

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Fisica "Galileo Galilei"

Corso di Laurea Triennale in Ottica e Optometria

Tesi di Laurea

Correzione della presbiopia con lenti a contatto morbide. Test lenti a contatto 1-DAY Presbyo.

(Presbyopia correction with soft contact lens.

1-DAY Presbyo contact lens test.)

Relatore: Prof. Renzo Colombo

Correlatori: Dott. Luca Stanco

Laureando: Alberto Corò

Matricola: 1027377/OPT

Anno Accademico 2014/2015

Indice

- **Abstract** p. 1
- **Capitolo 1**
 - 1.1 Anatomia e istologia del cristallino p. 3
 - 1.2 Fisiologia del cristallino p. 6
 - 1.3 Cristallino normale e accenni di cambiamenti fisiologici legati all'età..... p. 9
- **Capitolo 2**
 - 2.1 Definizione di presbiopia p. 11
 - 2.2 Cause e sintomi p. 12
 - 2.3 Classificazione p. 16
 - 2.4 Metodi di Correzione p. 17
- **Capitolo 3**
 - 3.1 Possibilità correttive della presbiopia con lenti a contatto..... p. 33
 - 3.2 Cenni sulla correzione della presbiopia con lenti a contatto RGP..... p. 42
 - 3.3 Correzione della presbiopia con lenti a contatto morbide..... p. 43
 - 3.4 Lenti a contatto attualmente disponibili nel mercato p. 47
- **Capitolo 4**
 - 1-DAY Presbyo**
 - 4.1 Dati tecnici della lente..... p. 49
 - 4.2 Obiettivo dello studio..... p. 50
 - 4.3 Criteri di inclusione ed esclusione p. 51
 - 4.4 Metodi e strumenti utilizzati p. 52
 - 4.5 Analisi dei dati ottenuti p. 54
 - 4.6 Conclusioni della ricerca..... p. 60
- **Conclusioni** p. 61
- **Appendice A**..... p. 63
- **Appendice B**..... p. 65
- **Appendice C**..... p. 71
- **Bibliografia** p. 73

Abstract

Lo scopo di questo elaborato è quello di capire, una volta appresi i cambiamenti fisiologici provocati dalla presbiopia, quali sono le possibilità applicative correlate all'uso di lenti a contatto morbide per la correzione di questo fenomeno fisiologico inevitabile nel nostro occhio.

Questo lavoro è stato diviso in quattro capitoli:

- Nel primo, sono discusse l'anatomia e la fisiologia del cristallino per meglio comprendere il suo ruolo nella visione e, per sommi capi, comprenderne i principali mutamenti legati all'età.
- Il secondo capitolo è completamente dedicato alla presbiopia (di cui viene data una definizione) . Di questo fenomeno sono poi spiegati i sintomi, le cause, la classificazione e i metodi correttivi attualmente disponibili.
- Dopo aver acquisito le conoscenze fondamentali sul fenomeno presbiopia, nel terzo capitolo ci si sofferma sullo studio delle tecniche correttive con lenti a contatto morbide, con cenni riguardanti anche la contattologia rigida e le ultime offerte del mercato contattologico.
- Nell'ultimo capitolo, invece, viene approfondito lo studio di una lente a contatto morbida particolare, la 1-DAY® Presbyo di Safilens, con un'analisi approfondita sulla sua applicazione e l'effettiva efficacia nella correzione presbiopica, rispetto alle indicazioni generali fornite dalla ditta.

Capitolo 1

1.1- Anatomia ed istologia del cristallino

Il cristallino è una lente biconvessa, trasparente, posta tra iride e corpo vitreo, mantenuta in situ da un anello sospensorio anulare ancorato al corpo ciliare (Leonardi A., A.A. 2012-2013). La sua funzione principale è di far convergere i raggi luminosi sul piano retinico e consentire quindi grazie ai suoi poteri, diottrico (di 14 diottrie) e accomodativo, una costante focalizzazione delle immagini sulla retina.

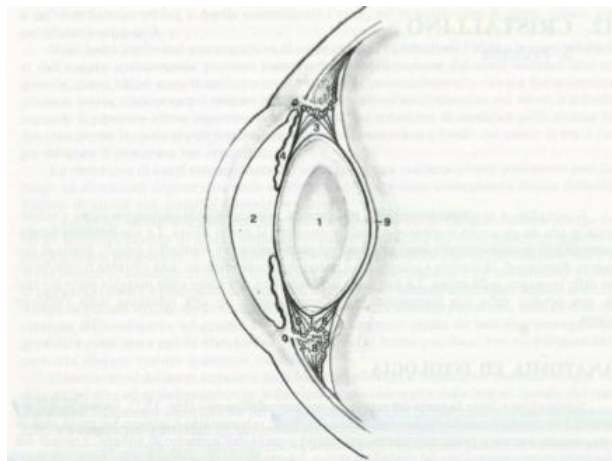


Fig. 1 -Il cristallino e le strutture circostanti. 1) Cristallino; 2) Camera anteriore; 3) Camera posteriore; 4) Iride; 5) Fibre zonulari anteriori; 6) Fibre zonulari posteriori; 7) Canale di Petit; 8) Corpo ciliare; 9) Fossa patellare del vitreo.

Il cristallino o lente fa parte del segmento anteriore dell'occhio (**Fig.1**). La sua faccia anteriore è in contatto con l'epitelio pigmentato dell'iride (contatto minimo nei primi anni di vita ma in continua crescita a causa dell'aumento di volume del cristallino stesso nel corso del tempo). La sua faccia posteriore è in contatto con la faccia anteriore del vitreo, determinandone una modesta depressione detta fossa patellare. Le due facce del cristallino presentano una diversa convessità: la faccia

anteriore, meno convessa, ha un raggio di curvatura di 10 mm, mentre la faccia posteriore, più convessa, ha un raggio di curvatura di 6 mm (Lupi V., 2004). La zona di congiunzione tra la faccia anteriore e quella posteriore della lente corrisponde all'equatore lenticolare (tale diametro è di 6,5 mm alla nascita, raggiunge i 9 mm verso i 15 anni e rimane poi costante). Il peso della lente è circa 60 mg alla nascita, 140 mg all'età di un anno e circa 250 mg all'età di 80 anni. Tali cambiamenti nelle dimensioni e nel peso del cristallino sono dovuti al fatto che esso continua a crescere nel corso degli anni per la sovrapposizione di nuove fibre lenticolari che originano dalle cellule epiteliali localizzate nella regione equatoriale. Gli scambi metabolici si effettuano attraverso la cristalloide con l'umore acqueo circostante. È inoltre sprovvisto di innervazione.

Istologicamente nel cristallino si distinguono: la capsula, l'epitelio germinativo e le fibre lenticolari (**Fig.2**).

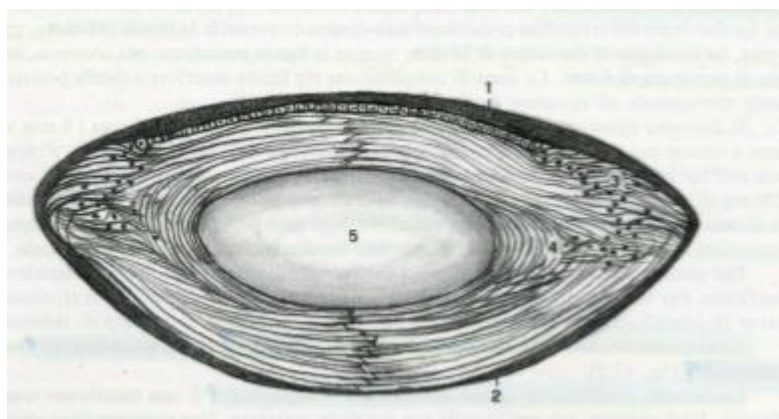


Fig. 2 - Istologia del cristallino. 1) Cristalloide anteriore; 2) Cristalloide posteriore; 3) Epitelio germinativo; 4) Fibre corticali; 5) Nucleo.

La capsula o cristalloide riveste interamente il parenchima. È una membrana trasparente, elastica, più spessa nella sua porzione anteriore. Non contiene fibre elastiche. Le sue proprietà elastiche sono perciò da attribuirsi alla particolare disposizione delle fibrille di cui essa è composta.

L'epitelio germinativo è costituito da un unico strato di cellule cuboidi posizionate sotto la cristalloide anteriormente all'equatore (Leonardi A., A.A. 2012-2013). Tali cellule proliferano per suddivisione mitotica, poi si allungano progressivamente e cominciano a migrare sotto la cristalloide anteriore e

posteriore dirigendosi verso l'apice anteriore e posteriore del cristallino. Le nuove fibre vengono ad apporsi perifericamente a quelle più vecchie, formando così una struttura a strati concentrici, comparabile a quelli di un tronco d'albero, in cui gli strati più profondi corrispondono alle fibre più vecchie. Nel cristallino adulto vi sono circa 2.200 fibre disposte in maniera regolare e parallela (Leonardi A., A.A. 2012-2013).

Le fibre lenticolari sono tutte originate dall'epitelio germinativo; quelle centrali costituiscono il nucleo mentre quelle periferiche costituiscono la corticale del cristallino. A seconda del periodo in cui tali fibre si sono formate si distingue il nucleo embrionale, dall'aspetto di due piccoli granuli di caffè, il nucleo infantile ed il nucleo adulto.

La parte più periferica del cristallino rappresenta la corticale, costituita da cellule che si formano durante l'età adulta; nel giovane non esiste una netta differenziazione tra il nucleo e la corticale. Dopo i 40-50 anni comincia invece un processo di sclerosi delle fibre nucleari, che assumono una colorazione giallastra o marrone tale da differenziarle dalle fibre della corticale (Lupi V., 2004). Tale colorazione è dovuta all'accumulo di pigmento urocromo nelle fibre del nucleo.

Il cristallino è mantenuto in situ da un apparato sospensorio o zonula di Zinn, costituito da sottilissime fibrille tese tra il corpo ciliare e l'equatore del cristallino. Schematicamente si possono distinguere due sistemi principali di fibrille: il primo origina più posteriormente, e va ad inserirsi prevalentemente nella faccia anteriore della lente; il secondo origina più anteriormente, e va ad inserirsi prevalentemente sulla faccia posteriore della lente. Di conseguenza questi due sistemi di fibrille si intersecano venendo così a delimitare uno spazio a sezione triangolare che corre lungo l'equatore del cristallino denominato Canale di Petit.

1.2– Fisiologia del cristallino

Il metabolismo

Il cristallino ha un contenuto in proteine pari al 35% della sua massa (la percentuale più alta nel corpo umano). Presenta un'attività metabolica ridotta, comunque essenziale al mantenimento della sua trasparenza (Leonardi A., A.A. 2012-2013). Tale attività che si traduce principalmente nella sintesi di proteine e nella pompa del potassio, è massima nelle cellule epiteliali, diminuisce nelle fibre corticali ed è minima nel nucleo. Essendo sprovvisto di vascolarizzazione, sia le sostanze di nutrimento sia i prodotti di rifiuto devono essere scambiati con l'umore acqueo circostante.

La sintesi di proteine utilizza gli aminoacidi prelevati dall'acqueo ed avviene prevalentemente a livello delle cellule dell'epitelio germinativo. La quantità di ossigeno presente nell'acqueo è relativamente bassa, per cui il cristallino deve sfruttare prevalentemente il glucosio per i suoi consumi energetici (che viene trasformato prima in acido piruvico e poi in acido lattico mediante una glicolisi anaerobica).

Oltre alle proteine altre due sostanze sono presenti in quantità elevata nel cristallino: il glutatione (un tripeptide), e l'acido ascorbico. Si pensa che essi abbiano un ruolo nel metabolismo ossidativo.

Nel cristallino, diversamente dall'acqueo circostante, si riscontrano una elevata concentrazione di potassio ed una bassa concentrazione di sodio. Tale situazione è mantenuta mediante un meccanismo attivo, detto pompa del potassio, localizzato nella membrana cellulare delle cellule epiteliali.

Trasparenza

La trasparenza del cristallino è dovuta al fatto che le fibre che lo compongono hanno una disposizione regolare e parallela e che sono a loro volta composte da molecole di proteine che hanno una sequenza regolare.

Un'alterazione della trasparenza può essere dovuta a diversi fattori:

- Un'idratazione delle fibre lenticolari che comporta una perdita del parallelismo delle fibre stesse;
- Una variazione nella conformazione delle proteine che provoca una diffusione della luce all'interno del cristallino;
- La presenza di pigmento nelle fibre che può agire come un filtro che ostacola la trasmissione della luce.

Nel corso degli anni vi è un fisiologico e progressivo accumulo di pigmento a livello delle fibre lenticolari, (in prevalenza quelle nucleari), che comporta una progressiva riduzione della trasmissione della luce.

Rifrazione

In condizioni normali i raggi luminosi che arrivano paralleli sulla superficie anteriore della cornea devono subire una convergenza di circa 58 diottrie per poter essere focalizzati sul piano dei fotorecettori retinici. Il cristallino a questo meccanismo fornisce un potere diottrico a riposo pari a 14 diottrie (la curvatura della sua faccia anteriore è di 5 diottrie, quella posteriore di 9 diottrie. Per ridurre il fenomeno dell'aberrazione, il potere rifrattivo della lente diminuisce dal centro verso la periferia (grazie ad un minor indice di rifrazione della corticale rispetto al nucleo e grazie alla progressiva riduzione del raggio di curvatura dal centro verso la periferia.

Accomodazione

Per accomodazione si intende la capacità che ha il cristallino di modificare il suo potere diottrico in modo da consentire la messa a fuoco sul piano retinico di oggetti posti a differenti distanze. Esso, infatti, modifica il suo potere diottrico cambiando la curvatura prevalentemente a livello della sua faccia anteriore, ed in minima parte a livello della sua faccia posteriore. Si tratta di un atto riflesso, indipendente quindi dalla volontà, che si verifica come conseguenza dello sfuocamento dell'immagine retinica. Il meccanismo dell'accomodazione è associato ad un movimento di convergenza dei bulbi oculari (per evitare la diplopia), e a miosi, per ridurre le aberrazioni sferiche (*sincinesia*) (Leonardi A., A.A. 2012-2013). L'accomodazione si verifica grazie alla contrazione delle fibre del muscolo ciliare che comporta uno spostamento della regione ciliare in avanti,

prevalentemente per l'azione delle fibre meridionali e radiali, ed in dentro verso il centro dell'occhio, prevalentemente per l'azione delle fibre circolari. Questo spostamento del corpo ciliare provoca un rilasciamento della zonula, inducendo un aumento di curvatura che si evidenzia prevalentemente a livello della porzione centrale della faccia anteriore. Il potere accomodativo del cristallino è massimo nel bambino e decresce progressivamente nel corso degli anni fino a diventare pressoché nullo dopo i 60 anni (**Fig.3**).

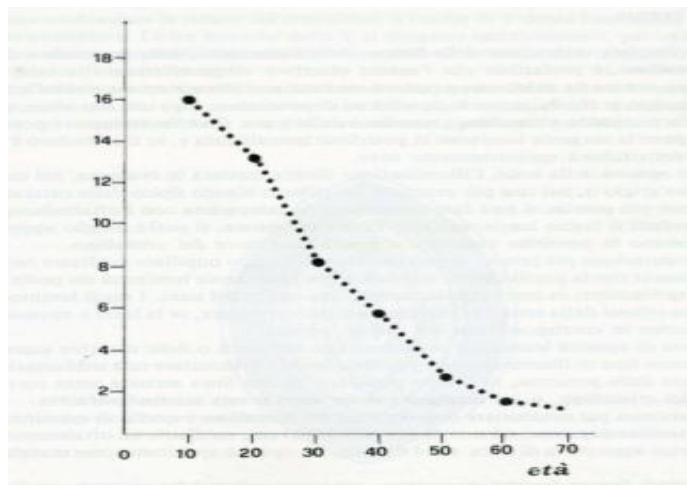


Fig.3 - Modifiche del potere accomodativo del cristallino in funzione dell'età.

1.3- Cristallino normale e cambiamenti fisiologici legati all'età

Il cristallino, esaminato alla lampada a fessura con fascio largo, appare piuttosto trasparente ed omogeneo; aumentando l'ingrandimento, assottigliando la fessura è però possibile osservare che esso è costituito da fasci concentrici separati da zone di discontinuità.

I fasci di fibre appaiono più scuri e sono separati da linee più chiare, dette zone di discontinuità, che rappresentano la luce riflessa dalla interfaccia dei diversi strati di fibre lenticolari. Le zone di discontinuità si evidenziano: tra la capsula anteriore e la corticale; tra la corticale ed il nucleo adulto e tra il nucleo adulto ed il nucleo fetale. Al centro si evidenzia un'area più scura corrispondente al nucleo embrionale¹.(Fig.4).

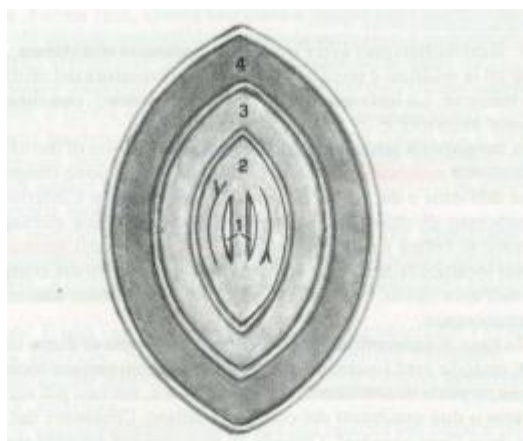


Fig.4 - Rappresentazione di un cristallino esaminato in lampada a fessura. 1) Nucleo embrionario; 2) Nucleo fetale; 3) Nucleo adulto; 4) Corticale.

Nel corso degli anni si verificano nel cristallino dei cambiamenti fisiologici che devono essere differenziati dalle alterazioni patologiche relative alla cataratta iniziale.

Ad esempio, la continua produzione di fibre da parte delle cellule epiteliali comporta un progressivo aumento di volume del cristallino, prevalentemente a carico della corticale ed in parte anche del nucleo (tale aumento viene parzialmente compensato dal fatto che le fibre vengono maggiormente compresse

¹ Nella metà posteriore del cristallino si ritroveranno, invertite, le stesse zone di discontinuità evidenziate nella metà anteriore

tra loro). Ne consegue un progressivo indurimento del nucleo ed una maggiore difficoltà ad evidenziare le differenti zone di discontinuità. Con gli anni si verifica inoltre un progressivo accumulo di pigmento giallo per cui la lente assume una colorazione giallastra. Un altro cambiamento fisiologico legato all'età è la comparsa di numerose, tenui opacità puntiformi di colore marrone - dorato che aumentano nel corso degli anni, ma che non interferiscono con la visione.

Capitolo 2

2.1– Definizione di presbiopia

Con il termine presbiopia, (dal greco *presbys* (πρέσβυς) *vecchio* e *op-* (οπ-), radice dei termini riguardanti la vista) si va ad indicare una condizione fisiologica dell'apparato visivo (non facente parte delle ametropie, in quanto non legata a difetti di rifrazione) dovuta all'età del soggetto, caratterizzata dalla difficoltà di vedere nitidamente oggetti ravvicinati. Si tratta di un fenomeno inevitabile che coinvolge tutti gli esseri umani allo stesso modo, uomini o donne, ametropi o emmetropi.

