

Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Area Didattica di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Dipartimento di Fisica “Ettore Pancini”



Laurea triennale in Ottica e Optometria

**Lenti a contatto multifocali a visione
simultanea vs monovisione.
Performance visive a confronto.**

Relatori:

Prof. Luigi De Luca

Candidato:

Stefania Razzano
Matricola M44000453

A.A. 2016/2017

*Alla mia famiglia,
la mia più grande forza.*

Indice

Premessa	1
-----------------------	---

Capitolo 1 – La condizione di Presbiopia

1.1	Definizione.....	2
1.2	Insorgenza.....	3
1.3	Classificazione.....	4
1.4	Variazioni fisiologiche dell'occhio presbite	5
1.5	La compensazione ottica.....	6
1.5.1	Cenni sulla compensazione a tempiale	7
1.5.2	Compensazione a contatto.....	8
1.5.3	Vantaggi e svantaggi delle due modalità di compensazione.....	10

Capitolo 2 - Possibilità correttive con lac

2.1	Monovisione.....	12
2.1.1	Monovisione modificata.....	13
2.2	Lenti multifocali a immagine alternata.....	14
2.3	Lenti multifocali a immagine simultanea.....	15
2.3.1	Lenti a zone concentriche sferiche.....	16
2.3.2	Lenti asferiche.....	17
2.3.3	Lenti diffrattive.....	19
2.4	Importanza del materiale.....	20

Capitolo 3 – Approccio correttivo con lac morbide multifocali a visione simultanea

3.1	Esigenze visive dei nuovi presbiti.....	23
3.2	Valutazioni pre applicative.....	24
3.3	Innovazione : AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL(Alcon).....	24
3.3.1	Caratteristiche tecniche della lente.....	26
3.3.2	Tecnica applicativa.....	27
3.3.3	Valutazione pre-mercato.....	28

Capitolo 4 – Uno studio comparato:

AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL vs Monovisione (tratto da “*Optometry and Vision Science*”)

4.1	Obiettivo dello studio.....	29
4.2	Criteri di inclusione ed esclusione.....	29
4.3	Metodi e strumenti utilizzati.....	30
4.4	Analisi dei dati ottenuti.....	30
4.5	Conclusioni dello studio	34

Conclusioni.....	36
-------------------------	-----------

Bibliografia e sitografia.....	37
---------------------------------------	-----------

Ringraziamenti.....	40
----------------------------	-----------

Premessa

L'utilizzo di lenti a contatto multifocali nella compensazione della presbiopia è stato spesso considerato un elemento di marginale applicazione pratica, sia a livello nazionale sia internazionale. Basti pensare che fino a pochi anni fa, tali lenti rappresentavano solo una media del 5% del mercato totale delle lenti a contatto in tre paesi Europei quali Germania, Francia e Italia^A. L'esperienza italiana del passato conferma questa tendenza: a dimostrarlo sono i risultati di un sondaggio risalente al 1993 riferito alla tipologia di correzione che in prima analisi veniva proposta dai contattologi ai già portatori di lac prossimi all'età della presbiopia. La schiacciante preferenza dell'88% per la correzione oftalmica era il segno di una certa difficoltà nel prevedere con sicurezza prestazioni ottimali per la tecnica multifocale a contatto^B. I notevoli progressi ottenuti nel corso degli anni, sia dal punto di vista dei materiali che dal punto di vista delle geometrie e del principio di funzionamento, hanno trovato un riscontro decisamente favorevole da parte dei professionisti del settore. Lo stesso sondaggio eseguito circa vent'anni dopo il primo, evidenzia ,infatti, una netta preferenza del 64% per le lac multifocali, contro un 31% per la correzione oftalmica e un 5% per la monovisione, prima modalità di compensazione a contatto^B.

In questo elaborato dunque si sono volute analizzare le diverse tecniche di approccio correttivo della presbiopia con lenti a contatto, soffermandosi sullo studio di una lente morbida in particolare, la AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL di Alcon. Quest'ultima rientra tra i prodotti più moderni attualmente presenti nel campo delle correzioni a contatto multifocali^A. Il testo riporta inoltre l'analisi di uno studio clinico, tratto da un articolo sulla rivista americana "Optometry and Vision Science", in merito alle performance visive della suddetta lente multifocale in confronto alla tecnica, ormai superata, della monovisione.

Capitolo 1 - La condizione di Presbiopia

1.1 Definizione

Con il termine *presbiopia* s'intende una riduzione fisiologica dell'ampiezza accomodativa dell'occhio umano, veicolata dall'avanzare dell'età, la quale risulta insufficiente a garantire visione nitida e confortevole alla distanza prossimale abituale (**Fig.1**). Si tratta dunque di una condizione che per sua natura non rientra tra le ametropie, ma può essere o meno associata ad una di esse. L'accomodazione consiste nella capacità del cristallino di modificare il proprio potere rifrattivo in modo da determinare un aumento del potere dell'intero diotetro oculare, necessario per la messa a fuoco sul piano retinico di oggetti situati a distanza ravvicinata¹. Ciò è possibile grazie alla notevole elasticità della struttura cristallinica, la quale permette modificazioni della sua curvatura e del suo spessore che si traducono in un aumento di convessità e dunque di potere. Con la comparsa della presbiopia, il meccanismo accomodativo risulta compromesso dalla sclerosi lenticolare, ossia dal graduale irrigidimento della sua massa legato fisiologicamente al progredire dell'età². Di conseguenza il cristallino riesce a cambiare la sua forma con difficoltà, determinando così la riduzione dell'ampiezza accomodativa.

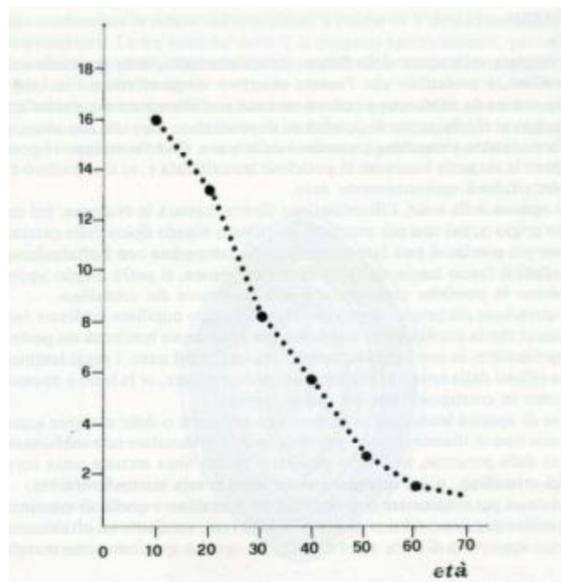


Fig.1- Variazione dell'ampiezza accomodativa (D) in funzione dell'età. Estratta da "Rossetti A., *Manuale di optometria e contattologia*", seconda edizione, 2003, Zanichelli.

1.2 Insorgenza

La condizione di presbiopia comincia a creare problemi visivi in media tra la quarta e la quinta decade di vita, periodo in cui insorgono i primi segni di affaticamento o di sfuocamento nella visione da vicino. Come accennato in precedenza, l'accomodazione presenta una certa ampiezza che rappresenta la variazione di potere che il cristallino è capace di effettuare nell'intervallo di visione nitida. In particolare si è soliti esprimere tale ampiezza (A) attraverso la *Formula di Donders*¹:

$$A = P - R$$

in cui compare la differenza tra il valore diottrico del punto prossimo (P) e del punto remoto (R). Il punto prossimo rappresenta il fuoco coniugato della retina in condizione di massima accomodazione, dunque è il punto più vicino che può essere messo a fuoco dal sistema diottrico oculare. Viceversa il punto remoto, che è funzione dell'inverso dell'ametropia, è il punto coniugato della retina quando l'accomodazione è assente. Il punto prossimo invece è strettamente correlato anche al potere accomodativo in maniera inversamente proporzionale: di conseguenza l'insorgenza della presbiopia si traduce in un *allontanamento del punto prossimo (Tab.1)* dall'occhio con conseguente difficoltà nello svolgimento dell'attività visiva a breve distanza. Per convenzione quando l'ampiezza accomodativa diviene inferiore a 4D, il soggetto si definisce presbite. Come evidenziato dalla seguente tabella, l'allontanamento del punto prossimo non segue un andamento lineare: ad esempio una riduzione di 1 D del potere accomodativo da 8 a 7 D allontana il P.P. di circa 2 cm, mentre tra 4 e 2 D di circa 25 cm.

Età (anni)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Punto prossimo (cm)	10	11	12,5	14,2	18	25	50	100	150
Ampiezza accomodativa (D)	10	9	8	7	5,5	4	2	1	0,7

Tab.1 Valori indicativi dell'Ampiezza accomodativa misurata col metodo del punto prossimo che possono essere considerati normali nelle varie età. Estratta da "Paliaga G. P., *I vizi di refrazione*, IV edizione, Minerva Medica, 2008, pag.96".

Tra i diversi fattori che possono influenzare l'insorgenza della presbiopia, bisogna citare sicuramente la presenza di un'ametropia, corretta o meno:

-ametropie non corrette: nei soggetti ipermetropi sprovvisti di correzione, vi sarà una più precoce insorgenza della presbiopia poiché l'accomodazione si mantiene anche nella visione in distanza per neutralizzare l'errore refrattivo; al contrario, i soggetti miopi sfruttano l'eccesso di potenza per compensare la ridotta ampiezza accomodativa, ritardando la comparsa della presbiopia².

-ametropie corrette: nelle ametropie (di entità superiore a 3,50 D) corrette con lenti oftalmiche, lo sforzo accomodativo dipende dalla potenza della lente, oltre che dalla distanza apice corneale-lente; dunque per la stessa distanza di osservazione, un soggetto ipermetrope dovrà impiegare una quantità di accomodazione maggiore rispetto al soggetto miope, lamentando prima i segni tipici della presbiopia¹.

Ciò non è valido per ametropie corrette con lac, poiché in questo caso lo sforzo accomodativo è funzione soltanto dell'inverso della distanza di osservazione espressa in metri. Dunque in tale circostanza il soggetto miope non risulta più avvantaggiato nella visione prossimale.

1.3 Classificazione

La presbiopia è un fenomeno fisiologico progressivo, dunque è bene definire i diversi stadi in cui si manifesta:

- **Stadio incipiente:** rappresenta la fase iniziale in cui il soggetto inizia ad accusare i primi sintomi di una visione nitida ma non più confortevole. Ciò in quanto lo stimolo prossimale inizia ad impegnare più dei 2/3 del potere accomodativo totale, inducendo dunque affaticamento, specie in un lavoro prolungato. Rientrano in questa categoria soggetti emmetropi intorno ai 45 anni circa. Il "giovane" presbite può inizialmente ovviare al problema allontanando dagli occhi ciò che si legge e/o ricorrendo a forti illuminazioni, che inducono restrizione pupillare.

