

## Ottica della Contattologia I

# L'esame topografico della superficie corneale

Dr. Fabrizio Zeri  
zeri@fis.uniroma3.it

## L'esame della superficie corneale

*Per quali ragioni occuparsi dello studio della superficie corneale in contattologia:*

- Ottiche
- Interazioni meccanico-fisiologiche con le LAC

Lac I 2008/2009

F.Zeri

## Ragioni ottiche

- Struttura di massima refrazione oculare statica

$$F_{\text{cornea}} = 2/3 F_{\text{totale occhio}}$$

- L'astigmatismo e le aberrazioni corneali "dominano" su quelle delle superfici rifrattive interne.

Lac I 2008/2009

F.Zeri

## L'esame della superficie corneale

- ***Cheratometria***
- ***Topografia***
- ***Aberrometria Corneale***

Lac I 2008/2009

F.Zeri

## La Cheratometria

Largamente diffusa e utilizzata

### -Previsione Astigmatismo

-Regola di Javal Ast Ref= 1,25 (ast Cher) + (+0,50 180°)  
-Correzione di Grosvenor Ast Ref= (ast Cher) + (+0,50 180°)

### -Stima curvatura Corneale per scelta BOZR

### -Valutazione Eventuale Irregolarità

-Distorsione mire  
-Angolo di Amsler

## La Cheratometria

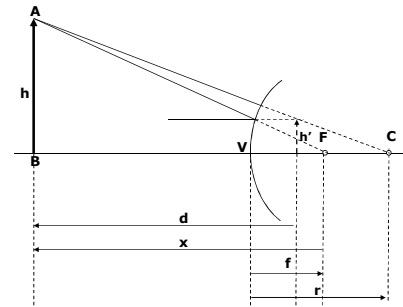
$$h'/h = FV:FB = f/-x$$

$$f = r/2$$

$$h'/h = r/-2x$$

$$r = -2x \cdot h'/h$$

$$r = -2d \cdot h'/h$$



## Il Cheratometro

**-Mire:** su un piano, telecentriche; posizione fissa o variabile.

### -Telescopio

### -Sistema di Sdoppiamento:

Prisma fisso, prisma mobile longitudinalmente e prisma a potenza variabile; Singolo o doppio (cheratometri a posizione singola o doppia)

Lec.1/2008/2009

F.Zeri

## La cheratometria: vantaggi

- Accuratezza e riproducibilità
- Facilità d'uso
- Basso costo
- Minima manutenzione

Lec.1/2008/2009

F.Zeri

### La cheratometria: svantaggi

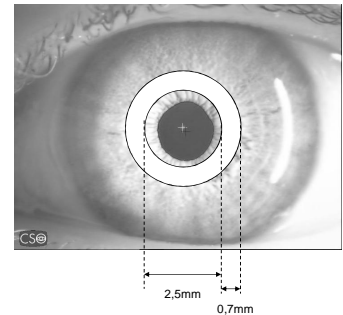
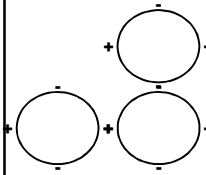
- Misura di una piccola zona
- Potere corneale inferito teoricamente
- Assume la cornea sferica e simmetrica (raggio sagittale)
- Per cornee di diversi poteri misura differenti zone corneali
- Perde accuratezza per cornee molto piatte o molto curve

Lec I 2008/2009

F.Zeri

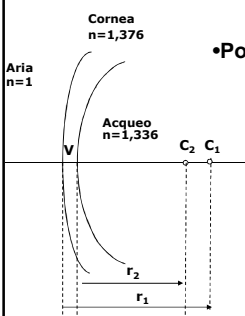
### La cheratometria: vantaggi

#### • Misura di una piccola zona



### La cheratometria: vantaggi

#### • Potere corneale inferito teoricamente



Superficie anteriore  $n=1,0$   $n'=1,376$

$$F = n' - n/r$$

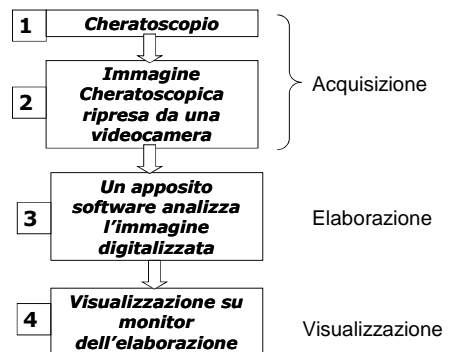
n usati:

- 1,3375
- 1,332
- 1,336

Lec I 2008/2009

F.Zeri

### La Topografia Corneale (videocheratografia computerizzata)



## La Topografia Corneale

### Vantaggi

- Accuratezza e riproducibilità
- Valutazione topografica straordinariamente più ampia e informativa del cheratometro
- Utilizzabile clinicamente rispetto al fotocheratoscopio
- Possibilità di effettuare un'aberrometria



### Svantaggi

- Alti costi
- Maggiore complessità d'uso
- Necessità di PC

Lac I 2008/2009

F. Zeri

## La Topografia Corneale

### 1 ACQUISIZIONE

#### DISCO DI PLACIDO

- Eyesys (Cornea Analysis System)
- Computed Anatomy System (TMS)
- Visioptic System
- CSO (EyeTop)
- Optikon (Keratron)

#### GRATA

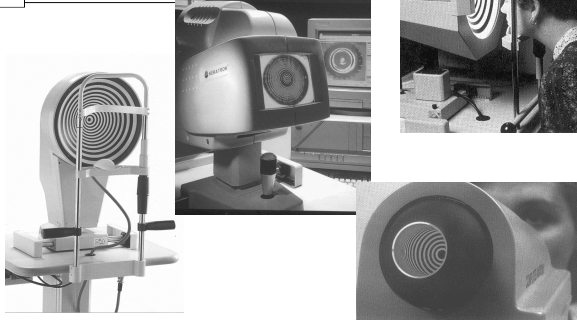
- Par Technology System

#### OLOGRAFIA LASER

- Kerametric System

## La Topografia Corneale

### 1 Cheratoscopio



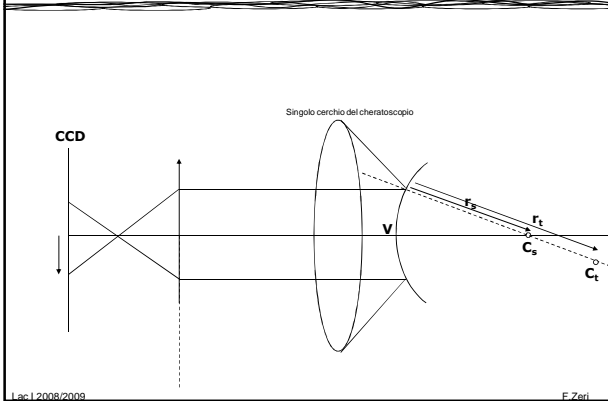
## La Topografia Corneale: principi

### 3 4 ELABORAZIONE E VISUALIZZAZIONE

#### ALGORITMO

- (Mappe di forma)
- Assiale
- Tangenziale o Istantanea
- di Elevazione (Altimetrica)
- (Mappa Potere)
- Refrattiva

## Il Topografo



## La Topografia Corneale

### 3 4 ELABORAZIONE E VISUALIZZAZIONE

ASSIALE (Sagittale, Colore, Default, AD-D)

L'assunto di base è che tutti i raggi di luce che colpiscono la superficie corneale sono rifratti sull'asse ottico.

Pattern più grande;  
 Campo di colore più diffuso;  
 Dettagli corneali specifici rappresentati più perifericamente;  
 Dettagli centrali più accurati;  
 L'algoritmo media i valori di ROC-D (i valori estremi sono mediati);  
 Mappa meno dettagliata, più uniforme. Più "liscia";  
 Clinicamente è più utile dove c'è bisogno di una rappresentazione globale (applicazione lac).

## La Topografia Corneale

### 3 4 ELABORAZIONE E VISUALIZZAZIONE

TANGENZIALE (Istantanea, Curvatura, Locale, Vera, ROC-D)

L'assunto di base è che i raggi di luce che colpiscono la superficie corneale non sono rifratti sull'asse ottico.

Pattern più piccoli e più centrati;  
 Più sensibile a cambiamenti locali;  
 Curvatura scalare;  
 Migliore localizzazione difetto corneale;  
 Clinicamente è più utile dove c'è bisogno di una rappresentazione locale (localizzazione apice di un cono o dei risultati post-chirurgici).