2.2– Cause e sintomi

Per convenzione, un soggetto viene definito presbite quando la sua ampiezza accomodativa diviene inferiore alle 4D (essa, infatti, diminuirà all'aumentare degli anni, come illustrato nella **Figura 5**). Questa riduzione di ampiezza porterà anche ad un progressivo allontanamento del punto prossimo di visione nitida. Solitamente i primi sintomi insorgono tra i 40 e i 45 anni, con variazioni che sembrano dipendere anche dalla latitudine in cui si vive: a basse latitudini l'insorgenza è più precoce a causa del maggiore irraggiamento solare ².

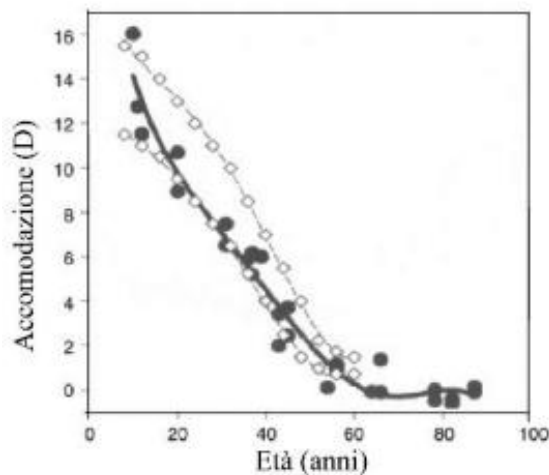


Figura 5 - Andamento dell'ampiezza accomodativa in funzione dell'età. Con i quadratini è indicato l'intervallo di variabilità della perdita di potere accomodativo come trovato da Duane (1931); con i pallini neri i valori di perdita media di potere accomodativo disponibili in letteratura (Borish, 1970).

Il sintomo principale di questa condizione è la visione annebbiata per gli oggetti ravvicinati, infatti, essa non influenza la visione per lontano. Generalmente questo disagio è vissuto dai soggetti come una stanchezza e un affaticamento transitori. In realtà, a livello anatomofunzionale qualcosa sta cambiando. L'accomodazione, funzione specifica del sistema oculare, regolata dall'attività del muscolo ciliare e dal cristallino, mostra delle variazioni. Per mettere nitidamente a fuoco alle varie distanze d'osservazione, è necessario accomodare: più si avvicina un oggetto e maggiore è la quantità di messa a fuoco richiesta per una visione precisa. Nell'età della presbiopia l'occhio perde tale capacità, a causa di variazioni anatomiche considerate fisiologiche, e ciò comporta l'incapacità di focalizzare a distanza

ravvicinata e intermedia; il presbite lamenta disagio nella lettura, nei lavori manuali prossimali, ma è in grado di leggere i segnali stradali, di vedere film e di fare altre attività da lontano.

In accordo con la teoria accomodativa classica di Helmholtz (1909), l'occhio è focalizzato per la distanza quando il muscolo ciliare è rilassato. In questa condizione la zonula di Zinn, se è legata all'apice equatoriale del cristallino, viene messa in tensione per mantenere la lente in uno stato più piatto.

L'atto dell'accomodazione causa una contrazione del muscolo ciliare che riduce il diametro del corpo ciliare e rilascia la tensione zonulare. Questo permette alla lente di avere un recupero elastico che ne provocherà un aumento della curvatura e, di conseguenza, anche del potere, permettendo che gli oggetti vicini vengano a focalizzarsi sulla retina.

Quando l'accomodazione cessa, il muscolo ciliare si rilassa e ritorna al suo stato non accomodato, la tensione zonulare viene nuovamente aumentata e il cristallino viene riportato alla condizione più piatta per aumentare la lunghezza focale **(Figura 6)**

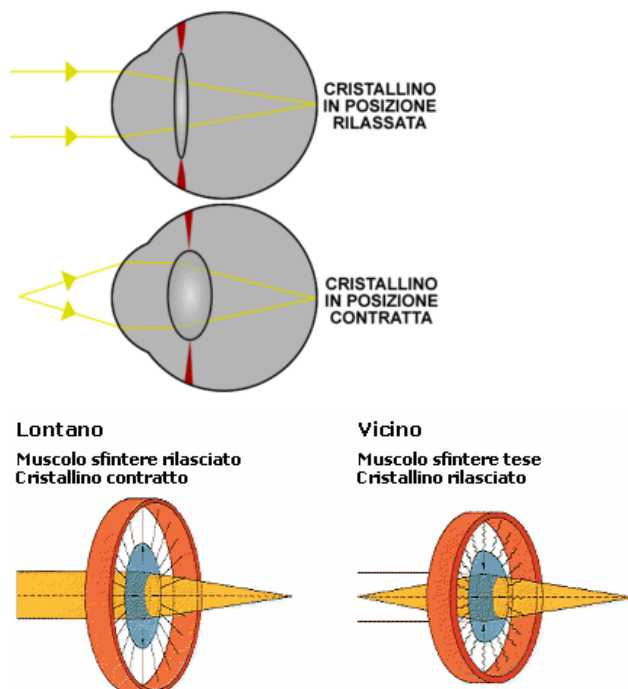


Figura 6- Meccanismo accomodativo ed effetto ottico provocato

La presbiopia è stata associata a molteplici cambiamenti oculari legati all'età. Questi, fondamentalmente possono essere raccolti in tre categorie:

- Teorie riguardanti la capsula ed il cristallino (che considerano i loro cambiamenti nell'elasticità e nella *compliance*);
- Teorie geometriche (quei mutamenti nella zonula in cui essa si lega al cristallino)
- Teorie extraoculari (cambiamenti nel muscolo ciliare e nella coroide)

Tra le varie teorie sono importanti quelle avanzate da Fisher (1969), da Farnsworth & Shyne (1979) e da Schachar & Anderson (1995)

Il primo dimostrò che la capsula diviene sempre meno elastica con l'età e che il cristallino, sottoposto a forze rotazionali, riduce sempre più la sua abilità a deformarsi.

I secondi ipotizzarono come causa di presbiopia la modificazione dell'angolo di connessione delle fibrille della zonula di Zinn e l'avanzamento del punto di inserzione delle fibre della zonula di Zinn che impedirebbero la trazione (**Fig.7**)

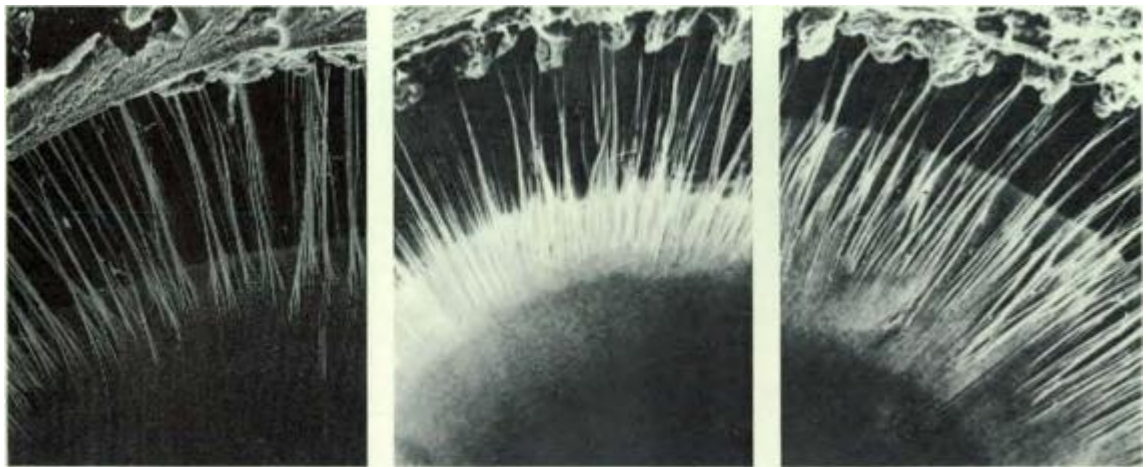


Fig.7 - I siti d'inserzione delle zonule sulla superficie frontale del cristallino cambiano con l'età e con l'aumento di dimensioni del cristallino. A 17 anni (a sinistra) le zonule sono nei pressi dell'equatore, ma si spostano progressivamente sulla superficie frontale del cristallino in individui di 46 e 85 anni (al centro e a destra). In tal modo varia anche l'angolo tra la superficie del cristallino e il filamento, tanto che la tensione finisce per essere esercitata dalle zonule in direzione quasi parallela alla superficie, influenzando sulla perdita della capacità di accomodazione. Le fotografie sono state eseguite da P. N. Farnsworth, che per primo formulò l'ipotesi che i cambiamenti nella geometria delle connessioni cristallino-zonule potessero spiegare la perdita della capacità di accomodazione in età avanzata.

I terzi ipotizzarono che una causa potesse essere la vicinanza tra cristallino (aumentato di dimensione con l'avanzare dell'età) e corpo ciliare (**Fig.8**)

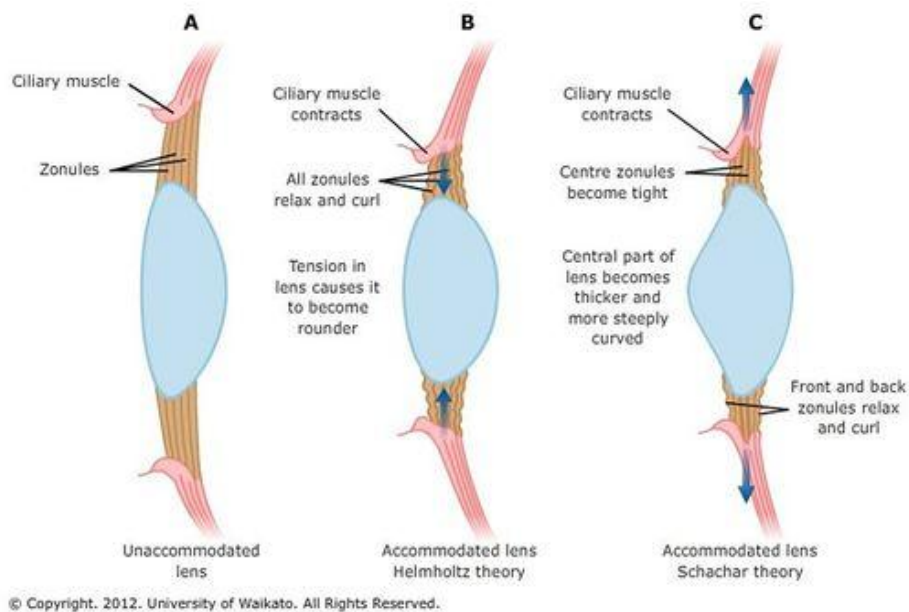


Figura 8- Classicamente, però, la presbiopia viene associata ad un aumento della sclerosi delle fibre lenticolari (Gullstrand, 1909), ad una ridotta attività del muscolo ciliare (Duane, 1922) o all'incapacità della capsula di modellare la lente indurita (Fincham, 1937).

Per *sclerosi lenticolare* si intende l'indurimento fisiologico del cristallino dovuto alla compressione delle cellule morte della lente verso il proprio nucleo (esse non possono essere espulse) provocando anche un ingrandimento complessivo della lente.

Ancora oggi però è aperto il dibattito se la presbiopia derivi da una perdita di elasticità o dall'aumento di rigidità, cioè se l'accomodazione sia influenzata o meno dalla massa cristallinica.

2.3– Classificazione della presbiopia

La presbiopia può essere classificata in base all'età d'insorgenza o all'entità della sua manifestazione; in questa maniera vengono distinti tre gruppi:

- *Incipiente*: in questo gruppo si inserisce il “giovane presbite”, di età compresa tra 40 e 50 anni. Ora vengono a manifestarsi i primi sintomi (visione difficoltosa negli impegni ravvicinati prolungati). I soggetti faranno un uso flessibile della correzione, in quanto, in condizioni di forte luminosità, sono ancora in grado di leggere senza l'ausilio correttivo.
- *Assoluta*: si tratta di persone con più di 50 anni, che possono essere definite “presbiteri consolidati” (tra 50 e 60 anni) e “presbiteri anziani” (dai 60 anni in su), in quanto necessitano in maniera costante di una correzione per tutte le attività da vicino essendo la loro accomodazione ormai minima o assente.
- *Prematura*: quando la sua insorgenza avviene molto prima dei 42-45 anni.

Vengono distinte altre due forme di presbiopia, quella *notturna* (è normale ed è dovuta alla ridotta attività accomodativa in condizioni di ridotta illuminazione) e quella *secondaria* (causata da affezioni provocanti paralisi accomodativa, intossicazioni, ecc.).

2.4– Correzione della presbiopia

L'obiettivo dei trattamenti è di compensare l'incapacità del paziente di mettere a fuoco oggetti vicini. Questo può avvenire attraverso:

- L'uso di occhiali
- Il trattamento chirurgico
- L'impianto di un cristallino artificiale
- L'uso di lenti a contatto (morbide e RGP)

La scelta del tipo di trattamento dipende da diversi fattori quali per esempio la gravità della presbiopia, l'eventuale contemporanea presenza di altri difetti visivi, la tolleranza al tipo di lenti scelto, questioni estetiche ecc.

Prima di proseguire però con l'approfondimento sui metodi correttivi della presbiopia è importante conoscere in quale modo essa viene compensata. Questo avviene attraverso l'utilizzo di una lente sferica positiva, definita *Addizione (Add)*, che va a sommarsi alla correzione del paziente.

Ad esempio:

L: Sf. +1D

L: Sf. -4D

Add: Sf. +2D

Add: Sf. +1.50D

Rx V: + 3D

Rx V: Sf. -2.50D

Essa, infatti, verrà utilizzata per la sola correzione della visione prossimale.

Il modo più frequentemente utilizzato per la sua determinazione è:

- Porre davanti agli occhi del paziente la sua correzione per lontano;
- Calcolare la sua ampiezza accomodativa (AA) oppure usare i valori medi per l'età prima indicati nel grafico (**Fig. 5**);
- In base ai risultati ottenuti, per non indurre affaticamento visivo nel paziente dal completo uso accomodativo, considerare le valutazioni introdotte da Hofstetter e

Giles (secondo cui è necessario utilizzare rispettivamente metà oppure due terzi dell'accomodazione);

- Stimare l'Addizione seguendo la formula

$$Add = \left(\frac{1}{d}\right) - \left(\frac{1}{2}Acc.\right) \text{ secondo Hofstetter}^2$$

oppure

$$Add = \left(\frac{1}{d}\right) - \left(\frac{2}{3}Acc.\right) \text{ secondo Giles}^3$$

Il valore individuato con questo metodo, però, può spesso differire da quelle che sono le reali necessità del paziente, alterandone l'efficacia, a causa di diversi fattori come l'AV del paziente o la profondità di campo.

Queste serie di valutazioni, inoltre, sono accompagnate o sostituite da altri test soggettivi come il cilindro crociato di Jackson (JCC) ed il metodo bicromatico.

Test dei cilindri crociati di Jackson (JCC)(Fig. 9)

Per effettuare il test con i JCCs è necessario che l'astigmatismo sia già stato corretto. Questo è importante in quanto, introducendo il suddetto cilindro, si va ad indurre nel paziente un astigmatismo secondo regola misto (con focale orizzontale positiva, di fronte la retina, e focale verticale negativa, dietro la retina). Per la sua valutazione viene utilizzata la carta di Jacques (Fig.10) con illuminazione ridotta.

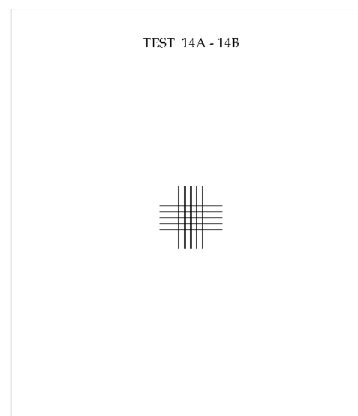


Fig. 9-10 – immagini di un JCC (a sx), della carta di Jacques (a dx).

²⁻³ dove d corrisponde alla distanza di lavoro

Il paziente potrà fornire tre tipologie differenti di risposta a seconda di come gli appare la mira:

- Se le linee orizzontali sono più nitide e le verticali più confuse, il piano di focalizzazione è posteriore alla retina;
- Se le linee verticali sono più nitide delle orizzontali, il piano di focalizzazione è anteriore alla retina;
- Se tutte le linee sono egualmente confuse, il piano focale è intermedio (sulla retina) (**Figura 11**).

L'obiettivo di questo test è, quindi, quello di raggiungere un'equa confusione delle linee. Nei primi due casi sopraelencati, ciò è possibile aumentando rispettivamente la correzione positiva e negativa.

Solitamente questo test viene effettuato in visione binoculare, per questo la sua sigla è spesso sostituita con BCC, anziché JCC.

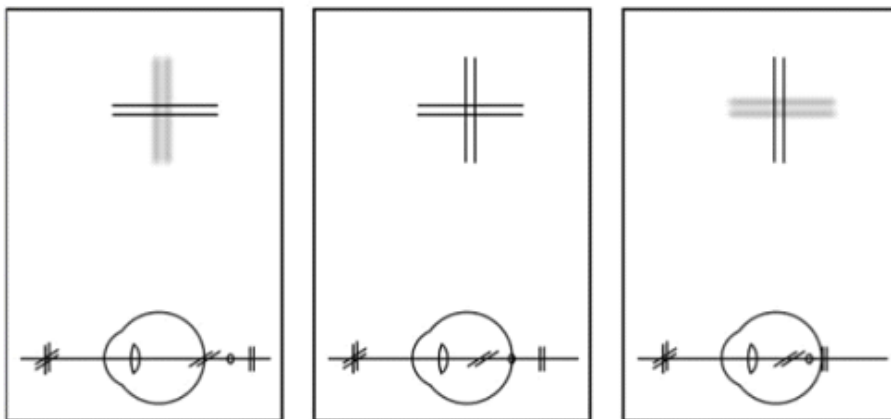


Fig.11 - le tre possibili condizioni che un paziente può presentare.

Test del Bicromatico

Il soggetto in questo test deve confrontare diverse mire su sfondi differenti, uno rosso e uno verde (**Figure 12-13**), stabilendo se una delle due è migliore dell'altra oppure se si equivalgono. Si tratta di un test molto comodo e rapido, ma non molto corretto.

Esso, infatti, sfrutta l'aberrazione cromatica dei nostri occhi (Pech, 1933). Secondo questo principio brevi lunghezze d'onda vengono focalizzate prima della retina, mentre grandi lunghezze d'onda dopo.

L'incertezza di questo test è data dall'elevata frequenza della preferenza delle mire su sfondo rosso, anche senza apparenti correlazioni con la propria condizione visiva⁴, come evidenziato da Davies nel 1957. Quest'affermazione trova poi conferma anche in maniera oggettiva grazie agli studi di Sivak e Bobier nel 1978 (Rossetti & Gheller, 2012). Inoltre, negli anziani, l'aberrazione cromatica si riduce rendendo tale indagine ancora più difficoltosa.