In questo modo viene sfruttata la *profondità di fuoco* dell'occhio, proprietà del sistema visivo che consente di ottenere visione nitida anche quando l'immagine non risulta perfettamente a fuoco sul piano retinico. Tale profondità è strettamente correlata al diametro pupillare (g) in quanto aumenta in miosi e diminuisce in midriasi, come mostrato empiricamente dalla seguente *Equazione di Campbell* :

$$E = \pm (0,75/g + 0,08)$$

Dunque l'aumento della profondità di fuoco, determinata da una pupilla miotica, svolge un'azione pseudo-accomodativa tale da permettere la visione a distanza ravvicinata anche quando il potere accomodativo non è adeguato¹.

- **Stadio manifesto:** fase caratteristica dei soggetti 50enni, in cui si rende necessario l'utilizzo di una correzione prossimale a causa dello sfuocamento dell'immagine che accompagna l'allontanamento del punto prossimo, in quanto l'ampiezza accomodativa disponibile non è sufficiente a garantire visione nitida.
- **Stadio assoluto:** corrisponde alla situazione in cui il potere accomodativo è praticamente assente, tipicamente nei soggetti con età intorno ai 60 anni ed oltre.

1.4 Variazioni fisiologiche dell'occhio presbite

Oltre alla ridotta capacità accomodativa, l'occhio di un soggetto presbite presenta numerosi cambiamenti che interessano il segmento anteriore quali³⁻⁴:

- *riduzione del volume lacrimale*, che induce maggiore secchezza oculare: tale volume varia normalmente da 7 a 9 µl (quantità intermedia tra una e due gocce). Esso è maggiore nei giovani e si riduce in maniera lineare con l'età, fino ad arrivare a 4-5 µl a 70 anni²;
- *riduzione delle cellule endoteliali corneali* : l'endotelio costituisce lo strato più interno della cornea a contatto con l'umor acqueo ed è costituito da circa 400.000 cellule disposte in un unico strato. La normale densità cellulare endoteliale varia in condizioni fisiologiche da 4000 cellule/mm² alla nascita a

circa 2500 cellule/mm² nell'età adulta². Ciò si traduce in un maggiore bisogno di ossigeno da parte della cornea, specie nei portatori di lenti a contatto ^A.

- *minore sensibilità corneale*: la cornea è la parte del corpo con maggior sensibilità, infatti presenta una elevatissima innervazione sensoriale, la maggiore tra i tessuti periferici (Muller et al.,1996). Con l'aumentare dell'età essa si riduce, tuttavia tale riduzione diviene significativa solo oltre i 50 anni² (Millodot, 1973);
- *ridotto diametro pupillare*: la pupilla costituisce il diaframma naturale dell'occhio, regolando la quantità di luce in entrata. Con l'età il suo diametro tende a diminuire, sino a un massimo di circa 1 mm. Indicativamente si passa da un Ø medio di circa 5,3 mm a venti anni e di circa 3,2 mm a sessanta anni. Tale fenomeno fisiologico causa una riduzione del 33% dell'illuminamento retinico².

Altre variazioni fisiologiche sono a carico delle palpebre (riduzione della tonicità palpebrale) e a carico della retina (riduzione della luminanza retinica in proporzione all'eventuale presenza di opacità del cristallino)⁴.

1.5 La compensazione ottica della presbiopia

Per superare le notevoli difficoltà riscontrate nell'attività visiva prossimale, i soggetti presbiti necessitano della cosiddetta *addizione*, ovvero di un'aggiunta di potere positivo da sommare all'eventuale correzione per lontano dell'ametropia.

È importante tener ben presente che la correzione della presbiopia consiste nel colmare, con una lente sferica positiva (Add), la differenza tra la quantità di accomodazione necessaria ad ottenere una buona messa a fuoco ad una distanza predeterminata (x) e la quantità di accomodazione che può essere messa in gioco per un tempo indefinito senza sforzo¹. Quest'ultima rappresenta sempre una parte della totale ampiezza accomodativa (A) di cui il soggetto dispone: ciò in quanto il completo uso accomodativo induce affaticamento visivo che si traduce in una visione nitida ma non confortevole.

A seconda del criterio cui si fa riferimento nella stima dell'Addizione, l'entità del potere accomodativo sfruttabile con continuità è pari alla metà del potere accomodativo (Hofstetter,1950) oppure due terzi di esso (Giles,1965)², lasciando la restante parte come riserva inutilizzata :

✓ *secondo Hofstetter: Add=(1/x)-(A/2)*

✓ *secondo Giles: Add=(1/x)-(A·2/3)*

Dunque questo metodo è basato sulla conoscenza della abituale distanza di lavoro adottata dal soggetto(x) e dell'ampiezza accomodativa(A), la quale generalmente viene determinata misurando il punto prossimo monoculare, usando la correzione dell'eventuale ametropia. È bene ricordare ,infatti, che secondo la legge di Donders, affinché lo sforzo accomodativo (A) sia pari all'inverso della distanza del punto prossimo (P), l'ametropia(R) deve essere completamente corretta, quindi il test va eseguito solo dopo aver terminato l'esame refrattivo per lontano.

Una volta ottenuta una stima dell'addizione, bisogna verificare che la sua entità sia idonea a fornire un buon visus alla distanza prescelta, eseguendo le opportune modifiche qualora necessario. È inoltre di fondamentale importanza evitare la prescrizione di una correzione prossimale troppo forte, che può dipendere da una sottocorrezione dell'ipermetropia o sovracorrezione della miopia. Una eccessiva Addizione infatti comporta una distanza di lavoro stimata troppo corta, con conseguente difficoltà nel lavoro a distanza abituale.

1.5.1 Cenni sulla compensazione a tempiale

Le tecniche compensative per presbiopia si sono ampliate notevolmente nel corso degli anni: a oggi è possibile intervenire attraverso lenti oftalmiche, lenti a contatto ma anche specifici interventi chirurgici basati sull'utilizzo di un laser o sull'impianto di un cristallino artificiale. L'uso dell'occhiale risulta la più antica tipologia correttiva ed anche la più semplice da attuare. L'applicazione dell'addizione in questo caso prevede due soluzioni: le lenti monofocali e multifocali. Le prime consistono in una superficie a potere costante per la correzione unica del difetto visivo legato alla presbiopia: dunque sono indicate per

soggetti che non presentano ametropie preesistenti. Le lenti multifocali invece si avvalgono di più zone a poteri differenti, permettendo una correzione diversificata tra lontano e vicino. Alcune di queste lenti consentono soltanto una perfetta messa a fuoco per lontano e per una o due distanze prossimali (*lenti bifocali o trifocali*) mentre le cosiddette lenti *progressive* garantiscono la corretta messa a fuoco a tutte le distanze intermedie¹. Queste ultime prevedono una connessione tra la correzione ottica per lontano e quella per vicino tramite un canale di progressione nel quale il potere diottrico varia punto per punto in modo progressivo, da più negativo a più positivo. Tale variazione di potere viene ottenuta mediante la creazione di una superficie anteriore con curvatura asferica, che aumenta verso la porzione inferiore. Il soggetto che può trarre maggior vantaggio da questo tipo di lente è un ametrope presbite che necessita di una correzione contemporanea a diverse distanze, senza trascurare quelle intermedie².

1.5.2 La compensazione a contatto

La correzione della presbiopia con lenti a contatto è stata per lungo tempo una grande sfida nell'ambito della pratica contattologica, a causa della difficoltà di produrre design complessi di lenti in grado di fornire visione nitida per ogni compito visivo, sia a distanza che prossimale⁵. I problemi costruttivi che sono stati affrontati nel corso degli anni per giungere alle moderne lenti a contatto multifocali sono stati molti e dovuti essenzialmente alla difficoltà di riuscire a produrre una lente a contatto con una zona ottica sufficientemente grande da poter ospitare sia la correzione da lontano che quella da vicino, limitando al massimo le *aberrazioni ottiche* indotte dalla presenza di variazioni diottriche entro uno spazio molto ristretto⁶. È importante precisare, infatti, che la qualità dell'immagine retinica è frutto di un insieme di fattori tra i quali gli effetti delle aberrazioni ottiche, ovvero tutte quelle deformazioni dell'immagine di un oggetto che vengono prodotte da una lente o da un sistema ottico come l'occhio. Quest'ultimo infatti è affetto da imperfezioni che producono un'alterazione nel percorso dei fotoni in misura tale che l'immagine formata appaia di aspetto irregolare. In particolare le aberrazioni sono il risultato delle differenze tra i principi che

sostengono la realtà e *l'ottica gaussiana*^a; inoltre esse generalmente vengono distinte a seconda che si tratti di luce monocromatica o policromatica mentre una classificazione alternativa è secondo ordini dei *polinomi di Zernicke*^b (**Fig.2**). Si parla infatti di aberrazioni di basso ordine (defocus, astigmatismo, prismatiche) che possono essere normalmente corrette e di quelle di alto ordine (aberrazione sferica, coma, trifoglio etc.) che non possono essere totalmente corrette a causa del movimento degli occhi.

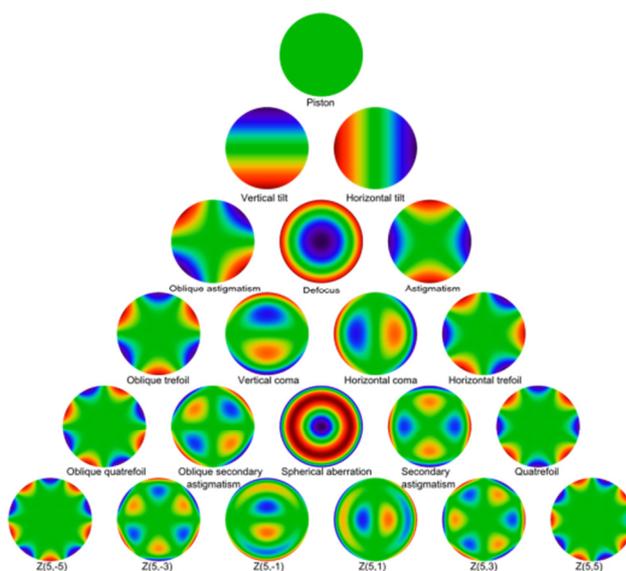


Fig.2 Polinomi di Zernicke fino al quinto ordine

Dunque ne deriva che una lente a contatto deve necessariamente provvedere alla correzione dell'ametropia ma deve anche evitare di deformare eccessivamente il fronte d'onda in ingresso nell'occhio : non è un caso infatti che sia possibile avere un occhio emmetropizzato correttamente ma con modesta visione perché aberrato. Dunque la prescrizione di lenti a contatto o più in generale di una correzione ottica può trarre vantaggio, in alcuni casi, dalle informazioni fornite dall'aberrometria. Le tecniche recenti sfruttano infatti aberrometri a fronte d'onda

^a *Ottica gaussiana*: rappresentazione semplificata delle relazioni che legano punti oggetto e immagine, che vengono considerati sull'asse o vicino all'asse , di un sistema ottico ad apertura limitata. In questa approssimazione gli angoli di incidenza e di rifrazione sono $\leq 30^\circ$. Fonte: L. Lupelli, "Optometria A-Z", Medical Books, p.240

^b *Frits Zernicke* (1888-1966): fisico danese, vincitore del premio Nobel per la fisica nel 1953. Ha ottenuto questo premio non per i polinomi, che poi hanno preso il suo nome, ma per la sua invenzione di un microscopio a contrasto di fase. Nell'ambito delle aberrazioni ottiche, ogni ordine ha più polinomi caratterizzanti.

che inviano un punto luminoso sul fondo oculare e in uscita dall'occhio, una griglia di microlenti accoppiate a fotosensori valuta vari fascetti di luce nelle varie localizzazioni della pupilla per lo spostamento di fase (aberrometro di Shack-Hartman^c), ottenendo una mappa di aberrazioni per area pupillare.² Generalmente le aberrazioni cornali sono più importanti per la qualità della visione rispetto a quelle prodotte dai mezzi diottrici interni, dunque attraverso la topoaberrometria è possibile ricavare una mappa aberrometrica della cornea a partire dalla mappa altitudinale ottenuta con il topografo corneale.

