

# Come si calcola la IOL “giusta”

Noel Alpíns

Date le aspettative sempre crescenti di poter raggiungere dopo la chirurgia della cataratta una visione eccellente, senza necessità di occhiali, è della massima importanza che la scelta della IOL sia la più accurata possibile, in particolare nel caso di chirurgia facorefrattiva.

Pianificazione e precisione della IOL diventano ancor più complesse quando si deve correggere l'astigmatismo in aggiunta alla componente sferica. La toricità della IOL viene calcolata utilizzando innumerevoli parametri. Tutti questi parametri preoperatori devono essere accuratamente considerati quando si procede alla selezione della IOL più appropriata.

## Calcolo dell'astigmatismo corneale

Sono attualmente disponibili numerosi dispositivi per il calcolo dell'astigmatismo corneale. Tra questi sono comprese la cheratometria manuale, la cheratometria simulata a partire dalla topografia (sim K), la cheratometria con *Zeiss IOL Master*, la cheratometria con *Haag-Streit Lenstar* e la cheratometria automatizzata. È importante capire esattamente come viene effettuato il calcolo del valore dell'astigmatismo corneale e del meridiano refrattivo da ogni dispositivo utilizzato e quale parte della cornea viene effettivamente misurata.

I parametri calcolati per l'astigmatismo corneale comportano una misura relativa a una specifica area della cornea, che tuttavia può essere differente e in molti casi riguardare solamente la cornea anteriore. Per le sim K quest'area è un anello intorno alla regione dei 3 mm della cornea, per la cheratometria manuale è nella zona a 3-4 mm,

per lo IOL Master a 6 punti intorno alla zona di 2,5 mm e per il *Lenstar 32 markers* su due anelli concentrici.

I sistemi topografici misurano il raggio di curvatura della maggior parte della cornea con l'eccezione di una piccola banda superiore coperta dalla palpebra e una inferiore coperta dal film lacrimale. L'utilizzo di tutti questi valori, piuttosto che dei limitati dati di misurazione di una zona particolare della cornea, fornisce molte più informazioni relativamente alla misura totale dell'astigmatismo corneale. Una misura che incorpora nella procedura di calcolo tutti questi dati è l'astigmatismo corneale topografico (*CorT*)<sup>1</sup> (Fig. 1). Questo numero può essere calcolato sia per il valore corneale anteriore (*CorT anterior*) che per quello totale (*CorT total*)<sup>2</sup>, utilizzando anche le misure corneali posteriori.

Oltre a ciò dovrebbe essere effettuata una **valutazione qualitativa** abbinata alla **riproducibilità** dei dati, per cui molteplici misure dell'astigma-

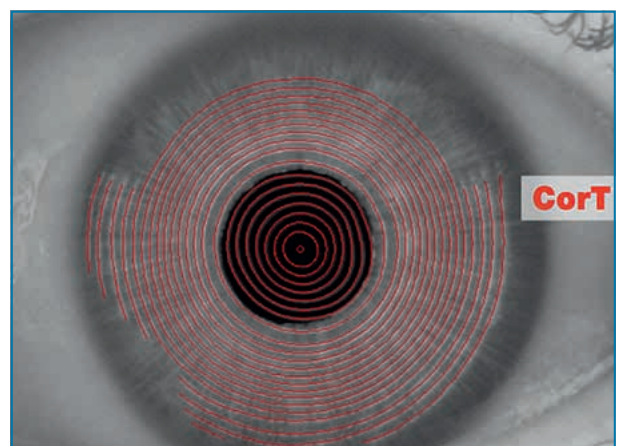


Fig. 1. L'astigmatismo corneale topografico (*CorT*) è calcolato utilizzando tutti i dati validi ricavati dall'esame topografico.

tismo corneale dovrebbero essere effettuate utilizzando i differenti strumenti diagnostici disponibili e quindi confrontarne i dati.

- La **valutazione qualitativa** dovrebbe implicare il considerare i valori della sim K calcolati in base alle mappe topografiche e stabilire se essi sono in accordo con la mappa del Potere Assiale. L'aspetto a "farfallino" di questa mappa nei casi di astigmatismo dovrebbe fornire al medico una chiara indicazione sul fatto che il meridiano calcolato per la sim K sia in accordo con ciò che compare sulla mappa - in alcuni casi il meridiano più curvo può non rispecchiare accuratamente la configurazione del meridiano più curvo sulla mappa assiale (Fig. 2).
- La **riproducibilità** delle misure dell'astigmatismo corneale dovrebbe fornire dati coerenti tra loro ed è compito di un personale tecnico qualificato acquisirli.

