

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA “GALILEO GALILEI”

**CORSO DI LAUREA IN OTTICA E OPTOMETRIA**

TESI DI LAUREA

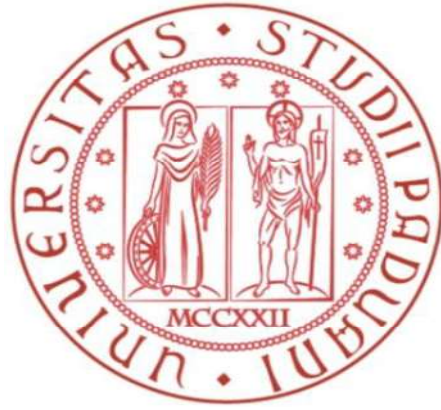
**L'IMPORTANZA DELLA CENTRATURA DELLE LENTI OFTALMICHE**

Relatore: Prof. Dominga Ortolan  
Correlatore: Prof. Marino Formenti

Laureando: Zara Marco  
Matricola: 1156790

**Anno Accademico 2018-2019**





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA “GALILEO GALILEI”

**CORSO DI LAUREA IN OTTICA E OPTOMETRIA**

TESI DI LAUREA

**L'IMPORTANZA DELLA CENTRATURA DELLE LENTI OFTALMICHE**

Relatore: Prof. Dominga Ortolan  
Correlatore: Prof. Marino Formenti

Laureando: Zara Marco  
Matricola: 1156790

**Anno Accademico 2018-2019**



# INDICE

<b>CAPITOLO 1: IL CENTRAGGIO OFTALMICO</b> .....	4
1.1 Introduzione.....	4
1.2 Effetto prismatico delle lenti decentrate.....	6
1.3 Effetto prismatico nominale ed effettivo.....	11
1.4 Dati utili.....	12
1.5 Asse oculare di riferimento.....	12
1.6 Distanza assi visivi e interpupillare.....	13
1.7 Rilevamento della distanza interpupillare.....	14
<b>CAPITOLO 2: LA CONDIZIONE VISIVA</b> .....	17
2.1 Centratura delle lenti oftalmiche nelle ametropie.....	17
2.2 Centratura delle lenti oftalmiche nelle ametropie associate ad anomalie binoculari.....	18
2.3 Centratura delle lenti oftalmiche nella presbiopia.....	21
2.4 Centratura delle lenti oftalmiche in condizioni atipiche.....	25
<b>CAPITOLO 3: PROCEDURE DI CENTRAGGIO DELLE VARIE TIPOLOGIE DI LENTI OFTALMICHE</b> .....	29
3.1 Centraggio di lenti monofocali per lontano.....	31
3.2 Centraggio di lenti monofocali per vicino.....	33
3.3 Centraggio di lenti progressive.....	34
3.4 Conclusioni.....	35
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	37



# ***CAPITOLO 1***

## ***Il centraggio oftalmico***

### **1.1 Introduzione**

In Italia si stima che circa il 60% dei cittadini italiani usi o necessiti di una compensazione ottica; gli occhiali vengono realizzati da ottici su prescrizione medica in circa il 50% dei casi; nel restante 50% gli occhiali sono realizzati tramite una correzione che viene definita in maniera autonoma dagli stessi ottici e dagli optometristi [1].

Il procedimento che porta alla realizzazione di un occhiale è relativamente semplice; ciò che invece è più complicato è controllare tutte le fasi, e soprattutto prevedere gli effetti delle lenti [1]. Una sequenza tipo per dare vita a un paio di occhiali potrebbe essere impostata nel seguente modo:

- a) prescrizione della compensazione, frutto di misurazioni ottico-optometriche*
  
- b) scelta ausilio di compensazione; se occhiale:*
  - 1. Scelta della montatura*
  - 2. Scelta del tipo di lenti*
  - 3. Centraggio*
  - 4. Assemblamento*
  - 5. Verifica finale dell'occhiale (centrature, montaggio, angolo pantoscopico, angolo di avvolgimento e integrità in ogni sua parte)*
  - 6. Consegna con adattamento al soggetto*

Ognuno di questi passaggi, che ne sottintende altri, è importante per la fornitura del dispositivo medico su misura, ma in questo elaborato, in particolare, si tratterà il centraggio dell'occhiale (centraggio oftalmico).