Le attuali opzioni correttive della presbiopia con lenti a contatto saranno discusse approfonditamente nel prossimo capitolo.

1.5.3 Vantaggi e svantaggi delle due modalità di compensazione

Se da un lato una delle più diffuse soluzioni di correzione della presbiopia è l'uso di occhiali con lenti progressive, dall'altro i limiti di questa scelta risiedono nella sua stessa costruzione. Il canale di progressione è infatti delimitato da due ampie aree cuneiformi in cui la lente presenta degli astigmatismi tanto elevati da ridurre considerevolmente l'acutezza visiva. Quanto più elevato è il potere dell'addizione per vicino, tanto più stretto è il canale esente da astigmatismo e tanto più elevato arriva ad esserlo nelle zone lenticolari adiacenti. Dunque una particolare attenzione va posta nella centratura delle lenti per evitare che nello sguardo a distanza ravvicinata l'asse visivo di uno dei due occhi passi al di fuori del canale, in una zona di lente che presenta un astigmatismo¹. Un altro svantaggio delle lenti progressive risiede nel fatto che il portatore deve dirigere i suoi assi visivi

^c *Aberrometro Shack-Hartmann*: strumento capace di eseguire l'aberrometria oculare che si basa sul disco di Scheiner trasformato poi in un disco a fori multipli al fine di poter ottenere e quindi analizzare un numero elevato di fronti d'onda. In una successiva trasformazione, il disco a fori multipli è stato sostituito da un pannello di microlenti, più efficace per catturare l'energia luminosa e focalizzarla su un sensore digitale. Un fronte d'onda aberrato genera una distribuzione di disordinata di punti immagine da cui si può ricostruire la forma del fronte d'onda e le aberrazioni possono essere derivate dalla differenza tra il fronte d'onda reale e un'onda piana di riferimento. Fonte: Lupelli L. , "Optometria A-Z", Medical Books, p.150.

attraverso l'appropriata area della lente per vedere chiaramente l'oggetto vicino o distante⁸. Ciò può essere inconveniente in molte situazioni pratiche a elevata dinamicità, quali l'utilizzo alla guida o durante il lavoro d'ufficio, in cui si riscontrano modificazioni spesso negative nei comportamenti dei portatori. In particolare aumentano il numero dei movimenti del capo, sia verticali che orizzontali, necessari al fine di identificare e focalizzare parole, righe e posizioni specifiche nello spazio⁹. Tale inconveniente viene ovviato dall'uso di lenti a contatto multifocali le quali evitano che la persona debba frequentemente modificare la postura della testa alla ricerca del fuoco nell'occhiale in grado di produrre la miglior nitidezza. Va inoltre tenuto conto che le lenti a contatto multifocali garantiscono altri benefici rispetto alla correzione multifocale oftalmica, come per esempio maggior ampiezza del campo visivo nitido (particolarmente in presenza di forti ametropie), miglior qualità ottica, minori aberrazioni poiché in confronto agli occhiali si muovono insieme all'occhio⁶. Intervenendo con lenti a contatto infatti è possibile correggere non solo le aberrazioni di basso ordine come il "defocus" (che rappresenta la pratica optometrica quotidiana), ma anche quelle più complesse di alto ordine principalmente presenti in soggetti con distrofie corneali come il cheratocono¹⁰. Quando l'aberrazione di alto ordine è limitata a quella sferica, l'attenzione viene posta verso il fattore forma delle superfici asferiche delle lenti. In ultimo, specialmente in tempi recenti, si considera di costruire lac con correzione personalizzata del fronte d'onda¹⁰.

Inoltre così come accade con lenti oftalmiche progressive, anche con le lenti a contatto vale il concetto per cui minore è l'addizione con cui si portano le prime lenti, migliore sarà il livello di adattamento e in senso più allargato di performance, che il soggetto avrà dalla sua correzione multifocale⁴.

Capitolo 2 - Possibilità correttive con lenti a contatto

La gestione della presbiopia prevede numerose tipologie correttive, di seguito elencate:

2.1 Monovisione

La monovisione consiste nell'applicazione di due lenti a contatto monofocali di diverso potere: una con la funzione di correggere l'ametropia per lontano, l'altra invece permette la correzione a distanza ravvicinata (Josephson e coll.,1990)¹¹. Generalmente l'occhio corretto per la visione a distanza è quello *dominante*^d mentre l'addizione per il lavoro prossimale viene anteposta al controlaterale, poiché è questa la condizione che il portatore trova, il più delle volte, confortevole¹¹. Il principio di funzionamento su cui si basa è quello per cui l'immagine nitida di un occhio viene percepita contemporaneamente all'immagine sfocata dell'altro, dunque il presupposto deve essere una buona visione binoculare. La monovisione infatti comporta la creazione di una anisometropia acquisita¹², che si traduce nella formazione di due immagini sicuramente dissimili dal punto di vista della nitidezza, motivo per il quale è necessaria una moderata soppressione dell'occhio dominante nella visione da vicino e di quello non dominante nella visione da lontano. Tale strategia correttiva sembra dunque produrre un compromesso visivo, anche a causa dell'incapacità di garantire una correzione adatta alle distanze intermedie, ad esempio per un lavoro svolto al computer¹². Inoltre, quella che per decenni è stata la tecnica più usata per la compensazione della presbiopia, è inevitabilmente limitata da una riduzione della *stereopsi*, ovvero la percezione visiva binoculare della tridimensionalità determinata dalla fusione di segnali provenienti da elementi retinici disparati. La sua misura è data dall'angolo di disparità tra le due immagini presentate separatamente ai due occhi, che passa da 20 sec d'arco con gli occhiali a 382 sec

^d Per *dominanza oculare* si intende la preferenza di un occhio sull'altro per un dato tipo di attività motoria o percettiva. Può essere diversa a seconda della distanza di visione e a seconda del compito eseguito. Fonte: L. Lupelli, "Optometria A-Z", Medical Books, p.105

Poiché nel caso della monovisione si induce un defocus miopico in uno dei due occhi, si ritiene che il metodo da utilizzare sia quello dello "sfocamento" anche noto come della "lente di sf +1,50".

d'arco in condizioni di monovisione². I risultati di diversi studi evidenziano l'importanza della stereovisione e della "somma binoculare" soprattutto per la realizzazione di compiti di visione prossimale, sottolineando l'impatto negativo della riduzione di questa capacità indotta dalla monovisione¹³ (Richdale,2006). Oltre al senso stereoscopico, la monovisione può influenzare negativamente la *sensibilità al contrasto*, che peggiora con addizioni monoculari crescenti¹¹, ma anche la qualità di alcune attività quotidiane, come la lettura prolungata o lo svolgimento di lavori di precisione. La guida notturna è un esempio tipico di applicazione in cui le prestazioni della monovisione non sono soddisfacenti^A: ciò a causa della difficoltà a sopprimere l'immagine formata sull'occhio con l'addizione che, essendo molto brillante, causa un notevole abbagliamento¹¹. Spesso la monovisione ha successo fino ad una addizione pari a +1,50 D (Franklin,2005), il che può indicare una limitazione significativa di questa tecnica¹⁴. Sebbene in molte situazioni questa tecnica non sia capace di gestire efficacemente la presbiopia, di contro i suoi punti di forza risiedono nell'uso di lenti a contatto standard (rigide o morbide) che permettono costi contenuti e nella semplicità dell'applicazione che non richiede molto tempo da parte del professionista.

2.1.1 Monovisione modificata

Prevede l'uso di lenti multifocali utilizzate in due modi particolari:

1. All'occhio dominante è applicata una lente monofocale con la correzione per lontano mentre al controlaterale una lente multifocale. Questo sistema vorrebbe aumentare le performance visive di qualità e stereopsi per lontano, ovviamente riducendo il vicino². Sebbene siano stati riportati parziali successi, è una procedura raramente impiegata¹¹.
2. Vengono applicate ad entrambi gli occhi due lenti a contatto multifocali ma con poteri leggermente diversi infatti la porzione per lontano della lente applicata sull'occhio non dominante presenta un eccesso di potere positivo (di circa 0,50D)¹¹.

2.2 Lenti multifocali a immagine alternata

Il principio di funzionamento di queste lenti a contatto ricalca quello delle lenti bifocali oftalmiche: esse prevedono infatti due zone distinte, una con la correzione a distanza e l'altra con quella da vicino. Sono anche definite lenti "a traslazione" in quanto sfruttano un movimento verticale della lente per consentire la visione attraverso le due specifiche aree, adibite a due prescrizioni differenti. Teoricamente infatti quando lo sguardo è rivolto verso un oggetto lontano (posizione primaria di sguardo), la pupilla è coperta soltanto dalla parte superiore della lente, che presenta la compensazione dell'ametropia; viceversa quando lo sguardo è rivolto verso il basso, la lente è sostenuta dalla palpebra inferiore e di fronte alla pupilla vi è soltanto la parte inferiore della lente. In questo caso dunque la visione avviene attraverso il segmento a mezzaluna con l'addizione per vicino (Fig.3).

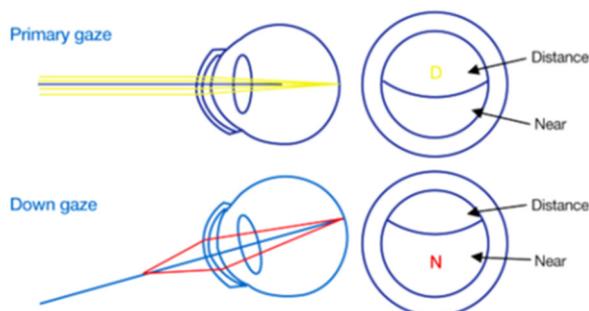


Fig.3 : Lenti bifocali a visione alternata. Estratta da Sahan D., "La vita inizia con la presbiopia", Lac, Dicembre2009,vol.XI, n°3.