## La Topografia Corneale: principi

### 3 4 ELABORAZIONE E VISUALIZZAZIONE

#### SCALA

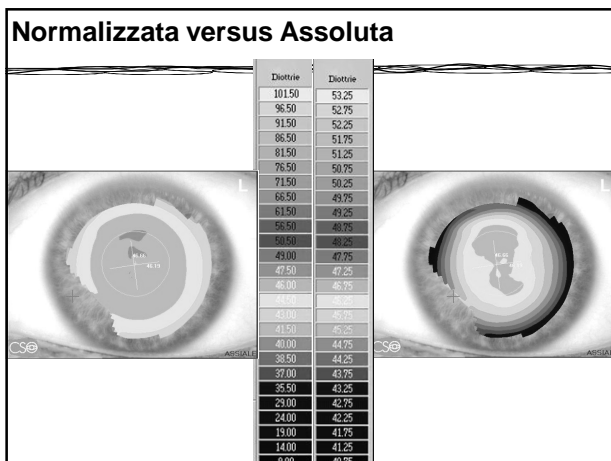
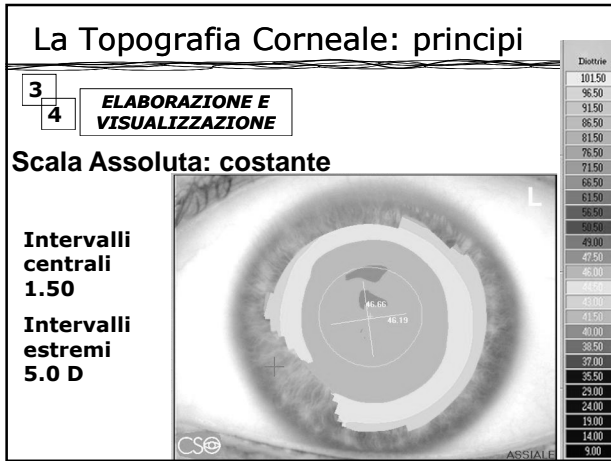
**Assoluta:** utilizza la stessa corrispondenza tra colori e diottrie. Consente confronti tra scale differenti

**Normalizzata:** costruita secondo i valori minimi e massimi della cornea in esame

**Aggiustabile:** l'intervallo colore è personalizzabile

Lac 12008/2009

F.Zeri

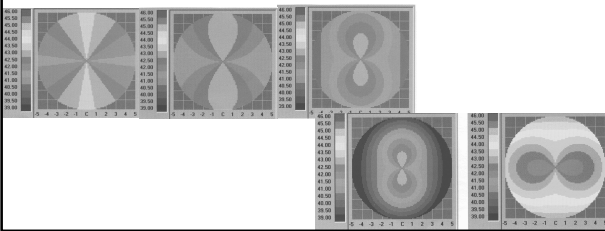


## Astigmatismo e Asfericità: geni di una farfalla

(Calossi, 2001)

La grandezza delle "ali della farfalla" in un astigmatismo dipendono da come l'asfericità si combina con l'astigmatismo.

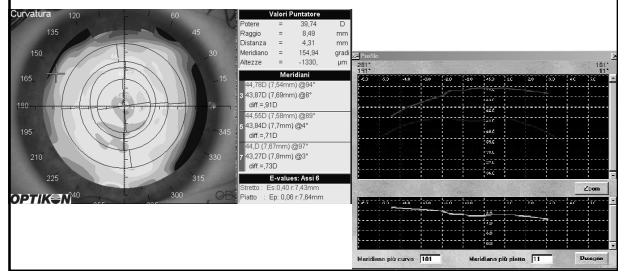
Maggiore è l'asfericità più piccole saranno le ali a parità di astigmatismo.



## Astigmatismo e Asfericità: geni di una farfalla

(Calossi, 2001)

Per valutare l'andamento dell'astigmatismo è bene usare altri strumenti come i profili di curvatura o gli indici cheratometrici a diverse eccentricità.



## Gli indici numerici in una topografia

Astigmatismo  
Asfericità  
Aberrazione Sferica  
Regolarità e Simmetria Corneale  
Cheratocono

Indici "d'insieme"  
CSO: indici cheratorefrattivi di Calossi-Vinciguerra;  
Optikon: indici di Maloney

Lec I 2008/2009

F. Zeri

## Gli indici numerici in una topografia

Astigmatismo

SIM-K		
K1	= 7,67 mm @ 165°	e = 0,72
K2	= 7,49 mm @ 75°	e = 0,62
AVG	= 7,58 mm	e = 0,67
CYL	= -1,04 D	ax = 165°