Quando si parla di *centraggio oftalmico* (o centratura) si intende l'accoppiamento di due sistemi ottici: una lente oftalmica correttiva (definita durante l'esame optometrico) e l'occhio [1].

Per accoppiare occhio e lente è necessario collimare i rispettivi assi ottici (in altre parole, mettere sullo stesso asse il centro ottico della lente e il centro ottico dell'occhio).

Se da una parte è molto semplice localizzare il centro ottico di una lente (con il semplice uso del fronti-focometro), non è altrettanto facile ripetere la stessa operazione per l'occhio [1]. Ciò è dovuto a diversi motivi, gli occhi:

- non rappresentano un sistema ottico perfettamente centrato, quindi non hanno un vero e proprio asse ottico di riferimento;
- non mantengono sempre la stessa posizione di sguardo, ma compiono dei movimenti che inevitabilmente comportano uno spostamento dell'asse visivo rispetto al centro ottico della lente;
- sono strutture nervose che danno luogo a percezioni, con risposte non sempre prevedibili perché soggette alla psicofisica, ossia una componente soggettiva.

Risulta allora evidente che il centraggio delle lenti oftalmiche deve essere il risultato di un compromesso, con le dovute valutazioni, poiché bisogna tenere conto, oltreché delle variabili citate sopra, anche delle esigenze del singolo portatore e del suo sistema visivo, dell'uso che farà di quel dispositivo e delle anomalie compensate [1].

Allineare correttamente occhio e lente consente di ottenere una buona qualità dell'immagine retinica (sia quella centrale che quella periferica), e di conseguenza una visione confortevole per il soggetto e limitare effetti di deviazione o aberrazione sgraditi [1].

Una delle ragioni più comuni per cui molti soggetti non tollerano l'utilizzo di una correzione oftalmica è la presenza di errori di centraggio, i quali comportano necessariamente l'utilizzo di un *occhiale decentrato* per il soggetto [2], per cui si vengono a creare degli *effetti prismatici* indesiderati, che potrebbero produrre una diminuzione del comfort visivo o altri problemi visivi per il soggetto, come ad esempio visione sfuocata, mal di testa, e nausea e diplopia.

Il motivo di questa sintomatologia è dovuto al fatto che il decentramento delle lenti oftalmiche è uno dei principali fattori che può influenzare la stereopsi e la visione binoculare



[3]. A tal proposito è utile citare lo studio di Jimenez et al. (2000) in cui si mostra che il decentramento delle lenti modifica la convergenza fusionale e perciò può alterare alcuni aspetti della visione binoculare, e lo studio di Fry and Kent (1944) in cui si mostra un deterioramento della stereopsi in presenza di effetti prismatici a base interna ed esterna, con conseguenti modifiche della convergenza. Secondo un altro studio condotto da Moodley *et al* (2011) su un campione di 100 soggetti, si è visto che il 100% di essi non guardava attraverso il centro ottico della lente; inoltre, il 63% dei partecipanti ha affermato di non essere stato informato dal professionista sull'importanza di un corretto centraggio, il 40% presentava sintomi astenopici e mal di testa.

