

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei"

Corso di Laurea Triennale in Ottica e Optometria

Tesi di Laurea

*Sistemi di stabilizzazione delle lenti a contatto
morbide toriche*

Relatore: Prof. Pietro Gheller

Laureando: Purgato Cecilia
Matricola: 1003259/OPT

Anno Accademico 2013/2014

Indice

1. Riassunto	1
2. Introduzione	3
2.1. Definizione di astigmatismo.....	3
2.2. Soluzioni per l'astigmatismo: lenti oftalmiche, rigide, sferiche e asferiche	5
3. Lenti morbide toriche	9
3.1. Background storico: ideazione e principio di funzionamento	9
3.2. Metodi di produzione	11
4. I sistemi di stabilizzazione	15
4.1. Toricità sulla superficie posteriore.....	15
4.1. Troncatura.....	16
4.2. Prisma di ballast e peri-ballast	17
4.3. Stabilizzazione dinamica	19
5. Percorso applicativo	23
5.1. Scelta del portatore ideale.....	23
5.2. Scegliere la prima lente di prova	27
6. Troubleshooting applicativo	33
7. Conclusione	37
8. Bibliografia e sitografia	39

1. Riassunto

Nel 2011 Hunt e colleghi hanno stimato che la prevalenza di persone che presentano solo in un occhio un astigmatismo di almeno 0,75D è del 47,4%, percentuale che scende al 24,1% per l'astigmatismo presente in entrambi gli occhi; si può dedurre che approssimativamente un terzo dei potenziali portatori di lenti a contatto necessitano di una correzione astigmatica (Young et al., 2011).

Allo stesso tempo, le persone astigmatiche rappresentano una buona parte dei *drop-out* (abbandono dell'uso di lenti a contatto) suggerendo che la scarsa qualità visiva causata da un'inadeguata correzione dell'astigmatismo è un fattore importante nell'interruzione dell'uso di lenti a contatto (Young, 2004).

Il successo di un'applicazione di lenti a contatto morbide toriche può essere determinato da una moltitudine di fattori, sia a carico della struttura fisica oculare e peri-oculare del portatore, sia a carico del design di costruzione della lente: questa tesi mira a descrivere il percorso applicativo delle lenti a contatto morbide toriche e a confrontare i loro principali sistemi di stabilizzazione.

2. Introduzione

2.1. Definizione di astigmatismo

Secondo l'oculista svedese Allvard Gullstrand (1862-1930) l'astigmatismo «è il risultato di un'asimmetria della rifrazione oculare»: i principali mezzi ottici oculari, quindi la cornea ed il cristallino, non hanno un unico raggio di curvatura, bensì ne hanno molti che variano dal centro alla periferia (asfericità corneale) e tra i diversi diametri con varie inclinazioni (l'astigmatismo, appunto).

Per una visione ottimale la luce deve focalizzarsi come un punto sulla retina, ma può accadere che il fuoco cada prima o oltre la retina determinando le condizioni di miopia o ipermetropia; in entrambi i casi sarà sufficiente una lente sferica (cioè dotata di un unico raggio di curvatura per tutta la sua superficie) per spostare il fuoco sulla retina. Nel caso dell'astigmatismo, tuttavia, il fuoco si divide come una striscia, che può trovarsi interamente prima o dopo la superficie retinica (astigmatismo miopico e astigmatismo ipermetropico), o che la attraversa in un punto (astigmatismo misto): ciò accade perché la superficie non è sferica ma "torica", cioè somigliante ad una sezione della base delle colonne detta appunto "toro"; queste superfici sono caratterizzate da due raggi di curvatura differenti ed ortogonali (come un cilindro la cui superficie laterale viene arrotondata).

La conoide di Sturm (1635-1703) aiuta a comprendere il concetto dell'astigmatismo: attraverso una superficie torica la luce tenderà a

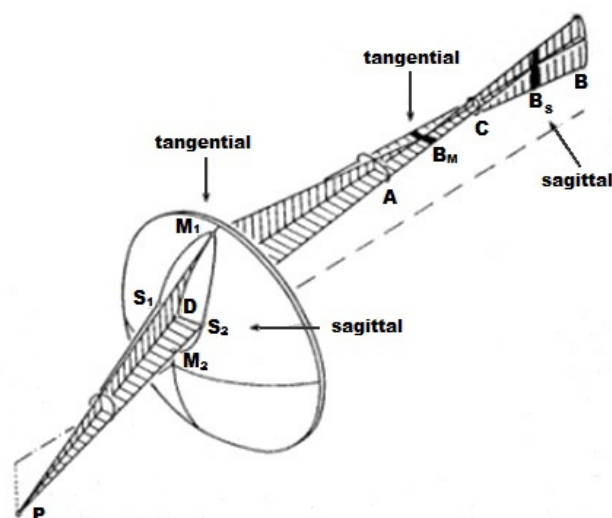


Figura 1- Conoide di Sturm. (immagine tratta da: www.uak.medizin.uni-tuebingen.de)

focalizzarsi in due punti; a metà distanza tra essi si trova il cerchio di minor confusione, ovvero un punto dove la focalizzazione verticale ed orizzontale sono egualmente sfuocate.

Le sedi in cui si genera l'astigmatismo sono principalmente due, la cornea (astigmatismo corneale o esterno) ed il cristallino (astigmatismo interno), che costituiscono anche i principali mezzi diottrici di focalizzazione dell'occhio. In particolare la cornea può presentare una superficie torica sia sul lato esterno che in quello interno: l'astigmatismo a carico della superficie posteriore è molto meno soggetto a variazioni durante l'arco della vita rispetto alla superficie anteriore, e tende ad essere superiore di quello della superficie anteriore nel caso di astigmatismo "secondo regola" (SR) e inferiore nel caso di astigmatismo "contro regola" (CR) (Nemeth et al., 2014). A causa della vicinanza tra le due superfici corneali esistono pochi e recenti studi che vanno a valutare l'importanza del lato posteriore nell'astigmatismo corneale totale, perciò in generale parlando di astigmatismo corneale si intende quello dato dalla superficie anteriore.



Figura 2- Il toro nelle colonne doriche è la base su cui si posiziona la stessa colonna. (immagine tratta da: www.enricopalmucci.it/elemento-con-toro/)

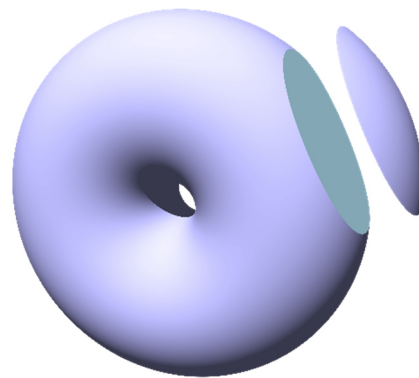


Figura 3- Sezione di superficie torica (immagine tratta da: www.optonet-masterplus.de)

Si parla di astigmatismo secondo regola quando il meridiano (cioè la direzione del raggio di curvatura) verticale è più curvo rispetto a quello orizzontale, e di astigmatismo contro regola quando si verifica la condizione opposta; nel caso in cui i raggi di curvatura massimo e minimo non fossero uno verticale ed uno orizzontale (entro $90^{\circ} \pm 30^{\circ}$ in

verticale e $180^{\circ}\pm 30^{\circ}$ in orizzontale) ma comunque ortogonali, si parlerebbe di astigmatismo obliquo; infine, se i meridiani non fossero ortogonali tra loro si parlerebbe di astigmatismo irregolare.

Dallo studio del 2013 di Nemeth e colleghi si ricava che l'astigmatismo corneale è mediamente pari a $0,89\pm 0,72D$: su 1092 occhi esaminati è stato rilevato un astigmatismo superiore a $0,50D$ nel 73,53% dei casi, e superiore a $2,00D$ nel 6,86% dei casi. Il 53,3% degli occhi presentavano un astigmatismo secondo regola, il 28,3% astigmatismo contro regola, ed il 18,4% astigmatismo obliquo, senza una dipendenza significativa dal sesso degli esaminati; tuttavia è stato riconfermato che la prevalenza di astigmatismo contro regola tende ad aumentare con l'età (Nemeth et al., 2013)

In optometria e contattologia è importantissimo distinguere e quantificare l'astigmatismo corneale e quello interno; la somma di questi due valori coincide con l'astigmatismo totale.

2.2. Soluzioni per l'astigmatismo: lenti oftalmiche, rigide, sferiche e asferiche

Se per correggere la miopia e l'ipermetropia servono delle lenti sferiche, ovvero con un potere di focalizzazione uniforme su tutta la loro superficie, per correggere l'astigmatismo servono delle lenti che esprimano due poteri diversi in due precise direzioni: per fare ciò si usa la combinazione di lenti sferiche con lenti cilindriche, ovvero che esprimono il loro potere nella direzione perpendicolare all'asse, mentre parallelamente ad esso presentano potere nullo. Questo è il principio di funzionamento delle lenti oftalmiche; inoltre, non avendo alcuna relazione con la superficie corneale, il valore del cilindro andrà a correggere l'astigmatismo totale.

Tuttavia la refrazione non viene sempre corretta completamente: nel caso di bassi astigmatismi ($<1.00D$ cil) molti professionisti utilizzano il cosiddetto equivalente sferico, ovvero la somma del potere sferico e la metà del potere cilindrico.

$$E.S. = sf + \frac{1}{2} cil$$

In questo modo la focalizzazione retinica cadrà esattamente a metà tra i due punti estremi di messa a fuoco corrispondente al centro di minor

confusione, ottenendo il miglior compromesso tra i due poteri. Molti studi dimostrano che questa correzione dell'ametropia non porta ai risultati massimali di acuità visiva, sensibilità al contrasto e sensibilità cromatica (Opacić, 2012).