Nei casi di chirurgia facorefrattiva, dovrebbe essere tenuta in considerazione ogni differenza tra il cilindro refrattivo e l'astigmatismo corneale, sia in termini di entità che di orientamento [noto come astigmatismo oculare residuo - Ocular Residual Astigmatism (ORA)]<sup>3</sup>. Questo dato può influenzare l'asse in cui posizionare una IOL torica. Una mappa topografica è necessaria per tutti i casi di chirurgia con IOL torica per determinare che non ci sia alcuna irregolarità corneale che possa produrre una riduzione del risultato funzionale previsto.

In ultima analisi è una decisione che spetta al chirurgo stabilire quale delle misure dell'astigmatismo corneale lui o lei ritiene rappresenti meglio la cornea in esame.

Il calcolatore Assort per IOL torica ([www.assort.com](http://www.assort.com)) fornisce un calcolo completo per IOL toriche basato su numerosi parametri.

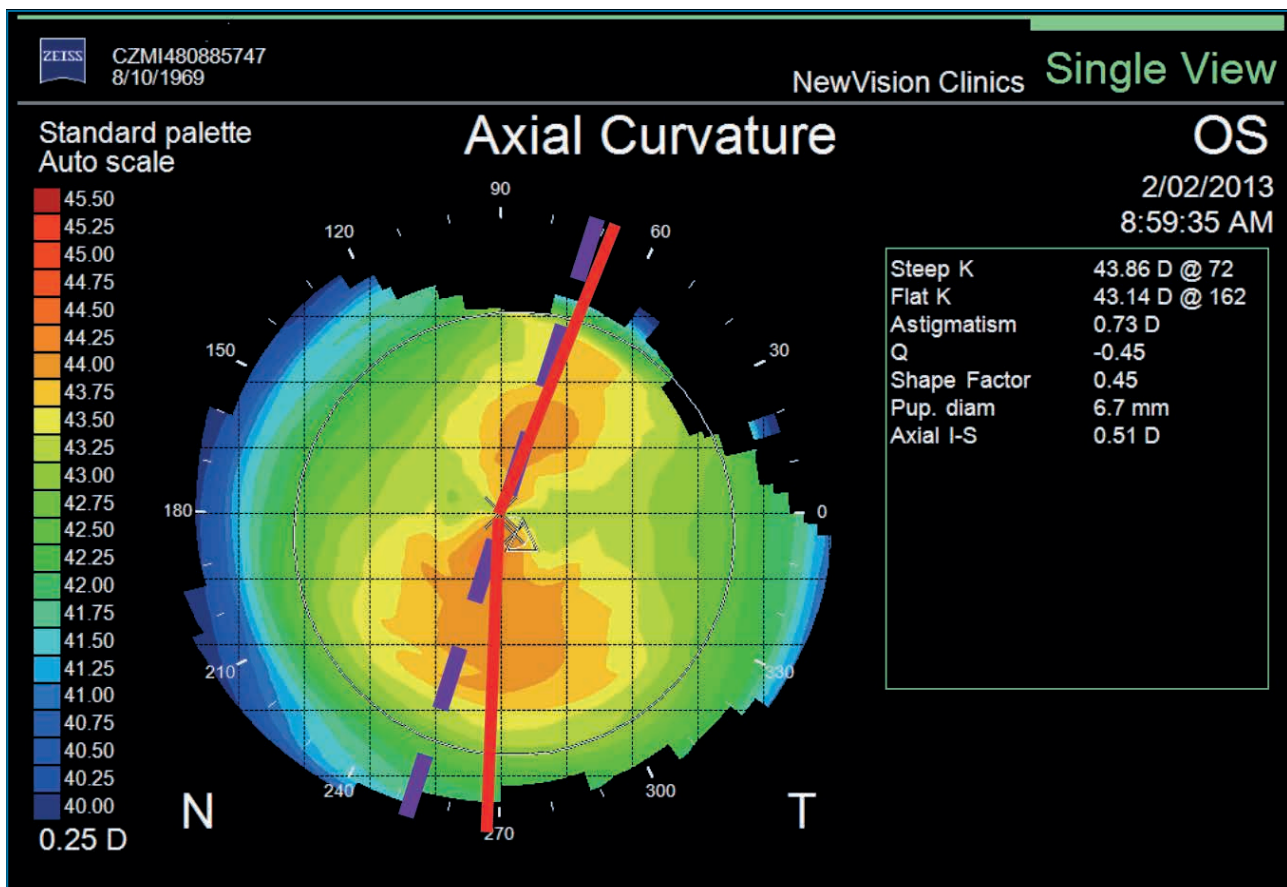


Fig. 2. Una verifica qualitativa di una mappa topografica può indicare che il meridiano più curvo nella cheratometria simulata (Sim K) non è correlato all'immagine sulla mappa. In questo esempio il meridiano più curvo della sim K era stato calcolato a 72 gradi, come indicato nella figura dalla linea viola tratteggiata. I centri di ciascuno dei lobi del "farfallino" (messi in evidenza dalle linee rosse) indicherebbero che è più probabile che il meridiano più curvo sia a 80 gradi.

Una volta che il chirurgo ha determinato l'astigmatismo corneale pre-operatorio, viene scelto un appropriato indice refrattivo che è correlato a come l'astigmatismo corneale è stato misurato. Nella maggior parte dei casi quest'indice sarà 1,3375, ma è importante sapere quale apparecchiatura ha misurato l'astigmatismo corneale e cosa impiega il calcolatore per IOL torica.

È importante notare che se le misure totali dell'astigmatismo corneale vengono inserite nel calcolatore (per esempio facendo riferimento ai valori della cornea posteriore) allora esse verranno utilizzate solamente nella determinazione della toricità della IOL e non per la componente sferica. Il calcolo sferico della IOL torica è basato sull'astigmatismo corneale anteriore, inserito in base alle formule per il calcolo della IOL quali SRK/T, Holladay, Hoffer, Haigis che incorporano parametri della cheratometria anteriore.