Gli effetti prismatici si vengono a creare ogniqualvolta non si osserva attraverso il centro ottico di una lente; in virtù di questo, oltre che essere presenti negli occhiali con errori di centratura, sono presenti anche nei cosiddetti *occhiali premontati*. Si tratta di occhiali di produzione industriale di serie utilizzati per la correzione della presbiopia, e che possono essere acquistati senza nessuna prescrizione medica. Essendo occhiali realizzati con centraggio e dimensioni medie, non possono andare bene per tutti i soggetti adulti [1]. In molti soggetti, l'utilizzo di tali occhiali crea degli effetti prismatici, con conseguente alterazione della visione binoculare. Prismi di bassa entità sono probabilmente accettati con più facilità da quelle persone che presentano buone vergenze fusionali, tuttavia all'aumentare dell'entità del prisma si potrebbe peggiorare una eteroforia già esistente oppure avere una diplopia [20]. Du Toit *et al* hanno indagato la quantità di effetti prismatici indotti da occhiali premontati che potrebbero essere tollerati in modo confortevole. Il risultato del loro studio mostra che verticalmente possono essere tollerati prismi di entità  $\leq 0,5$  dp e orizzontalmente prismi di entità  $\leq 1$ dp [21]. Il 48% degli occhiali premontati, con poteri da + 2.50 a + 3.50 non rispetta gli standard internazionali (ISO 16034: 2002) soprattutto per gli effetti prismatici indotti orizzontali e verticali. Questo è vero soprattutto per i poteri elevati, laddove gli standard internazionale prevedono una tolleranza di 0,12 D nel potere diottrico e di 1dp in orizzontale e 0,5 dp in verticale [22].

## **1.2 Effetto prismatico delle lenti oftalmiche**

Ogni lente oftalmica potrebbe essere assimilata a una coppia di prismi appaiati per il vertice (lente negativa) oppure a una coppia di prismi appaiati per la base (lente positiva).

Il prisma è un dispositivo ottico a rifrazione costituito da due superfici (chiamate *superfici di rifrazione*) che delimitano un angolo al vertice (chiamato *angolo di rifrangenza*). La parte del prisma che sottende l'angolo al vertice è chiamata *base* del prisma ( Fig.1) [4].

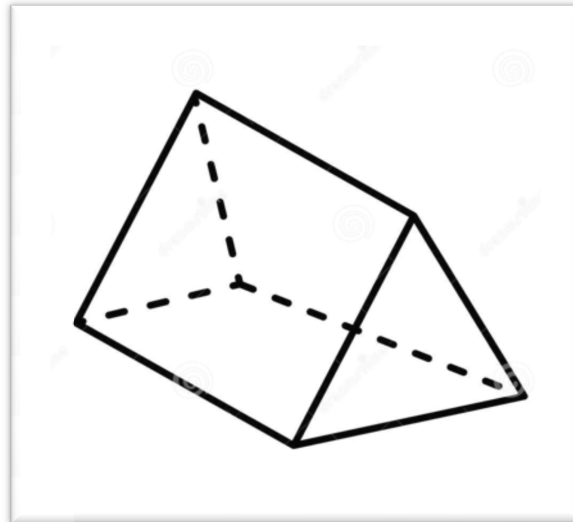


Figura 1

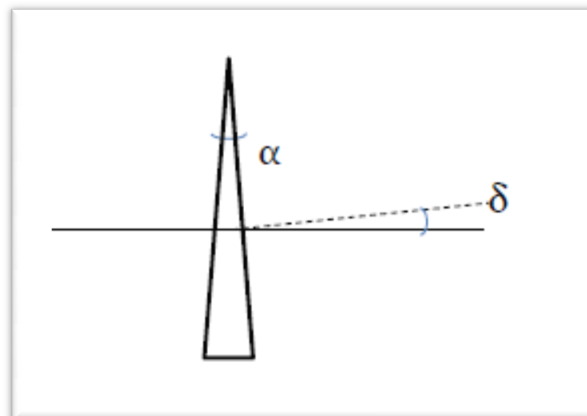


Figura 2

Uno degli effetti del prisma è quello di provocare la *deviazione verso la base* dei raggi luminosi che lo attraversano, deviazione che si misura in diottrie prismatiche (unità di misura proposta da C. F. Prentice nel 1888) [4].