Nella pratica però la copertura alternata della pupilla è sempre parziale quindi l'energia luminosa che passa per la zona non funzionale contribuisce a degradare la qualità dell'immagine¹¹. In questo tipo di design a segmento dunque è importante che la lente mantenga la corretta posizione prestabilita, evitando eccessive rotazioni: ciò viene ottenuto con un sistema di stabilizzazione rappresentato da una zona di maggior spessore (posta alle ore 6) ovvero un prisma di bilanciamento, spesso accompagnato dalla troncatura della lente che consente un miglior allineamento con la palpebra inferiore. È ammessa una rotazione massima temporale della lente di 10° e nasale di 30°; tale rotazione può essere

minimizzata aumentando il valore del prisma di bilanciamento¹¹. Inoltre tali lenti devono essere applicate più piatte in modo da agevolare il movimento verticale di circa 2-4 mm¹¹. Il mantenimento della posizione corretta è solo uno dei problemi tipici di questo tipo di applicazione: la presenza di due soli poteri non assicura infatti una buona visione alle distanze intermedie ed inoltre la percezione del salto d'immagine tra le due zone può creare notevoli fastidi.

2.3 Lenti multifocali a immagine simultanea

Sebbene sia le lenti a contatto rigide che morbide multifocali siano caratterizzate da geometrie similari, la visione alternata viene applicata soprattutto nella contattologia rigida in quanto la dimensione e la scarsa dinamica delle *lenti morbide* può non essere adeguata per ottenere la traslazione necessaria¹⁰. Queste ultime infatti utilizzano il sistema a *visione simultanea*, in cui più poteri sono contemporaneamente presenti davanti alla pupilla. Come vedremo dettagliatamente in seguito, il primo tipo di lac di questo genere è rappresentato dalla geometria bifocale, in cui due zone concentriche si contendono lo spazio pupillare. Le moderne lenti a contatto morbide multifocali invece presentano generalmente una superficie asferica, che assicura una visione migliore a distanza intermedia oltre che da lontano e da vicino. Esse rappresentano dunque un'invariabile evoluzione delle lenti a visione simultanea, capace di offrire elevate prestazioni visive ai soggetti presbinti come ad esempio il senso stereoscopico², degradato invece dall'uso di lac a monovisione.

A differenza della visione alternata, queste lenti non hanno bisogno di sistemi di stabilizzazione come prisma e troncatura: possono dunque ruotare sotto l'effetto dell'ammiccamento, mantenendo comunque un potere stabile³.

Gli svantaggi consistono essenzialmente nella percezione d'immagini "fantasma" in condizioni di scarsa illuminazione²: così come per la monovisione infatti, anche per questa tipologia di lenti è necessario un periodo di adattamento in cui il soggetto deve imparare a gestire la fase iniziale di "sfuocamento", data dalla visione sovrapposta di immagini più o meno a fuoco¹⁵. La visione simultanea può essere ottenuta attraverso diverse geometrie, discusse di seguito, ognuna delle

quali concepita con una variazione di utilizzo che differenzia il centro della lente dalla periferia.

2.3.1 Lenti a zone concentriche sferiche

Le prime lenti con questo design sono di tipo bifocale a due sole zone anulari, una per la correzione da lontano e l'altra per quella prossimale. Vista la contemporanea presenza dei due diversi poteri rifrattivi davanti alla pupilla, di uno stesso oggetto osservato una zona contribuisce alla formazione di un'immagine a fuoco, mentre l'altra restituisce un'immagine sfuocata.

Dunque gioca un ruolo fondamentale il diametro pupillare, che sappiamo essere variabile continuamente. Supposto, infatti, che le due zone delle lenti forniscano immagini dissimili dal punto di vista della nitidezza, ne deriva che la percentuale di luce passante rispettivamente per le due aree determina la qualità della visione a una certa distanza. La *geometria centro-lontano* è consigliata per soggetti che svolgono la loro attività prevalentemente a distanza; d'altra parte in condizioni di scarsa illuminazione e quindi di midriasi (es. guida notturna), la qualità visiva per lontano risulta compromessa dall'effetto della parte periferica della lente che contiene l'addizione. Inoltre la prestazione visiva prossimale è degradata a causa della miosi che si accompagna fisiologicamente all'accomodazione.

La *geometria centro-vicino* prevede invece una migliorata acuità per vicino, importante per coloro i quali richiedono vicine distanze di lavoro, in particolare gli utenti di dispositivi digitali¹⁶. Anche in questo caso la guida notturna non risulta agevole, come riportato da un lavoro sugli effetti di questa applicazione riportata da Josephson e Caffery(1989)¹¹.

Negli ultimi anni si sono proposte nuove lenti bifocali a più zone concentriche alternate per lontano e per vicino (**Fig.4**) in modo da evitare il vincolo della miosi e della midriasi². La larghezza di ogni singola zona viene calcolata in base alla variazione media del diametro pupilla con illuminazione variabile (riscontrata tra i presbiteri)^A. Come si può prevedere, in questo tipo di geometria non viene garantita una corretta visione a distanza intermedia tra vicino e lontano.

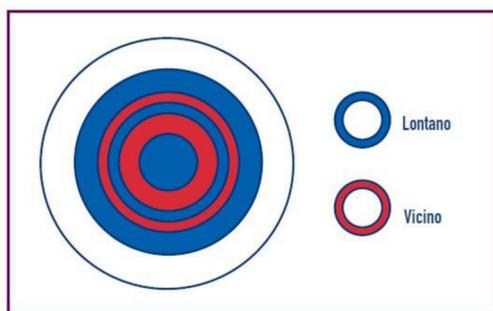


Fig.4 Lente a zone concentriche sferiche alternate. Estratta da “Sahan D., “*La vita inizia con la presbiopia*”, Lac, Dicembre2009,vol.XI, n°3

2.3.2 Lenti asferiche

Queste lenti, oggi le più utilizzate, presentano una superficie asferica che può essere anteriore o posteriore. Tale asfericità rappresenta una variazione di curvatura che, procedendo dal centro verso la zona ottica periferica, può produrre un aumento o una diminuzione del potere diottrico della lente, in relazione alle intenzioni del costruttore⁶. I valori tipici di eccentricità, ovvero di appiattimento della curvatura, utilizzati nella loro realizzazione sono 1,6-1,8². Vengono anche definite *lenti a potere progressivo* in quanto il potere rifrattivo varia con continuità sulla superficie. È grazie alla geometria asferica che è possibile una maggior nitidezza per una vasta gamma di distanze, soprattutto quelle intermedie, con una quasi totale eliminazione di quei fastidi visivi che erano invece provocati da geometrie di lenti prodotte in passato⁶. Così come le altre lenti a visione simultanea, anche queste lenti presentano la possibilità di gestire la posizione delle due correzioni principali in base alle esigenze del portatore.

Nel caso in cui la superficie asferica sia quella posteriore, infatti, si tratta di una *geometria centro-lontano* (**Fig.5 A**): in questo caso nella zona centrale si avrà il potere minore (massimo negativo) mentre spostandosi verso la periferia il potere diventa gradualmente maggiore. Ne deriva, dunque, che l'addizione è direttamente proporzionale a due fattori: l'eccentricità e il diametro pupillare. L'addizione, infatti, aumenta in periferia ovvero dove l'eccentricità è maggiore, ed inoltre aumenta con la miosi pupillare che favorisce l'uso della zona della lente in cui è presente la correzione per vicino. Quando invece la superficie asferica è anteriore, si tratta di una *geometria centro-vicino* (**Fig.5 B**) in cui la disposizione dei poteri è esattamente opposta a quella precedentemente descritta. Con questo tipo di applicazione l'aberrazione sferica^e propria dell'occhio viene ridotta; ciò si traduce in una migliore qualità dell'immagine.

In entrambe le geometrie, è importante valutare la variazione del diametro pupillare del potenziale portatore: se troppo ridotto (<2.5 mm) può compromettere l'efficacia delle varie zone rifrattive, rendendo difficoltosa la visione prossimale con l'uso di design a centro-lontano e quella a distanza con l'uso di lenti centro-vicino¹¹.

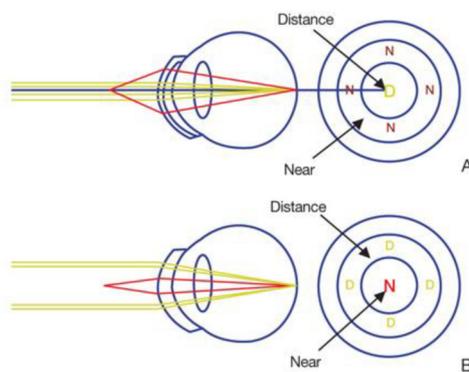


Fig.5 A) Lente asferica centro-lontano; B) Lente asferica centro-vicino. Estratta da Sahan D., "La vita inizia con la presbiopia", Lac, Dicembre 2009, vol. XI, n° 3.

^e *Ab.sferica*: aberrazione monocromatica di alto ordine dovuta alla diversa focalizzazione tra i raggi che intercettano il sistema ottico in zone più o meno vicine all'asse ottico. L'entità della condizione è tanto maggiore quanto più elevata è la distanza, determinata in diottrie, tra il fuoco estremo dei raggi parassiali e quello estremo dei raggi extrassiali. Quando i raggi marginali vengono rifratti maggiormente di quelli parassiali, l'aberrazione è detta positiva. La riduzione di tale fenomeno può essere ottenuta utilizzando diaframmi o attraverso l'uso di lenti asferiche in grado di fornire un'immagine puntiforme di un oggetto puntiforme. In un occhio affetto da ab.sferica, a causa della presenza di numerose immagini più o meno focalizzate, vi è una riduzione della sensibilità al contrasto accompagnata da un aumento dei cerchi di diffusione. Fonte: Rossetti A., "Manuale di optometria e contattologia", seconda edizione, 2003, Zanichelli.

2.3.3 Lenti diffrattive

Sono lenti che sfruttano una combinazione di rifrazione e diffrazione per correggere la visione prossimale e la sola rifrazione per la visione a distanza. La luce incidente viene dunque suddivisa in due fuochi, uno andrà a formare il fuoco per lontano e l'altro quello per vicino. Il principio di funzionamento è essenzialmente basato sulla presenza di incisioni anulari concentriche che si trovano nella parte centrale della superficie posteriore delle lenti a contatto.

(Fig.6)

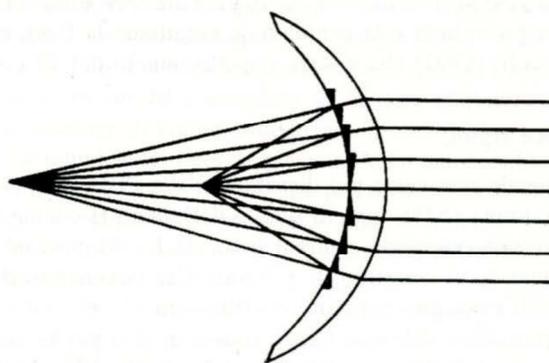


Fig.6: Lente diffrattiva. La presenza delle incisioni concentriche riempite di liquido lacrimale permette la formazione di due fuochi. Estratta da “Rossetti A., “*Manuale di optometria e contattologia*”, seconda edizione,2003, Zanichelli, pag .407.