### Lunghezza Assiale

La biometria ottica senza contatto (per esempio Zeiss IOL Master, Haag Streit Lenstar) è diventata lo standard da utilizzare per accuratezza, riproducibilità e facilità d'uso. C'è ancora spazio per le biometrie a ultrasuoni in circa il 10% dei casi in cui i sistemi ottici non possono misurare la lunghezza dell'occhio in presenza di cataratte sub capsulari posteriori dense, per un limite tecnico di questi strumenti.

### Calcolo del SIA / Effetto appiattimento dell'incisione chirurgica primaria

L'astigmatismo indotto chirurgicamente (SIA - Surgically Induced Astigmatism) dall'incisione per la faco è un parametro che i chirurghi dovrebbero calcolare in base ai propri dati personali. Questo è infatti un elemento "chirurgo-specifico" e dovrebbe essere calcolato in base a: dimensione del taglio, tipo di taglio e, aspetto importante, sede del taglio (meridiano d'incisione). Nei casi in cui tutte le incisioni per la faco sono prodotte temporalmente, allora il valore del SIA può essere calcolato come il vettore medio sulla posizione principale.

A rigor di termini l'astigmatismo indotto chirurgicamente non è il parametro più accurato da inserire per un calcolo di IOL toriche, ma piuttosto bisognerebbe far riferimento all'effetto appiattimento delle incisioni per la faco. L'astigmatismo indotto chirurgicamente è formato da due componenti: l'effetto appiattimento (Flattenign Effects - FE), che determina l'entità dell'appiattimento o incurvamento che si è verificato nel meridiano corneale prefissato, e la torsione che rappresenta di quanto l'astigmatismo è ruotato (o ha cambiato orientamento) rispetto allo status pre-operatorio (Fig. 3). L'induzione dell'effetto di appiattimento personalizzato del chirurgo dovrebbe essere inserita nel calcolo, per la ricerca della IOL torica più appropriata.

Ciò che ci interessa è il valore finale dell'astigmatismo corneale post faco, perché su questi dati è basata la scelta della IOL torica. Localizzare il taglio della faco sul meridiano corneale più curvo riduce l'astigmatismo corneale aritmeticamente della quantità di FE. Localizzare il taglio della faco su un meridiano diverso dal meridiano più curvo, richiede un calcolo vettoriale per determinare l'effetto sull'astigmatismo corneale e quindi il *quantum* la IOL torica sta tentando di neutralizzare (Fig. 4).