Una diottria prismatica (in simboli  $1^\Delta$ , 1dp) è l'angolo sotteso da un arco di 1cm alla distanza di 1m [5]. In altre parole, una prisma che ha un potere di  $1^\Delta$  provoca una deviazione di 1cm alla distanza di 1m. Pertanto, dopo che il raggio luminoso proveniente dall'infinito esce dal

prisma, subisce uno spostamento verticale di 1cm dopo aver percorso uno spostamento orizzontale di 1m (vedi Fig. 3).

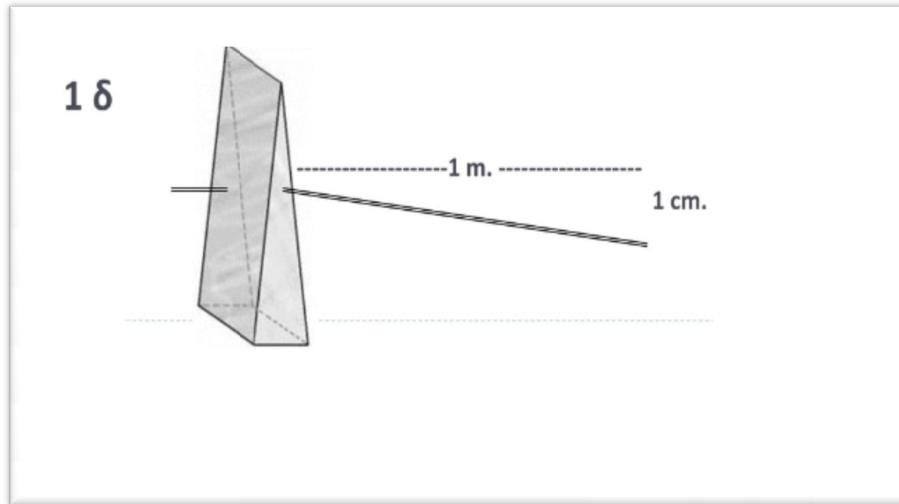


Figura 3

Posizionando un prisma davanti all'occhio i raggi luminosi che attraversano un prisma vengono deviati verso la base, quindi, l'immagine dell'oggetto viene spostata verso la base del prisma. In conseguenza di questo spostamento, l'immagine dell'oggetto osservato va a cadere su un'area diversa dalla fovea; per riposizionare l'immagine sulla fovea, lo stimolo fusionale indurrà l'occhio a compiere una rotazione nel senso opposto rispetto alla direzione di spostamento dell'immagine (cioè verso l'apice del prisma). Pertanto il soggetto vedrà l'immagine dell'oggetto spostata verso l'apice del prisma [1].

Ricapitolando:

- Dal punto di vista fisico, l'immagine dell'oggetto si sposta realmente verso la base del prisma
- Dal punto di vista percettivo, il soggetto vedrà l'immagine dell'oggetto spostata verso l'apice del prisma

Tali considerazioni possono essere estese anche per le lenti oftalmiche. Per essere più precisi, esiste una certa analogia tra l'azione dei prismi e l'azione delle lenti. Tale analogia è messa in evidenza dalla Figura 5, dalla quale si capisce che:

quando dei raggi di luce provenienti dall'infinito colpiscono una lente o un prisma vengono deviati (in entrambi i casi) verso la porzione più spessa di ciascun elemento [4].

Tuttavia, mentre nel caso della lente, il potere deviante non è costante in tutti i punti della lente (decrese più ci si avvicina al centro ottico), nel caso del prisma il potere deviante è sempre lo stesso. In conseguenza di questo si ha che i raggi che escono dal prisma sono tutti paralleli (vengono tutti deviati della stessa entità), quelli che invece escono dalla lente non sono paralleli ma si incontrano nel punto focale della lente<sup>1</sup> [4]. Tali raggi vengono deviati di angoli diversi a seconda del punto in cui colpiscono la lente:

i raggi che passano nel centro ottico della lente non subiscono nessuna deviazione;

quelli che invece colpiscono la lente in punti diversi dal centro ottico vengono deviati; maggiore è la distanza tra il punto in cui il raggio colpisce la lente e il centro ottico e maggiore sarà la deviazione subita dal raggio [4].