Negli anni '80 molti professionisti utilizzavano la regola del 4:1 per decidere se era appropriato prescrivere un potere sferico in presenza di astigmatismo: il paziente avrebbe ottenuto una visione soddisfacente se la componente sferica della sua refrazione era quattro volte (o più) superiore all'ammontare del cilindro; è una strategia valida nel caso di bassi astigmatismi (<1.00D di cilindro), ma per alte prescrizioni sferiche si può incorrere in una sottocorrezione astigmatica.

In passato anche le lenti a contatto asferiche sono state utilizzate per ridurre l'astigmatismo, ma vari studi come quello di Morgan e colleghi hanno dimostrato che, pur riducendo l'aberrazione sferica, la sensibilità al contrasto era peggiore rispetto alla correzione mediante lenti oftalmiche toriche e lenti a contatto morbide toriche (Morgan et al., 2005).

Entrando nel campo delle lenti a contatto diventa importante dividere l'astigmatismo totale in astigmatismo corneale e interno: poiché questi ultimi due possono annullarsi, è possibile che una persona non abbia necessità di correzione cilindrica nell'occhiale, ma che necessiti di lenti a contatto toriche (anzi bitoriche, come vedremo a breve).

La correzione di bassi astigmatismi con lenti sferiche può avvenire se si utilizzano lenti a contatto rigide gas-permeabili (RGP): essendo costituite di materiale rigido, ovvero con basso modulo di elasticità (cioè la lente tende a non deformarsi quando viene sottoposta a stress), queste lenti non si adattano alla forma della superficie corneale, bensì "fluttuano" entro il film lacrimale mantenendo la loro forma. Nel caso della lente sferica su cornea torica, la lente va scelta con un raggio base pari al meridiano più piatto della cornea, in modo che in corrispondenza del meridiano più stretto si accumuli una quantità maggiore di film lacrimale: in questo modo la lacrima crea il cilindro correttivo ricercato (un aumento di 0,1mm della differenza tra i raggi di curvatura massimo e minimo della cornea astigmatica corrispondono ad una differenza di 0,50D nelle due direzioni).

Naturalmente questo metodo è utile per bassi valori di astigmatismo corneale: in presenza di una cornea fortemente torica ($>2,50D$, quindi $0,5mm$ di differenza tra i due meridiani), una lente a contatto RGP tende a 'basculare', cioè a dondolare sulla cresta del meridiano più piatto; la persona sente che la lente è instabile e dà fastidio. E' quindi necessario introdurre una superficie interna torica per migliorare l'applicazione, ma così facendo la lacrima non forma più la lente cilindrica correttiva: bisogna disegnare anche una superficie esterna torica che compensi questa mancanza, formando così una lente bitorica.

Esiste anche la possibilità che una persona abbia solo astigmatismo interno: in tal caso sarà necessario costruire una lente con superficie torica solo esterna.

Le lenti a contatto morbide si adattano alla forma della superficie corneale, perciò non possono sfruttare l'effetto del film lacrimale come le lenti rigide: è necessario che la cornea astigmatica venga corretta con una geometria torica (anche stavolta il toro può essere sul lato interno, esterno o da entrambe le parti).

La difficoltà maggiore nella correzione dell'astigmatismo mediante lenti a contatto toriche è evitare che la lente si sposti dalla sua sede e soprattutto che ruoti. Per ovviare al problema sono stati introdotti vari sistemi di stabilizzazione con caratteristiche più o meno valide per i differenti casi di astigmatismo.

3. Lenti morbide toriche

3.1. Background storico: ideazione e principio di funzionamento

Nonostante il mercato delle lenti a contatto sia fiorito solamente negli ultimi 30-40 anni, la loro creazione ed ideazione risale a secoli fa: i principi fisici di funzionamento partono dagli studi di Leonardo da Vinci (1452-1519) e di Cartesio (1596-1650) sulla visione attraverso mezzi trasparenti con diversi indici di rifrazione; Thomas Young (1773-1829) applicò per primo una lente da microscopio con della cera al contorno oculare (ma il suo fine non era correggere un'ametropia, bensì di dimostrare che la cornea non è responsabile dell'accomodazione). Nel 1827 sir John Herschel (1792-1871) teorizzò il principio del funzionamento della prima lente a contatto: per correggere l'astigmatismo di un certo mr. Airy, il metodo migliore sarebbe stato prendere uno stampo della sua superficie corneale per creare una lente da occhiale con quella stessa curvatura interna.

L'uso delle protesi oculari nel XIX secolo era consolidato: nel 1860 i fratelli Müller di Wiesbaden, specializzati nella creazione di occhi di vetro, creano un guscio di vetro da applicare su un occhio come bendaggio a seguito di un intervento chirurgico. Nel 1861, Adolf Fick (1829-1901) a Zurigo studia l'applicazione di gusci di lenti a contatto sui conigli per la correzione dell'astigmatismo e del cheratocono; nello stesso anno Eugène Kalt (1861-1941) a Parigi applica un guscio ad una giovane suora affetta da cheratocono, traendone un drastico miglioramento di acuità visiva.

Si arriva così al fatidico 1889, anno in cui il giovane studente Adolf Müller (1864-1949) dell'Università di Kiel discute la sua tesi su come sarebbe riuscito a correggere la sua miopia di -14.00D utilizzando un guscio di vetro creato su misura e con precise misurazioni.

La difficoltà maggiore con questi gusci di vetro derivava dal fatto che erano prodotti a mano mediante soffiatura o smerigliatura, perciò non esistevano due campioni perfettamente uguali; inoltre il vetro era pesante e pericoloso perché poteva rompersi nell'occhio. Dobbiamo perciò attendere il XX secolo per la vera svolta ed il boom delle lenti a

contatto: nel 1936 viene introdotto dal dott. Gyorffy (1912-1999) a Budapest l'uso del PMMA al posto del vetro; nello stesso anno William Feinbloom (1904-1985) in America propone il modello della prima lente a contatto (quindi dotata di potere, non solo un guscio di vetro) sclerale con zona ottica centrale in vetro e zona sclerale in materiale plastico (bakelite).

Nel 1947 Kevin Tuohy (1919-1968) rompendo una lente sclerale crea accidentalmente la prima lente a contatto corneale così come la conosciamo oggi.

Nel 1954 Otto Wichterle (1913-1998) introduce l'uso dell'HEMA (idrossietilmetacrilato) inventando così le prime lenti a contatto idrofiliche e morbide; sarà egli stesso a brevettare nel 1962 le lenti a contatto morbide toriche assieme a quelle colorate.

A causa della Seconda Guerra Mondiale e delle condizioni economiche sfavorevoli, il brevetto delle lenti a contatto morbide raggiunse l'America solo alla fine degli anni '60, dove nel 1971 la ditta Bausch&Lomb lancerà la "Soflens".

Nel 1974, la ditta Titmus- Eurocon presenta la lente Weicon ad Amburgo, la prima lente torica con stabilizzazione dinamica (Granz, 1974); successivamente in Inghilterra viene introdotta la lente Zero 6 Hydron, della ditta Hydron poi acquisita da Ciba Vision.

Le lenti a contatto usa e getta (o "disposable" in inglese) furono introdotte nel 1987 da Vistakon con la lente settimanale *Acuvue*, e nel 1988 da Bausch&Lomb con la lente mensile *SeeQuence*: prima di allora tutte le lenti a contatto non venivano sostituite fino alla rottura perché erano costruite su misura e richiedevano ogni volta un nuovo percorso applicativo. L'idea delle lenti usa e getta sviluppata da Johnson&Johnson è che nessuna lente dovrebbe essere mai riutilizzata: dovrebbe essere indossata per un giorno, o al massimo per un determinato periodo più o meno esteso, e poi essere gettata via alla rimozione; si deve attendere perciò il 1995 per l'introduzione della *1-Day Acuvue* (Johnson&Johnson), la prima lente usa e getta giornaliera. Nello stesso anno la CIBA Vision lancia la lente mensile usa e getta *Focus Toric*, mentre la ditta Wesley-Jessen lancia la *Freshlook Toric* (in seguito nel 2000 la prima ditta assorbirà la seconda).

Infine, dal 2002 anche le persone astigmatiche hanno potuto iniziare ad indossare le lenti a contatto toriche giornaliere usa e getta grazie all'introduzione delle *Focus Dailies Toric* di CIBA Vision (Gasson, 2008).

Ad oggi l'offerta si è estesa a un numero sempre più elevato di portatori grazie all'introduzione di più raggi base, diametri, valori cilindrici e altre caratteristiche fisiche di costruzione della lente a contatto (ad es. materiali e sistemi di stabilizzazione).

3.2. Metodi di produzione

I gusci di vetro del XIX secolo erano creati mediante soffiatura o smerigliatura: la lavorazione era quindi affidata ai maestri vetrai; nel 1936 il vetraio tedesco Müller-Welt riesce a creare una macchina ad aghi che gli permette di creare un set di 5000-6000 lenti in breve tempo mediante smerigliatura; qualche anno prima egli aveva cercato di creare degli stampi per creare dei set, ma non ottenne buoni risultati.



*Figura 4-Soffiatura (immagine tratta da:
www.muellersoene.com)*

Si deve attendere l'introduzione del PMMA (anche chiamato perspex o plexiglas) per poter utilizzare con successo la produzione di serie a stampo: si tratta di introdurre del materiale liquido in degli stampi e lasciando il composto a solidificare; l'uso del PMMA al posto del vetro determinava che nella fase finale di separazione tra stampo e lente le perdite per rottura o crepatura si riducevano drasticamente.