Nel caso, quindi, che il paziente preferisca le mire su uno dei due sfondi, l'addizione andrà aumentata (verde) o diminuita (rosso) fino al raggiungimento, se possibile di una sostanziale equivalenza.

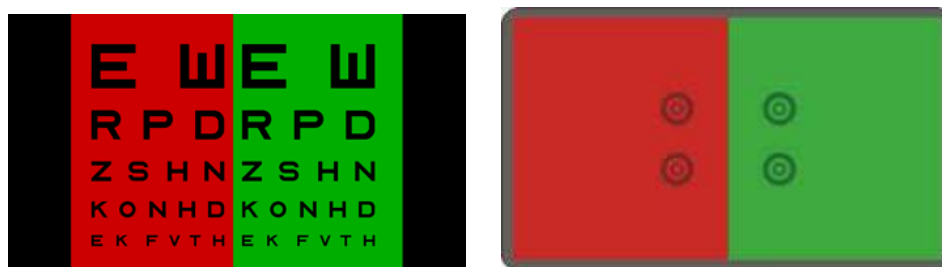


Figure 12-13 – Due esempi di test bicromatico

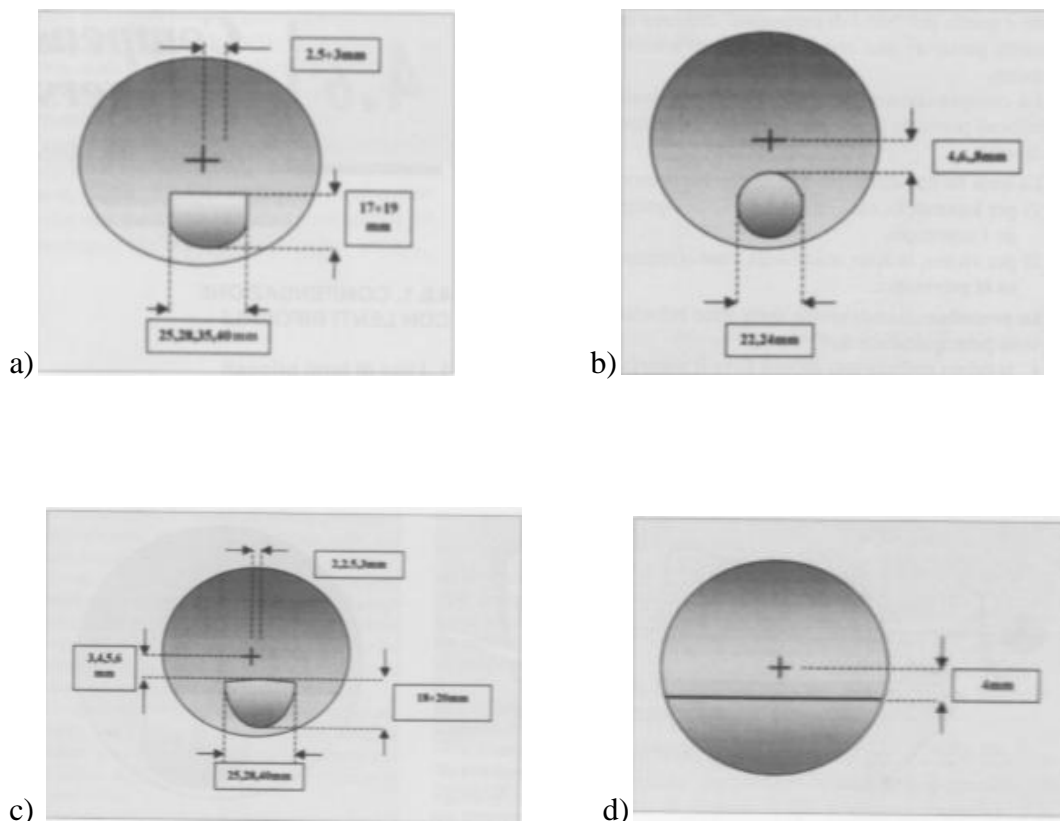
Ritornando ai metodi correttivi della presbiopia analizziamo ora le varie tipologie.

Occhiale

L'ausilio dell'occhiale è la soluzione più comune, al momento, al problema della presbiopia. Se ne distinguono due tipi: monofocali da vicino e multifocali. Gli occhiali monofocali da vicino consistono nell'uso di lenti, sferiche e astigmatiche, a "*focale unica*" (una sola zona a potere costante). Questo termine, però, è impreciso. Infatti, viene utilizzato per la sola differenziazione dalle lenti multifocali (le lenti astigmatiche non possiedono una sola focale). Molto più

⁴ La preferenza di uno sfondo è solitamente associata a differenti condizioni refrattive. Una migliore acuità su sfondo rosso indica una ipercorrezione ipermetropica (o una sottocorrezione miopica). Una migliore acuità su sfondo verde indica una sottocorrezione ipermetropica (o una ipercorrezione miopica).

appropriata è la locuzione utilizzata nella lingua inglese “*single vision*”, visione singola. Per quanto riguarda gli occhiali multifocali, essi si avvalgono dell’utilizzo di lenti oftalmiche con diverse zone a poteri differenti (sferiche e astigmatiche). Vengono distinti in: bifocali (due poteri), trifocali (3 poteri) e quadrifocali e a loro volta in progressivi e varifocali (in una zona della lente il suo potere cambia da un massimo ad un minimo senza soluzione di continuità). Con questo tipo di correzione il potere sferico cambia tra le varie zone (da quella per il lontano a quella per il vicino), mentre il potere dell’astigmatismo rimane costante. Le lenti bifocali possiedono due aree di poteri differenti, una per la visione a distanza, in cui è corretta l’ametropia, e una per il vicino, in cui viene compensata la presbiopia. Sono disponibili in diverse geometrie, classificate in base alla forma che la zona prossimale assume (disco a $\frac{3}{4}$, a circoletto visibile/invisibile, pantoscopica, executive e a unghia visibile/invisibile, vedi **Figure 14 a-e**)



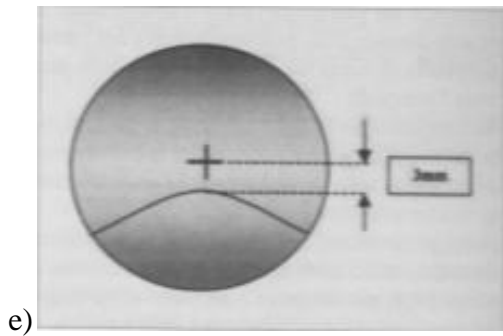


Figura 14⁵ - Lente bifocale: a) a disco 3/4; b) a circoletto visibile/invisibile; c) pantoscopico; d) executive; e) a unghia visibile/invisibile

Le trifocali, invece, sono un'evoluzione delle bifocali, dettate dall'esigenza di una visione nitida anche per le distanze intermedie (ad esempio lo schermo di un computer) (**Fig. 15**). Anche questo tipo di lenti si avvale delle geometrie sopracitate.

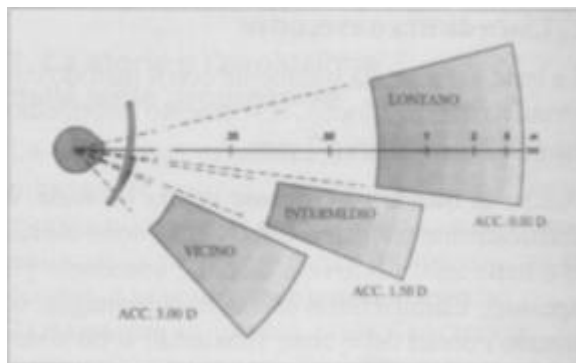


Figura 15- Le zone di visione nitida di una lente trifocale

Infine, le lenti più comuni ai nostri giorni per la compensazione della presbiopia, sono quelle progressive basate su quattro elementi fondamentali:

1. Una zona apposita per la visione a distanza
2. Un canale di progressione, dedicato alla visione intermedia con potere diottrico variabile punto per punto (da più negativo a più positivo)
3. Una zona per la visione ravvicinata

⁵ Le immagini 13 a-e, 14, sono tratte da: Francesca Sala, Antonio Malesani, Compensazione oftalmica attraverso le lenti multifocali, in: AA.VV. L&O Lenti e Occhiali- Un Manuale di ottica oftalmica, Palermo, Medical Books Editore, 2003, cap. 4, pp. 386-388

4. Le zone periferiche, adiacenti alle precedenti, caratterizzate da una scarsa acuità visiva poiché affette da aberrazioni ottiche

A partire da queste quattro parti che le costituiscono le lenti progressive consentono di fornire vari design a seconda della zona interessata. Ad esempio le zone per lontano o vicino possono essere aumentate di ampiezza oppure essere scambiate a seconda delle necessità del portatore. Possono avvenire delle modifiche anche per quanto riguarda il canale di progressione regolandone la variazione, allargandolo, stringendolo, allungandolo o accorciandolo.

A partire da queste possibilità di lavorazione si sviluppano così le principali geometrie (soft,hard, con lenti simmetriche o asimmetriche) che forniranno dei vantaggi a seconda delle richieste (ad esempio la geometria soft fornisce la migliore qualità delle immagini al di fuori delle aree di visione), ma al contempo anche degli svantaggi (come il fastidio dovuto alla rapida rotazione del capo).

Chirurgia refrattiva

Questo tipo di soluzione comprende diverse tipologie di interventi chirurgici che spesso sfruttano l'uso di laser (ad esempio i laser a eccimeri e a femtosecondi). Tali interventi modificano quella che è la superficie corneale, in modo tale da migliorare la visione prossimale, senza compromettere quella a distanza. Ecco perché molti vengono eseguiti sfruttando il concetto di monovisione⁶, andando ad eseguire l'operazione chirurgica sull'occhio non dominante. Si possono così distinguere sei tipologie di intervento:

- Cheratoplastica conduttiva (CK);
- Cheratomileusi in situ laser assistita (LASIK);
- INTRACOR;
- *Inlays e onlays* corneali;
- LASEK;
- Cheratectomia fotorefrattiva (PRK).

⁶ Nella monovisione un occhio viene corretto per la visione a distanza (preferibilmente il dominante), mentre l'altro per la visione prossimale (il non dominante).

Cheratoplastica Conduttiva

Si tratta di un'operazione chirurgica non laser in cui vengono utilizzate onde radio a bassa energia per modellare la cornea e ripristinare la visione prossimale (**Fig.16**). Durante la procedura il chirurgo si serve di una sonda (più fina di un capello umano) per applicare l'energia delle frequenze radio sulla superficie corneale. Normalmente si trattano dagli 8 ai 32 punti sulla cornea e grazie al potere termico e la durata dell'applicazione dello stimolo si viene a determinare una contrazione del collagene stromale. Questa reazione influenza la via d'entrata dei raggi luminosi sulla cornea riportando a fuoco la visione prossimale. Questo trattamento è spesso associato alla monovisione, con effetti indesiderati, se presenti, riscontrabili soprattutto durante la guida notturna (alonnatura delle luci). Molti studi però indicano come, a differenza di altri trattamenti, la cheratoplastica modifichi la cornea in maniera tale da non produrre offuscamenti a distanza ma, anzi, crei una sorta di effetto multifocale grazie al quale è possibile osservare a diverse distanze. Inoltre, un altro studio recente ne conferma l'efficacia a lungo termine (Stahl, 2007).

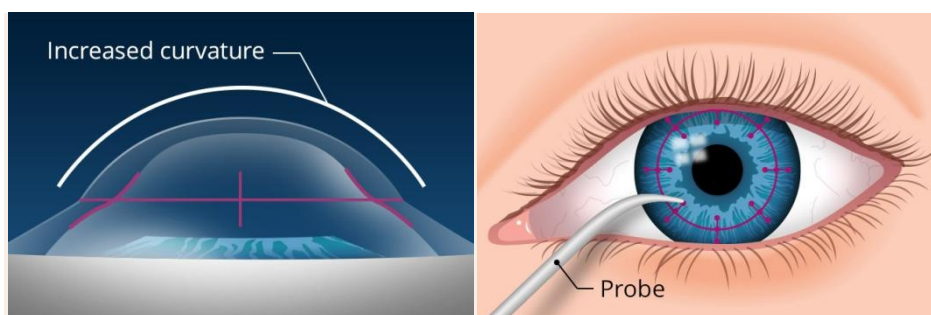


Fig.16- Il chirurgo durante un'operazione di CK per prima cosa anestetizza l'occhio con delle gocce. A questo punto vengono disegnate direttamente sulla cornea delle linee in modo da creare una sorta di linea guida pressoché circolare. Tale espediente facilita il lavoro che poi verrà eseguito con l'ausilio di sonde minuscole, come quella ad onde radio. Il trattamento crea una sorta di campana che stringe o appiattisce la curvatura corneale, fornendo così una miglior visione prossimale.

LASIK

Il LASIK è la pratica più comune nella chirurgia refrattiva. Questa procedura modella la cornea modificando anch'essa la via d'entrata della luce, in modo da farla cadere in retina. Solitamente viene svolta in circa 15 minuti per entrambi gli occhi, con i primi risultati osservabili in circa 24 ore. Per questo tipo di

operazione vengono utilizzati: un microcheratomo⁷ o un laser a femtosecondi per creare una sezione circolare sulla superficie corneale (“*circular flap*”), che poi verrà richiusa (**Fig.17**). Una volta scoperto lo stroma, da esso vengono rimossi alcuni lembi di tessuto con un laser a eccimeri. Quest’ultimo sfrutta un fascio freddo di luce ultravioletta per ablatare microscopici frammenti di tessuto incurvando (o appiattendolo) così la superficie corneale. Un altro strumento utilizzato è lo *speculum* palpebrale che le mantiene aperte, mentre il chirurgo segna la cornea prima di inciderla. Subito dopo l’operazione, la vista è offuscata, ma già il mattino seguente dovrebbe già essere ritornata nitida. I rischi in cui si può incorrere con questo tipo di operazione sono che, in ogni caso non si raggiunga la visione ottimale (evitando l’uso di occhiali o lenti a contatto), e che si verifichino delle infezioni o infiammazioni. Questo trattamento, inoltre, non sfrutta solamente la monovisione ma permette di ricreare una sorta di lente multifocale sulla superficie corneale, con diverse zone di visione, definita *presbyLASIK* (terapia ancora in fase di approvazione da parte del FDA).

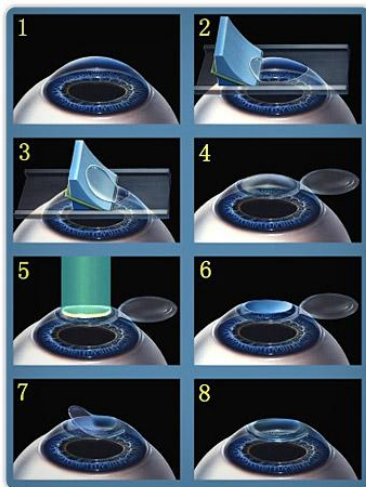


Fig.17 – I passaggi principali dell’operazione LASIK

⁷ *Definizione:* Dispositivo meccanico chirurgico che viene posto sull'occhio e fissato con un anello di suzione. E' costituito da una lama molto affilata che taglia la cornea ad una profondità predeterminata.

INTRACOR

Si tratta di una nuova tecnica sviluppata da Bausch&Lomb Technolas, che sfrutta l'utilizzo di un laser a femtosecondi per creare in maniera precisa delle bolle di gas intracorneali che rimodellano la superficie corneale dall'interno, preservando quella esterna (**Figure 18 a e b**). In questo modo sembra siano ridotti i rischi di infezioni e infiammazioni. Gli anelli intrastromali creati da questa procedura rendono la superficie ancor più iperprolata, soprattutto nella porzione centrale, fornendo ottime qualità visive sia da lontano sia da vicino.

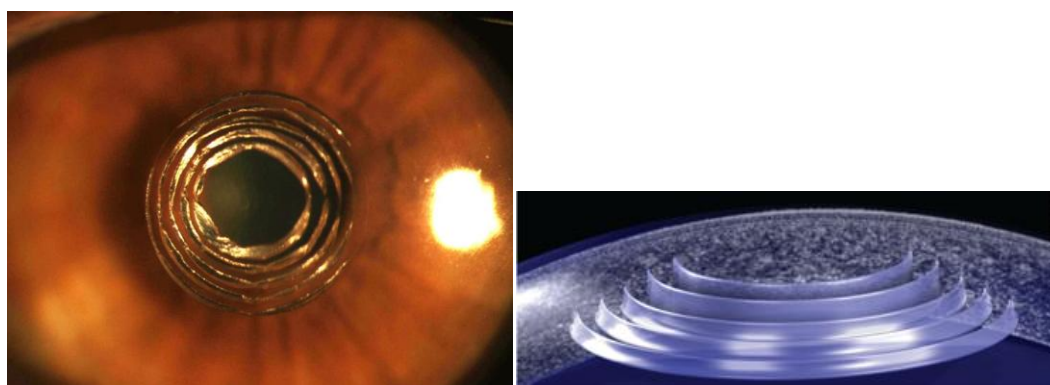


Figure 18a-18b– due immagini dell'operazione INTRACOR, una reale (a sx) e una virtuale (a dx).

Inlays e Onlays corneali

Gli *inlays* corneali sono degli apparecchi inseribili a livelli sotto-corneale o intrastromale che alterano la via d'entrata della luce migliorando poi la visione prossimale. L'esempio più noto è il Kamra (ACI 7000)(**Fig.19**), approvato dal FDA ad Aprile 2015, che funziona come una sorta di fotocamera, che aprendo e stringendo il proprio obiettivo, controlla l'esposizione luminosa e ridefinendo la messa fuoco.

Gli *onlays*, invece, sono degli apparecchi lavorati geneticamente in laboratorio, di materiale collagenosimile a quello del cristallino, che a loro volta vengono inseriti a livello stromale.



Fig.19 – immagine dell'*inlay Kamra*

LASEK

Questa è una procedura simile a quella LASIK, solo che, invece di creare un *flap* in tutta la cornea, esso viene creato solo sull'epitelio. Viene poi utilizzato un laser per rimodellare gli strati più esterni, aumentando la curvatura corneale. Ormai, però, non viene quasi più praticata come procedura.

Cherectomia fotorefrattiva

Si tratta del predecessore delle tecniche LASIK e LASEK, in cui l'epitelio corneale viene completamente rimosso, esponendo l'intera area e non creando *flap* (l'epitelio mancante verrà lasciato ricrescere fisiologicamente) . Un laser ad eccimeri poi modella lo strato stromale correggendo l'errore refrattivo richiesto. Conclusa l'operazione una sorta di lente a contatto-benda viene posta sopra la cornea fino alla completa guarigione (**Fig.20**).