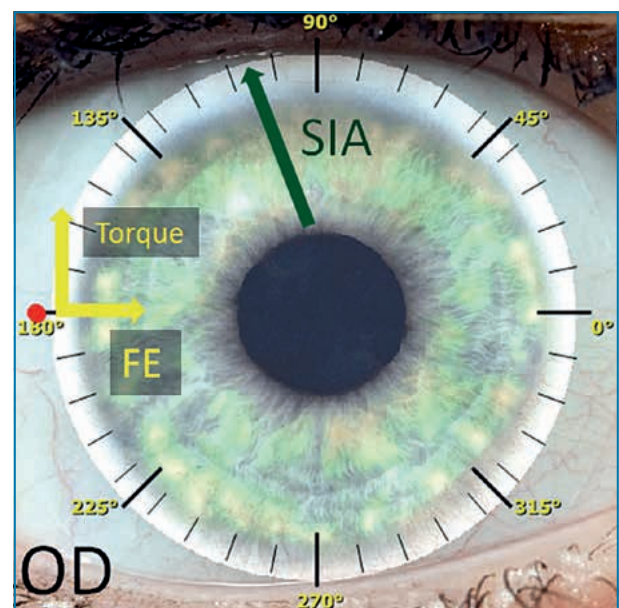


Fig. 3. L'astigmatismo indotto chirurgicamente (SIA - Surgically Induced Astigmatism) è formato da due componenti: l'effetto appiattimento (FE: Flattenign Effect) che modifica l'entità dell'astigmatismo pre-operatorio, e la torsione che ruota l'astigmatismo su un asse differente dal pre-operatorio.

**Pre-op Parameters**

Keratometry (anterior) Flat 42.00 Steep 45.00 @ 120  D  mm

Corneal Refractive Index 1.3375

Use CorT (total)

Axial Length 21.00 mm

Phaco Incision Flattening 0.50 D

Phaco Incision Meridian 180 °

Phaco Target 3.28 @ 116

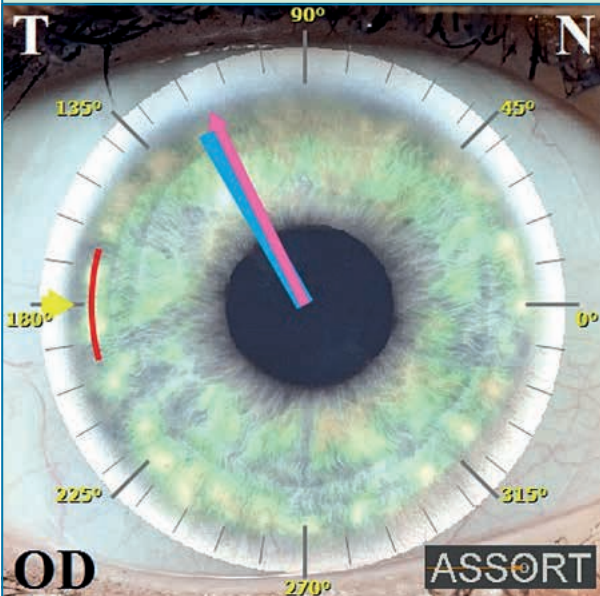


Fig. 4. Il calcolatore Assort per IOL toriche mostra l'effetto del tunnel posto sul meridiano a 180 gradi sull'astigmatismo corneale pre-operatorio.

## Calcolo dei parametri della IOL torica Mini Toric (SIFI Medtech)

La IOL torica Mini Toric (SIFI Medtech) più appropriata viene calcolata inserendo i parametri sopra elencati per astigmatismo corneale, lunghezza assiale e effetto appiattimento dell'incisione, assumendo come obiettivo un equivalente sferico piano come refrazione (Fig. 5).

I parametri di SIFI Mini Toric calcolati sono: 29,25 D equivalente sferico, 4,50 cilindro da collocare sull'asse a 116 gradi. Bisogna notare che

**Implant Parameters (IOL plane)**

IOL Type SIFI Medtech V7560CZ Stock

Details ...

Sph Equiv 29.25 Cylinder 4.50 Planned +ve Axis 116

IOL Power Sphere 27.00

SRK/T A Constant: 118.60  
Effective lens position: 4.35 mm

Set lens constant Order IOL ...