Nel 1954 l'invenzione dell'HEMA da parte di Wichterle fu accompagnata dalla creazione del primo sistema di produzione in serie a centrifuga: il processo di polimerizzazione avviene in uno stampo rotante, e la velocità di rotazione determina il potere delle lenti; questo metodo permette di raggiungere poteri negativi più alti semplicemente aumentando la velocità di rotazione dello stampo.

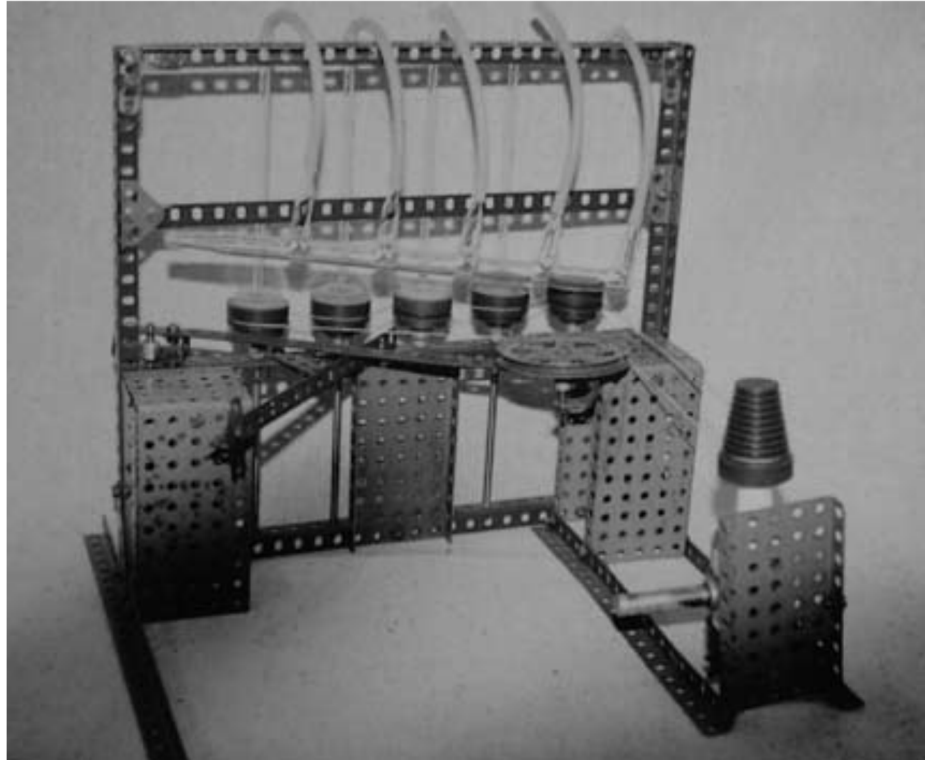


Figura 5-Il primo sistema a centrifuga fu inventato da Otto Wichterle (1913-1998) a Natale del 1958 con alcuni pezzi del Meccano del figlio. (immagine tratta da: www.opticianonline.net)

Da allora sono stati sviluppati vari altri metodi, primo tra tutti la tornitura: introdotto nel 1971, questo metodo prevede l'uso di un bottone rigido che viene tornito, scartando materiale fino ad ottenere prima la superficie esterna e poi la superficie interna della lente; negli ultimi decenni sono stati sviluppati sistemi automatici che possono produrre in massa lenti a contatto tornite e con poteri cilindrici sempre più elevati.

Un terzo metodo è il *cast moulding* ('modanatura'), usata principalmente per la produzione di lenti idrogel e rigide, e consiste nell'iniezione di materiale liquido in uno stampo dove la lente solidifica per irraggiamento da raggi UV.

I principali metodi utilizzati per produrre le lenti morbide toriche, ad oggi, sono la tornitura o la pinzatura: in quest'ultima si applica una forza centripeta attraverso l'uso di pinze ad una lente semifinita; in questo modo la lente si assottiglia in corrispondenza ai punti di pressione delle pinze, dopodiché essa viene tornita per creare una curva intermedia tra il raggio base e la zona assottigliata (Lupelli et al., 1998).



Figura 6-Tornio per lenti a contatto (immagine tratta da: www.regionaleyecenter.com)

4. I sistemi di stabilizzazione

Per una visione ottimale attraverso l'uso di lenti a contatto toriche è necessario che l'eventuale rotazione durante e dopo l'ammiccamento venga minimizzata, e che il cilindro correttivo resti allineato sull'asse appropriato.

I principali fattori che influiscono sul corretto orientamento delle lenti a contatto toriche sono la posizione delle palpebre, le dimensioni dell'apertura palpebrale, la direzione dell'ammiccamento e la presenza di un astigmatismo obliquo; Young e colleghi riportano che anche un alto livello di miopia influisce negativamente sulla stabilizzazione della lente (Young et al., 2002).

Il movimento di chiusura delle palpebre non è perfettamente verticale: durante l'ammiccamento le palpebre si chiudono dal canto laterale verso il canto mediale, creando delle spinte sia in orizzontale che in verticale, causando potenzialmente la rotazione nasale della parte bassa della lente a contatto (Edmunds et al., 2001). Un buon sistema di stabilizzazione va a minimizzare l'ingerenza del movimento palpebrale nel corretto posizionamento della lente.

4.1. Toricità sulla superficie posteriore

Mentre nelle lenti a contatto RGP è importante differenziare la posizione della superficie torica, per le lenti a contatto morbide non è fondamentale (ma è utile per migliorare l'applicazione in forti astigmatismi coniali), in quanto a causa del ridotto modulo di elasticità la lente tende ad "aggrapparsi" alla cornea senza deformarla: questo significa che in presenza di astigmatismo corneale non sarà necessario lavorare la superficie interna della lente come per le lenti RGP, ma è comunque possibile scegliere una geometria con zona periferica sferica e zona ottica astigmatica; quest'ultima solitamente è di forma ellissoidale e le sue dimensioni dipendono dal potere e dal raggio (più ampia con bassi cilindri).

Le superfici toriche si ottengono mediante tornitura, con *cast-moulding* o centrifugazione.

Una lente a contatto morbida semplicemente costruita con una superficie torica ha sicuramente la tendenza a ruotare: per mantenere l'allineamento è utile associare un sistema di stabilizzazione prismatico o dinamico.

4.1. Troncatura

Questo metodo è più usato nella costruzione delle lenti RGP che delle lenti morbide: si tratta dell'asportazione di 1.00-1.50mm di circonferenza dal margine inferiore della lente, con inclinazione fino a 20° ed eventualmente parallela all'andamento della palpebra. Nelle lenti con superficie anteriore torica può venire realizzata una doppia troncatura.

Solitamente la troncatura non è associata ad altri metodi di stabilizzazione perché garantisce alla lente una buona stabilità anche con lenti spesse; l'allineamento è facilmente osservabile, ma questo significa anche che dal punto di vista estetico si noti molto di più rispetto ad altre lenti.

Rispetto ad altri sistemi di stabilizzazione, la troncatura è meno confortevole per il portatore che può sentire l'appoggio della lente sulla palpebra inferiore. Inoltre lungo il margine troncato si creano più depositi, con cilindri obliqui si ottengono risultati poco soddisfacenti, ed il margine inferiore può sollevarsi se la lente è troppo piatta o se il meridiano verticale della cornea è molto curvo (Gasson and Morris, 1998). Una variante, seppur poco usata, è la realizzazione di lenti dalla forma speciale, non circolare.



Figura 7- Lente a contatto con troncatura (immagine tratta da: www.bausch.co.za)

4.2. Prisma di ballast e peri-ballast

Attualmente il sistema a stabilizzazione prismatica è il più usato tra le lenti a contatto morbide toriche.

Questo sistema consiste nell'inserimento di un prisma, detto prisma di *ballast* ovvero 'a zavorra' in inglese, che crea un ispessimento della zona inferiore della lente: vi sono molteplici discussioni su quale sia l'importanza della forza di gravità nel posizionamento della lente, tuttavia è certo che la forza preponderante sia quella esercitata dalla palpebra superiore.

Questo sistema di stabilizzazione viene creato mediante tornitura o *cast-moulding*.

La teoria del seme di melone (*watermelon seed principle*) introdotta da Hanks nel 1983 sostiene che la gravità sia poco importante per la stabilizzazione della lente: premendo con un dito sulla punta sottile di un seme di melone farà sì che lo stesso si allontani dal punto di pressione; allo stesso modo la parte sottile della lente a contatto viene premuta dalla palpebra superiore allontanando dalla stessa la zona prismatica più spessa (Hanks, 1983).

Per migliorare il comfort e l'applicazione, solitamente il margine inferiore del prisma viene assottigliato, cosicché anche quel lato possa giacere confortevolmente sotto la palpebra inferiore; infatti la pressione e la forma dell'apertura palpebrale influenzano l'orientamento e la stabilità della lente (Young et al., 2009).

L'ammontare del prisma generalmente varia tra $0,75\Delta$ e $2,00\Delta$: si pensa che un aumento del prisma possa aumentare la stabilità rotazionale, tuttavia vari studi non supportano questa tesi (Jurkus et al., 1979). Harris e colleghi hanno valutato la rotazione su cornee toriche di lenti a contatto con prismi da $0,5\Delta$, da 1Δ e senza prisma: i risultati dimostrano che l'effetto di stabilizzazione è uguale tra lenti dotate di prisma, e che sono più efficaci delle lenti senza prisma (Harris et al., 1977).