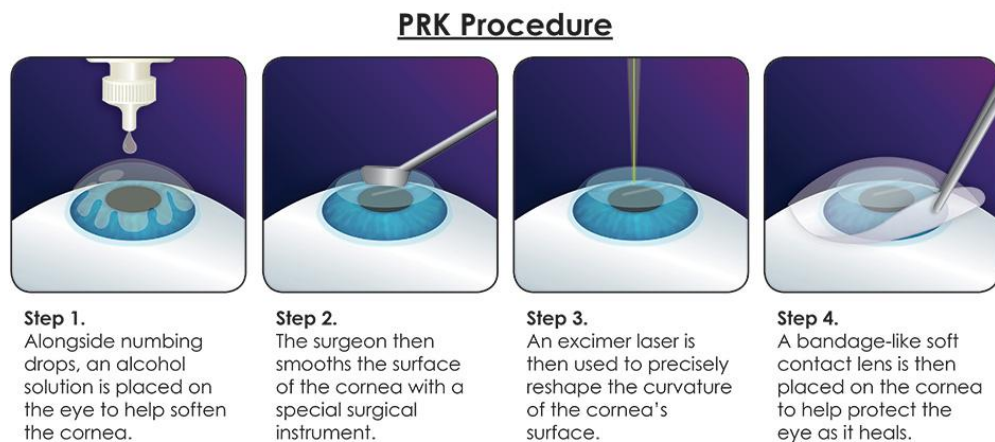


Fig. 20– I passaggi dell'operazione PRK

Cristallino artificiale (IOL, lente intraoculare)

Sono stati messi a punto diversi meccanismi, per consentire la visione per vicino e per lontano senza occhiali, dopo l'impianto di cristallini artificiali intraoculari:

1. Cristallini monofocali (per monovisione alternata);
2. Cristallini artificiali accomodativi (per variare il punto di messa a fuoco);
3. I cristallini artificiali multifocali (che presentano contemporaneamente 2 o più punti di messa a fuoco per diverse distanze).

Monofissazione alternata

Il calcolo del potere del cristallino artificiale consente inoltre di ottenere nella maggior parte di casi, un difetto refrattivo di tipo ed entità prestabiliti. Quando una persona deve essere operata per una cataratta in entrambi gli occhi, è possibile scegliere di rendere un occhio leggermente miope, per consentire la visione per vicino, mentre per l'altro occhio si può utilizzare un cristallino che corregga completamente il difetto di vista. In questo modo, utilizzando i normali cristallini artificiali monofocali, una persona può riuscire a vedere sia da vicino sia da lontano, senza gli occhiali, fissando con un occhio o con l'altro, a seconda della distanza a cui ha bisogno di vedere. Questo sistema ha il vantaggio di consentire una buona qualità delle immagini, con ridotti fenomeni di abbagliamento, ed aloni. Ma consente la visione con un solo occhio a meno che non si utilizzino degli occhiali, non sempre ben tollerati.

Lenti intraoculari accomodative

Questo tipo di cristallini artificiali tenta di riprodurre i movimenti in avanti ed indietro, provocati dal rilasciamento e dalla contrazione dei muscoli ciliari all'interno dell'occhio. Le anse per il fissaggio di queste lenti sono molto flessibili, e presentano delle "cerniere" per consentire lo spostamento antero-posteriore del disco ottico, e per variare la messa a fuoco con un meccanismo simile a quello naturale (**Fig. 21**).

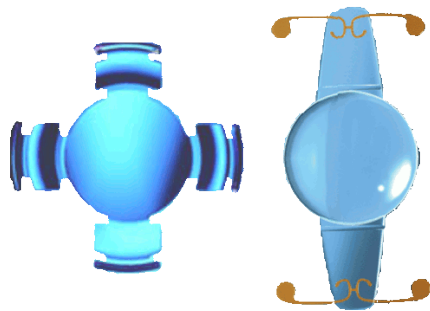


Fig.21 - Due modelli di lente accomodativa.

Sono meno dipendenti da meccanismi di "adattamento cerebrale", ed evitano i fenomeni di abbagliamento, di immagine fantasma, e la visione di aloni che sono molto frequenti con le lentine multifocali. Le lenti accomodative generalmente forniscono un'ottima visione per lontano, ma gran parte dei pazienti necessita comunque di una correzione per vicino.

Lenti intraoculari multifocali

Le lenti intraoculari multifocali funzionano in modo un po' diverso da quelle che si montano sugli occhiali, basate sul movimento dello sguardo. I cristallini che vengono impiantati durante un intervento per cataratta non possono (e non devono) spostarsi dal centro della pupilla. Con questo tipo di cristallino, soltanto una parte della luce proveniente dall'immagine viene focalizzata per la visione alla distanza voluta⁸ (Fig.22).

Si vengono a focalizzare così contemporaneamente le immagini che provengono sia da lontano, che quelle da vicino. Con questo tipo di cristallino, l'immagine si forma sulla retina solo con una parte della luce, e pertanto si verifica una riduzione della sensibilità al contrasto, ed un decadimento della visione in condizioni di scarsa illuminazione, rispetto a quel che si otterrebbe con un cristallino monofocale. Questa compresenza di immagini però aumenta la profondità di campo, ma può generare confusione e "immagini fantasma". Tutti

⁸ Quando si guarda lontano, una parte della luce dell'immagine va a fuoco sulla retina, un'altra percentuale di raggi luminosi viene contemporaneamente focalizzata davanti alla retina. Mentre si legge un libro, una parte dei raggi luminosi viene focalizzata sulla retina, ma una parte viene indirizzata su un secondo fuoco posteriore alla retina.

questi disturbi sono molto ridotti, ma non eliminati dalle lentine intraoculari più recenti. Inoltre il cervello attua dei meccanismi di adattamento che consentono di concentrare l'attenzione solo sulla parte di immagine che interessa, eliminando i fenomeni di disturbo (aloni, immagine fantasma), e c'è un gran numero di persone soddisfatte di questa soluzione. Rimane tuttavia una percentuale di persone che non si adattano a questa nuova condizione e si sottopongono ad un secondo intervento per sostituire il cristallino multifocale con uno monofocale.



Fig.22 - Alcuni modelli di cristallino artificiale multifocale. In tutti si riconoscono degli anelli che consentono di focalizzare la luce contemporaneamente a varie distanze.

Le lentine multifocali vengono suddivise in 2 tipologie, in base al principio di ottica utilizzato per ottenere la multifocalità: lenti diffrattive, e lenti refrattive.

Lenti intraoculari multifocali diffrattive

In questi cristallini artificiali la curvatura anteriore della lente viene utilizzata per correggere il difetto refrattivo per lontano, dell'occhio da operare. Sulla faccia posteriore, sono presenti anelli concentrici a scalini, che sfruttano il principio fisico della diffrazione per creare un secondo punto di messa a fuoco più anteriore, per la visione da vicino. Forniscono così una buona qualità visiva sia per lontano che per vicino, ma a discapito delle distanze intermedie. Inoltre il diametro pupillare non interferisce molto con la loro funzionalità

Lenti intraoculari multifocali refrattive

In questi cristallini artificiali la superficie anteriore della lente presenta delle zone anulari con diversa curvatura, che sfruttano il principio fisico della rifrazione per creare punti di messa a fuoco per la visione da lontano, per le zone intermedie, e per vicino. La qualità visiva prossimale, però, risulta inferiore rispetto alle

precedenti e sono molto influenzate dal diametro pupillare, crenando disturbi soprattutto nella guida notturna.

Tecnica MIX and MATCH

Si tratta di una nuova tecnica in cui le due categorie di lenti sopracitate vengono combinate. Una lente difrattiva nell'occhio dominante, e una refrattiva nell'altro occhio. Non sembra ci siano significative differenze con l'applicazione unilaterale (Yoon et al., 2013).

Le modalità correttive della presbiopia con lenti a contatto verrà affrontata nel capitolo successivo.

Capitolo 3

3.1- Modalità correttive della presbiopia con lenti a contatto

Le possibilità di correzione della presbiopia con lenti a contatto sono molteplici ; per questo verranno analizzate singolarmente.

Lenti a contatto monofocali e occhiali da vicino

Con questo metodo correttivo si va a correggere con lenti a contatto l'ametropia del soggetto (cioè la sua visione a distanza) e poi con gli occhiali la sua addizione prossimale. Tale approccio è ancora oggi molto praticato e il perché lo si intuisce dal fatto che la prescrizione di una addizione con occhiali è semplice ed economica. In questo modo viene mantenuta una buona visione a tutte le distanze e senza dover attendere dei tempi di adattamento per il soggetto. Infatti, questa viene spesso utilizzata come prima scelta nei giovani presbiteri (anche per una motivazione estetica alle volte) prima di proporre l'utilizzo di lenti a contatto apposite per la presbiopia.

Monovisione

In questa modalità un occhio viene corretto in base all'ametropia, l'altro per il vicino. Il monocolo, nel XIX secolo, è stato una delle prime testimonianze di questa tecnica, anche se la prima volta in cui questa tecnica viene utilizzata con lenti a contatto è attribuita a Westsmith nel 1966 (Fonda, 1996).

L'occhio corretto per la visione a distanza è quello dominante (Jain et al., 1996), mentre per il lavoro prossimale l'addizione viene anteposta al non-dominante. Inoltre, è stato dimostrato che nel 95% dei casi questo tentativo di correzione fallisce se la dominanza viene errata (Pointer, 2001). Essere destri non significa possedere per forza dominanza oculare destra, come spesso ciò non corrisponde anche all'occhio con la migliore acuità visiva. Per determinare la dominanza di un soggetto è necessario che questi miri ad un oggetto allungando le braccia e con entrambi gli occhi aperti. A questo punto egli dovrà chiudere alternatamente

ciascun occhio; quello che rimarrà centrato sulla mira scelta sarà il dominante (Quinn, 1997).

Monovisione modificata

Tecnica sviluppatosi in seguito alla precedente, come si deduce dal nome, in cui le lenti multifocali vengono utilizzate in due modi particolari:

1. Una lente monofocale con il potere diottrico necessario per il lontano sull'occhio dominante, e una lente multifocale (o bifocale) sul controlaterale con poteri per lontano e vicino (Neil A. Pence. ICLC, Vol.14, N.12, 1987).
2. Su entrambi gli occhi vengono applicate lenti multifocali (o bifocali) con poteri leggermente diversi. Infatti, nell'occhio non dominante, di norma viene inserito del potere positivo in eccesso (circa 0.50D).

Vi sono inoltre altre due tecniche che derivano dalla monovisione, e sono la bivisione modificata e la trivisione modificata. Nella prima sono utilizzate due lenti multifocali di differente geometria, una più efficace per la visione a distanza (centro-lontano) e una per quella prossimale (centro-vicino). La seconda, invece, sfrutta una lente monofocale sull'occhio dominante ed una multifocale (o bifocale), sul controlaterale con poteri per vicino e intermedio.

I vantaggi di questa tecnica sono, secondo Gasson & Morris (2003) e Bennett & Jurkus (2005):

- L'uso di lenti convenzionali (raramente è necessario l'uso di una particolare tipologia di lente);
- Una ridotta necessità di tempo professionale;
- Molto economica;
- Si tratta di lenti sottili, non stabilizzate con il prism-ballast⁹;
- Nei soggetti già portatori viene sostituita una sola lente;
- Poco dopo l'inizio del porto di queste lenti, il paziente è già in grado di definire se questa soluzione è efficace per lui;
- Solitamente vengono evitate le sintomatologie tipiche delle lenti bifocali, come, la formazione di immagini fantasma e una visione fluttuante in relazione al diametro pupillare.

⁹ Una tecnica di stabilizzazione tipica delle lenti a contatto toriche

- Il pieno adattamento alla monovisione avviene solitamente nel giro di due o tre settimane (Collins et al., 1994, Westin et al., 2000), con percentuali di successo abbastanza elevate, circa il 76% secondo Jain (Jain et al., 1996). Anche se l'acuità visiva, la stereopsi e l'abilità di fronte ad un compito non migliorano con l'adattamento.
- L'estensione del campo visivo e l'acuità visiva periferica non vengono ridotte (Collins e coli., 1989).

Al contempo, il primo limite di questa tecnica è l'evidente mancanza di visione binoculare bilanciata, infatti, la monovisione è possibile inducendo intenzionalmente un'anisometropia. Oltre a questo possono verificarsi stress visivo, percezione stereoscopica impari e difficoltà nella guida (principalmente di notte a causa dell'abbagliamento e della difficoltà a sopprimere immagini così brillanti). Tutte queste sintomatologie, infatti, fanno spesso registrare anche una riduzione nella brillantezza dei colori ed una riduzione della sensibilità al contrasto (tra 20''-53'' d'arco nella visione a distanza, e tra 50''-113'' d'arco in quella prossimale, Johansdottir & Stelmach, 2001), anche se per valori inferiori a +1.50D è uguale quella con l'uso di occhiali. McGill ed Erick nel 1989 hanno però dimostrato che con la monovisione vi è sì una riduzione della stereoacuità, ma tale effetto è minore in confronto a quello presente in un soggetto anisometrope corretto con occhiali. Al soggetto in genere vengono prescritti, inoltre per l'uso occasionale, occhiali per lontano (correggono solo l'occhio con potere per vicino). Tali occhiali sono particolarmente utili quando l'addizione non è elevata e per la guida notturna, quando la soppressione centrale dell'immagine sfocata è più difficoltosa.

Lenti multifocali (bifocali e progressive)

Numerosi passi in avanti sono stati fatti nell'ultimo decennio per migliorare il successo sia delle lenti RGP sia di quelle morbide. Il grande numero di design può essere però suddiviso in due gruppi a seconda che la visione fornita sia con immagini alternate, a *visione alternata*, o con immagini simultanee, a *visione simultanea*.

Lenti multifocali ad immagine alternata

Si tratta di lenti che traslano o si spostano verso l'alto fornendo un solo potere di fronte alla pupilla, caratterizzate da due zone distinte. Solitamente la parte superiore si trova di fronte la pupilla quando si vuole fissare un oggetto lontano e quella inferiore per un oggetto ravvicinato. Teoricamente è questo che dovrebbe accadere, fornendo un'elevata qualità visiva. In realtà ciò non succede con grande frequenza, poiché la pupilla viene solitamente coperta in maniera incompleta, degradando la qualità visiva.

Questo tipo di lenti solitamente viene costruito inserendo nella parte inferiore un segmento con l'addizione, oppure, in maniera concentrica con l'addizione nella parte periferica (**Fig.23a**). La prima è la più frequente, vista la somiglianza con quella fornita dagli occhiali bifocali (**Fig.23b**).

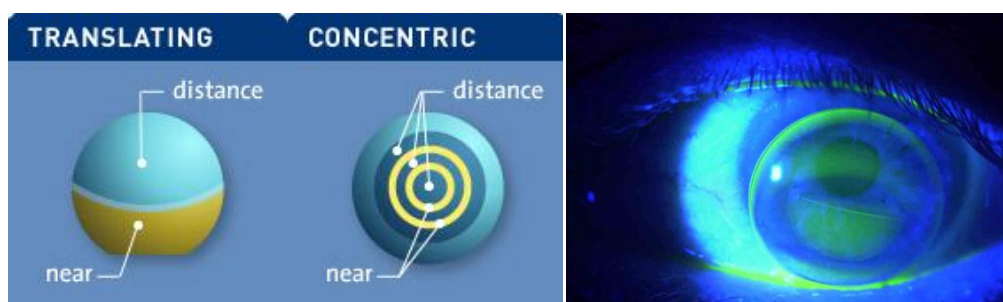


Figure 23: a) immagine virtuale di una lente concentrica (a sinistra); b) immagine reale di una lente a segmento inferiore (a destra).

La loro azione principale essendo la traslazione implica la necessità di un sistema stabilizzante che le faccia rimanere in posizione corretta, ma al contempo favorisca questo loro movimento. Per questo viene inserito un prisma di stabilizzazione tronco.

Lenti multifocali ad immagine simultanea

Sono lenti in cui vi è presenza contemporanea di più poteri di fronte alla pupilla. In questa tipologia la luce e tutti gli oggetti, a tutte le distanze, sono contemporaneamente sulla retina. Ora è il soggetto che deve sopprimere selettivamente le immagini che reputa più sfuocate o non necessarie al compito visivo che sta compiendo. Questo principio si basa sui concetti d'interpretazione e tolleranza dello sfuocamento e sulla sovrapposizione multipla di immagini sulla

retina, causata dai vari poteri refrattivi (Benjamin & Borish, 1991). Possono quindi essere suddivise in quattro geometrie principali:

- A zone concentriche sferiche;
- Asferiche;
- A zone concentriche sferiche-asferiche;
- Diffrattive.

Ognuna di queste lenti può essere costruita con al centro la correzione per lontano e in periferia la correzione per vicino, oppure il contrario. Nelle lenti asferiche e sferiche-asferiche, invece, la zona paracentrale è caratterizzata da poteri per distanze intermedie.

Bifocali con zone concentriche sferiche

Le lenti a contatto a zone concentriche rappresentano il primo tipo di lenti a contatto bifocale costruite e proposte per la prima volta da de Carle nel 1958 (Lupelli et al., 2004). Attraverso queste due zone¹⁰ concentriche la luce ci passa contemporaneamente attraverso privilegiando, in questo modo, la visione da lontano e vicino, a discapito di quelle intermedie. In questo modo una zona emmetropizza l'ametropia del soggetto, mentre l'altra lo miopizza correggendo la presbiopia. In questo modo davanti al nostro occhio vengono poste due immagini, una a fuoco e una no riducendo l'effettiva quantità di energia luminosa in grado di fornire un'immagine ben definita. Con lenti a contatto monofocali poco meno del 100% dell' energia luminosa contribuisce alla formazione dell'immagine a fuoco. Con le lenti a contatto ad immagine simultanea l' ideale copertura delle due zone dovrebbe essere di 50:50. E' evidente come ciò non è sempre possibile, in quanto il diametro è estremamente variabile e la lente non rimane mai ferma in maniera costante nello stesso posto, ma si muove. In base a quanta luce passa attraverso ciascuna zona si definisce quale visione sarà maggiormente privilegiata. Per questo è importante cercare di far mantenere alla lente una posizione quanto più centrata possibile, onde evitare una riduzione dell'acuità visiva e della sensibilità al contrasto (Woods et al, 1993).

¹⁰ Queste zone concentriche coprono rispettivamente circa metà pupilla con illuminazione mesopica.

