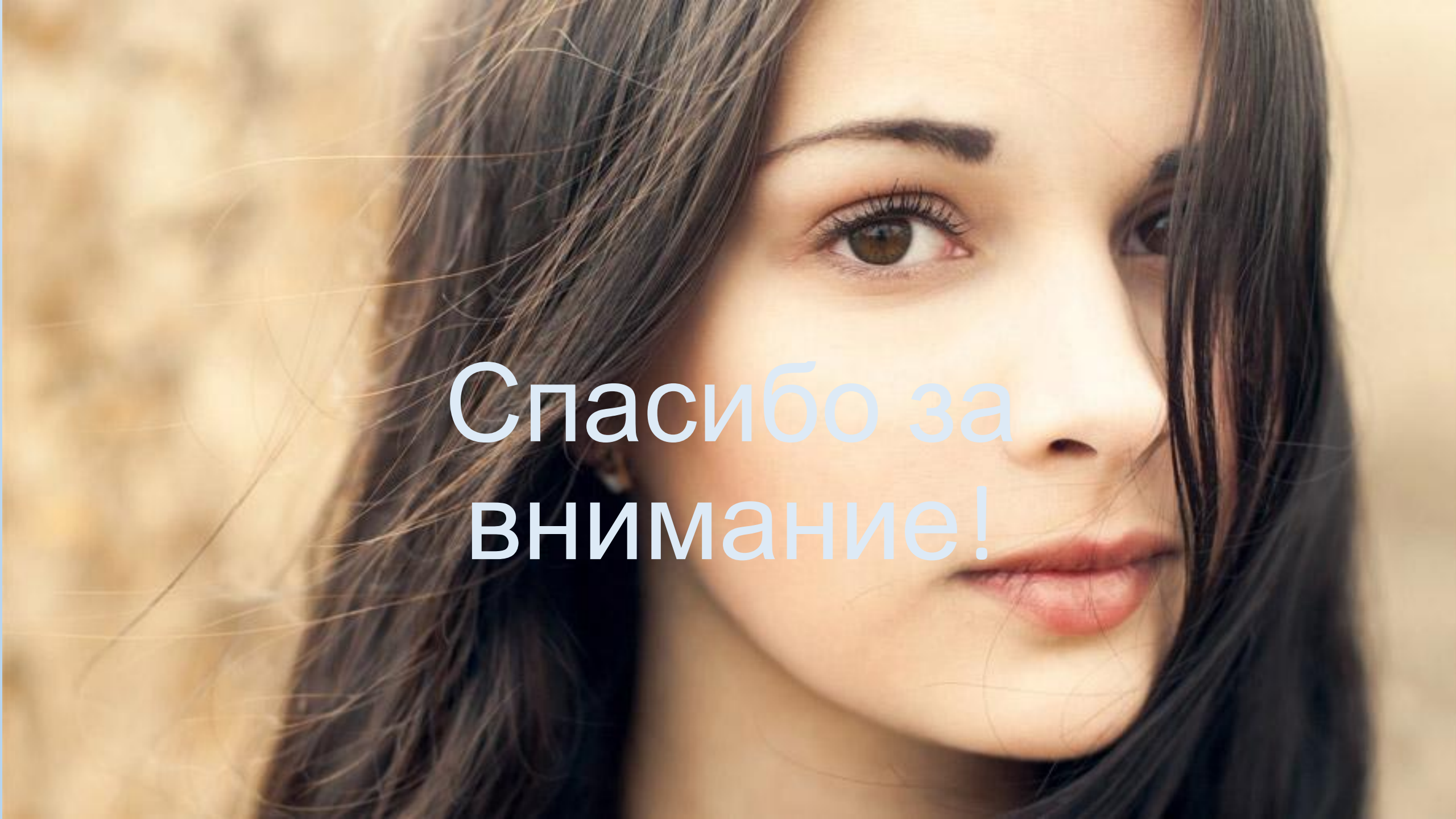


**Глаз с нерегулярным  
астигматизмом  
(пеллюцидная  
дегенерация)**



**Глаз с нерегулярным  
астигматизмом  
(кератоконус)**

Компьютерная кератотопография — современный метод исследования состояния органов зрения, который в офтальмологии считается одним из самых важных и высокоэффективных. При помощи данной методики специалист фиксирует малейшие искривления на поверхности роговицы глаза, а также определяет рефракцию и, в случае видимых отклонений, может диагностировать на ранних стадиях развитие того или другого заболевания. Своевременная диагностика позволяет не только установить диагноз, но и составить правильный курс лечения, который впоследствии поможет сохранить здоровье глаз и высокую четкость зрения.



Спасибо за  
внимание!