Esistono pochi studi che valutano la rotazione della lente a contatto nelle varie direzioni di sguardo, ma tutti concordano nel dire che le lenti con prisma di ballast hanno più tendenza alla rotazione rispetto ad altri metodi di stabilizzazione; in particolare le posizioni critiche, con rotazioni fino a 30° , sono la direzione di sguardo inferotemporale e superonasale (Hunt et al., 2010, Zikos et al., 2007)

L'aspetto più problematico dell'uso del prisma di ballast è la ridotta trasmissibilità all'ossigeno della zona spessa: a seconda del design della lente, il prisma può essere presente attraverso tutto il centro e la

periferia della lente oppure solo nella zona periferica lenticolare, ma in ogni caso si avranno delle zone a rischio di ipossia; per questo motivo esistono delle geometrie che prevedono la riduzione di spessore nella zona inferiore periferica, o uno spostamento della base del prisma da ore 6 a ore 4 e 8 lasciando una camera di passaggio per il film lacrimale (Edmunds et al., 2001).

Holden e Mertz suggeriscono che il valore minimo di trasmissione dell'ossigeno in relazione allo spessore della lente (Dk/L) che possa impedire edema corneale ad occhio aperto sia circa 25×10^{-9} ml O_2 /ml x mmHg; tuttavia quando la trasmissione dell'ossigeno scende da circa 155mmHg (occhio aperto) a circa 50mmHg sotto le palpebre (occhio chiuso) è richiesto un Dk/L di circa 90×10^{-9} ml O_2 /ml x mmHg per impedire l'edema corneale (Holden and Mertz, 1984, Fatt and Bieber, 1968). La maggior parte delle aziende calcola il Dk/t sulla zona centrale della lente, che spesso non corrisponde alla zona di minore passaggio di ossigeno.

Un aspetto positivo, anche se non sostenuto da ricerche scientifiche è che il prisma di ballast può ridurre i sintomi dell'occhio secco: il profilo spesso tende ad allontanare il puntino lacrimale inferiore dalla superficie oculare, limitando il drenaggio delle lacrime (Szcotka, 2002).

Se il prisma si colloca entro la zona ottica della lente, bisogna applicare in entrambi gli occhi la stessa tipologia di lente, per non incorrere in uno sbilanciamento verticale binoculare indotto dall'effetto prismatico (Ukwade et al., 2003, Fanti, 1975) . Nilsson e colleghi riportano che il porto monolaterale di una lente a contatto morbida torica con prisma di ballast porta a sintomi di discomfort visivo e visione doppia (Nilsson et al., 2008).

Per ridurre quest'ultimo problema si può ricorrere al peri-ballast, ovvero una lente cui viene aggiunto un forte potere negativo nella zona lenticolare e che viene assottigliata nella porzione superiore, ottenendo ancora una volta un effetto di stabilizzazione prismatico: la zona ottica è quindi libera dal potere prismatico e presenta un profilo più sottile, favorendo la trasmissione dell'ossigeno.

Nonostante i difetti di trasmissibilità all'ossigeno e stabilità rotazionale in diverse posizioni di sguardo, la stabilizzazione prismatica è tuttora l'ideale per la correzione di astigmatismi obliqui (Gasson and Morris, 1998).

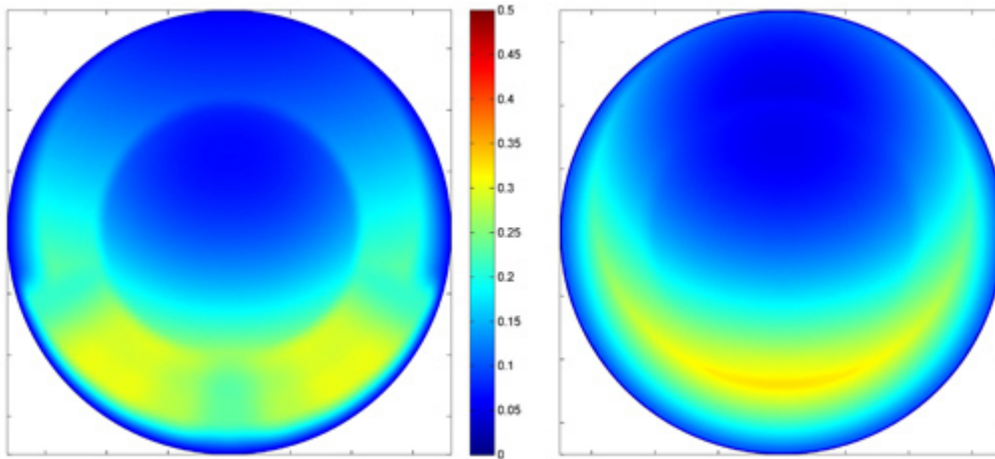


Figura 8- Peri-ballast: in entrambe le lenti il prisma non entra in zona ottica; la raffigurazione a sinistra presenta la camera di passaggio del film lacrimale a ore 6. I colori rappresentano lo spessore della lente. (Immagine tratta da: www.mivision.com.au)

4.3. Stabilizzazione dinamica

I sistemi di stabilizzazione dinamica hanno in comune lo sfruttamento delle forze palpebrali per mantenere la lente a contatto in posizione; i due sistemi principali sono il doppio *slab-off* ('assottigliamento', introdotto da Peter Fanti nel 1975) ed il più recente design a stabilizzazione accelerata (*accelerated stabilization design*, o *ASD*). Rispetto alla stabilizzazione prismatica, dove la palpebra superiore è la maggior responsabile dell'allineamento della lente, con questi tipi di stabilizzazione entrambe le palpebre entrano in gioco, e la gravità ha una rilevanza pressoché nulla.

La stabilizzazione dinamica si ottiene mediante tornitura e *cast-moulding*.

Il doppio *slab-off* consiste in un assottigliamento verticale della lente, cioè la zona inferiore e quella superiore della lente risultano più sottili rispetto alla fascia orizzontale che va da ore 3 a ore 9; la stabilizzazione, perciò, avviene grazie allo schiacciamento palpebrale delle zone con differente spessore. Il vantaggio è che lo spessore del profilo della lente resta minimo, ottimizzando il comfort e la risposta fisiologica del portatore. Uno sviluppo di questo sistema di stabilizzazione consiste nel lasciare la zona ottica intatta, lavorando la lente solo nelle zone esterne (come la stabilizzazione con peri-ballast rispetto alla ballast) (Veys et al., 2009).

Snyder riporta che questo design non funziona bene per bassi poteri (Snyder, 1998), mentre per quanto riguarda l'astigmatismo contro regola Gundel riporta che le lenti con assottigliamento verticale ruotano meno, rispetto alle lenti per astigmatismo secondo regola o obliquo; questo probabilmente accade perché il meridiano più spesso è parallelo alla palpebra superiore (Gundel, 1989).

Il design a stabilizzazione accelerata (ASD) è stato introdotto dalla ditta Johnson&Johnson nel 2005 con le lenti a contatto *Acuvue Advance for Astigmatism*; questa geometria sfrutta quattro zone di spessore, ovvero le zone di accelerazione, che vengono posizionate nella zona interpalpebrale in modo che durante l'ammiccamento siano le stesse palpebre a provocare l'allineamento (Ficco, 2006): la stabilizzazione dinamica permette un rapido allineamento della lente (soprattutto se inserita male), cioè il momento di rotazione maggiore sia per velocità che per quantità di gradi avviene durante l'ammiccamento; di conseguenza l'annebbiamento e la variazione di visus durante il porto si riducono notevolmente (Zikos et al., 2007).

L'idea di utilizzare quattro zone come dei punti ancoranti porta il beneficio di creare delle camere per il passaggio del film lacrimale a ore 3 e ore 9, limitando il rischio di ipossia alle zone di accelerazione.

Zikos e colleghi hanno confrontato la quantità di rotazione su lenti dotate di questo sistema di stabilizzazione in confronto a delle lenti con prisma di ballast: le 20 persone esaminate con entrambe le lenti dovevano simulare la vita di tutti i giorni svolgendo tre compiti; dopo un periodo di assestamento il soggetto doveva leggere un giornale, eseguire delle ricerche visive nello stesso giornale, e fare delle larghe versioni. Il risultato dimostra che questo sistema inizialmente si stabilizza più in fretta, e resta più allineato durante attività come la lettura di un giornale, quindi in tutte quelle attività con uno spostamento ampio ma controllato; i risultati dei compiti di ricerca visiva e delle versioni, invece, erano simili tra lenti con ASD e con prisma di ballast (Zikos et al., 2007).

Entrambi i sistemi ad assottigliamento e ad ASD sono esteticamente migliori rispetto alla troncatura ed al prisma; tuttavia, in presenza di astigmatismi SR o obliqui, la stabilizzazione dinamica è meno efficace a causa della posizione delle zone più spesse che tendono ad essere

ruotate dal movimento palpebrale (Gasson and Morris, 1998). Essendo un design di più recente sviluppo i valori cilindrici sono ancora limitati, anche se in continua espansione.