Geometria con centro lontano

In questa situazione la porzione di centrale possiede un diametro variabile tra 2,2mm e 3.00mm, con zona ottica di circa 9,00mm. Josephson e Caffery nel 1990 indicano un utile metodo di valutazione della copertura pupillare usufruendo dell'ausilio di un oftalmometro. Questo per valutare alcune situazioni che riducono la qualità visiva come il lavoro prossimale (che riduce le dimensioni pupillari, miosi) e la guida notturna (condizioni in cui è presente una bassa luminanza e in cui la pupilla è di dimensioni maggiori, midriasi)

Geometria con centro vicino

La zona centrale ha un diametro che variabile da 2 a 3 mm, di cui, quando possibile, vengono indicate delle misure preferenziali: ampia (circa 3 mm) se soggetto lavora principalmente da vicino (es. orafo); ridotta (2,0-2,50 mm) se si vuole ottenere la migliore acuità possibile per lontano; mista (ridotta sul dominante e ampia sul controlaterale) per un soggetto che svolge attività bilanciate. Con questo tipo di lenti è molto più semplice mantenere un controllo sul diametro pupillare. Infatti, durante l'attività la nostra normale miosi ci permette di ottenere un'ottima qualità visiva sfruttando la zona centrale della lente dedicata al vicino e durante la guida notturna sfruttare la midriasi per ottimizzare la zona periferica per lontano. Bisogna però fare i conti con la visione a distanza in condizioni di luminosità media ed elevata, in cui è presente miosi, che risulterà scarsa. Per questo solitamente viene consigliato l'uso di occhiali da sole per aumentare la midriasi, anche se con risultati limitati.

Lenti asferiche (potere progressivo)

Geometria con centro lontano

Si tratta di lenti in cui la superficie posteriore della lente cambia gradualmente di curvatura, appiattendosi, e con conseguente aumento della correzione positiva. In questo modo viene migliorata la visione a distanza intermedia. Questo è possibile grazie all'introduzione del parametro eccentricità che ha massimo valore in zona paracentrale, con valori fino a circa 1.8. L'addizione ora seguirà di pari passo questo dato (all'aumentare dell'eccentricità anche l'addizione andrà aumentata). Lo stesso discorso vale anche per il diametro pupillare (quanto più grande sarà,

tanto andrà aumentata) e per la posizione della lente (in base a quanto è decentrata l'addizione andrà aumentata), anche in quest'ultimo caso vi è il limite di 1mm, in quanto oltre ci sarà degradazione dell'immagine.

Geometria con centro vicino

Ora la superficie che viene modificata con lo stesso principio precedentemente citato è quella anteriore, grazie alla riduzione delle aberrazioni sferiche¹¹ che aumentano sia la profondità di fuoco che la luminosità centrale dei cerchi di diffusione. Goldberg (1993) sottolinea che tali lenti sono indicate soltanto per le basse addizioni (fino a +1,50 D). Inoltre con queste lenti viene consigliato di aggiungere alla correzione delle lenti per lontano circa metà del valore dell'addizione e poi bilanciando la nuova correzione binocularmente. Anche lievi imprecisioni nel valore del potere diottrico, in questo caso possono provocare notevoli cambiamenti percettivi. Con questa correzione si vengono così a eliminare i salti d'immagine e la dipendenza della visione dalla direzione di sguardo, tipici di una corrispettiva lente concentrica. Tuttavia viene indicata solo in caso di basse addizioni e spesso lo sfuocamento risulta più evidente in ambienti poco illuminati. Inoltre è necessaria una costante motivazione del paziente a causa delle frequenti modifiche ai parametri delle lenti e al prolungato tempo di adattamento.

Entrambe queste tipologie di lenti asferiche però dipendono in maniera critica dal diametro pupillare, infatti, se eccessivamente ridotto può provocare dei problemi. Ad esempio, un soggetto che indossa una lente con centro per lontano, in una giornata soleggiata (quindi con miosi), in lontananza vede bene gli oggetti, mentre, male se sposta la sua attenzione su qualcosa di vicino. Questo perché la

¹¹ In fisica, *a. ottiche*, fenomeni che si producono quando in un sistema ottico le immagini che esso dà non sono geometricamente simili agli oggetti, o non sono nitide, o variano d'aspetto al variare del colore della luce. Esempi di *a. ottiche* sono: l'*a. cromatica*, che si presenta in un sistema diottrico e consiste nel fatto che operando con luce policromatica si danno tante immagini di una sorgente puntiforme quanti sono i colori di cui è formata la luce; l'*a. sferica* o *di sfericità*, che si verifica qualora l'apertura angolare del sistema rispetto a una sorgente puntiforme monocromatica posta sul suo asse non è sufficientemente piccola, così che i raggi emergenti non concorrono in un punto ma inviluppano una superficie. L'*a. sferica* fa parte (insieme con la coma, l'astigmatismo e la distorsione) delle cosiddette *a. geometriche* dipendenti dalla forma delle superfici rifrangenti o riflettenti e dalla posizione, rispetto ad esse, degli oggetti. Talora il termine *a.* viene riferito, anziché al sistema, alle immagini che esso dà. Fonte: Treccani.it

quantità di energia luminosa proveniente dalla porzione periferica della lente (quella necessaria per una visione prossimale nitida), sarà ridotta o addirittura assente. Per questo lo specialista deve valutare tale parametro in condizioni di luminanza differenti, in modo da poterne studiare le variazioni.

Lenti a contatto a zone concentriche sferiche-asferiche

Questo tipo di lenti è caratterizzato da tre zone distinte: una centrale per la visione a distanza, una periferica per vicino ed una intermedia per le altre distanze. Le prime due sono porzioni sferiche, mentre l'altra è asferica. In questo modo, come con gli occhiali bifocali, le due distanze limite sono ben corrette con una visione nitida, ma, senza trascurare tutte quelle distanze intermedie (con la zona asferica) che maggiormente influenzano la nostra giornata. Il fatto che principalmente siano costruite con materiali RGP, ha sicuramente limitato la loro diffusione.

Lenti diffrattive

Anche con questa tipologia di lenti la luce incidente proveniente dagli oggetti posti a varie distanze, viene focalizzata sulla retina se questi sono fissati. Per questo sono inserite nel gruppo delle lenti a visione simultanea. Ora la lente svolge due funzioni differenti a seconda di dove è il nostro punto di fissazione. Se questo è lontano la lente ha un effetto rifrattivo, se invece è vicino, grazie a delle piccole incisioni concentriche sulla lente, le *echelettes zones* (Churms et al., 1987), che permettono di sfruttare l'andamento ondulatorio della radiazione elettromagnetica, si ha un effetto diffrattivo (l'immagine sarà di primo ordine)¹². Circa il 40% dell'energia luminosa incidente viene utilizzata per la visione distale e il 40% per la visione prossimale. La restante parte viene persa negli ordini superiori di diffrazione. Queste incisioni, praticate nella zona centrale della

¹² Un fascio luminoso monocromatico che incide su un reticolo dà origine ad un fascio trasmesso e a vari fasci diffratti, ad angoli che dipendono dal rapporto fra la distanza tra le righe del reticolo e la lunghezza d'onda della luce. Quindi, se il fascio luminoso è composto di più lunghezze d'onda, percepite dall'occhio umano come colori differenti, si ottiene la scomposizione del fascio nelle sue componenti. La luce con una lunghezza d'onda più grande viene deviata ad un angolo più grande rispetto alla direzione incidente (angolo di diffrazione). Per ogni lunghezza d'onda si possono osservare più righe. Il numero di righe che si contano dalla riga centrale, che non risulta deviata rispetto al fascio incidente ed è presa come riferimento, è detto «ordine» o «modo» di diffrazione. Fonte: appunti del corso di "Fisica sperimentale 2" del prof. Signorini

superficie posteriore della lente, si riempiono di liquido lacrimale e quindi modificando l'indice di rifrazione di quella parte di lente rispetto al resto. L'addizione in questo modo viene determinata a seconda del diametro, della spaziatura e del numero di queste incisioni. Quanto minore è la loro distanza, tanto maggiore sarà l'effetto diffrattivo. Anche con queste lenti però vi è una riduzione nella sensibilità al contrasto per questo non è indicata verso persone che svolgono lavori di precisione. Nella letteratura, inoltre, le percentuali di successo di queste lenti variano in maniera considerevole nei vari studi. Ad esempio, si passa da circa il 100%, ottenuto da Gailmard, in uno studio del 1981, al 47% indicato da Back nel 1989. Per cui non è ancora chiara la loro reale funzionalità.

3.2- Cenni sulla correzione della presbiopia con lenti a contatto RGP

La correzione della presbiopia tramite l'utilizzo di lenti a contatto RGP sfrutta, oltre alle geometrie viste in precedenza, anche di tre nuovi design:

- Asferico multifocale
- Geometria alternante con *monocentric optics*
- Geometria alternante con correzione asferica intermedia.

Per quanto riguarda i design asferici, oltre a quanto è già stato detto, è importante ricordare che, in caso di elevate addizioni è necessario creare un elevato grado di appiattimento, circa 0.6mm (3.00D), o aumentare considerevolmente l'asfericità della lente. Nonostante questo le geometrie più recente sfruttano un minor grado di eccentricità e curvature maggiori di circa 0.2-0.3mm rispetto al K corneale. Questa categoria, infatti, non viene consigliata a soggetti con levate ametropie, pupille di grandi dimensioni o con scarse motivazioni. Gli studiosi A.J. Phillips e Lynne Speedwell, nel loro manuale "*Contact Lenses*", indicano inoltre come vengano usati valori di Dk bassi nel caso di pazienti miopi e Dk elevati negli ipermetropi (Phillips e Speedwell, 2007).

Le lenti a geometria concentrica non vengono molto utilizzate, a causa delle diverse complicazioni legate al diametro pupillare. Lo stesso discorso è valido per le lenti a visione alternata di cui principalmente viene utilizzato il design segmentato per la somiglianza alla correzione con gli occhiali.

3.3- Correzione della presbiopia con lenti a contatto morbide

Negli anni '70, il design hydrogel delle lenti morbide multifocali e bifocali non diede inizialmente buoni risultati, risultando anche molto costoso a livello di costruzione (Josephson & Caffery, 1991). Infatti, fino a una decina di anni fa il divario fra lenti morbide e le corrispettive RGP era molto marcato (le prime mostravano degli evidenti limiti). Nell'ultimo decennio però questa differenza si è colmata sempre più, grazie anche al sempre maggior numero di portatori di lenti morbide. Quello di cui ci si lamentava con maggiore frequenza era l'acuità visiva spesso ridotta a causa del contenuto idrico e la dipendenza dal concetto di visione simultanea (Gispets et al., 2002; Pujol et al., 2003). Tuttavia, la volontà di non dover indossare occhiali, spesso hanno compensato anche questa carenza. Inoltre, l'utilizzo e sviluppo delle *disposable*, con un cambio frequente, ha contribuito. Con l'età, infatti, è importante limitare quanto più possibile la formazione di depositi e il loro impatti sulle normali salute e qualità visiva. I soggetti ora possono provare le lenti mentre lo specialista sistema la geometria della lente, ottimizzando la relazione tra *fitting* e visione a tutte le distanze. L'operatore poi, potendo disporre di diversi design, può determinare quello che meglio soddisfa gli intenti del paziente fornendo delle lenti di prova.

Ecco una breve selezione e divisione fra i possibili candidati al porto di lenti a contatto morbide bifocali o multifocali.

Buoni candidati:

Soggetti già portatori che diventano presbiti;

- Portatori corretti con monovisione non soddisfatti della qualità visiva;
- Individui con limitate richieste visive a distanze intermedie (chi lavora a computer);
- Pazienti con correzioni sferiche;
- Persone disposte ad accettare anche compromessi nella visione distale.

Candidati difficoltosi:

- Individui non disposti ad accettare alcun compromesso per la loro visione;
- Soggetti emmetropi o quasi per lontano;
- Persone che traggono maggiori benefici da una correzione torica;
- Portatori con pupille molto piccole ($\leq 3\text{mm}$).

Design lenti morbide multifocali

Anche con queste lenti le geometrie citate nel capitolo 3.1 sono ancora valide, eccezion fatta per quelle a visione alternata, presenti principalmente come RGP.

Centro- lontano

Principalmente si trovano con geometria asferica o concentrica, con le seconde nettamente più frequenti e spesso con zona centrale per lontano. Sfruttando quanto più possibile la qualità visiva distale fornita grazie alla miosi in ambienti altamente illuminati, anche se riducendo quella per vicino (Josephson & Caffery, 1991). Un esempio in questa categoria lo sono state alcune lenti della Johnson&Johnson (Acuvue Bifocal), in cui grazie a cinque zone alternanti concentriche fornivano la visione richiesta in base allo stato di miosi o midriasi della pupilla. Rigel nel 1998, ne eseguì uno studio verificando che: circa il 51% dei soggetti applicati con un approccio binoculare “pieno” erano soddisfatti di queste lenti; il 32% preferiva apportare delle modifiche nella correzione binoculare, aumentando il potere positivo nell’occhio non dominante nella correzione distale per migliorare quella prossimale; il 17% preferiva essere corretta con monovisione, con lente monofocale per vicino nell’occhio non-dominante e multifocale ad addizione ridotta nel dominante.

Centro-vicino

La zona per la lettura ora si trova centralmente, permettendo di sfruttare le zone per lontano e vicino solo in condizioni di medio-bassa illuminazione. I limiti di questa modalità sono evidenti, ma nonostante questo ve ne sono di diversi modelli con geometria asferica o progressiva.

Un esempio è dato dalle lenti proposte da Cibavision, le Focus Progressive. Esse contengono un’addizione nominale di 3D, per questo i presbiteri avanzati

necessitano spesso di una maggiore correzione positiva nel non-dominante (Quinn, 2002). Possiedono inoltre due raggi nella zona ottica posteriore.

Riguardo all'utilizzo di lenti morbide multifocali è stata sicuramente utile lo studio dell'articolo presentato da Schonfield e altri studiosi nel 2003 in cui sono state confrontate tre tipi di lenti a contatto (Acuvue Bifocal, Focus Dailies Progressive e SofLens multifocal). Si tratta di tre lenti a geometria differente (la prima con centro per lontano, le altre due con centro per vicino) e anche con modalità di porto differenti (la prima è una lente settimanale, la seconda è una giornaliera e la terza una mensile). In esso, inoltre, sono stati inseriti gli studi riguardo a quattro condizioni particolari che spesso potevano verificarsi : come agire in caso di scarsa visione distale o prossimale, come comportarsi e cosa aspettarsi in caso di utilizzo della tecnica della monovisione modificata e della *enhanced monovision*. Questo serve a dimostrare come il mondo della contattologia morbida per presbiti si sta espandendo e ampliando sempre più , rendendo sempre più necessari continui aggiornamenti, in quanto è responsabilità dello specialista fornire informazioni dettagliate per spiegare ad ogni paziente in maniera esaustiva le diverse possibilità di correzione disponibili.

Nel 2003 sono state poi sperimentate da P.S. Soni assieme ad alcuni colleghi delle lenti morbide multifocali refrattive/diffrattive che non riducevano la sensibilità al contrasto.

Bifocali ad immagine alternata

La lente morbida che maggiormente ha caratterizzato questa categoria è stata quella prodotta da Gelflex, la "Triton Translating soft bifocal lens ". Questa tipologia consente un'ottima qualità visiva ma, spesso provoca irritazione e fastidi a livello palpebrale a causa della sua dimensione o della troncatura presente nella parte inferiore (Gasson & Morris, 2003).

Le caratteristiche tecniche di questa categoria sono:

- Presenza sulla superficie posteriore di un bi-prisma e di una troncatura per facilitarne la stabilizzazione e il posizionamento (Ezekiel, 2002);

- Un diametro sul meridiano orizzontale di 14.5mm che, in caso di decentramento verso il basso per cause palpebrali (palpebra inferiore bassa), viene aumentato a 15mm;
- Il potere dell'addizione per la correzione del vicino si trova 1mm sotto il centro della lente.

3.4- Lenti a contatto morbide attualmente disponibili sul mercato

Le lenti elencate nel sottocapitolo precedente sono solo le principali utilizzate circa 10 anni fa, ora le opportunità applicative sono aumentate in maniera esponenziale. Infatti, quei giovani che hanno fondato quella base solida di portatori di lenti a contatto ora sono dei presbiteri “emergenti”, perciò già motivati e consapevoli delle dinamiche di base di questo trattamento e, potenzialmente, incontreranno meno difficoltà nell’adattamento in quanto già abituati al porto. Si tratta di quella generazione nata dopo il boom delle nascite successivo al secondo conflitto mondiale (tra gli anni ’60 e ’70). Nonostante questo, fino a una decina di anni fa, la maggior parte dei portatori, una volta raggiunti i 45 anni circa, abbandonavano le lenti a contatto per passare all’occhiale correttivo¹³. Uno dei fattori che ne ha maggiormente limitato la diffusione è attribuito alla riduzione di qualità visiva causata dalla superficie multifocale provocata dalla convivenza di diverse gradazioni diottriche nel ristretto spazio della zona ottica della lente (Alongi et al., 2001); oltre ad un costo non sempre economico e alla scarsa sponsorizzazione da parte dei professionisti del settore. Esse, invece, rappresentano una valida alternativa agli occhiali per un’ampia proporzione di presbiteri, in particolare giovani, che apprezzano i vantaggi funzionali e cosmetici derivanti dal poter evitare l’uso degli occhiali in molte attività quotidiane (Hutnik e O’Hagan, 1997). Si pensi che nel solo Regno Unito si sono registrati nel 2010 circa 5000 nuovi portatori a trimestre¹⁴. Scegliendo, infatti, in modo appropriato la lente corneale multifocale in relazione alle esigenze ed alle caratteristiche del paziente non si registrano differenze significative nel risultato visivo confrontato con quello degli occhiali bifocali (Fulga, Schroder, Avraham, Belkin, 1996). Grazie allo studio di Woods et al.(2009), inoltre, si è potuto evidenziare come le nuove lenti forniscano ottimi risultati soprattutto per quanto riguarda il “cambio di messa a fuoco” mentre si guarda la TV o si guida. Anche per questo motivo, ora, il giudizio visivo soggettivo viene tenuto molto più in considerazione dagli studiosi, consentendogli di prevedere con maggiore facilità l’esito applicativo. Questo è dettato dal fatto che, mentre prima si cercava di posticipare quanto più

¹³ Mintel Optical Goods and Eye Care, 2006

¹⁴ Fonte: Gfk. Market share data. 2010

possibile il momento in cui correggere la presbiopia, ora è fondamentale agire nel momento in cui il paziente comincia a percepire che la sua abilità di “cambiare messa a fuoco” si riduce. Poi, un altro punto importante di crescita e sviluppo si è avuto grazie alla crescente affermazione delle lenti *daily disposable* in silicone-hydrogel e a visione simultanea. A testimonianza di questa crescita sta il ruolo centrale ricoperto dalla contattologia presbiopica durante l’ultima conferenza della BCLA, in cui professionisti provenienti da tutto il mondo si sono dibattuti su questo argomento e hanno elogiato i recenti miglioramenti. In particolare è da segnalare l’intervento del Dr. Robert Montes-Vico (Valencia) che alla luce dei diversi studi, da lui stesso effettuati, afferma come le nuove tipologie di lenti a contatto multifocali forniscano una miglior visione rispetto alla datata tecnica della monovisione, soprattutto nei presbiteri “conclamati”. Durante questo evento, inoltre, sono state presentate le ultime innovazioni in questo settore. In particolare l’attenzione si è soffermata sulle lenti proposte da:

- Johnson& Johnson, le 1-DAY Acuvue® Moist Multifocal, di cui è stata elogiata la facilità di fitting
- Mark’ennovy, Gentle 80 Multifocal e Multifocal Toric, per la particolare tecnologia applicata al materiale di questa lente (basato sulla Ori:gen Technology), in cui è presente un fattore biomimetico in grado di favorire e stabilizzare il cross-linking fra le molecole del materiale stesso.
- Safilens, 1-DAY Presbyo, che analizzeremo in seguito nel dettaglio

Queste tre lenti, non sono comunque le uniche opportunità fornite dal mercato; infatti, vi sono diverse lenti giornaliere come le DAILIES®, fornite da Alcon, le Clariti™ di Sauflon, le Biotrue® di Bausch&Lomb o le Proclear® di Coopervision. Le possibilità sono molte e diverse fra loro per piccoli dettagli che spesso permettono il successo o il fallimento di un’applicazione.