Durante l'uso queste incisioni si riempiono di liquido lacrimale producendo degli anelli aventi un indice di rifrazione diverso dal resto della lente. Il diametro, il numero e la spaziatura (minore è la distanza tra i solchi, maggiore è l'effetto diffrattivo) tra le scanalature determina l'addizione¹¹. Nella visione prossimale viene dunque sfruttata la *natura ondulatoria della radiazione elettromagnetica* in quanto i solchi interferiscono con le onde luminose creando fenomeni di diffrazione. Per *diffrazione*^f S'intende qualsiasi deviazione dalla propagazione rettilinea di un fronte d'onda o un raggio di luce, che non può essere spiegata sulla base della riflessione o della rifrazione. Si dice che l'onda entrante subisce diffrazione in quanto si diffonde dall'apertura in tutte le direzioni. Si manifesta quando l'energia luminosa passa attraverso una fenditura sottile oppure più

^f Fonte: L. Lupelli, "Optometria A-Z", Medical Books, pag.98

fenditure praticate su una superficie, le cui dimensioni (d) sono confrontabili con la lunghezza d'onda della luce incidente (λ). Inoltre quando la dimensione della fenditura è molto minore della lunghezza d'onda, la diffrazione è così forte che l'apertura può essere approssimata a una sorgente puntiforme di onde. Pertanto, l'effetto diffrattivo è tanto più marcato quanto più il rapporto d/λ si avvicina a zero.

Al di là dell'ostacolo i fronti d'onda interferiscono e si produce una distribuzione d'intensità che è massima in direzione perpendicolare allo schermo di osservazione. L'immagine che si forma dunque non è un punto ma un pattern di diffrazione: esso consiste in una banda centrale larga e intensa (massimo centrale), affiancata da una serie di bande secondarie più strette e meno intense (massimi secondari) e da una serie di bande scure (minimi). Quando si tratta di aperture circolari più che di fenditure, come nel caso di questa lente a contatto, la figura di diffrazione ottenuta è detta *disco di Airy*⁸: esso consiste in un disco circolare con un massimo di luminosità centrale, circondato da anelli concentrici via via meno illuminati. Si dimostra che l'angolo limite di risoluzione in questo caso è:

$$\theta_{min} = 1.22 \cdot \lambda / D$$

dove D, in questo caso, rappresenta il diametro delle incisioni anulari.

Nelle lenti diffrattive circa il 40% dell'energia luminosa incidente viene utilizzata per la visione distale, analogamente accade per la visione a distanza mentre la parte restante viene persa negli ordini superiori di diffrazione¹¹. Dunque ne risulta una scarsa qualità dell'immagine retinica e una perdita di sensibilità al contrasto che causa un rendimento visivo molto ridotto, motivo per il quale tali lenti non vengono più commercializzate^A.

2.4 Importanza del materiale

Dopo aver discusso delle principali tipologie di compensazione per la presbiopia, è importante soffermarsi sull'importanza dei materiali di cui sono costituite. Bisogna premettere però che tra le variazioni fisiologiche dell'occhio presbite, rientra anche e soprattutto un graduale cambiamento nel sistema lacrimale, con il

⁸ Fonte: L. Lupelli, "Optometria A-Z", Medical Books, pag.28

quale la lente a contatto è in stretta relazione. Come accennato nel paragrafo 1.4, il volume lacrimale infatti risulta inevitabilmente ridotto, preannunciando una maggiore secchezza oculare rispetto a soggetti appartenenti ad altre fasce d'età. Ciò non può far altro che determinare una certa difficoltà, in termini di comfort, nei presbiteri che fanno uso di una correzione a contatto. La lac infatti agisce da fattore di stress per il film lacrimale, separandolo in due strati (pre e post lac) entrambi più sottili del film primario: in questo modo viene favorita l'evaporazione, determinante per l'insorgenza di sintomi da occhio secco¹⁹. Per tutti questi motivi sono sicuramente consigliati per soggetti presbiteri materiali in grado di trattenere maggiormente l'idratazione, assicurando una migliore bagnabilità^h. A tal proposito nella contattologia morbida, l'uso delle lac in *silicone idrogel* (la cui comparsa risale alla fine degli anni '90), ha ridotto i sintomi di secchezza oculare per effetto del minore tasso di disidratazione, sia negli studi in vitro che in quelli in vivo, che caratterizza il materiale¹⁷. Ciò accade in quanto minore è l'idratazione del materiale, minore è l'evaporazione dell'acqua al suo interno. Il silicone idrogel è un polimero che presenta una struttura simile a quella dell'idrogel con la differenza che i gruppi chimici contengono legami silicio-ossigeno.(Fig.7)

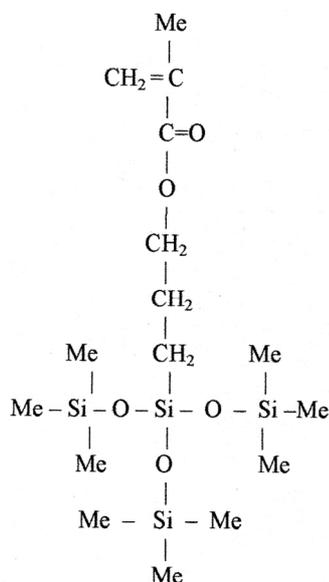


Fig.7 Formula chimica del silicone idrogel.

^h Bagnabilità : capacità di espandersi di un liquido su di una superficie. Se una superficie si lascia coprire in porzione maggiore, la sua bagnabilità sarà proporzionalmente alta. La bagnabilità è inversamente proporzionale all'angolo di contatto che dipende soprattutto dal materiale.

Caratteristica peculiare è l'elevata gas permeabilità: essa è 5/8 volte superiore alle classiche lenti morbide (il Dk^i infatti varia da 110 a $175 \cdot 10^{-11}$)². Esso è di fondamentale importanza soprattutto per i soggetti presbiti i quali necessitano di un maggiore apporto di ossigeno a mano a mano che diminuisce la capacità dell'occhio di sostenere uno stress ipossico^A. Di contro, il principale svantaggio di questo tipo di materiale consiste nella completa idrofobia indotta dalla presenza dei polisilossani. Dunque per superare il problema della scarsa bagnabilità di superficie che ne deriva, sono stati adottati vari accorgimenti come trattamenti al plasma del materiale (trasformazione del silicone in silicato) o della superficie della lente che le permette di rimanere ben idratata e opporsi al legame con elementi lipidici². Inoltre i risultati ottenuti da un confronto dei valori di BUT e NIBUT^j tra presbiti e non presbiti, hanno mostrato che in linea generale con il passare dell'età tali valori subiscono una riduzione, e che questa riduzione è maggiore per il BUT¹⁸. Se si tiene conto che in media i portatori di lenti a contatto riscontrano sintomi di secchezza oculare cinque volte di più in confronto ai portatori di correzione tempiale¹⁹, teoricamente i soggetti presbiti non rappresenterebbero dunque dei candidati ideali per il porto di lenti a contatto. Tuttavia oggi la tecnologia contattologica ci mette a disposizione lac morbide caratterizzate da materiali che riescono a mimare la superficie oculare con l'obiettivo di mantenere elevato il comfort¹⁷, migliorando le interazioni tra la superficie oculo-palpebrale e quella della lac.

ⁱ Dk : coefficiente di permeabilità all'ossigeno. Per evitare danni alla cornea questa deve essere raggiunta dall'ossigeno attraverso la lente eventualmente anteposta. L'unità con la quale viene indicato questo parametro è l'unità di Fatt che indica valori estremamente piccoli e scaturisce dalla formula: " $x \cdot 10^{-11}$ (cm²/sec)·(ml O₂/ml x mm Hg)"

Dk/t : trasmissibilità all'ossigeno. L'effettiva capacità di trasmissione di ossigeno attraverso la lente infatti è funzione del suo spessore al centro (t).

^j BUT e NIBUT: rientrano tra i principali test qualitativi del film lacrimale. Il BUT ("tempo di rottura") consiste nel lasso di tempo, successivo all'ammiccamento, in cui il film rimane integro fino alla rottura con conseguente comparsa di zone secche, cioè prive di fluoresceina. La condizione fisiologica di ricambio prevede un tempo di circa 15-20 sec. Anche il NIBUT ("Non invasive break up time") valuta il tempo di rottura del film lacrimale ma senza introdurre nell'occhio fluoresceina o altre sostanze. Viene eseguito infatti con strumenti capaci di fornire un'ampia riflessione corneale come l'oftalmometro o il topografo. Viene calcolato il tempo che intercorre tra l'ultimo ammiccamento e la prima distorsione dell'immagine della mira riflessa dal film. Si considera normalità tra i 4-45 sec.

Capitolo 3 – Approccio correttivo con lenti morbide multifocali a visione simultanea

3.1 Esigenze visive dei nuovi presbiteri

In questi ultimi anni stiamo assistendo a un aumento forte sia del numero di dispositivi digitali mobili sia del tempo medio di fruizione degli stessi. Questo si traduce in un diverso e nuovo modo di utilizzare la visione, soprattutto da vicino e in un conseguente aumento dello stress visivo dovuto non solo dall'osservazione prolungata dei dispositivi digitali ma anche alla loro particolare emissione luminosa caratterizzata da un'alta componente di luce blu – violetta. Tutto ciò ha un impatto ancora più rilevante sui soggetti presbiteri, che hanno l'esigenza di passaggi frequenti dalla visione da lontano a quella da vicino di stampati e di dispositivi digitali e viceversa, con conseguente necessità di una visione più dinamica e di una più rapida rimessa a fuoco alle varie distanze rispetto al passato²⁰. Inoltre con l'aumento della vita media nei Paesi economicamente più avanzati, i problemi visivi prossimali interessano ormai una fascia di persone sempre più ampia, contrariamente a ciò che accadeva in precedenza. Di conseguenza le industrie di lenti a contatto si sono concentrate sullo sviluppo di tecnologie costruttive all'avanguardia per rispondere in maniera adeguata alle nuove necessità visive dei presbiteri, fino ad arrivare alle attuali lenti a contatto multifocali a visione simultanea. I progressi tecnologici dei materiali morbidi, uniti alla crescente affermazione delle lenti *disposable*, tendono a spostare la scelta verso le *lenti morbide*, superando il divario tra le multifocali morbide e le corrispettive rigide, tipico del passato. Le “disposable” infatti, hanno rivoluzionato il porto delle lenti, introducendo il concetto di uso confortevole del prodotto e riducendo i costi di acquisto e di manutenzione delle lenti multifocali.