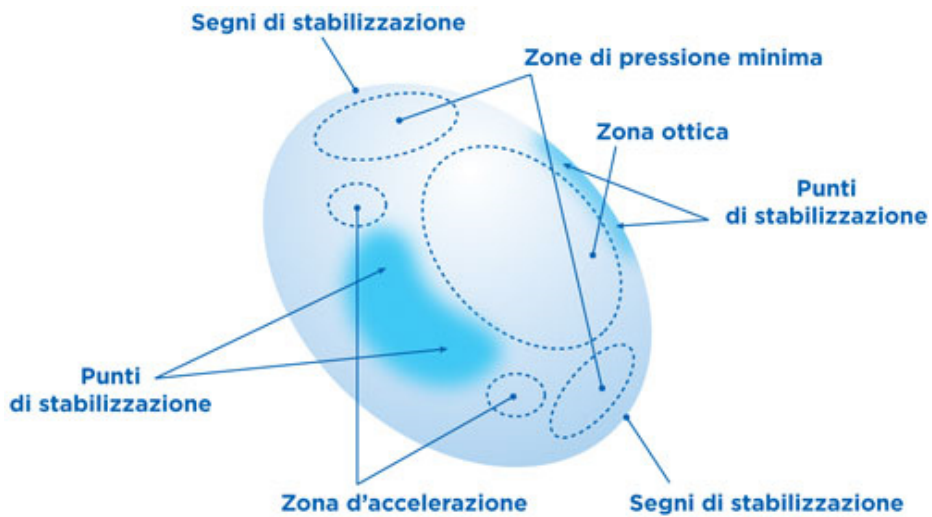


Figura 9- Accelerated Stabilisation Design (Immagine tratta da: www.jnjvisioncare.it)

5. Percorso applicativo

5.1. Scelta del portatore ideale

Per iniziare una nuova applicazione di lenti a contatto è fondamentale conoscere prima di tutto le motivazioni e lo stile di vita della persona: una persona interessata all'uso delle lenti a contatto durante le attività sportive è ben diversa da un'altra che vuole usare le lenti per lavorare in ufficio; inoltre è sempre utile capire se i clienti hanno recepito le informazioni corrette e se hanno delle aspettative troppo alte rispetto ai risultati ottenibili.

L'età del portatore è altrettanto importante: non esiste un'ufficiale età minima, né una massima, tuttavia le possibili risposte fisiologiche possono variare con l'età, o semplicemente mutare con il tempo: sarà a cura del professionista controllare la risposta al porto di lenti a contatto durante il processo di senescenza oculare e di cambiamento ormonale. Nei bambini bisogna stabilire se saranno i genitori ad applicare le lenti a contatto e in tal caso controllare o insegnare le tecniche di applicazione.

Altre informazioni utili da reperire in questa prima fase sono la presenza di patologie oculari (presenti o passate), allergie o malattie sistemiche in atto e, anche aiutandosi con dei questionari (McMonnies et al., 1998), si può valutare se possa essere presente la condizione dell'occhio secco marginale. Un dettaglio spesso sottovalutato è il fumo poiché i fumatori hanno più probabilità dei non-fumatori di sviluppare cheratite microbica, e devono esserne informati (Stapleton, 2003).

E' importante che il professionista instauri da subito un clima di dialogo e confronto con il cliente, in prima battuta ascoltando le sue ragioni, poi rispondendo agli eventuali dubbi, ed infine spiegando che la correzione mediante le lenti a contatto è più impegnativa rispetto alla correzione con occhiali: il carico economico in certi casi non è indifferente, è necessario eseguire una manutenzione periodica, si deve mantenere una buona igiene soprattutto delle mani, e sottoporsi periodicamente ad esami di controllo per valutare lo stato delle lenti e della superficie oculare.

Il professionista deve dimostrare la sua professionalità in questa prima fase, cioè deve dare valore alle sue azioni spiegando al cliente cosa sta facendo, deve dimostrarsi preparato illustrando quali sono le possibilità correttive tra cui scegliere, e creare una relazione empatica e di *compliance* con la persona che ha di fronte manifestando interesse per la sua salute.

Non è raro incontrare negli studi “falsi” nuovi portatori di lenti a contatto: buona parte dei clienti, infatti, hanno già avuto qualche esperienza con le lenti ma le hanno abbandonate per diversi motivi (il più ricorrente è il discomfort). Il professionista dovrebbe essere a conoscenza di queste situazioni, in modo da poter verificare quali informazioni il cliente già conosce, e per comprendere le motivazioni del *drop-out* (‘abbandono’).

Vediamo ora quali possono essere delle controindicazioni al porto di lenti a contatto: spesso si tratta di controindicazioni parziali, cioè che non impediscono effettivamente l’uso di lenti a contatto ma che ne limitano l’uso o che determinano la necessità di controlli più frequenti. Secondo Lupelli e colleghi le controindicazioni si possono dividere schematicamente in generali, oculari, sistemiche e ambientali (Lupelli et al., 1998).

Per controindicazione generale si intende principalmente la mancanza di motivazione: se una persona è solo incuriosita dall’applicazione delle lenti a contatto, è difficile che abbia una *compliance* adeguata all’esecuzione delle istruzioni per la manutenzione fornite dal professionista e presto tornerà ad usare solo gli occhiali, più semplici da gestire. Anche la mancanza di igiene e l’incapacità di assimilare le procedure di manutenzione devono essere valutate dal contattologo per prevenire future complicazioni dovute ad un’incuria del cliente.

Lo stato palpebrale, corneale, congiuntivale e lacrimale determinano se ci sia la presenza o meno di una controindicazione oculare: l’uso di lenti a contatto in presenza di blefarite cronica può aggravare il quadro clinico, perciò saranno necessari controlli più frequenti; la presenza di calazi invece può solo far muovere di più la lente o aumentare la sensazione di corpo estraneo, ma non è da considerarsi una controindicazione. La zona cheratocongiuntivale deve presentarsi sana ad ogni controllo, e la presenza di qualsiasi segno di sofferenza o

possibile infiammazione (ad es., cheratocongiuntivite) costituisce una severa controindicazione all'uso di lenti a contatto: a seconda del caso si dovrà infatti sospendere o limitare l'uso delle lenti (ed eventualmente cambiare le lenti stesse) e indicare una visita dal medico oftalmologo.

In presenza di occhio secco marginale, in cui i sintomi di secchezza si manifestano in condizioni di stress, l'uso delle lenti a contatto non è controindicato ma le stesse lenti assieme alle soluzioni per la manutenzione possono scatenare la sintomatologia e far sì che il porto sia limitato a poche ore al giorno; nel caso di un occhio secco conclamato le lenti a contatto potrebbero essere prese in considerazione a scopo terapeutico più che a scopo refrattivo.

Tra i fattori che indicano le controindicazioni sistemiche troviamo le alterazioni ormonali (ad es. menopausa, gravidanza, mestruazione, uso di contraccettivi orali), i problemi respiratori cronici (che possono causare iperemia congiuntivale ed epifora impedendo il porto prolungato), le patologie cutanee (scarsa tolleranza alle lenti a contatto), e malattie sistemiche (ad es. diabete, AIDS, ecc.).

L'uso di colliri o farmaci topici assieme al porto di lenti morbide può aumentare il tempo di contatto del farmaco ma anche contaminare la lente con preservanti generando successivamente sofferenza epiteliale e depositi; perciò si può valutare se utilizzare temporaneamente delle lenti monouso. Alcuni farmaci possono provocare alterazioni nella quantità del film lacrimale, ad esempio i farmaci anticolinergici e betabloccanti, antistaminici, diuretici per via orale, acido acetilsalicilico, ecc. pertanto il cliente andrà informato sulle eventuali precauzioni da mettere in atto (Lupelli, 1986).

Le controindicazioni ambientali sono costituite da tutti quei fattori che possono impedire un porto prolungato: anche se il portatore è fisicamente un buon candidato, l'uso in determinate situazioni o ambienti può essere rischioso per la sua salute. Ad esempio, l'uso delle lenti a contatto è proibito in ambienti lavorativi con presenza di fumi tossici; in ambienti polverosi vige una controindicazione all'uso di lenti a contatto rigide, favorendo l'uso di lenti morbide o sclerali che essendo più adese alla superficie oculare e più estese riescono a proteggere maggiormente l'occhio.

In presenza di aria condizionata (uffici), turbolenze d'aria (ad es. in moto) e ambienti con bassa umidità relativa (ad es. in aereo) i sintomi di secchezza oculare possono intensificarsi, quindi vanno valutati con attenzione i materiali usati ed eventuali integratori lacrimali. Ad alta quota si manifestano più facilmente i sintomi da ipossia corneale a causa della riduzione della tensione dell'ossigeno, perciò i materiali con alta trasmissibilità diventano la scelta ideale.

Nel caso del nuoto, e ancora di più nei tuffi, per evitare la fuoriuscita delle lenti è consigliabile usare lenti morbide o sclerali; in acqua dolce il gradiente osmotico fa sì che la lente morbida aderisca con forza alla superficie oculare, rendendo difficile la rimozione (si consiglia di aspettare circa 20 minuti dalla fuoriuscita dall'acqua prima di rimuovere le lenti per non danneggiare la superficie corneale). D'altro canto l'uso di lenti a contatto in piscina e al mare è sconsigliato a causa del rischio di contaminazione da parte di vari microorganismi, in particolare *Acanthamoeba* che può portare a cecità e necessità di trapianto corneale. Si rende quindi necessario prescrivere un adeguato regime di pulizia e disinfezione delle lenti, o consigliare lenti monouso.

Alcune caratteristiche morfologiche aiutano a scegliere una lente morbida piuttosto che una RGP: pupille ampie o decentrate, posizioni anomale delle palpebre (ad es. palpebra inferiore ptosica), occhi sporgenti, apice corneale decentrato, ammiccamenti scarsi o incompleti.

Entrando nello specifico delle lenti morbide toriche le indicazioni e controindicazioni sono principalmente di carattere morfologico corneale e refrattivo: queste lenti sono indicate quando la correzione con lenti morbide sferiche porta ad una visione di qualità insoddisfacente, in caso di astigmatismo pari o superiore a 1.00D (anche se talvolta vengono utilizzati cilindri di 0.50D e 0.75D), scarsa tolleranza alle lenti RGP, e come alternativa a delle lenti RGP bitoriche nel caso di presenza di astigmatismo interno ed esterno che non si annullano del tutto tra loro. Infine, le lenti morbide toriche sono sconsigliate in presenza di astigmatismo irregolare, astigmatismo corneale correggibile con lenti RGP (tollerate dal portatore), o di pazienti monocoli (Gasson and Morris, 1998).