Fig. 5. La figura mostra i parametri sferico e torico della IOL, calcolati per la gamma SIFI di IOL toriche.

l'orientamento della IOL è tale che l'asse della IOL a 116 è l'asse con il potere minore. Il maggior potere della IOL è sull'asse a 26 gradi per neutralizzare l'astigmatismo corneale, che in questo caso si determina sul meridiano a 116 gradi dopo aver considerato l'incisione della faco.

Questo calcolo dei parametri della IOL torica si basa sulla Costante A di 118,60, fornita di default dal produttore e che viene utilizzata per determinare l'effettiva posizione della IOL. È possibile utilizzare per il calcolo della IOL una Costante personalizzata, invece di quella indicata dal produttore, in base alla quale ricalcolare la posizione effettiva della lente e il potere della IOL necessaria (Fig. 6).

Il potere della IOL sul piano corneale tiene conto del potere della componente sferica poiché una sfera da 27,00 D con un cilindro da 4,50 D avrà un effetto differente sul cilindro rispetto ad una sfera con un potere differente, per esempio da 7,00 D, sul piano della IOL.

In Fig. 7 è indicata una refrazione attesa di  $-0,19 / 0,33$  ax 116; selezionando il successivo potere torico immediatamente superiore (per esempio 4,50 D) la refrazione attesa viene ricalcolata a  $+0,13 / +0,03$  ax 26, di modo che l'asse risulta rovesciato, ma con un valore (ridotto) di 0,03 D.

Le frecce verso l'alto e verso il basso in Fig. 5 con-

**Implant Parameters (IOL plane)**

IOL Type: SIFI Medtech V7560CZ Stock

Details ...

	Sph Equiv	Cylinder	Planned +ve Axis
IOL Power	29.25	4.50	116
	Sphere		
	27.00		

SRK/T A-constant Value: 119.0  
 Holladay 1 Surgeon Factor  
 Hoffer Q pACD  
 Haigis

Recalc lens power

Fig. 6. Si raccomanda l'utilizzo di Costanti personalizzate dal chirurgo per calcolare più esattamente la IOL torica.

sentono al medico di modificare il potere torico o sferico della IOL selezionata per lo step successivo superiore o inferiore disponibile per la gamma di IOL toriche SIFI. La refrazione attesa viene calcolata di conseguenza e il medico può determinare esattamente il risultato a cui puntare.

### “Sorprese” refrattive

In circa il 10% dei casi si può verificare nel post-operatorio un cilindro refrattivo non previsto. Ciò può avvenire indipendentemente da quanto siano state accurate le misure pre-operatorie e il processo di pianificazione. In alcuni casi l'asse della IOL torica può essere allineato esattamente con il meridiano corneale più curvo e tuttavia sussiste una porzione significativa di cilindro che permane nella refrazione manifesta nel post-operatorio.

Una ragione di ciò può essere imputata all'“ORA non lenticolare”, dopo che si sono presi in considerazione astigmatismo corneale post-operatorio e orientamento della IOL torica. L'“ORA non lenticolare” è causato da differenze pre-esistenti da tempo rispetto all'insorgenza della cataratta tra l'astigmatismo corneale e il resto del sistema visivo, includendo la corteccia visiva ma escludendo il cristallino. Questa differenza permane

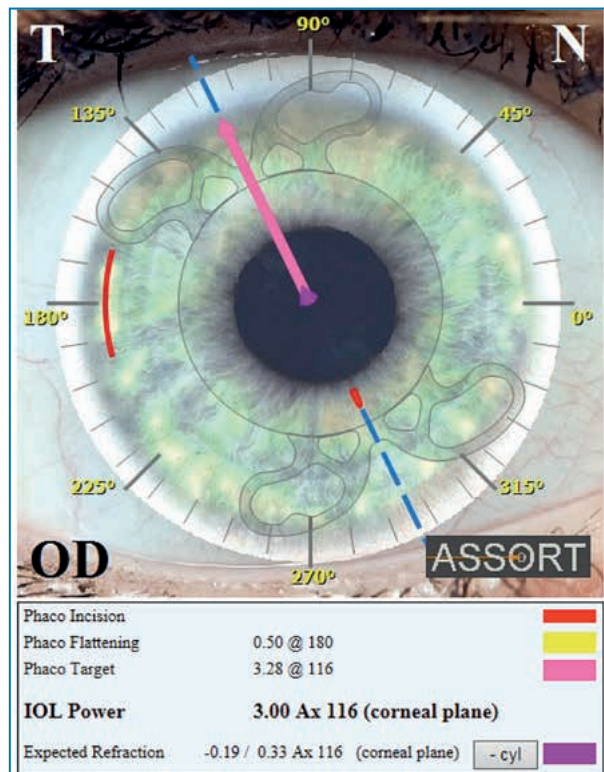


Fig. 7. Il calcolatore Assort per IOL torica indica il potere della IOL sul piano corneale e la refrazione attesa.

anche dopo la rimozione della cataratta e l'impianto della IOL.