Capitolo 4

1-DAY Presbyo

4.1- Dati tecnici della lente

Si tratta di una lente multifocale a geometria asferica, in cui una piccola porzione centrale della zona ottica è sfruttata una particolarità geometrica (un piccolo prisma). Quest'ultimo consente di sfruttare un meccanismo alla base del concetto visivo di questo prodotto, cioè la selezione dell'immagine più a fuoco all'interno di un'area identificata come cerchio di minima confusione (CMC). Riducendo questo CMC è possibile aumentare la performance visiva e la profondità di fuoco del soggetto (quest'ultima ridotta a causa dell'insorgenza della presbiopia). In questo modo la lente esclude modifiche della sua funzionalità in base al diametro pupillare del portatore. Un'altra peculiarità è il brevetto Fusion® Technology che fornisce il rilascio di sostanze naturali bioattive durante il porto della lente. In questo caso si tratta di acido ialuronico (HA) e TSP (Tamarind Seed Polisaccaride). Il primo viene rilasciato lentamente durante la giornata, per migliorare l'idratazione e ridurre l'attrito con le palpebre durante l'ammiccamento; il secondo è una molecola naturale con una struttura simile al muco oculare che permette un forte legame con l'acqua e quindi una lenta disidratazione, proteggendo inoltre la superficie oculare e aiutandola nella guarigione da microtraumi. Inoltre l'azienda dice che, rispetto al passato, ora la lente permette a circa il 90% dell'energia luminosa di entrare nella pupilla e fornire le informazioni necessarie alla formazione di immagini indipendentemente dalle condizioni ambientali.

Altri parametri della lente:

- Materiale: Filcon IV ialuropolimero+TSP
- H₂O: 60%
- D_{tot}: 14.1 mm
- Rb: 8.60 mm
- Sp.: 0.07 mm
- Dk/t: 29*10⁻⁹

- Col.: azzurro
- Protezione ai raggi UV
- Poteri: da +8.00D a -10.00D

4.2 – Obiettivo dello studio

A partire dalle informazioni sopracitate si è voluto procedere ad un controllo sul campo riguardo alla veridicità che l'applicazione di tale lente non riduca le performance visive del portatore anche a prescindere dal diametro pupillare che questi possenga. Inoltre, se questa informazione risultasse veritiera, provoca delle conseguenze a livello di sensibilità al contrasto?

4.3- Criteri di inclusione ed esclusione dello studio

Questa ricerca è stata svolta su un campione di 32 persone¹⁵ di ambo i sessi in base alle seguenti caratteristiche di inclusione:

- Età compresa fra i 42 e i 70 anni
- Soggetti che lamentino sintomi tipici della presbiopia
- Soggetti emmetropi o ametropi per lontano
- Soggetti con astigmatismi lievi o previa neutralizzazione del solo effetto astigmatico per lontano con correzione tempiale

Sono state escluse tutte quelle persone che presentavano :

- Patologie corneali
- Anomalie lacrimali incompatibili con la contattologia morbida idrofila
- Distrofia corneale
- Disturbi e anomalie accomodativi
- Ambliopia

¹⁵ L'intero studio di ricerca è stato svolto presso il centro Visionottica Giorgione di Noale (Ve)

4.4- Strumenti e metodi utilizzati

Nello svolgimento della ricerca è stato utilizzato un protocollo applicativo, definito dal sottoscritto (**Appendici A e B**), affiancato ai consigli applicativi che la ditta Safilens fornisce nella brochure del suo prodotto. Il protocollo è suddiviso in cinque macrogruppi:

1. La prima parte è dedicata all'approfondimento dell'anamnesi del paziente in cui sono state registrati i dati anagrafici, occupazionali, di salute generale e oculare, abitudini visive e soddisfazione visiva abituale (sia che il paziente portasse occhiali o meno).
2. Nella seconda vengono verificate le abilità visive e la sensibilità al contrasto con la correzione abitualmente in uso (senza occhiali, con occhiali o lenti a contatto). In questa parte per la valutazione dell'acuità visiva a distanza, monolare e binolare, è stato un forottero con mire a lettere alfabetiche standardizzate, mentre per quella prossimale si è utilizzato un test da vicino Hoya. Per la sensibilità al contrasto è stato utilizzato il test con ottotipo R.E.X. (reading explorer test)¹⁶.
3. La terza parte è riservata alla rilevazione dei parametri cheratometrici e dei diametri pupillari. I primi sono stati ottenuti mediante l'utilizzo di un autorefrattometro (con cheratometro incorporato, che ha permesso di misurare anche il diametro delle pupille in condizione mesopica). I diametri pupillari sono stati poi misurati in altre due condizioni di illuminazione (fotopica e scotopica); per fare ciò sono stati utilizzati un tearscope (EasyTear®View +) e un microscopio digitale portatile (l'iScope-MV500 Camera)¹⁷. Con illuminazione fotopica il tearscope è stato utilizzato come semplice supporto per il microscopio portatile, mentre in condizione fotopica sono stati accesi alla massima intensità, oltre a tutte le fonti possibili di luce all'interno della stanza, anche i led del tearscope.

¹⁶ Sviluppato da: Dott. Giovanni Giacomelli^{**}, Dott. Roberto Volpe^{**}, Dott. Alessandro Farini^{**}, Prof. Gianni Virgili^{*}.

^{**} Clinica oculistica di Firenze, Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi, Università degli Studi di Firenze.

^{*}Istituto Nazionale di Ottica Applicata, Arcetri-Firenze.

¹⁷ Che consente la registrazione e l'acquisizione di immagini con ingrandimento fino a 200X con risoluzione fotografica fino a 2460 x 1920 pixels, inoltre dotato di commutazione tra la luce bianca e luce IR 850nm o UV 390nm con regolazione dell'intensità su entrambe le illuminazioni.

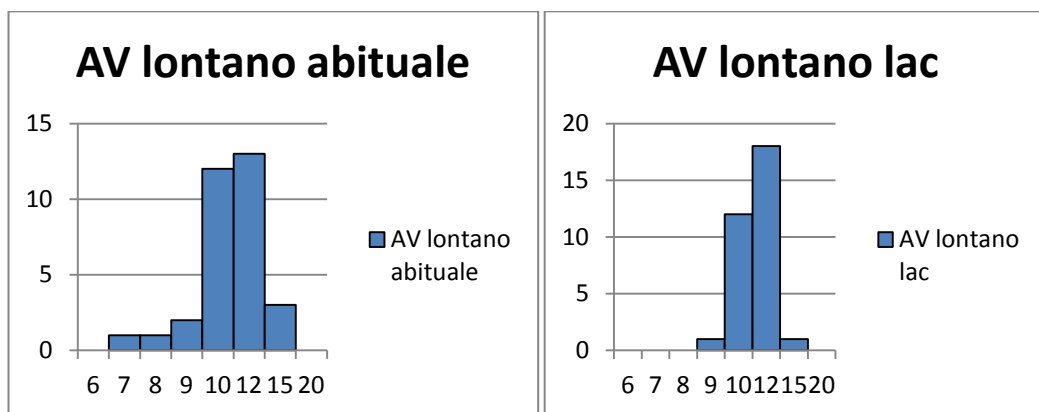
4. Nella quarta parte sono state valutate le condizioni fisiologiche di palpebre, cornea e congiuntiva tramite l'utilizzo di un biomicroscopio, sia con luce bianca, sia con fluoresceina. In questa analisi sono state utilizzate principalmente le CCLRU GRADING SCALES prodotte da Johnson & Johnson per la valutazione della condizione abituale dei soggetti, a eccezione dell'apparenza del bordo, la tensione palpebrale e la dinamica lacrimale, che, non esistendo un metodo di valutazione scientifico, sono stati valutati utilizzando criteri prettamente soggettivi. Per le palpebre i valori definiti erano: normali, alterate o gravemente alterate; per la tensione: normale e lassa; per la dinamica del film: lenta, media, veloce. Oltre a tutto questo sono stati quantificati anche il numero degli ammiccamenti al minuto e la loro completezza.
5. Nell'ultima sezione è stata valutata l'applicazione della prima lente di prova, con conseguente verifica dell'acuità visiva, sovrarefrazione, sensibilità al contrasto centraggio e movimento. Il valore della prima lente di prova è stato fornito in base ai valori determinati grazie all'utilizzo di una tabella inviata dalla ditta produttrice della lente (**Appendice C**). Anche la sovrarefrazione è stata svolta seguendo le indicazioni fornite dall'azienda. Tali indicazioni erano: aggiungere alternatamente davanti ad ogni occhio con step di 0.25D una lente negativa o positiva, a seconda che il miglioramento sia necessario per lontano o vicino (valutandolo sempre con ottotipo a distanza, senza che la lente alteri la visione distale).

4.5- Analisi dei dati

Lo studio statistico svolto sui 32 pazienti è stato gestito prendendo in considerazione quattro parametri principali: l'acuità visiva a distanza (AVI, con la correzione abituale e con lenti a contatto); l'acuità visiva prossimale (AVv, anch'essa come la precedente); il diametro pupillare (nelle tre condizioni luminose) e la sensibilità al contrasto (con e senza lenti a contatto).

Acuità visiva a distanza

Per lo studio di questo parametro si è prima osservata la distribuzione dei dati, "abituale" e "lac" (con lenti a contatto). Come si può osservare dai due grafici sottostanti le distribuzioni presentano entrambe un andamento gaussiano, anche se AV abituale risulta più dispersa attorno al massimo (**Grafici 1 e 2**).



Grafici: 1- distribuzione di frequenza dell'acuità con la correzione abituale dei soggetti (sx); **2-** distribuzione di frequenza dell'acuità dei soggetti una volta applicate le lenti a contatto (dx).

I due grafici sicuramente forniscono già una prima idea di come questo parametro si sia stabilizzato una volta inserita la lente (la dispersione per l'abituale è pari a 1.85 D , mentre la dispersione per le lac è 1.24 D). Per ottenere una maggiore rilevanza statistica abbiamo studiato la distribuzione delle differenze pre- e post-applicativa nei vari soggetti (ΔAVI , **Grafico 3**).

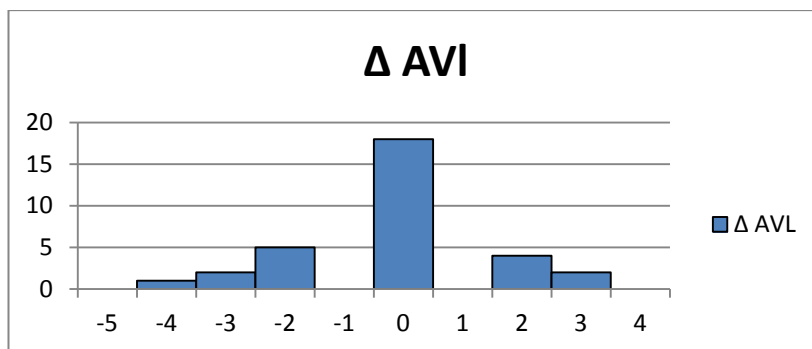
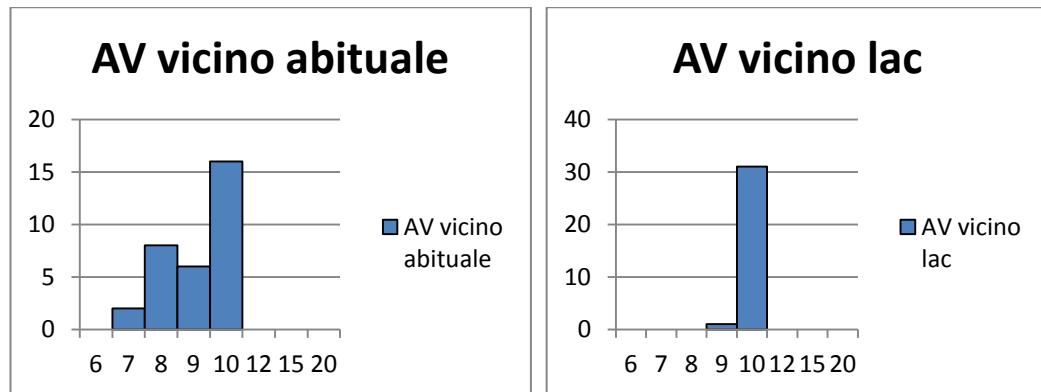


Grafico 3- distribuzione di frequenza delle differenze di acuità visiva distale dei soggetti

Come si può osservare, in questo grafico è evidente un picco centrale corrispondente a $\Delta=0$ D (18 persone), corrispondente a quei pazienti in cui la percezione visiva non è stata alterata. Ai lati di questo sono presenti due intervalli vuoti (corrispondenti a differenze pari a 1D), causati principalmente dall'utilizzo di un ottotipo in cui le mire 11-13-14/10 erano assenti, portando così soggetti con acuità 10,12 o 15 decimi a produrre differenze minime di 2D. Si possono osservare poi altri due gruppi di dati laterali alla moda centrale: quello di sinistra, caratterizzato da differenze negative, indica persone in cui è avvenuto un miglioramento di acuità (8 soggetti); quello di destra, con valori positivi, invece, si riferisce a chi ha ridotto la sua performance a distanza (6 soggetti). Lo studio approfondito del primo di questi ha potuto fornire un dato di miglioramento medio pari a 2.5 D con una deviazione standard di ± 0.76 D (σ), con un grado di significanza (calcolata tramite Z-test rispetto a $\Delta=0$.) pari a 3.3σ , cioè superiore al 99.9%. Allo stesso modo si è eseguita l'analisi del secondo gruppo da cui è emerso un peggioramento medio di 2.34 D con un valore di σ pari a ± 0.5 D; anche qui la significanza, calcolata tramite Z-test rispetto al valore $\Delta=0$ D, ha fornito un valore pari a 4.5σ , anch'esso superiore al 99.9%. Entrambi questi risultati sembrano annullarsi reciprocamente, ma a uno studio più approfondito si è potuto osservare che il secondo gruppo era caratterizzato da soggetti tra i 42 e i 44 anni, quindi da "neo-presbiteri" che necessitavano di poteri addizionali inferiori a quelli forniti sia dalla tabella che dalla lente stessa (addizioni inferiori a 0.50 D). Trascurando quindi questa parte del campione, la conclusione è che l'utilizzo delle lac è senz'altro superiore a quello con lenti normali.

Acuità visiva prossimale

Anche qui lo studio si è svolto come descritto in precedenza. Si sono quindi innanzitutto osservate le singole distribuzioni delle due condizioni, con lenti abituali e con lac (**Grafici 4 e 5**).



Grafici: 4- distribuzione di frequenza dell'acuità prossimale abituale (sx); **5-** distribuzione di frequenza dell'acuità prossimale dopo l'applicazione della lente a contatto (dx).

Come si può osservare i valori arrivano fino all'acuità 10/10 in quanto era la più alta misurabile con il test prossimale Hoya in uso. Si conferma inoltre la maggiore performance delle lac in termini di minore dispersione attorno ai 10/10. Si è poi passati al confronto delle differenze fra le due condizioni (**Grafico 6**).

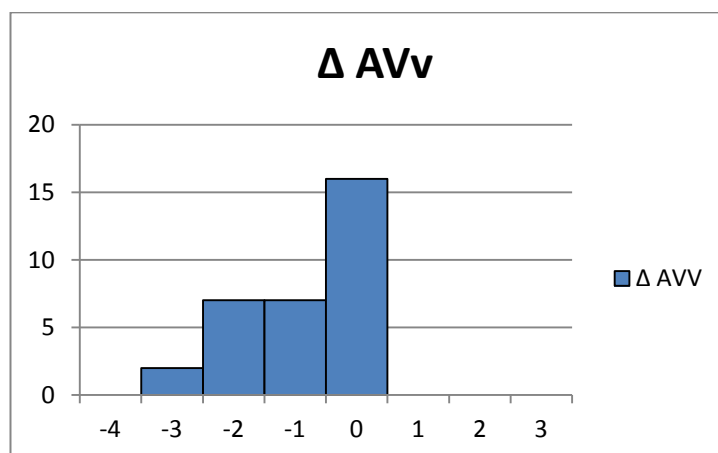
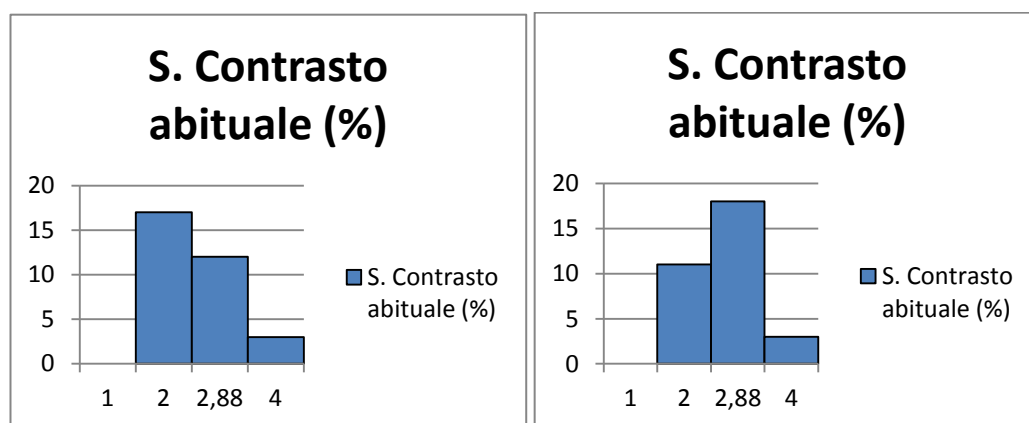


Grafico 6 – Distribuzione di frequenza delle differenze di acuità visiva prossimale abituale e con l'uso di lenti a contatto 1-Day Presbyo.

Anche in questo caso è possibile osservare un picco centrale corrispondente a differenze nulle ($\Delta=0$) a cui appartengono la metà dei soggetti (16 persone). L'altra metà del gruppo campione è caratterizzata nel grafico da valori negativi quindi associata a un miglioramento visivo, in un caso anche di 3D. Questo aumento di visione è stato calcolato essere mediamente pari a 1.7 D con un σ pari a 0.7 a cui, tramite Z-test, è associata una significanza di 2.39 σ , cioè del 99.1%.

Sensibilità al contrasto

L'analisi della sensibilità al contrasto e la sua variazione è stata valutata allo stesso modo dei due casi precedenti. Dal confronto fra i due grafici sottostanti (**Grafici 7 e 8**) sembrerebbe possibile dedurre un leggero abbassamento di questa capacità; infatti la colonna con percentuale di contrasto 2.88 risulta aumentata di sei soggetti dalla correzione abituale a quella con lenti a contatto.