Il potere deviante che una lente possiede in ogni suo punto viene definito come *effetto prismatico* della lente in quel punto. Ogni singolo punto della lente può essere pensato come un prisma in grado di provocare la deviazione dei raggi; di conseguenza è come se una lente fosse costituita da un infinito numero di prismi, il potere dei quali aumenta man mano che ci si allontana dal centro ottico [4].

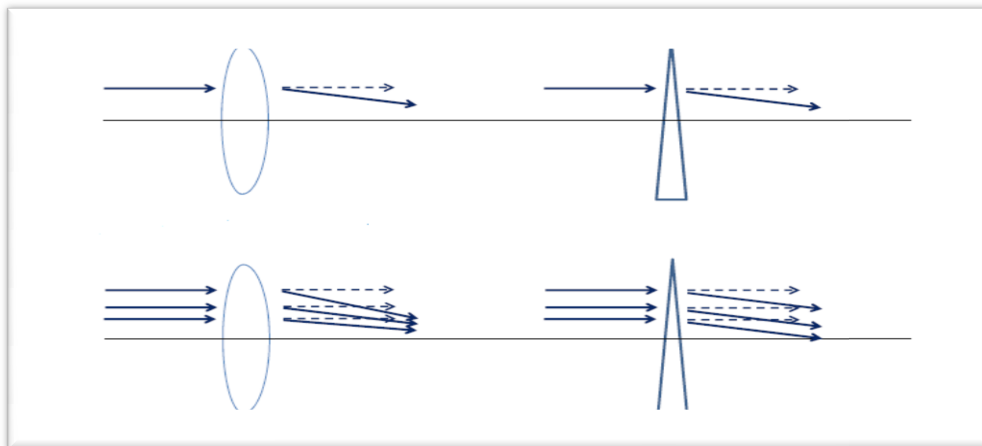


Figura 5

<sup>1</sup> In realtà questo è vero solo nel caso in cui si considerano raggi di luce che formano angoli piccoli rispetto all'asse ottico del sistema (approssimazione parassiale). Al di fuori di tale approssimazione i raggi non vanno a fuoco in un unico punto ma in punti diversi, dando luogo al fenomeno noto come *aberrazione sferica*.

Per calcolare il valore dell'effetto prismatico si consideri la Figura 6, la quale mostra una lente positiva schematizzata con il simbolo di lente sottile, ed un raggio luminoso generico che attraversa la lente ad una distanza  $h$  dall'asse ottico [1].

Si consideri poi il triangolo  $PIP'$  e il suo angolo esterno  $\delta$ , il quale può essere espresso come la somma dei due angoli non adiacenti  $a$  e  $b$ :  $\delta = a + b$ .

Poiché questi angoli possono essere considerati piccoli allora l'angolo delta può essere approssimato con la sua tangente, per cui si può scrivere:

$$\begin{aligned}\delta &= tg(\delta) = tg(a + b) = \\ &tg(a) + tg(b) = \\ &-\frac{h}{s} + \frac{h}{s'} = h\left(-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'}\right)\end{aligned}$$

ma essendo

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = P \text{ (potere della lente sottile)}$$

allora si ha che

$$\delta = P * h$$

Tale relazione prende il nome di *formula di Prentice* (dal nome di C.F. Prentice, studioso americano che la propose) [1].

Con tale formula è possibile calcolare l'effetto prismatico  $\delta$  conoscendo il potere della lente  $P$  e la distanza  $h$  tra il centro ottico e il punto in cui il raggio incidente colpisce la lente [1].