Il primo step nel valutare una “sorpresa” nel cilindro refrattivo è misurare l'astigmatismo corneale post-operatorio, teoricamente utilizzando il medesimo apparecchio del pre-operatorio, con lo stesso tecnico che effettua la misura. Se l'incisione della faco si è comportata come atteso, allora il valore e la direzione dell'astigmatismo corneale post-operatorio dovrebbero coincidere con quelle previste nel pre-operatorio, quando si sia tenuto conto dell'effetto appiattimento chirurgo-specifico. Se la misura dovesse essere significativamente differente, sia per entità che per asse, allora una rotazione della IOL può risultare vantaggiosa.

Il calcolatore Assort per IOL toriche include anche un modulo per l'“analisi della sorpresa refrattiva” per determinare se si avrebbe una riduzione significativa del cilindro refrattivo nel caso in cui si dovesse realizzare:

1. Rotazione della IOL torica impiantata che ridurrebbe significativamente il cilindro refrattivo nel post-operatorio.

2. Sostituzione della IOL torica necessaria poiché il potere era inappropriato.
3. Chirurgia LASIK per correggere l'ametropia residua.

Il modulo per la sorpresa refrattiva richiede l'astigmatismo corneale post-operatorio, la lunghezza assiale utilizzata e i parametri della IOL torica impiantata. Inoltre dovrebbe essere inserito l'asse della IOL nel post-operatorio insieme alla refrazione post-operatoria manifesta.

L'esempio in Fig. 8a presenta un caso in cui la refrazione post-operatoria era +0,25 / -2,25 ax 160, con la IOL torica posizionata proprio laddove ci si era prefissato e l'incisione della faco che si è comportata come pianificato.

**▼ IOL Rotation Analysis**

Actual IOL axis

Manifest Refraction	Sphere	Cylinder	X	Axis
	<input type="text" value="0.25"/>	<input type="text" value="-2.25"/>	X	<input type="text" value="160"/>

Back Vertex Distance  mm

**Minimum refractive cylinder should occur when the IOL axis is at 98°**

Fig. 8a. Il calcolatore Assort per IOL torica richiede sia l'asse della IOL nel post-operatorio che la rotazione manifesta per calcolare un'analisi di rotazione.

Il calcolatore Assort per IOL toriche mostra (Fig. 8b) che una rotazione di 17 gradi in senso orario ad una posizione di 98 gradi minimizzerebbe il cilindro refrattivo (la parte bassa della curva parabolica) come mostrato in Fig. 8b con valore minore di 0,75 D. La refrazione manifesta calcolata dopo la rotazione della IOL è 0,52 / 0,69 ax8.

In alcuni casi la rotazione della IOL non ridurrà significativamente la refrazione manifesta, oppure il potere della IOL torica potrebbe non essere corretto - ciò può essere valutato utilizzando i parametri del Metodo Alpini di Magnitudine dell'Errore (ME) e Indice di Correzione (CI), sempre presenti nel modulo di analisi (Fig. 9).

La Magnitudine dell'Errore valuta se il potere torico della IOL è troppo forte o troppo debole calcolando la differenza aritmetica tra il valo-

re dell'astigmatismo indotto target (TIA - Target Induced Astigmatism) e il vettore dell'astigmatismo indotto chirurgico (SIA - Surgically Induced