Grafici: 7- distribuzione di frequenza della sensibilità al contrasto con la correzione abituale (sx); **8-** distribuzione di frequenza della sensibilità al contrasto con l'uso di lenti a contatto 1-DAY Presbyo (dx).

Questa deduzione sembra però essere smentita al momento dello studio delle differenze tra i due grafici (Δ , **Grafico 9**).

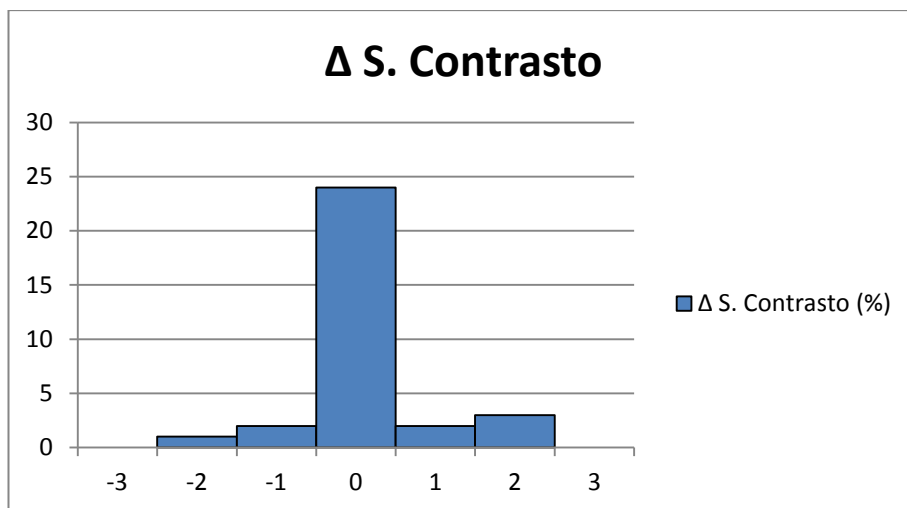


Grafico 9- Distribuzione di frequenza della differenza di sensibilità al contrasto tra la correzione abituale e quella con le lenti a contatto in questione.

Dal grafico del Δ , infatti, risulta evidente la tendenza centrale a non variare questa capacità discriminativa a cui appartengono ben 24 soggetti. A differenza dei casi precedenti ora però le differenze negative si riferiscono a soggetti che hanno ridotto la loro percezione (3 soggetti), diminuzione che è stata calcolata essere mediamente pari a $1.34\% \pm 0.58\%$. I valori positivi di Δ , invece, si riferiscono a miglioramenti di sensibilità (5 soggetti), mediamente valutati pari a $1.6\% \pm 0.54\%$. Bisogna dire, però, che questi ultimi valori sono attribuibili a soggetti che per vicino o non usavano correzione o non erano sufficientemente compensati. Questi ultimi risultati possono comunque essere inficiati dalla bassissima statistica disponibile.

Diametro pupillare

La raccolta di questo dato è stata fatta per supportare le informazioni che lo studio delle acuità a distanza e prossimale ci hanno fornito. Infatti, come si osserva dal grafico sottostante (**Grafico 10**) se vengono raccolti in un'unica popolazione i valori di questo parametro, riferiti ai tre gradi di illuminazione, è possibile dedurre che il grande range osservato fornisce una conferma al fatto che la percezione visiva fornita dalla lente a contatto 1-DAY Presbyo non sia legata alle dimensioni pupillari.

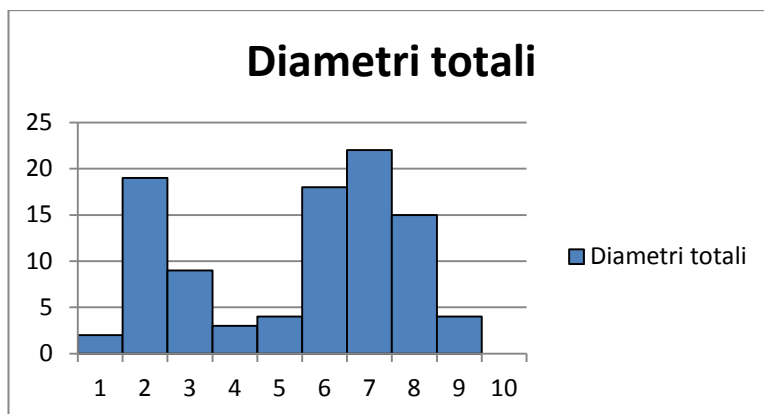


Grafico 10- distribuzione di frequenza di tutti i diametri pupillari misurati con illuminazioni scotopica, mesopica e fotopica.

In questo grafico si è inoltre verificato che le sei persone che risultano ridurre la loro acuità visiva a distanza (come visto nella prima parte di questa analisi) non possedessero dei valori limite all'interno di questa popolazione. In effetti, esse possedevano valori ben inseriti nella norma degli altri soggetti (2 mm in condizione fotopica, 6 mm in condizione mesopica e 7 mm in condizione scotopica)¹⁸.

¹⁸ I valori indicati si riferiscono alla moda della popolazione nelle tre condizioni di luminosità.

4.6- Conclusioni

A conclusione di questa breve analisi è possibile concludere che sicuramente queste lenti sono una valida alternativa all'uso dell'occhiale. Infatti si registra come il 56% da lontano e il 50% da vicino non alteri la propria percezione, ma soprattutto si evidenzia come rispettivamente il 25% e il 50% della popolazione la migliori addirittura. Questi sono sicuramente dei dati molto confortanti, testimoniati dal fatto che molti dei pazienti che hanno sperimentato questo tipo di lenti hanno riferito che ne farebbero volentieri ancora uso. Un'altra nota positiva è data dal fatto che circa il 75% (24 persone) dei soggetti non percepisce modifiche neanche riguardo la propria sensibilità al contrasto. Questa lente si appresta quindi, a mio avviso, a fornire ottime prestazioni visive che possono felicemente sorprendere anche chi, per età o diffidenza, è più scettico a questa pratica.

Conclusioni

Le lenti a contatto, ormai, sono entrate con forza nella quotidianità di un numero sempre maggiore di persone. Molte di queste vorrebbero poter continuare a portarle senza i troppi compromessi che in passato si era costretti ad avere una volta acquisita la presbiopia. Le possibilità, come visto, stanno aumentando sempre più e, quello che fino a qualche anno a era considerato un argomento molto scomodo da parte dei professionisti, sta acquisendo maggiori visibilità, ricerche, studi e conoscenza. Il mercato, infatti, offre diverse possibilità efficaci al riguardo permettendo di soddisfare un bacino d'utenza sempre maggiore e diversificato. Lo studio riguardante la lente 1-DAY Presbyo di Safilens ne è sicuramente un piccolo esempio e fornisce sicuramente delle utili informazioni riguardo ai possibili risultati ottenibili. Per questo, è mia convinzione, che l'argomento in questione rivestirà un ruolo molto meno marginale per quanto riguarda la pratica contattologica e gli studi di ricerca. Al contempo, sarà importante però istruire e fornire in maniera precisa e dettagliata coloro che svolgeranno tali applicazioni. Sicuramente il lavoro da svolgere è ancora molto ma, la situazione attuale fornisce sicuramente un ottimo punto di partenza per superare vecchi scogli e vecchie tecniche come la monovisione.

Appendice A

Protocollo applicativo

I dati e i test sono stati svolti presso il centro “VisionOttica Giorgione” a Noale (VE), prima con la correzione abituale dei soggetti (con annessa visita optometrica in caso di risultati anomali al soggettivo monoculare o binoculare) e poi con lenti multifocali 1-DAY Presbyo.

Dati anagrafici

Anamnesi

Acuità visiva da lontano

Strumentazione: ottotipo proiettato su schermo di proiezione

Mira: lettere dell’alfabeto da 0,5/10 a 115/10

Distanza: 6 metri

Illuminazione: ambientale

Posizione test: seduta su poltrona del riunito

Modalità: binoculare

Procedimento: il soggetto legge le mire fino all'AV massima in condizione binoculare. La riga di AV corrispondente sarà segnata quando il soggetto avrà letto più del 50% delle lettere, in caso contrario si registrerà l’AV corrispondente alla riga precedente.

Acuità visiva da vicino

Strumentazione: test per vicino “HOYA”

Esempi di lettura Mira: testo scritto da 1/10 a 10/10

Distanza: 40 cm

Illuminazione: ambientale + faretto

Posizione: seduta sulla poltrona del riunito

Modalità: binoculare

Procedimento: il soggetto legge il testo ad alta voce fino alla riga di testo più piccola che riesce a riconoscere. La riga di AV corrispondente sarà segnata quando il soggetto avrà letto più del 50% del testo senza incertezze, in caso contrario si registrerà l’AV corrispondente alla riga di testo precedente.

Sensibilità al contrasto

Strumentazione: test con ottotipo R.E.X. (reading explorer test)

Mira: mire di valore costante pari a 6/10, scure su sfondo chiaro, il contrasto decresce in maniera logaritmica e i valori dei risultati sono espressi in percentuale di contrasto.

Distanza: 40 cm

Illuminazione: ambientale

Posizione: seduta sulla poltrona del riunito

Modalità: binoculare

Procedimento: il soggetto legge ad alta voce le brevi frasi fino al contrasto più basso a cui riesce ad arrivare. La riga di contrasto percentuale sarà segnata quando il soggetto avrà letto più del 50% della frase, in caso contrario si segnerà la riga di contrasto percentuale precedente.

Autorefrattometria

Verifica della compensazione assegnata o in uso e rilevazione dei parametri corneali e diametro pupillare con luce ambientale.

Biomicroscopia

Valutazione delle condizioni oculari dei soggetti

Tearscope e I-Scope

Rilevazione dei diametri pupillari dalla postazione del biomicroscopio con illuminazione fotopica e scotopica

Applicazione lenti

Sovrarefrazione

*Acuità visiva da lontano*¹⁹

Acuità visiva da vicino

Sensibilità al contrasto

¹⁹ Questo test e i seguenti sono stati svolti come descritto all'inizio del protocollo

Appendice B

Schede per la rilevazione dei dati

Data esame:

Intervista preliminare (Anamnesi)

Nome	
Cognome	
Età	
Neofita	
Motivazione	
Occupazione	
Attività prossimale	
Ultimo controllo oftalmologico	
Stato di salute apparente	
Malattie o note mediche generali (passate o attive)	
Malattie o note mediche oculari (passate o attive)	
Farmaci in uso	
Interventi chirurgici	
Utilizza ausili visivi (occhiali/lac/altro)	
Soddisfazione visiva per lontano (occhiale/lac)	
Soddisfazione visiva per distanze intermedie (es. Computer) (occhiale/lac)	
Soddisfazione visiva per vicino (occhiale/lac)	
Note	

Dati refrattivi

AV naturale	OU_L	OU_v
--------------------	-----------------------	-----------------------

Occhiale in uso <input type="checkbox"/> Monofocale <input type="checkbox"/> Bifocale <input type="checkbox"/> Progressivo	OD	OS
	Sf Cil Ax AV	Sf Cil Ax AV
	AV OU_L	AV OU_v
	Sensibilità al contrasto	

Lac in uso <input type="checkbox"/> morbide <input type="checkbox"/> rigide <input type="checkbox"/>	OD	OS	AV OU
	Sf Cil Ax ADD AV Sens. Contrasto Tipologia Nome commerciale Materiale Gruppo FDA Geometria RB Dk/T Sistema di manutenzione	Sf Cil Ax ADD AV Sens. Contrasto Tipologia Nome commerciale Materiale Gruppo FDA Geometria RB Dk/T Sistema di manutenzione	

Biometria Corneale

Oftalmometria	OD	OS
	K mm D @ K mm D @	K mm D @ K mm D @
Pupillometria	Fotopica mm Mesopica mm Scotopica mm	Fotopica mm Mesopica mm Scotopica mm

Biomicroscopia

Valutazione palpebrale in luce bianca	OD Apparenza bordo Tensione palpebrale CCLRU rossore palpebrale(Area 2) CCLRU rugosità palpebrale (Area 1-2)	OS Apparenza bordo Tensione palpebrale CCLRU rossore palpebrale(Area 2) CCLRU rugosità palpebrale (Area 1-2)
Valutazione corneale in luce bianca	CCLRU rossore bulbare CCLRU rossore limbare	CCLRU rossore bulbare CCLRU rossore limbare
Valutazione corneale, palpebrale, congiuntivale con fluoresceina	CCLRU staining corneale (tipo) CCLRU staining corneale (prof.A5) CCLRU staining corneale (est. A5) CCLRU staining congiuntivale	CCLRU staining corneale (tipo) CCLRU staining corneale (prof.A5) CCLRU staining corneale (est. A5) CCLRU staining congiuntivale
Note		

Valutazione del film lacrimale

In luce bianca	OD	OS
	Menisco inferiore (0.2-0.5 mm)	Menisco inferiore (0.2-0.5 mm)
Test qualitativi	Dinamica lacrimale (veloce,media,lenta)	Dinamica lacrimale (veloce,media,lenta)
Test qualitativi in fluoresceina	B.U.T. (media su 3 valori, >15" ok, <5" alterato)	B.U.T. (media su 3 valori, >15" ok, <5" alterato)
Test quantitativi in fluoresceina	Turnover lacrimale (10'-18')	Turnover lacrimale (10'-18')
Ammiccamento	Frequenza (ca. 12/min)	Completezza

Prima Lente di prova

Lac in prova (morbida)	OD	OS
	Tipologia Nome commerciale	Tipologia Nome commerciale
	Materiale Dk/t Gruppo FDA Geometria	Materiale Dk/t Gruppo FDA Geometria
	RB Ø TOT	RB Ø TOT
	Sistema di manutenzione	Sistema di manutenzione
	Sf cil ax	Sf cil ax
	AV Sens. Contrasto	AV Sens. Contrasto
	OU	
	SOVRAREFRAZIONE Sf cil ax ADD AV AV bino lontano Sens. Contrasto	SOVRAREFRAZIONE Sf cil ax ADD AV AV bino vicino Sens. Contrasto
	GIUDIZIO APPLICATIVO	GIUDIZIO APPLICATIVO
Movimento Centraggio	Movimento Centraggio	

Appendice C

Tabella di conversione della focale equivalente

		AG									
		40-42	43-45	46-47	48-50	51-52	53-55	56-57	58-60	61-63	64-
		ADDIZIONE									
Rx	Vertex 12mm	+0,75	+1,00	+1,25	+1,50	+1,75	+2,00	+2,25	+2,50	+2,75	+3,0
-0.00	0,00	0,50	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	1,25	1,25	1,50	1,50
-0.25	-0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00	1,25	1,25
-0.50	-0,50	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,50	0,75	0,75	1,00	1,00
-0.75	-0,75	-0,25	-0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,50	0,75	0,75
-1.00	-1,00	-0,50	-0,50	-0,25	-0,25	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,50
-1.25	-1,25	-0,75	-0,75	-0,50	-0,50	-0,25	-0,25	0,00	0,00	0,25	0,25
-1.50	-1,50	-1,00	-1,00	-0,75	-0,75	-0,50	-0,50	-0,25	-0,25	0,00	0,00
-1.75	-1,75	-1,25	-1,25	-1,00	-1,00	-0,75	-0,75	-0,50	-0,50	-0,25	-
-2.00	-2,00	-1,50	-1,50	-1,25	-1,25	-1,00	-1,00	-0,75	-0,75	-0,50	-
-2.25	-2,25	-1,75	-1,75	-1,50	-1,50	-1,25	-1,25	-1,00	-1,00	-0,75	-
-2.50	-2,50	-2,00	-2,00	-1,75	-1,75	-1,50	-1,50	-1,25	-1,25	-1,00	-
-2.75	-2,75	-2,25	-2,25	-2,00	-2,00	-1,75	-1,75	-1,50	-1,50	-1,25	-
-3.00	-3,00	-2,50	-2,50	-2,25	-2,25	-2,00	-2,00	-1,75	-1,75	-1,50	-
-3.25	-3,25	-2,75	-2,75	-2,50	-2,50	-2,25	-2,25	-2,00	-2,00	-1,75	-
-3.50	-3,50	-3,00	-3,00	-2,75	-2,75	-2,50	-2,50	-2,25	-2,25	-2,00	-
-3.75	-3,75	-3,25	-3,25	-3,00	-3,00	-2,75	-2,75	-2,50	-2,50	-2,25	-
-4.00	-3,87	-3,50	-3,25	-3,25	-3,00	-3,00	-2,75	-2,75	-2,50	-2,50	-
-4.25	-4,00	-3,50	-3,50	-3,25	-3,25	-3,00	-3,00	-2,75	-2,75	-2,50	-
-4.50	-4,25	-3,75	-3,75	-3,50	-3,50	-3,25	-3,25	-3,00	-3,00	-2,75	-
-4.75	-4,50	-4,00	-4,00	-3,75	-3,75	-3,50	-3,50	-3,25	-3,25	-3,00	-
-5.00	-4,75	-4,25	-4,25	-4,00	-4,00	-3,75	-3,75	-3,50	-3,50	-3,25	-
-5.25	-5,00	-4,50	-4,50	-4,25	-4,25	-4,00	-4,00	-3,75	-3,75	-3,50	-
-5.50	-5,12	-4,75	-4,50	-4,50	-4,25	-4,25	-4,00	-4,00	-3,75	-3,75	-
-5.75	-5,37	-5,00	-4,75	-4,75	-4,50	-4,50	-4,25	-4,25	-4,00	-4,00	-
-6.00	-5,62	-5,25	-5,00	-5,00	-4,75	-4,75	-4,50	-4,50	-4,25	-4,25	-
-6.50	-6,00	-5,50	-5,50	-5,25	-5,25	-5,00	-5,00	-4,75	-4,75	-4,50	-
-7.00	-6,50	-6,00	-6,00	-5,75	-5,75	-5,50	-5,50	-5,25	-5,25	-5,00	-
-7.50	-6,87	-6,50	-6,50	-6,00	-6,00	-6,00	-5,75	-5,75	-5,50	-5,50	-
-8.00	-7,25	-7,00	-6,50	-6,50	-6,50	-6,50	-6,00	-6,00	-6,00	-5,75	-
-8.50	-7,75	-7,50	-7,00	-7,00	-7,00	-7,00	-6,50	-6,50	-6,50	-6,50	-
-9.00	-8,12	-7,50	-7,50	-7,50	-7,50	-7,00	-7,00	-7,00	-7,00	-6,50	-
-9.50	-8,50	-8,00	-8,00	-8,00	-7,50	-7,50	-7,50	-7,50	-7,00	-7,00	-
-10.00	-8,87	-8,50	-8,50	-8,00	-8,00	-8,00	-8,00	-7,50	-7,50	-7,50	-