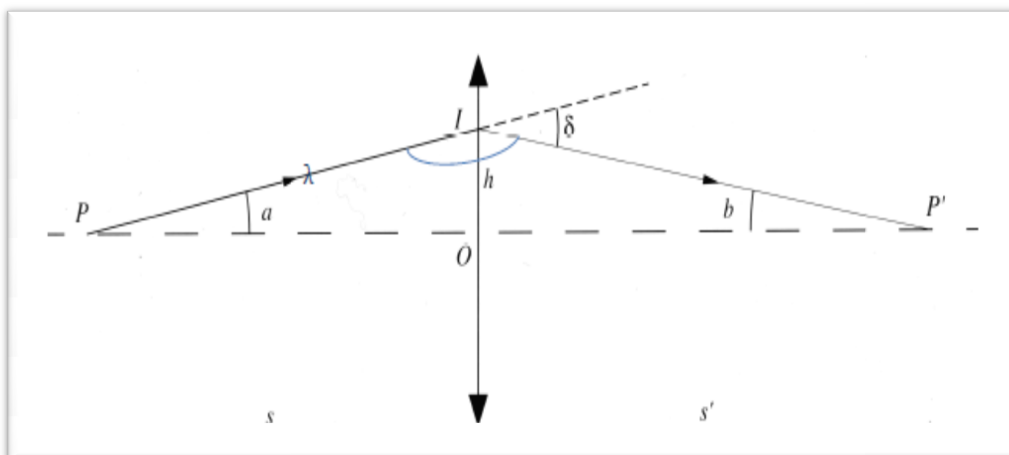


Figura 6

### 1.3 Effetto prismatico nominale ed effettivo

Un importante distinzione che è utile tenere a mente è quella tra l'effetto prismatico nominale e quello effettivo:

- *L'effetto prismatico nominale* ( $\Delta_n$ ) corrisponde alla deviazione subita da un raggio quando passa attraverso un prisma o una lente decentrata. Tale effetto è espresso dalla formula di Prentice vista in precedenza.
- *L'effetto prismatico effettivo* ( $\Delta_e$ ) corrisponde, invece, alla deviazione effettiva a carico dell'occhio, quando ha davanti un prisma o una lente decentrata. In altre parole corrisponde alla deviazione che l'occhio deve compiere per mantenere la fusione. Tale effetto è espresso dalla seguente formula:

$$\Delta_e = \frac{\Delta_n}{1 + \left(\frac{s}{d}\right)}$$

dove:

**s** rappresenta la distanza tra il piano dell'occhiale e il centro di rotazione dell'occhio (valore medio di riferimento 27mm)

**d** rappresenta la distanza di lavoro

L'effetto prismatico nominale ed effettivo non sono sempre uguali tra loro. Le possibili variazioni del  $\Delta_e$  rispetto al  $\Delta_n$  sono correlate sia alla distanza di fissazione, sia al mezzo ottico che induce l'effetto prismatico (prisma o lente decentrata) [1].

Nel caso in cui davanti all'occhio venga posta una *lente decentrata* bisogna tenere conto, non solo della distanza di fissazione  $d$ , ma anche del potere della lente (positivo o negativo).

## 1.4 Dati utili

Il centraggio delle lenti oftalmiche si determina sulla base di dati relativi alla montatura, al portatore, alla relazione tra la montatura e il portatore.

Per quanto riguarda la **montatura**, i dati che bisogna conoscere sono le *dimensioni della montatura*. Nel sistema Datum-Line tali dimensioni sono rappresentate da: il *calibro* (distanza sulla linea-dati tra la parte nasale e temporale di un singolo cerchio), il *ponte* (distanza sulla linea-dati tra le parti nasali dei due cerchi) e lo *scartamento* (distanza sulla linea-dati tra il centro di un cerchio e il centro dell'altro [1]). Nel sistema boxing le dimensioni sono, invece, rappresentate da: *dimensione orizzontale "a"*, *dimensione verticale "b"*, *DBL* (distanza bordi lente), *dCM* (*distanza centri montatura*).

Per quanto riguarda il **portatore**, il dato essenziale da conoscere è la *distanza interpupillare* (in particolare la distanza interpupillare monoculare, vista la frequenza con la quale si riscontrano delle differenze tra la parte destra e sinistra).