5.2. Scegliere la prima lente di prova

Le prime misure da prendere per scegliere la prima lente di prova sono i parametri fisici oculari: il diametro orizzontale visibile dell'iride (HVID, cioè *horizontal visible iris diameter*), l'apertura verticale palpebrale, la dimensione della pupilla, la cheratometria. E' necessario valutare la quantità e qualità del film lacrimale: usando un cheratometro si può eseguire il NIBUT, cioè una quantificazione del tempo di assottigliamento del film lacrimale (BUT) in forma non invasiva, in quanto non vi è instillazione di fluoresceina.

La cheratometria può essere eseguita anche sotto forma di topografia corneale: questa tecnica permette di individuare l'apice corneale, ovvero il punto dove la lente tenderà a centrarsi, e di valutare la mappa dell'astigmatismo corneale; infatti l'astigmatismo può interessare tutta la superficie o solamente il centro della cornea, e può non esserci corrispondenza tra astigmatismo periferico e centrale. Il successo di un'applicazione è fortemente condizionato dalla mappatura corneale: più l'astigmatismo è irregolare e maggiore sarà la difficoltà nel trovare una lente stabile, a prescindere dal sistema di stabilizzazione scelto.

L'ultimo passo, ma non per importanza, è l'esame del segmento anteriore: è necessario documentare lo stato di benessere delle superfici oculari in modo da escludere la presenza di qualsiasi possibile controindicazione per la quale sarà utile ricevere il parere di un medico oftalmologo prima di procedere con l'applicazione.

Il contattologo deve prestare attenzione alla forma dell'apertura palpebrale e alla tensione esercitata dalle stesse: le lenti toriche applicate su grandi aperture palpebrali tenderanno ad essere meno influenzate dalla posizione statica ad occhio aperto della palpebra superiore; d'altro canto una forte tensione palpebrale tende ad "agganciare" la lente a contatto e a mantenerla in una posizione (non necessariamente quella ideale), salvo poi farla ruotare durante l'ammiccamento.

Bisogna prestare attenzione alla refrazione usata: per iniziare una nuova applicazione di lenti a contatto è implicito un nuovo esame della vista per ottenere dei dati refrattivi aggiornati e per comprendere quale sia la condizione presente dal punto di vista binoculare. E' infine necessario trasformare i poteri ottenuti su ciascun meridiano (non solo

il potere sferico) in modo da poterli utilizzare correttamente all'apice corneale.

Una volta ottenuti i dati di partenza, si dovrà decidere d'accordo con il cliente se adottare lenti rigide gas-permeabili o morbide; come già detto, le lenti a contatto morbide vengono consigliate per l'uso durante lo sport, ma anche quando non si è sicuri della futura adempienza ad un regime di manutenzione (spesso ai portatori più giovani vengono consigliate delle lenti giornaliere). Nel caso delle lenti a contatto morbide toriche, tuttavia, la gamma dei poteri ed assi disponibili si è ampliata solamente negli ultimi decenni.

Non a tutti gli astigmatici vengono date lenti a contatto toriche: in presenza di bassi astigmatismi molti professionisti preferiscono utilizzare delle lenti a contatto sferiche o asferiche, eventualmente con basso modulo di elasticità; lo scopo di questa azione è migliorare il comfort e la stabilità della visione, anche se a discapito della performance in acuità visiva e sensibilità al contrasto (Richdale et al., 2007), e per un fattore economico a vantaggio del portatore.

La prima lente di prova dovrà essere ordinata o scelta da un set ed applicata seguendo alcune linee guida basilari: la lente deve coprire la cornea in posizione primaria di sguardo, quindi l'HVID deve essere circa 2,0-2,5mm inferiore al diametro totale della lente da applicare.

Nelle lenti non ioniche e con alto contenuto idrico (Il gruppo) il diametro totale può ridursi fino a 0,50mm quando la lente viene applicata sulla superficie oculare a causa dell'aumento della temperatura. Questo fatto fa comprendere perché non si può scegliere una lente a contatto basandosi solo sui parametri fisici corneali, e bisogna sempre valutarla e monitorarla periodicamente in situ.

Dopo aver valutato quale dovrà essere il diametro totale della lente, si effettua una cheratometria: al valore del raggio di curvatura corneale più piatto (K) si aggiunge il valore empirico di 0,8mm (alternativamente si aggiunge 1mm alla media dei due raggi, o 4D alla media dei due poteri corrispondenti); la prima lente di prova deve sempre essere leggermente più piatta della cornea perché è più facile valutare se c'è movimento eccessivo piuttosto che provare a quantificare quanto esso sia scarso in presenza di una lente stretta.

Se la lente viene scelta da un set di prova, bisogna affidarsi alle indicazioni dell'azienda costruttrice sulla scelta dei parametri della lente.

La toricità della lente morbida può svilupparsi sulla superficie anteriore o posteriore: nel caso di astigmatismo solamente corneale sarà utile optare per una lente a contatto con superficie anteriore sferica e posteriore torica poiché quest'ultima neutralizza già da sola l'astigmatismo; a questo design solitamente si associa una stabilizzazione con prisma o troncatura. Nel caso di astigmatismo sia corneale che interno si usa una superficie posteriore sferica o asferica, e una superficie anteriore torica che neutralizza l'astigmatismo totale; la stabilizzazione può avvenire tramite prisma, troncatura o stabilizzazione dinamica (Gasson and Morris, 1998).

Il potere al vertice posteriore deve essere più simile possibile alla refrazione trasformata a partire dalla distanza apice corneale-lente oftalmica; nel caso ciò non fosse possibile, si deve favorire una leggera sottocorrezione piuttosto che una sovracorrezione, per non incorrere in spasmo accomodativo.

Infine la flessibilità del materiale ha un'importante influenza sull'adattamento della lente sulla superficie corneale: questo spiega perché due lenti dotate di parametri uguali e differenti nel materiale possono assumere comportamenti totalmente differenti quando applicate. E' per questo motivo che bisogna affidarsi alle indicazioni dell'azienda quando ci si appresta all'applicazione, e non è possibile eseguire un percorso applicativo con un set di prova per poi ordinare le lenti definitive da un'altra azienda.

Una volta applicata la prima lente di prova è buona norma attendere che la lente si assesti (il tempo di attesa con le geometrie più recenti si è ridotto a pochi minuti dall'inserimento). La lente deve presentare un movimento verticale all'ammiccamento di circa 0,2-0,4mm per permettere il ricambio del film lacrimale sotto la lente, tuttavia la quantità di rotazione deve essere ridotta al minimo (Veys et al., 2009).

Una volta che la lente si è assestata si può procedere con una valutazione visiva soggettiva del cliente e oggettiva attraverso un esame alla lampada a fessura ed una sovrarefrazione: lo scopo di quest'ultima non è di trovare un preciso valore sferocilindrico da

aggiungere o sottrarre ai valori in uso, bensì serve a considerare quanto sia stabile la lente ed il risultato finale. Se immediatamente il portatore lamenta una visione insoddisfacente o discomfort, si dovrà valutare se la causa è un adattamento insufficiente (per cui basta cambiare un parametro della lente) oppure se il metodo di stabilizzazione non funziona bene (la lente appare rotazionalmente instabile).

Alla lampada a fessura bisogna verificare che la lente sia centrata e copra tutta la cornea, che la lente abbia un movimento fluido e, soprattutto, che l'asse dell'astigmatismo sia allineato: le lenti toriche sono dotate di alcune marcature (ad eccezione delle lenti con troncatura) per aiutare il contattologo a misurare la rotazione della lente. I metodi più usati per tracciare questi punti di riferimento sono:

- Incisure radiali alla base della lente; vi è quindi un segno verticale nella parte inferiore della lente e due incisure a 15° o 30° a destra e sinistra;
- Un singolo punto o linea alla base del prisma (più raramente all'apice);
- Linee orizzontali a ore 3 e ore 9;
- Linee orizzontali e una verticale alla base del prisma.

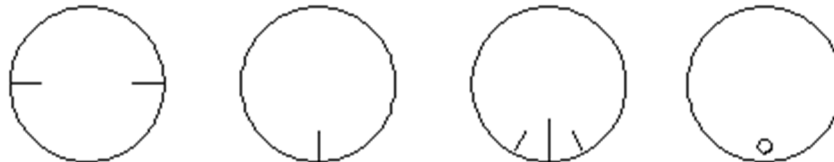


Figura 10- Punti di riferimento incisi sulle lenti toriche (Immagine tratta da: www.opticaltraining.com)

Per quantificare la rotazione della lente il contattologo deve trovare le marcature attraverso la lampada a fessura, ridurre il fascio di luce ad una sottile striscia, ruotarla fino a farla collimare con i segni di riferimento e leggere il valore sulla scala di riferimento della lampada a fessura stessa; in assenza della possibilità di ruotare il fascio, ci si può aiutare antepoendo alla lampada a fessura una griglia. Alternativamente si può utilizzare un oftalmometro di Javal (Gasson and Morris, 1998).

Se la lente risulta ruotata entro 15°-20° si può decidere di compensare la rotazione facendo costruire una lente con asse cilindrico modificato

secondo la regola 'CAAS', dall'inglese *clockwise add, anti-clockwise subtract*, cioè se la lente ruota in senso orario bisogna aggiungere all'asse cilindrico il valore della rotazione, mentre bisogna sottrarlo se la lente ruota in senso antiorario; bisogna prestare attenzione anche al valore del cilindro poiché maggiore è l'astigmatismo e maggiore sarà il peggioramento visivo causato dalla rotazione della lente. Tuttavia se la lente ruota oltre i 20° è necessario cambiare design della lente perché non si otterranno risultati soddisfacenti con il metodo CAAS.