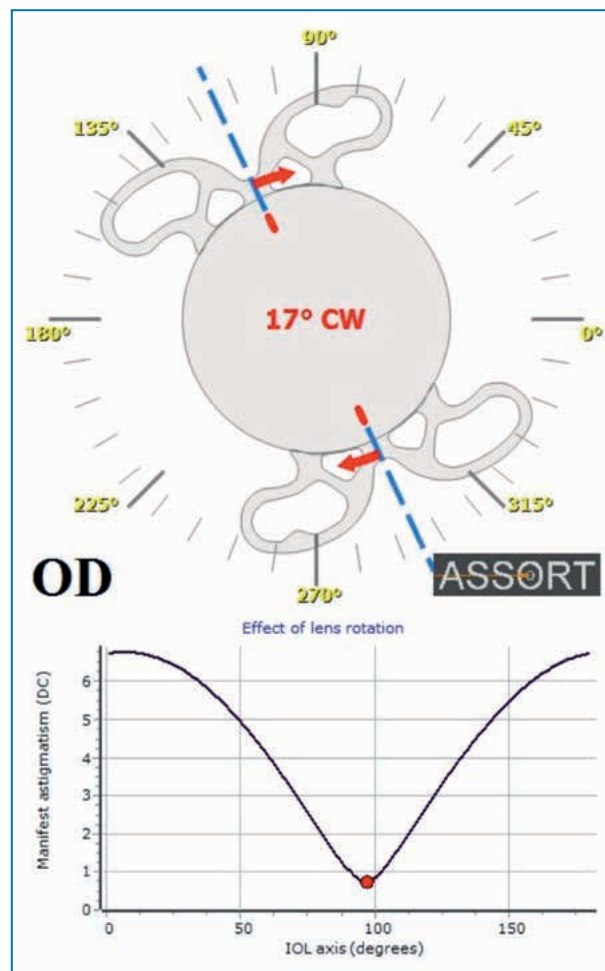


Fig. 8b. Ruotando la IOL impiantata di 17 gradi in senso orario rispetto all'asse esistente a 105 gradi si determina il minimo cilindro refrattivo raggiungibile con questa IOL, come dimostrato dal punto rosso del grafico, collocato a 98 gradi - Il cilindro refrattivo qui è -0,69 D.

Alpins Method			
SIA	4.01	Ax	43
TIA	3.30	Ax	26
Difference Vector	2.20	Ax	160
Correction Index	1.22		
Index of Success	0.67		
Magnitude of Error	0.71		
Angle of Error	17	(CCW)	

Fig. 9. Il metodo Alpini per l'analisi delle IOL toriche. La Magnitudine di Errore (ME) mostra una iper-correzione di 0,71 D nel trattamento astigmatico ( per esempio la toricità della IOL). L'Indice di Correzione (CI) indica una iper-correzione del 22% nel trattamento astigmatico programmato.

Astigmatism); in questo esempio è stato calcolato un ME di 0,71 D. Un ME maggiore di 1,00 D può indicare che può essere necessaria una sostituzione della IOL per ottenere una toricità più adeguata. L'Indice di Correzione calcola se la correzione astigmatica con IOL torica era iper- o sotto-corretta e viene indicato come rapporto tra il TIA e il SIA. Idealmente l'obiettivo per l'Indice di Correzione è 1,0, un risultato perfetto. Valori maggiori di 1,0 indicano una iper-correzione dell'astigmatismo e valori minori di 1,0 rappresentano una sottocorrezione del trattamento astigmatico programmato.

La terza opzione è quella di una LASIK per correg-

gere la "sorpresa" refrattiva e tutte e tre le opzioni dovrebbero essere menzionate nell'acquisizione del consenso quando si discutono i possibili esiti dell'utilizzo di una IOL torica.

La preferenza dei pazienti per una totale indipendenza dagli occhiali sta diventando sempre più diffusa. Stabilire nella pratica clinica una routine sistematica che includa un calcolatore per un calcolo accurato delle lenti intraoculari, e l'inserimento dei parametri indicati in questo capitolo, costituiscono uno step fondamentale per essere certi che venga effettuata una precisa misurazione e pianificazione delle IOL toriche con il vantaggio di ottenere risultati migliori.

## Bibliografia

1. Alpins N, Ong JKY, Stamatelatos G. New method of quantifying corneal topographic astigmatism that corresponds with manifest refractive cylinder. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38(11): p. 1978-1988.
2. Alpins N, Ong JKY, Stamatelatos G. Corneal topographic astigmatism (CorT) to quantify total corneal astigmatism. *J Refract Surg* 2015; 31(3): p. 182-186.
3. Alpins NA. New method of targeting vectors to treat astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 1997; 23(1): p. 65-75.
4. Alpins NA, Stamatelatos G. Refractive surprise after toric intraocular lens implantation: Graph analysis. *J Cataract Refract Surg* 2014; 40: p. 283-294.