MERIDIANI		
3 mm		
K1	= 7,67 mm @ 165°	
K2	= 7,48 mm @ 75°	
AVG	= 7,58 mm	
CYL	= -1,12 D	ax = 165°
5 mm		
K1	= 7,68 mm @ 165°	
K2	= 7,51 mm @ 75°	
AVG	= 7,59 mm	
CYL	= -1,03 D	ax = 165°
7 mm		
K1	= 7,71 mm @ 165°	
K2	= 7,55 mm @ 75°	
AVG	= 7,62 mm	
CYL	= -0,95 D	ax = 166°

SEMIMERIDIANI		
3 mm		
K1	= 7,73 mm @ 167°	
K2	= 7,48 mm @ 69°	
K1	= 7,62 mm @ 346°	
K2	= 7,48 mm @ 260°	
5 mm		
K1	= 7,76 mm @ 170°	
K2	= 7,49 mm @ 69°	
K1	= 7,61 mm @ 347°	
K2	= 7,51 mm @ 257°	
7 mm		
K1	= 7,81 mm @ 170°	
K2	= 7,52 mm @ 68°	
K1	= 7,62 mm @ 347°	
K2	= 7,56 mm @ 270°	

### Gli indici numerici in una topografia

Asfericità

ASFERICITÀ			
<i>Meridiani principali (4,5 mm)</i>			
Ro	=	7,72 mm @ 165°	e = 0,45
Ro	=	7,47 mm @ 75°	e = 0,47
Ro(AVG)	=	7,60 mm	e = 0,46
<i>Meridiani principali (3 mm)</i>			
Ro	=	7,68 mm @ 165°	e = 0,72
Ro	=	7,45 mm @ 75°	e = 0,62
Ro(AVG)	=	7,56 mm	e = 0,67

Gradi periferici							
Eccentricità		Raggio sagittale					
	Mer.	10°	15°	20°	25°	30°	
Horale	180°	7,65	-0,79	0,46	0,58	0,71	0,78
Temporale	140°	7,58	0,62	0,31	0,25	0,28	0,33
Inferiore	255°	7,43	0,37	0,64	0,64	0,65	0,68
Superiore	75°	7,41	-0,37	0,42	0,49	0,46	0,65
Orizzontale	180°	7,61	-0,34	0,39	0,45	0,54	0,60
Verticale	75°	7,42	0,04	0,54	0,57	0,56	0,67
Media	-	7,52	-0,24	0,47	0,51	0,55	0,63

### Gli indici numerici in una topografia

Indici "d'insieme"

LSA: aberrazione sferica longitudinale calcolata per un'area di 4,5 mm.

INDICI CHERATOREFRATTIVI	
<i>Astigmatismo</i>	
3 mm CYL	= -1,12 D ax = 165
5 mm CYL	= -1,03 D ax = 165
Pot. Pupil. Medio	= 44,56 D
e	= 0,55
LSA	= 0,51 D
Irreg. Curv.(SD)	= 0,27 D
<i>Asimmetria</i>	
SAI	= 0,29 D
7,61 mm	@ 120°
7,56 mm	@ 300°

### Gli indici numerici in una topografia

Indici "d'insieme"

Irregolarità di curvatura: deviazione standard delle curvature istantanee rispetto ad una superficie asferica di best fit, calcolata per un area di cornea di 4,5 mm

INDICI CHERATOREFRATTIVI	
<i>Astigmatismo</i>	
3 mm CYL	= -1,12 D ax = 165
5 mm CYL	= -1,03 D ax = 165
Pot. Pupil. Medio	= 44,56 D
e	= 0,55
LSA	= 0,51 D
Irreg. Curv.(SD)	= 0,27 D
<i>Asimmetria</i>	
SAI	= 0,29 D
7,61 mm	@ 120°
7,56 mm	@ 300°

### Gli indici numerici in una topografia

Indici "d'insieme"

SAI (Surface Asymmetry Index): indice di asimmetria di un area di 4,5 mm. Media della differenza fra la curvatura istantanea lungo i due semimeridiani.