Infine, per ciò che concerne **la relazione tra montatura e portatore**, l'occhiale si posiziona in maniera differente sulla base della struttura e delle dimensioni facciali (in particolare di naso e orecchie).

Per ottenere un risultato soddisfacente si fa indossare la montatura al portatore e si localizza la posizione dei centri pupillari sulle lenti di presentazione; inoltre si dovrà anche rilevare l'entità dell'angolo pantoscopico.

## 1.5 Asse oculare di riferimento

In precedenza si è detto che, per centrare correttamente un occhiale bisogna allineare l'asse ottico della lente con l'asse ottico dell'occhio. Quindi, in linea teorica, l'asse oculare di riferimento che dovrebbe essere utilizzato per il centraggio è *l'asse ottico*.

L'asse ottico di un sistema ottico viene definito come quell'asse che contiene i centri ottici delle singole componenti del sistema.

Nel caso dell'occhio, però, i centri ottici delle singole componenti (come ad es. la cornea e il cristallino) non passano per uno stesso asse. Di conseguenza, l'occhio non possiede un vero e

proprio asse ottico di riferimento [1]. Pertanto, il centraggio di un occhiale necessita di prendere come riferimento altri assi oculari.

A livello pratico, gli assi oculari che tipicamente vengono presi come riferimento per il centraggio degli occhiali sono l'asse pupillare e l'asse visivo [1].

L'*asse pupillare* è rappresentato da quella linea che parte dal centro della pupilla d'entrata e che poi incontra perpendicolarmente la superficie anteriore della cornea, passando così per il suo centro di curvatura. È bene sottolineare che, se la pupilla fosse centrata con la cornea allora l'asse pupillare coinciderebbe con l'asse ottico. Nella realtà, la pupilla è decentrata rispetto alla cornea di 0,25mm, il che corrisponde a una differenza angolare tra asse ottico e asse pupillare pari a circa 3° [1].

L'*asse visivo* è rappresentato dalla linea che congiunge l'oggetto di interesse con la fovea, passando per i punti nodali.

Nel caso in cui si scelga di prendere come riferimento l'asse pupillare allora il parametro che andrà rilevato per il centraggio sarà la distanza interpupillare.

Se invece si considera l'asse visivo allora il parametro da rilevare sarà la distanza tra gli assi visivi.

## 1.6 Distanza assi visivi e interpupillare

La *distanza assi visivi* (nota come dAV) può essere definita come la distanza tra i riflessi corneali che si vengono a creare nei due occhi nel momento in cui una certa sorgente luminosa va a illuminare le pupille. (Quando il soggetto guarda all'infinito, la dAV rappresenta la distanza tra i due assi visivi [1].

La dAV viene misurata col metodo Viktorin (vedi 2.4), che consiste nel far osservare al soggetto una mira luminosa la quale produrrà un'immagine riflessa sulla cornea (chiamata prima immagine di Purkinje). L'immagine riflessa si forma in corrispondenza del punto in cui passa l'asse visivo [1].

Dovendo essere rigorosi, la dAV consente di ottenere un dato più preciso rispetto alla distanza dI (in genere la dI è superiore di circa 2mm rispetto alla dAV, in virtù del fatto che l'asse visivo è spostato nasalmente di 5°) [1].



La *distanza interpupillare* (nota come DP o dI) può essere definita come la distanza esistente tra i centri pupillari dei due occhi. (Quando il soggetto guarda all'infinito, la dI rappresenta la distanza tra i due assi pupillari).

Nella popolazione caucasica, i dati riportati da più autori indicano un valore medio per l'uomo di 65mm, ed un valore medio per le donne di 61-62mm. Per le popolazioni nere invece i dati sono maggiori rispetto ai precedenti.