La rotazione della lente potrebbe non essere un problema per un portatore di lenti toriche se la persona è poco sensibile alle variazioni di asse del cilindro: un utile esame preliminare all'applicazione consiste nel ruotare l'asse del cilindro del forottero mentre si verifica la refrazione; se la persona non nota particolari cambiamenti nella visione ruotando l'asse fino a 20° si può dedurre che la rotazione della lente torica non creerà grandi problemi; viceversa un'alta sensibilità alla rotazione dell'asse indica che si dovrà applicare una lente molto stabile.

E' indispensabile per una valutazione completa dell'applicazione chiedere al portatore di spostare lo sguardo nelle varie direzioni: la lente può decentrarsi o ruotare in alcune posizioni critiche; inoltre bisogna valutare la velocità di recupero della posizione ottimale una volta che lo sguardo torna in posizione primaria.

Nello studio di Hunt e colleghi del 2010 sono state applicate a 14 soggetti 4 tipi di lenti a contatto di cui due stabilizzate mediante prisma di ballast (base a ore 6), una con prisma di ballast modificato (base a ore 4 e 8), e una con ASD; lo studio si divide in due parti: nella prima viene valutata la rotazione della lente quando il portatore si corica, perciò con una rotazione del capo di 90°, dopodiché alla lampada a fessura si è chiesto alla persona di spostare lo sguardo in 8 direzioni di sguardo mantenendo la posizione per 4 ammiccamenti. In entrambi i compiti le lenti prismatiche hanno dimostrato una maggiore tendenza alla rotazione rispetto alla stabilizzazione dinamica accelerata (Hunt et al., 2010).

Nello studio di Zikos e colleghi sono state valutati due tipi di lenti a contatto, una con ASD e una con prisma di ballast; i 20 soggetti coinvolti nello studio avevano 4 compiti da svolgere: in un primo

momento dovevano semplicemente osservare lo studio per 15min in modo da permettere alla lente di assestarsi; in seguito veniva chiesto loro di leggere un giornale e di tornare in posizione primaria di sguardo per misurare gli spostamenti delle lenti; il terzo compito consisteva in una ricerca visiva di vari paragrafi segnalati all'interno del giornale, e anche stavolta si richiedeva di tornare in posizione primaria di sguardo dopo aver trovato il paragrafo; infine veniva chiesto ai soggetti di spostare lo sguardo al ritmo di un metronomo verso definite posizioni di sguardo effettuando delle ampie versioni oculari, e di tornare in posizione primaria per registrare il risultato. Per il primo e per l'ultimo compito la lente con ASD si è rivelata migliore nel mantenimento del centramento e nella minore rotazione; per il secondo e terzo compito i risultati erano molto simili tra lenti con ASD e con prisma di ballast (Zikos et al., 2007).

Questi due studi indicano che la scelta del metodo di stabilizzazione deve essere determinata anche sulla base delle abitudini e richieste del portatore: l'ASD è particolarmente indicata per tutti i portatori con una vita dinamica, che spostano frequentemente lo sguardo, e per le persone molto sensibili alle variazioni della posizione delle lenti a contatto.

Dal punto di vista fisico, una piccola apertura palpebrale verticale è associata ad una migliore stabilità della lente (Young et al., 2002); attualmente non vi sono studi che associano le caratteristiche fisiche del portatore ad un metodo di stabilizzazione definito, perciò il contattologo dovrà affidarsi all'osservazione di una prima lente di prova.

Secondo Holden, la troncatura va relazionata all'apertura palpebrale: se quest'ultima è grande va utilizzata una troncatura più piccola (1,0-1,5mm), e viceversa per un'apertura più piccola bisogna utilizzare una troncatura più estesa (1,5-2,5mm) (Holden, 1975).

6. Troubleshooting applicativo

E' importante ricordare che buona parte dei problemi associati all'uso di lenti a contatto non si presentano prima di un periodo di porto delle stesse: si potrà verificare se un'applicazione non è ottimale dopo un periodo di porto e di adattamento della lente.

Nel momento in cui un'applicazione viene giudicata non buona, significa che è necessario modificare almeno un parametro fisico della lente: il raggio base della zona ottica ('BOZR' da *back optic zone radius*), il diametro totale ('TD' da *total diameter*), il materiale della lente, il modulo di elasticità.

Secondo Sulley le principali problematiche riscontrabili sono (Sulley, 2005):

- l'applicazione troppo piatta o troppo stretta;
- un cattivo allineamento con la superficie oculare, che può causare il piegamento del bordo della lente;
- indentazione congiuntivale a causa di una lente troppo stretta;
- discomfort del portatore;
- movimento eccessivo della lente;
- instabilità della visione.

In presenza di una lente piatta si possono presentare discomfort, movimento eccessivo, acuità visiva variabile, decentramento della lente e staining corneale periferico. Per risolvere il problema, dopo aver verificato che la lente non sia semplicemente invertita, si può decidere di:

- selezionare un raggio base più stretto (potrebbe non funzionare con lenti sottili, e necessitare di un aumento del raggio base della zona ottica 'BOZR');
- aumentare il diametro totale ('TD', da *total diameter*);
- usare una lente più sottile;
- utilizzare una lente con modulo di elasticità più alto.

Young ha dimostrato che sono la profondità sagittale della lente (determinata dal diametro totale e dal raggio base) e l'altezza sagittale del segmento anteriore dell'occhio che determinano una buona applicazione della lente morbida (Young, 1992); l'effetto ottenuto

aumentando il BOZR di 0,3mm è lo stesso ottenuto aumentando di 0,5mm il TD, perciò bisogna prestare attenzione nel cambiare più parametri contemporaneamente.

In presenza di un'applicazione stretta la lente può essere percepita confortevole, tuttavia si può verificare *staining* corneale e congiuntivale, indentazione congiuntivale, difficoltà nel passaggio del film lacrimale: il sintomo caratteristico è il dolore oculare dopo qualche ora dall'applicazione. Per migliorare l'applicazione si può decidere di:

- scegliere un raggio base più piatto (anche solo del BOZR);
- scegliere un TD più piccolo, ma non è scontato che esista una lente con diversi diametri e lo stesso design e BOZR;
- usare una lente più spessa;
- se la lente è già spessa, provare a ridurre lo spessore periferico;
- se la lente è sottile, aumentare lo spessore periferico;
- provare un materiale diverso.

Stabilire se una lente è troppo piatta o troppo stretta e prendere i dovuti provvedimenti è un compito relativamente semplice; la vera difficoltà sta nel valutare le applicazioni borderline e decidere se sono accettabili anche se non ottimali.

Lo *staining* è la colorazione, mediante l'instillazione di fluoresceina sodica, delle cellule epiteliali sofferenti o mancanti: si osserva in fluorescenza illuminando la superficie oculare con una lampada blu cobalto, ed appare come una punteggiatura marcata in una zona ben definita. Lo *staining* corneale e congiuntivale aumenta in presenza di lenti strette a causa della pressione periferica che assottiglia il film lacrimale e danneggia gradualmente la superficie epiteliale; se lo *staining* è presente solo in cornea ed è accompagnato da iperemia bulbare e limbare, probabilmente la lente è piatta, e il suo centro preme sulla superficie oculare. E' perciò chiaro che lo *staining* si presenta sia con un'applicazione stretta che con un'applicazione piatta.

Una lente con diametro totale troppo piccolo può risultare decentrata e presentare il bordo all'altezza del limbus (determinando una riduzione del comfort): in questo caso si dovrà cambiare il design della lente. D'altro canto una lente troppo larga potrebbe creare meno

problemi di comfort, ma potrebbe causare una lesione epiteliale arcuata superiore ('SEAL', da *superior epithelial arcuate lesion*) a causa di una lente meno flessibile e di un'aumentata pressione meccanica esercitata sulla lente dalla palpebra superiore; questo accade con lenti con alto modulo di elasticità e con lenti più spesse (ad es. le lenti morbide toriche per astigmatismo SR). Il problema si risolve cambiando design o materiale della lente, scegliendo una lente con un modulo di elasticità più basso, con una periferia più sottile o con un BOZR più piatto.

Un alto modulo di elasticità può anche causare congiuntivite papillare: per alleviare segni e sintomi di questa condizione si dovranno cambiare il design ed il modulo di elasticità (quindi il materiale).

Se il portatore accusa scarso comfort, bisogna valutare se il problema risiede nella presenza di corpi estranei tra la lente e l'occhio, se la lente è invertita, o se è contaminata da infiltrati.

Il design del bordo della lente ha un forte impatto sul comfort del portatore; lo spessore del bordo invece non è molto importante: un bordo più sottile sarà confortevole solo se ben disegnato.

In una lente piatta il bordo può arrivare a piegarsi su sé stesso causando disidratazione, compressione congiuntivale e iperemia.