-10.50	-9,37	-9,00	-9,00	-8,50	-8,50	-8,50	-8,50	-8,00	-8,00	-8,00	-
-11.00	-9,75	-9,50	-9,00	-9,00	-9,00	-9,00	-8,50	-8,50	-8,50	-8,50	-
-11.50	-10,12	-9,50	-9,50	-9,50	-9,50	-9,00	-9,00	-9,00	-9,00	-8,50	-

-	-10,50	-10,00	-10,00	-10,00	-9,50	-9,50	-9,50	-9,50	-9,00	-9,00	-9,00
-	-11,01					-10,00	-10,00	-10,00	-10,00	-9,50	-9,50
-	-11,25						-10,00	-10,00	-10,00	-10,00	-9,50
-	-11,62									-10,00	-10,00
+0.25	0,25	0,75	0,75	1,00	1,00	1,25	1,25	1,50	1,50	1,75	1,75
+0.50	0,50	1,00	1,00	1,25	1,25	1,50	1,50	1,75	1,75	2,00	2,00
+0.75	0,75	1,25	1,25	1,50	1,50	1,75	1,75	2,00	2,00	2,25	2,25
+1.00	1,00	1,50	1,50	1,75	1,75	2,00	2,00	2,25	2,25	2,50	2,50
+1.25	1,25	1,75	1,75	2,00	2,00	2,25	2,25	2,50	2,50	2,75	2,75
+1.50	1,50	2,00	2,00	2,25	2,25	2,50	2,50	2,75	2,75	3,00	3,00
+1.75	1,75	2,25	2,25	2,50	2,50	2,75	2,75	3,00	3,00	3,25	3,25
+2.00	2,00	2,50	2,50	2,75	2,75	3,00	3,00	3,25	3,25	3,50	3,50
+2.25	2,25	2,75	2,75	3,00	3,00	3,25	3,25	3,50	3,50	3,75	3,75
+2.50	2,50	3,00	3,00	3,25	3,25	3,50	3,50	3,75	3,75	4,00	4,00
+2.75	2,75	3,25	3,25	3,50	3,50	3,75	3,75	4,00	4,00	4,25	4,25
+3.00	3,00	3,50	3,50	3,75	3,75	4,00	4,00	4,25	4,25	4,50	4,50
+3.25	3,25	3,75	3,75	4,00	4,00	4,25	4,25	4,50	4,50	4,75	4,75
+3.50	3,50	4,00	4,00	4,25	4,25	4,50	4,50	4,75	4,75	5,00	5,00
+3.75	3,75	4,25	4,25	4,50	4,50	4,75	4,75	5,00	5,00	5,25	5,25
+4.00	4,25	4,75	4,75	5,00	5,00	5,25	5,25	5,50	5,50	5,75	5,75
+4.25	4,50	5,00	5,00	5,25	5,25	5,50	5,50	5,75	5,75	6,00	6,00
+4.50	4,75	5,25	5,25	5,50	5,50	5,75	5,75	6,00	6,00	6,00	6,50
+4.75	5,00	5,50	5,50	5,75	5,75	6,00	6,00	6,00	6,50	6,50	6,50
+5.00	5,25	5,75	5,75	6,00	6,00	6,00	6,50	6,50	6,50	6,50	7,00
+5.25	5,62	6,00	6,00	6,00	6,50	6,50	6,50	6,50	7,00	7,00	7,00
+5.50	5,87	6,00	6,50	6,50	6,50	6,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,50
+5.75	6,12	6,50	6,50	6,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,50	7,50	7,50
+6.00	6,50	7,00	7,00	7,00	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	8,00	8,00
+6.25	6,75	7,00	7,50	7,50	7,50	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00	
+6.50	7,00	7,50	7,50	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00			
+6.75	7,37	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00					
+7.00	7,62	8,00	8,00	8,00							

Bibliografia

AA. VV., *Current concepts of multifocal intraocular lenses*, edited by W.A. Maxwell e L.T. Nordan, 1990, Slack Incorporated.

AA.VV.,Capitolo 4.2- *Classificazione e criteri di scelta delle lenti*, *L&O Lenti e Occhiali - Un Manuale di ottica oftalmica*, Palermo, Medical Books Editore, 2003, p. 317.

AA.VV.,Capitolo 4.6- *Compensazione oftalmica attraverso le lenti multifocali*, *L&O Lenti e Occhiali - Un Manuale di ottica oftalmica*, Palermo, Medical Books Editore, 2003, pp. 385-408.

AA.VV.,Capitolo 6.6- *Centraggio di lenti progressive*, *L&O Lenti e Occhiali - Un Manuale di ottica oftalmica*, Palermo, Medical Books Editore, 2003, pp. 649-652.

ACUVUE® OASYS® Brand for PRESBYOPIA,
<http://www.acuvue.com/products-acuvue-oasys-for-presbyopia>

Albert D.M., Jakobiec F.A., *Principi e Pratica di Oftalmologia*, Verduci Editore, Milano, Edizione Italiana 1996, Vol.6, cap. 7, pp. 293, pp. 390-393.

Alongi S., Rolando M., Corallo G., Siniscalchi C., Monaco M., Saccà S., Verrastro G., Menoni S., Ravera G.B., Calabria G., *Quality of vision with presbyopic contact lens correction: subjective and light sensitivity rating*, *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.*, 2001 Sept., 239(9), pp. 656-63.

Atchison D. A., *Accommodation and presbyopia*, *Ophthalmic and Physiological Optics*, 1995, 15, pp. 255-277.

Back A., Grant T., Hine N., Holden B.A., *The clinical performance of a hydrogel diffractive bifocal contact lenses*, *Optom. Vis. Sci.*, 1989, 66, pp. 59-60.

Benjamin W.J. and Borish I.M., *Physiology of aging and its influence on the contact lens prescription*, *J. Am. Optom. Assoc.*, 1991, 62(10), 743-752.

Bennett C., *Tried and tested: Johnson & Johnson 1-Day Acuvue Moist Multifocal*, *Optician*, 18 Giugno 2015, <http://www.opticianonline.net/tried-tested-johnson-johnson-1-day-acuvue-moist-multifocal/>.

Bennett, E.S., *Patient selection, evaluation, and consultation*, in: *Manual of Gas Permeable Contact Lenses*, eds. E.S. Bennett and M.M. Ham., St. Louis, MO: Elsevier Science, 2nd edn, 2004, pp. 58-65.

Bennett E.S. and Jurkus J.M., *Presbyopic correction*, in: *Clinical Contact Lens Practice*, eds. E.S. Bennett, and W.A. Weissman. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins, 2nd edn, 2005, pp. 27-1 to 27-18.

Bennett E.S., *Bifocal and multifocal contact lenses*, in: *Contact Lenses*, eds. A.J. Phillips, and L. Speedwell, Butterworth Heinemann, Elsevier, 5edn, 2007, 14, pp. 320-326.

Bond WI, Gordon M, Kezirian GM, et al., *An update on presby-LASIK, Cataract & Refractive Surgery Today*, October 2009, 9(10), pp. 21-22.

Boxer Wachler Brian S., MD, *LASEK Eye Surgery: How It Works*, May, 2014, <http://www.allaboutvision.com/visionsurgery/lasek.htm>.

Boxer Wachler B.S., MD, *Presbyopia-Correcting IOLs for Cataract Surgery: Frequently Asked Questions*, April, 2007, <http://www.allaboutvision.com/faq/presbyopia-iols.htm>.

de Carle, J.T., *Bifocal and multifocal contact lenses*, in *Contact Lens Practice*, 4th edn, eds. A.J. Phillips and L. Speedwell, Oxford, Butterworth-Heinemann, 1997, pp. 540-565,

Celia F., *Surgery for Presbyopia*, reviewed by Slonim C., MD, and Boxer Wachler B.S., MD, April, 2015, http://www.allaboutvision.com/visionsurgery/presbyopia_surgery.htm.

Churms P.W., Freeman M.H., Melling J., Et al., *The development and clinical performance of a new diffractive bifocal contact lens*, *Optom. Today*, 1987, 27(22), pp. 721-724.

Collins, M. Bruce, A. and Thompson, B., *Adaptation to monovision*, *Int. Contact Lens Clin.*, 1994, 21, pp. 218-224.

Daniels K. and Kottam L., *Independent clinical evaluation of inverse geometry multifocal for presbyopic correction*, Presented at the Annual Meeting of the American Academy of Optometry, San Diego, CA, December, 2002.

Definizione Microcheratomo, <http://www.medicitalia.it/dizionario-medico/Microcheratomo>.

Ezekiel D.F., Ezekiel D.J., *A Soft Bifocal Lens That Does Not Compromise Vision*, *Contact Lens Spectrum*, 2002,17(5-6).

Ezekiel D.F., *A “genuinely” new bifocal lens design*, *Optom. Today*, 17 Maggio 2002, pp. 34-35.

Fanni D., *Plasticità ed apprendimento percettivo nell’adulto con IOL multifocali*, tesi dottorato, Università degli Studi di Trieste, 2011, pp. 15-22.

Farnsworth P. N., Shyne S. E., *Anterior zonular shifts with age*, *Exp. Eye Res.*, 1979, 28, pp. 291–297.

Fisher R. F., *Elastic constants of the human lens capsule*, *J. Physiol.*, 1969, 201, pp. 1-19 (From the Department of Physiological Optics, Institute of Ophthalmology, Judd Street, London, W.C.).

FOCUS®DAILIES®Progressives Contact Lenses,
<https://www.myalcon.com/products/contact-lenses/dailies/focus-dailies-progressives-technology.shtml>.

Fonda G., *Presbyopia corrected with single vision spectacles or corneal lenses in preference to bifocal corneal lenses*, *Trans. Ophthalmol. Soc. Aust.*, 1996, XXV, pp. 46-50.

Frequency 55 Multifocal, product sheet,
https://coopervision.com/sites/default/files/freq55multifocal_detail_aid_0.pdf.

Fulga V., Schroder S., Avraham G., Belkin M., *Clinical assessment of Holo-Or trifocal diffractive contact lens*, *CLAO J*, Oct., 1996, 22(4), pp. 245-249.

Gailmard N., *Clinical investigation of the Hydron Echelon bifocal hydrophilic contact lens*, *Contact lens Spectrum*, 1989, 4, pp. 51-56.

Gasson A. and Morris J., *Lenses for presbyopia*, in: *The Contact Lens Manual: a practical fitting guide*, 3rd edn., eds. A.Gasson and J.Morris, London: Butterworth-Heinemann, 2003, pp. 298-317.

Gidley M.J., Lillford P.J., Rowlands D.W., Lang P., Dentini M., Crescenzi V., Edwards M., Fanutti C., Grant Reid J.S., *Structure and solution properties of*

tamarind-seed polysaccharide, Carbohydrate Research, Volume 214, Issue 2, 30 July 1991, pp. 299–314.

Gispets J., Arjona M. and Pujol J., *Image quality in wearers of a centre distance concentric design bifocal contact lens, Ophthalmic Physiol. Opt.*, 2002, 22, pp. 221-223.

Glasser A., Campbell M.C.W., *Presbyopia and the Optical Changes in the Human Crystalline Lens with Age, Vision Research*, Volume 38, Issue 2, January 1998, pp. 209–229.

Goldberg, J.B., *Aspheric progressive add soft lenses and near vision myosis, Contact lens Spectrum*, 1993, 8, 4, pp. 25-28.

Hale M., *Keeping the patient on board at the BCLA, Optician*, 9 Agosto 2015, <http://www.opticianonline.net/keeping-patient-board-bcla/>.

Heiting G., OD, *Conductive Keratoplasty (CK), reduces need for reading glasses*, May, 2015, http://www.allaboutvision.com/visionsurgery/ck_ltk_eye_surgery.htm.

Hudson C., *How to succeed with multifocal contact lenses, Optom. Today*, 11/02/2011, pp. 45-48.

Hutnik C.M., O'Hagan D., *Multifocal contact lenses-look again!*, *Can. J. Ophthalmol.*, Apr., 1997, 32 (3), pp. 201-205.

Jain, S., Arora, I. and Azar, D.T., *Success in monovision in presbyopes: review of the literature and potential applications to refractive surgery, Surv. Ophthalmol.*, 1996, 40, pp. 491-499.

Jason E. Stahl, *Articolo: Conductive keratoplasty for presbyopia: 3-Year results Durrie Vision, Journal of refractive surgery (Thorofare, N.J., 1995) (Impact Factor: 3.47) Overland Park, KS, USA, 11/2007; 23(9), pp.905-10.*

Johansdottir, K.R. and Stelmach, L.B., *Monovision: a revision of the scientific literature, Optom. Vis. Sci.*, 2001, 78, pp. 646-651.

Josephson, J.E., Caffery B.E., *Bifocal contact lenses, Problems in Optom.*, 1990, 2, 243-260.

Josephson J.E., Erickson P., Back A., et al., *Monovision. J. Am. Optom. Assoc.*, 1990, 61, pp. 820-826.

Josephson, J.E. and Caffery, B.E., *Bifocal hydrogel contact lenses*, in: *Clinical Contact Lens Practice*, eds. E.S. Bennett and B.A. Weissman, Philadelphia, PA: Lippincott, 1991, pp. 43-1 to 43-20.

Kent C., SE, *Presbyopic IOLs: After the Implant. Once the first lens is doctors offer their implanted, a host of management issues may arise. Here, seven experienced advice.* *Rev. Of Ophth.*, 20/04/2007, <http://www.reviewofophthalmology.com/content/d/features/i/1294/c/24928/>.

Leather M., *Introducing the latest multifocal lens from Alcon*, *Optician*, 3 Maggio 2014, <http://www.opticianonline.net/dailies-aquacomfort-plus-multifocal-cls/>.

Lee W.C., *Factors for fitting success*, *Contact lens Spectrum*, 1999, 14(3), 7a.

A., Cristallino, in lezioni corso: Anatomofisiopatologia oculare con elementi farmacologia, A.A. 2012-2013.

Lupelli L., Fletcher R.H., Rossi A.L., *Contattologia. Una guida clinica*, 2004, cap.33, pp. 393-409.

Lupi Valerio, Lez. XXII- *Il Cristallino*, *Lezioni di anatomia e fisiopatologia oculare per studenti di Optometria*, Fabiano Editore, 2004, pp. 57-60.

Mark'enny, Brochure e Product sheet lente Gentle 80 Multifocal, 2013, <http://www.markenny.com/en/products/product-catalogue/gentle-80/item/227-gentle-80-multifocal>.

Mayo Clinic Staff, Definition of Presbyopia, <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/presbyopia/basics/definition/con-20032261>.

Miller D., Clifford A. Scott, *Light Damage to the Eye*, Medtextfree, October 11, 2010 in *Ophthalmology*, <https://medtextfree.wordpress.com/page/108/?app-download=nokia>.

Naumann G. O. H., Chapter 9- *Lens*, in: *Pathology of the Eye*, G. O. H. Naumann M.D. et al., Springer, New York, 1986, pp. 509-555.

Optician, *New vision for presbyopia*, *Optician*, 8 Maggio 2012, <http://www.opticianonline.net/new-vision-for-presbyopia/>.

Pointer, J.S., *Sighting dominance, handedness, and visual acuity preference: three mutually exclusive modalities?*, *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 2001, 21, 117-126.

Pujol J., Gispets J. and Arjona M., *Optical performance in eyes wearing two multifocal contact lens design*, *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 2003, 23, pp. 347-360.

Quinn, T.G., *Identifying the presbiopic contact lens candidate*, *Contact Lens Spectrum*, 1997, 12(9), pp. 3s-6s.

Rigel L.E., *What to expect from Acuvue Bifocal*, *Optom. Today*, 1998, 6(6), pp. 26-27.

Roncagli V., *Lenti a contatto multifocali*, *Euvision*, 2003, 1, pp. 16-20.

Rossetti A., Gheller P., Capitolo 2- *Le anomalie refrattive*, *Manuale di optometria e contattologia*, seconda edizione, Zanichelli, 2012, p. 36.

Rossetti A., Gheller P., Capitolo 4- *Motilità oculare e organizzazione neuronale*, *Manuale di optometria e contattologia*, seconda edizione, Zanichelli, 2012, pp. 88-89.

Rossetti A., Gheller P., Capitolo 13- *L'esame refrattivo soggettivo*, *Manuale di optometria e contattologia*, seconda edizione, Zanichelli, 2012, pp. 286-292.

Schofield J.P. and Eisenberg J.S., *Over-refraction with multifocal soft lenses*, *Optom. Today*, September, 2003, 19, pp. 42-44.

Shovlin J.P. and Eisenberg J.S., *Monovision vs multifocal: which would you choose?*, *Rev. Optom.*, 2003, 140, pp. 36-38.

Soflens Multi-Focal contact lenses, http://www.bausch.com/our-products/contact-lenses/lenses-for-presbyopia/soflens-multi-focal-contact-lenses#.VdyK7_ntmko.

Soni P.S., Patel R. and Carlson R.S., *Is binocular contrast sensitivity at distance compromised with multifocal soft contact lenses used to correct presbyopia?*, *Optom. Vis. Sci.*, 2003, 80(7), pp. 505-514.

Stahl J.E., *Conductive keratoplasty for presbyopia: 3-Year results*, *Journal of refractive surgery*, Impact Factor: 3.47, 2007 Nov, 23(9), 905-10.

Studio Oculistico D'Azeglio, *Lenti intraoculari multifocali, bifocali o accomodative*, <http://www.studiodazeglio.it/info-pazienti/news/item/121-lenti-intraoculari-multifocali-bifocali-o-accomodative.html>.

Technolas perfect vision, Brochure Intracor™, <http://www.technolaspv.com/dasat/images/4/100544-1st-tpv-alliance-bali-may-2009.pdf>.

Thompson Vance, MD, *LASIK & Laser Eye Surgery: a Complete Consumer Guide*, <http://www.allaboutvision.com/visionsurgery/>.

Walter Bethke, Refractive Surgery Goes Intrastromal, Avoiding trauma to the corneal surface may lead to more stable procedures, say surgeons, *Rev. of Opht.*, 5/07/2012, http://www.reviewofophthalmology.com/content/t/refractive_surgery/c/35299/.

Wan L., *Take some frustration out of multifocal fitting*, *Contact lens Spectrum*, 2003, 18(9), pp. 42-44.

Westin, E., Wick, B. and Harrist, R.B., *Factors influencing success of monovision contact lens fitting: survey of contact lens diplomats*, *Optometry*, 2000, 71, pp. 757-763.

Woods R.L., Saunders J.E., Port M.J.A., *Optical performance of decentered bifocal contact lenses*, *Optom. Vis. Sci.*, 1993, 70, 171-184.

Yoon SY, Song IS, Kim JY, Kim MJ, Tchah HJ , *Bilateral mix-and-match versus unilateral multifocal intraocular lens implantation: long-term comparison*, *Cataract, Refract Surg.*, 2013 Nov, 39(11), 1682-90.

Ringraziamenti

Ringrazio sentitamente lo staff del centro ottico “Visionottica Giorgione” di Noale per l’aiuto e la strumentazione fornita, la ditta Safilens per tutto il supporto e le lenti fornite, e tutti coloro che si sono prestati a far parte della mia ricerca come pazienti.