3.2 Valutazioni pre-applicative

I criteri su cui si basa la scelta della lente multifocale più idonea al portatore derivano soprattutto dalla valutazione delle esigenze visive specifiche e delle

caratteristiche oculari. Per il loro principio di funzionamento, le lenti multifocali a visione simultanea implicano alcuni requisiti che spesso possono influenzare il successo dell'applicazione. Sebbene, infatti, non sia possibile selezionare in maniera rigida i portatori, risulta comunque utile determinare la propensione all'uso di questa tecnica compensativa, oltre ad effettuare un'attenta anamnesi e un esame obiettivo. In genere la correzione può risultare efficace in presenza di basse o comunque medie addizioni presbiopiche (es. <1,75D) che facilitano l'adattamento e di basse ametropie negative che, in caso contrario, darebbero una buona visione a distanza prossimale⁴. Il successo della geometria costruttiva di queste lenti dipende anche dal diametro pupillare del portatore. Idealmente si dovrebbe avere una buona escursione tra diametro in luce diurna (miosi) e il diametro notturno (midriasi), in modo da ottenere una dinamica pupillare che permetta una corretta alternanza tra l'energia luminosa utilizzata per comporre le due immagini principali (vicino e lontano), e quindi una minore sensazione di "blur" (sovrapposizione, sbavatura)⁴. Non bisogna dimenticare, infatti, che requisito principale è una forte motivazione verso l'uso di questo tipo di lenti: ciò si deve attribuire al tempo relativamente lungo di adattamento alla percezione di immagini "fantasma", aloni, più evidenti in condizioni critiche di illuminazione⁴. Risultano infatti fonti di insuccesso esigenze visive elevate soprattutto in condizioni mesopiche o scotopiche e l'aspettativa di un risultato totale e immediato. Un fattore che può condurre comunemente a fallimenti di lenti a contatto multifocali morbide sferiche è la presenza di *astigmatismo medio-elevato non corretto*; esso tende ad essere visivamente più problematico quando è nell'occhio dominante²¹. Attualmente sono disponibili alcuni design morbidi multifocali torici (non trattati in questo lavoro) che possono essere adattati a qualsiasi presbiopia accompagnata da un'importante ametropia astigmatica .

3.3 Innovazione: AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL (Alcon)

Attualmente sul mercato sono presenti numerose opzioni correttive di lenti a contatto morbide multifocali, diverse fra loro per piccoli dettagli che spesso determinano il successo o il fallimento di una applicazione.

Una tra le soluzioni più innovative è rappresentata dalla AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL di Alcon, lente biconvessa centro-vicino a visione simultanea.(Fig.8)

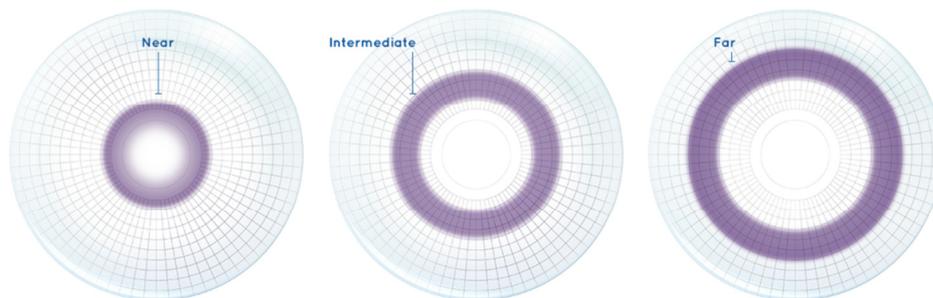


Fig.8 AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL: zone ottiche concentriche per il vicino, l'intermedio e il lontano. Estratta da www.airoptix.com/contact-lenses/multifocal.shtml

Mentre altri tipi di lenti multifocali attualmente in commercio presentano più “scalini” nel profilo di addizione, tali lenti assicurano un passaggio graduale tra le diverse zone grazie a una distribuzione uniforme del potere dal centro alla periferia della lente. Le superfici asferiche anteriore e posteriore inoltre aumentano la qualità dell'immagine e facilitano l'applicazione della lente. Le prestazioni delle lenti multifocali asferiche a visione simultanea, infatti, dipendono dal corretto allineamento del centro geometrico della lente con il centro della pupilla. Dunque la configurazione posteriore contribuisce ad un corretto centraggio della lente sulla superficie corneale che per sua natura è appunto asferica^A. Inoltre la struttura centro-vicino opera in azione combinata con la naturale funzione pupillare dell'occhio: la pupilla infatti si contrae per mettere a fuoco oggetti vicini e si dilata per quelli lontani, muovendosi sinergicamente con la geometria della lente.(Fig.9)

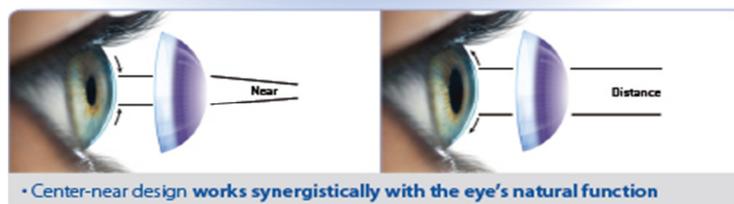


Fig.9 Il design centro-vicino lavora sinergicamente con la dinamica pupillare. Nella figura di sinistra l'occhio è in condizione di miosi, in cui viene sfruttata la parte centrale della lente (Add), mentre in quella di destra la midriasi permette di sfruttare la parte periferica della lente. Estratta da “Multifocal in practice”-Contact Lens Spectrum, luglio 2012.

3.3.1 Caratteristiche tecniche della lente

I principali parametri delle lenti AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL di Alcon possono essere riassunti nella tabella seguente:

Materiale	Lotrafilcon B (67%)
Diametro (mm)	14,2
Curva base (mm)	8,6
Contenuto d'acqua	33%
Dk/t @ Sf -3.00D	138
Spessore al centro(mm)	0,08 @-3,00D
Poteri sferici (D)	da +6,00 a -10,00 (variaz. di 0,25 D)
Poteri di Add (D)	Bassa(<1,25) Media(da 1,50 a 2,00) Alta(>2,25)
Sostituzione consigliata	Mensile
Modalità di utilizzo	Uso diurno e prolungato fino a 6 notti

Tab. 2 Parametri specifici Air Optix Aqua Multifocal di Alcon. Estratta da “www.mylcon.com/products/contact-lenses/air-optix/multifocal-parameters.shtml”

Come indicato in **Tab.2**, è previsto un *sistema di lenti a 3 Addizioni* studiato appositamente per consentire ai portatori di attraversare con facilità i diversi stadi della presbiopia continuando l'utilizzo delle lenti a contatto. La bassa addizione (Add<1,25 D) infatti è indicata per i presbinti emergenti che necessitano di una piccola aggiunta di potere positivo per lo svolgimento di attività prossimali mentre le addizioni medie e alte sono indicate per presbinti conclamati. Il materiale brevettato *lotrafilcon B* che costituisce il nucleo della lente vanta proprietà idrofiliche grazie alle quali attrae meno depositi di lipidi rispetto ad altri materiali in silicone idrogel; inoltre il basso contenuto d'acqua (**Tab.2**) ne riduce la tendenza alla disidratazione e attrae meno depositi di proteine rispetto ai materiali convenzionali^A. Tali lenti garantiscono una trasmissione di ossigeno cinque volte maggiore rispetto alle tradizionali lenti multifocali in idrogel²² (**Tab.3**), non solo al centro ma attraverso l'intero profilo della lente stessa; ciò è di notevole importanza per i portatori presbinti che, come accennato nel par. 1.4, richiedono un maggior apporto di ossigeno.

	Dk/t @ -3.00 D	Dk
AIR OPTIX® AQUA Multifocal / lotrafilcon B	138	110
ACUVUE OASYS for Presbyopia/ senofilcon A	147	103
PureVision Multifocal/ balafilcon A	101	91
Proclear Multifocal / omafilcon A	17	34
SofLens Multifocal / polymacon	8	8

Tab.3: Trasmissibilità all'ossigeno rispetto alle altre lenti multifocali in silicone idrogel. Estratta da “www.mylcon.com/products/contact-lenses/air-optix/multifocal-technology.shtml”

Inoltre non è insolito per i presbiteri riscontrare una certa secchezza oculare: a tal proposito queste lenti presentano il sistema Aqua Moisture con un agente umettante che al momento dell'applicazione riveste la lente e crea una superficie più liscia proprio per ridurre l'attrito tra occhio e lente^A. Un'altra caratteristica di questo sistema umettante è il trattamento di superficie che offre minore angolo di contatto e dunque maggiore bagnabilità rispetto ad altre lenti in silicone idrogel^A. Dunque vi sono diversi benefici garantiti dalle Air Optix Aqua Multifocal anche in termini di comfort oculare.

3.3.2 Tecnica applicativa

Come tutti i principali produttori di lenti a contatto, Alcon sottolinea l'importanza di seguire la sua guida di applicazione che spiega come definire il potere della lente. Tale procedura semplificata ha lo scopo di ridurre il tempo di gestione e i problemi che venivano spesso riscontrati con le lenti multifocali e in genere non richiede più tempo di quanto viene impiegato per la tecnica della monovisione. Il processo di applicazione è diviso in due fasi:

1. Scelta delle lenti iniziali²³: per la scelta del potere da lontano, determinare la correzione al vertice, minimo negativo/massimo positivo dell'equivalente sferico. Esempio: se la rifrazione degli occhiali è Sf-4,25 Cyl -0,75 Ax 100°, l'equivalente sferico meno negativo è Sf -4,50 ma il potere al vertice corneale sarà Sf -4,25^A. Dopo aver determinato l'Addizione per vicino e l'occhio dominante, bisogna scegliere l'addizione iniziale della lac (Bassa, Media, Alta) in base all'addizione con gli occhiali, come mostrato in **Tab.4**:

Addizione occhiali	Occhio dominante	Occhio non dominante
Fino a +1,00D	Add Bassa	Add Bassa
+1,25 e +1,50	Add Media	Add media
+1,75 e +2,00	Add Media	Add alta
+2,25 e + 2,50	Add alta	Add alta

Tab 4: Guida alla determinazione del potere addizionale nelle Air Optix Aqua Multifocal. Estratta da *"it.easy-myalcon.com/pdf/Guide_AirMULTIFOCAL.pdf"*

2. Valutazione delle lenti di prova²³: dopo aver lasciato che la lente si sia stabilizzata per 5/10 minuti, bisogna controllare la visione da lontano e da

vicino sempre in condizioni di visione binoculare e con livelli di illuminazione normali, oltre al controllo in termini di copertura corneale, centraggio e movimento. Seguendo questa procedura applicativa, l'86% delle applicazioni fatte ai primi presbiteri con Air Optix Aqua Multifocal risulta di successo già alla prima prova²⁴.