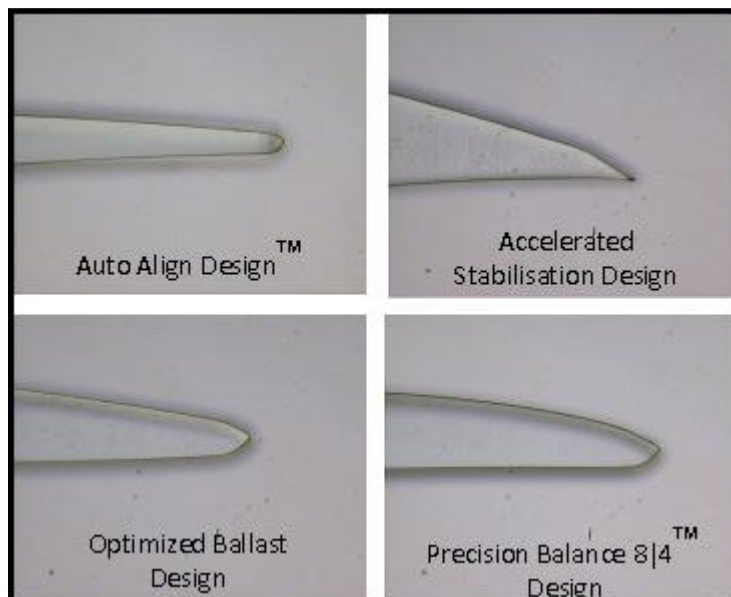


Figura 11- Design del bordo di quattro lenti con diversi sistemi di stabilizzazione (Immagine tratta da: www.mivision.com.au)

Se il problema accusato dal portatore è una scarsa visione, bisogna innanzitutto definire se la riduzione di acuità visiva si verifica in uno o entrambi gli occhi, se è costante o fluttuante, e se avviene prima o dopo l'ammiccamento: questi fattori aiutano a capire se il problema risiede in una cattiva applicazione, se la lente non è invertita o scambiata con quella dell'altro occhio (eventualmente verificando il potere al vertice posteriore), se sono presenti depositi o imperfezioni sulla lente, o se il film lacrimale non è di buona qualità.

Le possibili cause di un'acuità visiva insoddisfacente con entrambi gli occhi sono che le lenti siano invertite o che la rifrazione sia cambiata. Se invece la visione è peggiore solo da un occhio, le cause possono essere molteplici: una lente stretta se la visione migliora all'ammiccamento, una lente piatta se la visione varia con ogni ammiccamento; se la visione è costantemente insoddisfacente la causa può risiedere in una variazione della rifrazione, in una mancanza di trasparenza della lente dovuta a depositi, in un decentramento o una rotazione della lente. (Gasson and Morris, 1998).

7. Conclusione

Le indicazioni generali per il contattologo che si avvicina alla gestione del portatore di lenti a contatto astigmatico sono:

1. effettuare un adeguato esame pre-applicativo;
2. applicare la lente più simile ai parametri trovati scegliendo tra quelle disponibili di stock, altrimenti ordinare una lente a contatto di ricetta;
3. verificare l'adattamento della lente sulla superficie oculare e la sua stabilità in generale;
4. eventualmente modificare uno o più parametri della lente, e verificare nuovamente l'applicazione.

Attualmente non esiste un sistema di stabilizzazione universale, cioè che funzioni correttamente su qualsiasi occhio astigmatico: ciascun portatore presenta caratteristiche fisiche e abitudinarie differenti e sta all'abilità del contattologo riconoscerle.

I sistemi di stabilizzazione più usati per le lenti a contatto morbide toriche sono il prisma di ballast e l'ASD; a seconda della morfologia oculare e perioculare si potrà optare per il primo od il secondo, tuttavia solamente la verifica della lente in situ potrà determinare se l'applicazione potrà avere successo.

8. Bibliografia e sitografia

- EDMUNDS, F., COMSTOCK, T. & REINDEL, W. A. A clinical comparison of toric soft contact lens designs. *Optician*, 2001. 221, 32-36.
- FANTI, P. The fitting of a soft toroidal contact lens. *Optician*, 1975. 169, 8-16.
- FATT, I. & BIEBER, M. T. The steady-state distribution of oxygen and carbon dioxide in the in vivo cornea. I. The open eye in air and the closed eye. *Exp Eye Res*, 1968. 7, 103-12.
- FICCO, C. W. A model for fitting success. *Contact Lens Specturm*, 2006. 21, 36-40.
- GASSON, A. *From bottles to blisters* [Online]. 2008. Available: <http://www.opticianonline.net/from-bottles-to-blisters/> [Accessed 21/11/2014].
- GASSON, A. & MORRIS, J. *The Contact Lens Manuals*, 1998. Oxford, Butterworth.
- GRANZ, R. 1974. Glitschige Schalen. *Die Zeit*, 27/09/1974.
- GUNDEL, R. Effect of cylinder axis on rotation for a double thin zone design toric hydrogel. *International Contact Lens Clinic*, 1989. 5, 141-145.
- HANKS, A. The watermelon seed principle. *Contact Lens Forum*, 1983. 8, 31-35.
- HARRIS, M. G., DECKER, M. R. & FUNNELL, J. W. Rotation of spherical nonprism and prism-ballast hydrogel contact lenses on toric corneas. *Am J Optom Physiol Opt*, 1977. 54, 149-52.
- HOLDEN, B. A. The principles and practice of correcting astigmatism with soft contact lenses. *Australian Journal of Optometry*, 1975. 58, 279-299.
- HOLDEN, B. A. & MERTZ, G. W. Critical oxygen levels to avoid corneal edema for daily and extended wear contact lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1984. 25, 1161-7.
- HUNT, C., YOUNG, G. & MCILRAITH, R. Toric lens orientation and visual acuity in non-standard conditions. *Contact Lens & Anterior Eye*, 2010. 23-26.
- JURKUS, J., TOMLINSON, A., GILBAULT, D. C. & MCSWEENEY, K. B. The effect of fit and parameter changes on soft lens rotation. *Am J Optom Physiol Opt*, 1979. 56, 734-6.
- LUPELLI, L. A review of lacrimal function tests in relation to contact lens practice. *Contact Lens Journal*, 1986. 14, 4-17.
- LUPELLI, L., FLETCHER, R. H. & ROSSI, A. L. *Contact lens practice. A clinical guide*, 1998. Palermo, Medical Books.
- MCMONNIES, C., HO, A. & WAKEFIELD, D. Optimum dry eye classification using questionnaire responses. *Adv Exp Med Biol*, 1998. 438, 835-8388.
- MORGAN, P. B., EFRON, S. E., EFRON, N. & HILL, E. A. Inefficacy of aspheric soft contact lenses for the correction of low levels of astigmatism. *Optom Vis Sci*, 2005. 82, 823-8.
- NEMETH, G., BERTA, A., LIPECZ, A., HASSAN, Z., SZALAI, E. & MODIS, L., JR. 2014. Evaluation of posterior astigmatism measured with scheinpflug imaging. *Cornea*.
- NEMETH, G., SZALAI, E., BERTA, A. & MODIS, L. Astigmatism prevalence and biometric analysis in normal population. *European Journal of Ophthalmology*, 2013. 23, 779-783.
- NILSSON, M., STEVENSON, S. B., LEACH, N., BERGMANSON, J. P. & BRAUTASET, R. L. Vertical imbalance induced by prism-ballasted soft toric contact lenses fitted unilaterally. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2008. 28, 157-62.

- OPACIĆ, K. C. Correction of astigmatism with contact lenses. *Acta Clin Croat*, 2012. 51, 305-307.
- RICHDALE, K., BERNTSEN, D. A., MACK, C. J., MERCHEA, M. M. & BARR, J. T. Visual Acuity with Spherical and Toric Soft Contact Lenses in Low- to Moderate-Astigmatic Eyes. *Optometry and Vision Science*, 2007. 84, 969-975.
- SNYDER, C. Overcoming toric soft lens challenges. *Contact Lens Specturm*, 1998. 13, 2s-4s.
- STAPLETON, F. Contact lens-related microbial keratitis: what can epidemiologic studies tell us? *Eye Contact Lens*, 2003. 29, S85-9; discussion S115-8, S192-4.
- SULLEY, A. *Soft contact lens fitting: Module 3 Contact Lens Fitting Today Part 2* [Online]. Optometry Today: 2005. Available: http://www.optometry.co.uk/uploads/articles/60696e824a3d2a089f815942dff2c0d7_CET19805.pdf [Accessed November 12th 2014].
- SZCZOTKA, L. New empirical suggestions for prescribing soft toric contact lenses. *Optometric Management*, 2002. 37, 99-103.
- UKWADE, M. T., BEDELL, H. E. & HARWERTH, R. S. Stereopsis is perturbed by vergence error. *Vision Res*, 2003. 43, 181-93.
- VEYS, J., MEYLER, J. & DAVIES, I. *Essential contact lens practice : A Practical Guide*, 2009. Pinewood, Wokingham, Berkshire, The Vision Care Institute of Johnson & Johnson Medical Ltd.
- YOUNG, G. Ocular sagittal height and soft contact lens fit. *Journal of the British Contact Lens Association*, 1992. 15, 45-49.
- YOUNG, G. Why one million contact lens wearers dropped out. *Contact Lens & Anterior Eye*, 2004. 27, 83-85.
- YOUNG, G., HUNT, C. & COVEY, M. Clinical evaluation of factors influencing toric soft contact lens fit. *Optom Vis Sci*, 2002. 79, 11-9.
- YOUNG, G., MCILRAITH, R. & HUNT, C. Clinical Evaluation of Factors Affecting Soft Toric Lens Orientation. *Optometry and Vision Science*, 2009. 86, E1259-E1266.
- YOUNG, G., SULLEY, A. & HUNT, C. Prevalence of astigmatism in relation to soft contact lens fitting. *Eye Contact Lens*, 2011. Jan;37(1), 20-25.
- ZIKOS, G. A., KANG, S. S., CIUFFREDA, K. J., SELENOW, A., ALI, S., SPENCER, L. W., ROBILOTTO, R. & LEE, M. Rotational stability of toric soft contact lenses during natural viewing conditions. *Optometry and Vision Science*, 2007. 84, 1039-45.

Desidero ringraziare tutti coloro che mi hanno sostenuto e dato gli strumenti per portare a termine questo percorso, e che continuano ad insegnarmi all'insegna dell'*estote parati*.