INDICI CHERATOREFRATTIVI	
<i>Astigmatismo</i>	
3 mm CYL	= -1,12 D ax = 165
5 mm CYL	= -1,03 D ax = 165
Pot. Pupil. Medio	= 44,56 D
e	= 0,55
LSA	= 0,51 D
Irreg. Curv.(SD)	= 0,27 D
<i>Asimmetria</i>	
SAI	= 0,29 D
7,61 mm	@ 120°
7,56 mm	@ 300°



### Gli indici numerici in una topografia

**Cheratocono**

SCREENING DEL CHERATOCONO	
Cheratometria apicale (AK)	
AK	= 6,77 mm
Gradiente di curvatura (AGC)	
AGC	= 3,18 D/mm
Indice di Simmetria	
SI	= 6,89 D
Indice di Probabilità Cheratocono	
KPI	= 100 %
Quadro compatibile con cheratocono	
Area del Cheratocono	
A	= 8,82 mm <sup>2</sup>
Diametro del Cheratocono	
D	= 3,35 mm
Coordinate Polari	
Baricentro (mm,°)	= (0,70,299)
Apice (mm,°)	= (1,69,295)
Fattore di Circolarità	
RND	= 1,35

### Gli indici numerici in una topografia

**Cheratocono**

**AK: curvatura apicale**  
Curvatura istantanea dell'apice corneale (il punto di massima curvatura)

	Normale	Sospetto	Anomalo
<b>AK (D)</b>	<48	≥48; ≤ 50	>50

SCREENING DEL CHERATOCONO	
Cheratometria apicale (AK)	
AK	= 6,77 mm
Gradiente di curvatura (AGC)	
AGC	= 3,18 D/mm
Indice di Simmetria	
SI	= 6,89 D
Indice di Probabilità Cheratocono	
KPI	= 100 %
Quadro compatibile con cheratocono	
Area del Cheratocono	
A	= 8,82 mm <sup>2</sup>
Diametro del Cheratocono	
D	= 3,35 mm
Coordinate Polari	
Baricentro (mm,°)	= (0,70,299)
Apice (mm,°)	= (1,69,295)
Fattore di Circolarità	
RND	= 1,35

### Gli indici numerici in una topografia

**Cheratocono**

**AGC: gradiente di curvatura apicale**  
Variazione media per unità di lunghezza della curvatura corneale istantanea prendendo come riferimento la curvatura apicale e quella del perimetro del cono.

	Normale	Sospetto	Anomalo
<b>AGC (D/mm)</b>	<1,5	≥1,5; ≤2	2

SCREENING DEL CHERATOCONO	
Cheratometria apicale (AK)	
AK	= 6,77 mm
Gradiente di curvatura (AGC)	
AGC	= 3,18 D/mm
Indice di Simmetria	
SI	= 6,89 D
Indice di Probabilità Cheratocono	
KPI	= 100 %
Quadro compatibile con cheratocono	
Area del Cheratocono	
A	= 8,82 mm <sup>2</sup>
Diametro del Cheratocono	
D	= 3,35 mm
Coordinate Polari	
Baricentro (mm,°)	= (0,70,299)
Apice (mm,°)	= (1,69,295)
Fattore di Circolarità	
RND	= 1,35

### Gli indici numerici in una topografia

**Cheratocono**

**SI:Indice di Simmetria**  
Differenza fra la curvatura istantanea media di 2 zone circolari simmetriche (superiore e inferiore) rispetto al vertice corneale. Valori positivi indicano che la zona inferiore è più curva della superiore e viceversa.

	Normale	Sospetto	Anomalo
<b>SI (D)</b>	<1,5	≥1,5; ≤2	2

SCREENING DEL CHERATOCONO	
Cheratometria apicale (AK)	
AK	= 6,77 mm
Gradiente di curvatura (AGC)	
AGC	= 3,18 D/mm
Indice di Simmetria	
SI	= 6,89 D
Indice di Probabilità Cheratocono	
KPI	= 100 %
Quadro compatibile con cheratocono	
Area del Cheratocono	
A	= 8,82 mm <sup>2</sup>
Diametro del Cheratocono	
D	= 3,35 mm
Coordinate Polari	
Baricentro (mm,°)	= (0,70,299)
Apice (mm,°)	= (1,69,295)
Fattore di Circolarità	
RND	= 1,35

## **L'esame topografico e aberrometrico**

TESTI PRINCIPALI DI RIFERIMENTO:

**-Mandell RB "Contact lens practice" Thomas Sp Ed 1989**

**-Phillips A. Speedwell L. Contact Lenses" 5th Ed. Butterworths-Heinemann 2007**

**-Sanders e Koch "An Atlas of corneal Topography. Slack 1993**

**-MacRae SM, Kruger RR, Applegate RA. Ablazione Corneale personalizzata. Verduci 2001.**

**-Calossi A. La qualità ottica della Cornea. In a cura di Caimi e Brancato. Gli aberrometri. Fabiano 2002**