3.3.3 Valutazione pre-mercato

Diversi studi clinici sono stati condotti durante l'ideazione e lo sviluppo di questo nuovo prodotto. Inoltre, Alcon ha condotto una grande valutazione pre-mercato^k per analizzare le prestazioni delle lenti a contatto Air Optix Aqua Multifocal e acquisire feedback e informazioni sul *fitting* da parte del professionista²⁵. L'obiettivo era valutare la soddisfazione dei professionisti con le suddette lenti e di convalidare i passaggi descritti nelle linee guida approntate dalla casa costruttrice per facilitare la scelta delle prime lenti. Ciò è stato misurato in termini di facilità di applicazione e di tasso di successo riportato. Circa 290 professionisti del settore negli Stati Uniti sono stati invitati a riferire sulla loro esperienza con le lenti Air Optix Aqua Multifocal applicate su 10 pazienti ciascuno, per un totale di circa 2455 soggetti presbiteri (di cui la maggior parte già portatori di lenti a contatto). È stato suggerito che il soggetto ideale per questa valutazione sarebbe stato un presbite sintomatico per il quale avrebbero prescritto un'addizione non superiore a +2,00 D. L'applicazione del prodotto è stata valutata alla visita iniziale e alla visita di controllo di 1 mese. Ne è emerso che 4 professionisti su 5 hanno convenuto che le lenti Air Optix Aqua Multifocal sono più facili da applicare ed hanno un tasso di successo più alto rispetto ad altri lenti a contatto morbide multifocali²⁵. In particolare il tasso di successo del 76% ottenuto con le Air Optix Aqua Multifocal è probabilmente la ragione per cui dopo la conclusione della valutazione pre-mercato, l'80,6% dei professionisti ha elencato Air Optix Aqua Multifocal come la lente a contatto multifocale preferita.

^k Valutazione pre-mercato: è nettamente diversa da una sperimentazione clinica in quanto, invece di seguire un protocollo rigoroso, i professionisti hanno linee guida limitate e sono liberi di selezionare i pazienti ed eseguire procedure come farebbero nella pratica di routine.

CAPITOLO 4 – Uno studio comparato : AIR OPTIX AQUA MULTIFOCAL vs Monovisione (tratto da “*Optometry and Vision Science*”)

Di seguito è riportata l’analisi di uno studio clinico²⁶ pubblicata sulla rivista americana “*Optometry and Vision Science*” redatta da Craig Woods, professore associato dell’Università di Waterloo, riguardante appunto le lenti Air Optix Aqua Multifocal di Alcon.

4.1 Obiettivo dello studio

Lo scopo dello studio consiste nel confrontare le prestazioni visive, soggettive e oggettive, a breve termine della lente Air Optix Aqua Multifocal e della monovisione in un gruppo di soggetti presbinti che richiedono un livello medio di addizione.

4.2 Criteri d’inclusione ed esclusione

Questo studio è stato svolto su un campione di 50 persone di ambo i sessi in base alla seguenti caratteristiche di inclusione:

- Età compresa tra 43 e 66 anni
- Uso di una correzione presbiopica, con un’addizione compresa tra +1,25 D e +2,00 D
- Essere già portatori di lenti a contatto morbide
- Ametropia miopica e ipermetropica di qualsiasi entità
- Astigmatismo refrattivo inferiore a 1,00 D
- Binocularità ed acuità visiva di almeno 0,20 logMAR (“logaritmo dell’angolo di minima risoluzione”; 20/30 equivalente di Snellen)

Sono state invece escluse tutte quelle persone sottoposte a un regime terapeutico che era cambiato durante i precedenti 3 mesi o che si prevedeva sarebbe cambiato nei successivi 3 mesi. L’idoneità dei soggetti è stata determinata in occasione di una visita iniziale di screening.

4.3 Metodi e test utilizzati

Durante questo studio 50 soggetti presbinti hanno provato sia una correzione monovisione sia una correzione multifocale a contatto, ciascuna per un periodo di 2 settimane, in ordine casuale. La durata dello studio per ogni soggetto è stata dunque di 4 settimane mentre le lenti utilizzate sono state Air Optix Aqua Multifocal (geometria centro-vicino) a Media e Alta addizione e Air Optix Aqua monofocali, entrambe di Alcon. Le lenti multifocali sono state applicate in base alle linee guida fornite dal produttore (descritte nel par.3.3.2) mentre per la monovisione, la lente con il potere a distanza è stata applicata all'occhio dominante, che è stato determinato utilizzando il metodo dello “sfocamento”. Tipici test di visione oggettiva, quali stereopsi e acuità visiva (logMAR) ad alto e basso contrasto, sono stati eseguiti all’inizio e alla fine di ciascun periodo di porto. L'acuità visiva è stata misurata a 6 m (a distanza), a 70 cm(intermedio) e a 40 cm (vicino) mentre la stereopsi è stata misurata a 40 cm. Durante ciascuna fase i partecipanti hanno svolto compiti visivi specifici seguiti da indagini di valutazione soggettiva e hanno completato anche sondaggi sulla soddisfazione dei giorni 3, 7 e 12 del periodo di porto. In particolare i dati soggettivi erano incentrati sulle valutazioni delle prestazioni visive durante attività quotidiane, (ovvero guidare, fare shopping, lavorare con il computer, guardare la televisione e leggere) svolte dopo il tramonto in modo da sfruttare un’illuminazione artificiale. Tutti questi dati sono stati comunicati in tempo reale al database del CCLR¹ attraverso degli smartphone. Un sondaggio di valutazione generale è stato inoltre completato durante la visita di dispensazione e quella dopo 2 settimane di porto.

4.4 Analisi dei risultati ottenuti

Lo studio è stato completato da 49 soggetti (35 donne e 14 uomini) a causa di una risposta oculare allergica da parte di un soggetto.

¹CCLR : “Centro di Ricerca per Lenti a Contatto”, Scuola di Optometria, Università di Waterloo.

La **Tab.5** riassume le caratteristiche oculari medie dei partecipanti, divisi in miopi ed ipermetropi.

		OD(range)	OS(range)
Oftalmometria	Meridiano orizzontale(D)	43.77(41.37-46.87)	43.78(40.87-47.37)
	Meridiano verticale(D)	44.37(41.50-47.37)	44.51(41.37-47.37)
Astig. Corneale		-0.66(-0.12;-1.62)	-0.81(-0.25;-0,81)
Miopi (n=39)	Sfera	-3.53(-0.25;-7.87)	-3.51(0;-7.62)
	Cilindro	-0.51(-0.12;-1.87)	-0.55(-0.37;-1.75)
	Addizione	+1.56(1.25-2.00)	+1.57(1.25-2.00)
Ipermetropi (n=10)	Sfera	+2.26(+0.50;+4.62)	+2.10(+0.50;+4.12)
	Cilindro	-0.41(0;-0.75)	-0.39(0.12;-0.87)
	Addizione	+1.83(1.25-2,00)	+1.83(1.25-2,00)

Tab. 5 Caratteristiche oculari dei 49 partecipanti allo studio clinico. Estratta da Woods C., “*Visual Performance of a Multifocal Contact Lens versus Monovision in Established Presbyopes*”, Optometry Vision Science, Febbraio 2015, vol.92, n°2, p.175-182 <http://journals.lww.com/optvissci/toc/2015/02000>

Misure di visione oggettiva

I confronti tra le modalità sono stati effettuati utilizzando sia i dati relativi alla visita iniziale che quelli rilevati dopo 2 settimane di porto. In entrambe le visite, l'acuità visiva prossimale e a distanza misurate in condizioni di alto contrasto/illuminazione elevata e basso contrasto/illuminazione ridotta erano migliori con MonoV . L'acutezza visiva a distanza intermedia in condizioni di alto contrasto/illuminazione elevata era migliore con MF alla visita dopo 2 settimane, ma durante la visita di dispensazione e in condizioni di basso contrasto/scarsa illuminazione, non c'era alcuna differenza statistica tra le modalità. La stereopsi era statisticamente migliore per MF alla visita di dispensazione (119 vs 89) tuttavia la differenza non era statisticamente significativa alla visita di 2 settimane (110 vs 102).

I risultati dell'acuità visiva (logMAR) e della stereopsi binoculari sono elencati nella **Tab.6** seguente:

	Dispensazione		Dopo2settimane	
	MonoV	MF	MonoV	MF
Acuità a distanza ad alto contrasto/alta illuminazione	-0.08	-0.02	-0.07	-0.02
Acuità intermedia ad alto contrasto/alta illuminazione	-0.01	0.01	0.05	0.02
Acuità prossimale ad alto contrasto/alta illuminazione	-0.05	0.03	0.00	0.04
Stereopsi da vicino (minarc)	119	89	110	102
Acuità a distanza a basso contrasto/bassa illuminazione	0.18	0.26	0.20	0.24
Acuità intermedia a basso contrasto/bassa illuminazione	0.33	0.32	0.34	0.35
Acuità prossimale a basso contrasto/bassa illuminazione	0.28	0.40	0.30	0.43

Tab.6 Misure di visione oggettiva nella prima visita di dispensazione delle lenti e dopo due settimane di porto. Estratta da Woods C., “*Visual Performance of a Multifocal Contact Lens versus Monovision in Established Presbyopes*”, Optometry Vision Science, Febbraio 2015, vol.92, n°2, p.175-182

Valutazioni soggettive

Attività visive specifiche

In generale le risposte soggettive dei portatori non sono state statisticamente differenti tra le modalità, sebbene ci fossero alcune eccezioni in particolare. Alcune domande relative agli aspetti della guida, come la variabilità della visione e la capacità di cambiare la messa a fuoco infatti hanno dato risultati statisticamente migliori per MF rispetto a MonoV. In una scala di valutazione da 1 a 100 infatti il risultato medio ottenuto è stato MonoV, 78 ± 24 vs MF, 85 ± 16 . Nell'indagine sull'attività di lettura invece, le risposte fornite hanno dimostrato una differenza statisticamente significativa a favore della modalità MonoV per gli aspetti di chiarezza nella lettura di stampati : MonoV, 82 ± 18 vs MF, 70 ± 26 .

Tra le altre indagini sui compiti visivi, la performance di MF è risultata statisticamente migliore soprattutto in riferimento al grado di disorientamento visivo durante lo shopping, alla dinamicità della messa a fuoco legata all'uso di un computer e alla variabilità della visione mentre si guarda la TV. I risultati ottenuti in media infatti sono stati MonoV 85 vs MF 90. Un sondaggio sulla soddisfazione è stato inoltre ripetuto nei giorni 3, 7 e 12 nel tentativo di tenere traccia dei cambiamenti di soddisfazione nel periodo di porto, che potrebbero fornire un indizio per l'adattamento nel tempo. Tuttavia, non sono stati rilevati cambiamenti significativi nel tempo.

Sondaggio generale

L'indagine generale è stata completata al CCLR durante la visita di dispensazione e la visita dopo 2 settimane. Le domande proposte erano basate sul comfort e sulla prestazione visiva alle varie distanze; la scala di valutazione era da 1 a 100. Le risposte sono mostrate in **Tab.7** dalla quale si evince che il livello di comfort è rimasto invariato durante il periodo di utilizzo per entrambe le modalità. Inoltre nessuna delle 10 domande ha mostrato una differenza statisticamente significativa tra le modalità per i dati di 2 settimane.

Tab.7 Sondaggio generale. Estratta da Woods C., “*Visual Performance of a Multifocal Contact Lens versus Monovision in Established Presbyopes*”, Optometry Vision Science, Febbraio 2015, vol.92, n°2, p.175-182

Domande	MonoV		MF	
	Dispensazione	2 settimane	Dispensazione	2 settimane
Comfort	93	92	94	92
Soddisfazione generale	83	78	88	76
Soddisf. Visione a distanza	88	82	89	84
Soddisf. Visione al pc	86	83	90	83
Soddisf. Visione prossimale	87	78	87	67
Capacità di cambiamento messa a fuoco	88	82	90	84
Soddisf. in termini di indipendenza dagli occhiali	89	85	90	83
Soddisf. Alla guida diurna	-	85	-	86
Soddisf. Alla guida notturna	-	74	-	78

Sondaggio finale sulla preferenza

Alla visita di studio finale presso il CCLR, tutti i partecipanti hanno completato una domanda riguardante la loro preferenza complessiva tra correzione MonoV e MF. Venticinque partecipanti (51%) preferivano indossare la correzione MF e 18 (37%) preferivano indossare MonoV. La differenza non era statisticamente significativa e otto di questi partecipanti hanno anche riferito che entrambe le correzioni erano accettabili. I rimanenti sei partecipanti (12%) hanno riferito che nessuna correzione era accettabile.

4.5 Conclusioni dello studio

Le misure di visione oggettiva erano generalmente migliori con MonoV. L'acuità misurata con MonoV era migliore rispetto a quella misurata con MF di un solo ottotipo o di più di una riga di ottotipi. Il maggiore miglioramento dell'acuità per MonoV su MF era per l'acuità vicina, con basso contrasto e illuminazione ridotta della stanza. Questa riduzione delle prestazioni a distanza prossimale è probabilmente spiegata dalle aberrazioni presenti nelle lenti MF centro-vicino rispetto alle lenti a visione singola indossate in MonoV. L'illuminazione ridotta della stanza porta infatti ad un aumento del diametro della pupilla: ciò si traduce in una copertura maggiore dello spazio pupillare da parte della zona di lente adibita alla correzione a distanza. Dunque tale condizione può inficiare l'acuità prossimale, in particolare con l'aumentare della potenza di lettura. Le prestazioni inferiori di MF nella "stanza refrazione" possono dissuadere gli operatori dal continuare in una sperimentazione più lunga, ma è opportuno riconoscere che queste misure sono state eseguite in ambienti illuminati in modo ottimale in condizioni controllate. Questo ambiente non rappresenta infatti le effettive condizioni visive vissute nella vita di tutti i giorni e quindi non può offrire una stima completa di come i soggetti che indossano le correzioni monofocali o monovisione si adatteranno nel "mondo reale". Per questo motivo in questo studio è stato utilizzato un elevato numero di *valutazioni soggettive*, incentrate su specifiche prestazioni visive tipiche della vita quotidiana. In generale, le risposte

soggettive non erano statisticamente differenti tra le modalità, sebbene ci fossero alcune eccezioni specifiche. Nonostante si sia trattato di uno studio a breve termine che ha coinvolto solo 49 partecipanti, i risultati forniscono evidenza che sia la tecnica multifocale che quella a monovisione possono avere successo in una popolazione che richiede un livello di *addizione* media. Nel complesso, infatti, l'88% dei portatori ha comunicato un certo livello di soddisfazione per la correzione a contatto mentre solo il 12% ha dichiarato che entrambe le modalità erano inaccettabili. Sebbene la preferenza tra le due modalità non fosse statisticamente significativa, il fatto che il 51% dei partecipanti allo studio preferissero le lenti MF potrebbe fornire un supporto clinicamente rilevante per inquadrare tale modalità come prima opzione nella compensazione della presbiopia associata ad una ametropia, senza l'uso di lenti oftalmiche.

Conclusioni

Sebbene la presbiopia sia una condizione fisiologica che, presto o tardi, colpisce ognuno di noi, bisogna riconoscere che è il difetto visivo per il quale le lenti a contatto vengono prescritte più raramente. A tal proposito l'obiettivo di questo elaborato è stato approfondire le tecniche di compensazione basate sull'uso di una correzione a contatto, in particolar modo sottolineando l'importanza delle ultime lenti multifocali a visione simultanea presenti sul mercato. Attualmente infatti molti soggetti presbiti non sono a conoscenza del fatto che queste lenti rappresentano una valida soluzione alle loro esigenze visive, per certi versi anche migliore rispetto alla tecnica della monovisione che ha rappresentato per lungo tempo l'unica alternativa agli occhiali progressivi. Per anni infatti c'è stata e persiste tutt'ora una certa disparità tra il desiderio comune dei presbiti di ridurre la dipendenza dagli occhiali e l'effettivo uso di lenti a contatto. Come conseguenza i produttori hanno applicato una vasta gamma di principi ottici per produrre differenti tipi di lenti multifocali capaci di soddisfare le moderne esigenze dei portatori. Analogamente la nascita di materiali morbidi in silicone idrogel, la sconfitta dell'ipossia e delle condizioni a essa associate hanno permesso risultati che erano inimmaginabili fino ad alcuni anni fa. Inoltre il comportamento visivo del tipico presbite si è rapidamente evoluto: oggi vi è una minore richiesta per il lavoro prossimale ad una distanza relativamente ravvicinata (classici 40 cm) e una maggiore necessità visiva per le distanze intermedie, conseguenza del notevole uso di telefoni cellulari e videoterminali tipico della nostra generazione. Per tutti questi motivi la monovisione risulta un metodo di compensazione che, se da un lato garantisce una migliore acuità visiva prossimale, dall'altro probabilmente non risulta più efficace nelle molteplici ed eterogenee attività quotidiane in cui è impegnato il moderno presbite. Una conclusione generale, che può essere tratta anche dall'analisi dello studio clinico citato in questo elaborato, è che le lenti a contatto multifocali a visione simultanea sono capaci di garantire performance visive statisticamente simili a quelle ottenute con la monovisione, accompagnate da una visione soggettiva di livello superiore. È importante inoltre stabilire aspettative realistiche con il futuro portatore, il quale deve essere messo a conoscenza dei compromessi visivi legati all'uso di una correzione multifocale.

Bibliografia e sitografia

Premessa:

- A. Sahan D., “*La vita inizia con la presbiopia*”, Lac, Dicembre 2009, vol. XI, n°3
- B. Lupelli L., “*Approccio correttivo della presbiopia nei portatori di lenti a contatto. Cosa è cambiato negli ultimi 20 anni in Italia*”, Lac, Novembre 2012, vol. XIV, n°3.

Studio:

1. Paliaga G. P., “*I vizi di refrazione*”, IV edizione, Minerva Medica, 2008, pag. 87,92,93,185,186,188,193-194
2. Rossetti A., “*Manuale di optometria e contattologia*”, seconda edizione, 2003, Zanichelli, pag. 89,88,172-173,48,63,91,59,290,347,419,420,382
3. The Centre for Contact Lens Research, *Compensazione della presbiopia con lenti a contatto rigide gas permeabili*, Scuola di Optometria, Università di Waterloo, Versione 2, 2009, pag 14-15,19.
4. Vargellini F., “*Aspetti applicativi e utilizzo di lenti a contatto morbide multifocali*”, Professional Optometry, Febbraio 2008, pag. 87,92,88-89
5. Plainis S., “*Developments in the contact lens correction of presbyopia*”, Istituto Benigno Zaccagnini-XX Congresso interdisciplinare, Febbraio 2017, pag 20.
6. Roncagli V., “*Lenti a contatto multifocali*”, Euvision, n°1, 2003, pag 16,19 www.sportsvisionnetwork.it
7. Shapiro M.B., Bredeson D.C., “*A prospective evaluation of Unilens soft multifocal contact lenses in 100 patients*” - CLAO J Luglio 1994;20(3):189-191
8. Charman N., “*Developments in the spectacle correction of presbyopia*”, Istituto Benigno Zaccagnini-XX Congresso interdisciplinare, Febbraio 2017, pag 14.

9. Mignini E., “*Lo sguardo e i movimenti oculari con le lenti progressive*”, Istituto Benigno Zaccagnini-XX Congresso interdisciplinare, Febbraio 2017, pag 14-15.
- 10 Lupelli L., Sasso F., “*Lenti a contatto nella correzione di aberrazioni di alto ordine*”, Lac, Aprile 2011.
11. Lupelli L., Fletcher R.H., Rossi A.L., *Contattologia. Una guida clinica*, 2004, cap.33, pp. 393-409.
12. Evans B.J.W.,”*Monovision, a review*”, *Ophthalmic & Physiological Optics*, 2007, 27: p.417-439
13. Studebaker J.B.,” *Soft Multifocals: Practice Growth Opportunity*”, *Contact Lens Spectrum*, June 2009.
14. Sindt C., “*Progress in Presbyopia*”, *Contact Lens Spectrum*, October 2012.
15. 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.
16. Barnett M.,” *Presbyopic Success with Multifocal Scleral Lenses*”, *Contact Lens Spectrum*, September 2017.
17. Lupelli L., “*Secchezza oculare: la madre di tutti i discomfort*”, Lac, Novembre 2012, vol.XIV, n°3
18. Pietroni D., Saija G., “*Confronto qualitative del film lacrimale del presbite*”, Istituto Benigno Zaccagnini-XX Congresso interdisciplinare, Abstract delle relazioni, Febbraio 2017 p.24
19. Nichols JJ, Ziegler C, Mitchell GL, Nichols KK. *Self-reported dry eye disease across refractive modalities*. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005; 46:1911-1914
20. Guiraud G., “*Il mondo è cambiato ed è cambiato il modo di vedere il mondo*”, Istituto Benigno Zaccagnini-XX Congresso interdisciplinare, Abstract delle relazioni, Febbraio 2017

21. Quinn G. T., “*A Logical Approach to Multifocal Lens Fitting*” ,Contact Lens Spectrum, Marzo 2013
22. www.myalcon.com/products/contact-lenses/air-optix/multifocal-technology.shtml#01
23. it.easy-myalcon.com/pdf/Guide_AirMULTIFOCAL.pdf
24. CIBA VISION , data on file, 2008.
25. Rappon J., “*Air Optix Aqua Multifocal Contact Lenses in Practice-Reviewing results from a pre-market evaluation*”, Contact Lens Spectrum, Marzo 2010
26. Woods C., “*Visual Performance of a Multifocal Contact Lens versus Monovision in Established Presbyopes*”, Optometry Vision Science, Febbraio 2015, vol.92, n°2, p.175-182 <http://journals.lww.com/optvissci/toc/2015/02000>

Ringraziamenti

Vorrei innanzitutto ringraziare il mio relatore di tesi, il professore Luigi De Luca, per avermi indirizzato al meglio durante la realizzazione di questo lavoro che segna la fine di una carriera universitaria impegnativa ma allo stesso tempo stimolante per la mia crescita, sia professionale che personale.

In seguito il ringraziamento più importante va alla mia famiglia che ha reso possibile il raggiungimento di questo traguardo che spero sarà solo la prima di tante soddisfazioni!

Un ultimo ringraziamento va alla mia amica Natalia che è stata fondamentale nella prima parte di questo lavoro.