Relativamente alla distanza interpupillare monoculare, in letteratura viene riportata un'assimetria nell'89-90% dei pazienti, con una differenza massima di 5mm e che solitamente è maggiore per la  $dIM_{OD}$  [1].

Per misurare la dI è necessario individuare il *centro di ciascuna pupilla*. Tale compito non sempre è facile da realizzare, in particolare in presenza di pupille con forma irregolare o iridi scure [1].

Per tali ragioni è possibile scegliere di misurare la distanza interpupillare prendendo come riferimento altri punti più facilmente localizzabili come i *margini pupillari*, oppure i *margini limbari* (nel caso di iridi scure) oppure la *distanza tra il canto interno di un occhio e il canto esterno dell'occhio controlaterale* (nel caso di pazienti che non collaborano o affetti da strabismo) [1].

## 1.7 Rilevamento della distanza interpupillare

La *distanza interpupillare per lontano* può essere rilevata attraverso metodi oggettivi e soggettivi.

I metodi soggettivi principali sono:

- **Metodo del foro stenopeico**
- **Metodo di Emsley e metodo di Obstfeld**

I metodi oggettivi principali sono:

- **Righelli**

Rappresentano lo strumento più comune e disponibile in un negozio ottico.

Generalmente sono tutti provvisti di una scala millimetrata posta sulla parte superiore che va da 0 fino a 14-17cm.

La versione più interessante è quella che presenta un appoggio nasale e due scale (una a destra e l'altra a sinistra) che permettono il rilevamento delle distanze interpupillari monoculari rispetto alla radice nasale; in questo modo è possibile fare una stima più comoda e corretta.

I righelli hanno il pregio di essere pratici ed economici, però non sempre garantiscono una misurazione precisa (soprattutto quelli dotati di scala millimetrata unica) [1].

- **Metodo Eye-to-Eye (o di Viktorin)**

Il metodo Eye-to-Eye, altrimenti noto come metodo di Viktorin (dal nome dell'ottico tedesco che lo descrisse per la prima volta all'inizio del 900) rappresenta un sistema pratico e attendibile per la misura della dI, attraverso l'impiego di un semplice righello [1].

La procedura da applicare per il rilevamento è la seguente:

1. Esaminatore chiude l'occhio destro e invita il soggetto a guardare, con entrambi gli occhi aperti, il suo sinistro rimasto aperto.
2. Successivamente, l'esaminatore antepone davanti al paziente (in prossimità del piano degli occhiali) un righello, in modo tale da avere lo zero della scala millimetrata in corrispondenza del centro pupillare dell'occhio.
3. Dopo aver sistemato il righello, l'esaminatore chiuderà l'occhio sinistro e aprirà il destro, evitando il paziente a spostare lo sguardo verso quest'ultimo (senza ruotare la testa)
4. Fatto questo, l'esaminatore valuterà dove è localizzato il centro pupillare dell'occhio sinistro del paziente rispetto alla scala millimetrata, ricavando così la distanza interpupillare.

Considerazioni sul metodo di Viktorin

- a. Prima di annotare il dato ottenuto è utile verificare la misura ripetendo le operazioni appena illustrate.

- b. Invece di utilizzare il centro pupillare come riferimento per la misurazione, si possono utilizzare altri riferimenti come ad es. il margine pupillare o il margine irideo.
- c. Il metodo di Viktorin consente di misurare non solo la dI ma anche la dAV. Per misurare la dAV la procedura da ripetere è la stessa. L'unica differenza è che, in questo caso, l'esaminatore tiene in mano una mira luminosa, prima sotto l'occhio sinistro e poi sotto il destro; poi, invece di andare a rilevare la posizione del centro pupillare, si rileva la posizione del riflesso corneale.

- **Interpupillometri**

Si distinguono interpupillometri a distanza fissa e variabile.

Quelli a distanza fissa utilizzano un dispositivo telescopico attraverso il quale le radiazioni provenienti da un oggetto osservato dal paziente, gli arrivano parallele. Sul fuoco della lente collimatrice è posto un diaframma forato attraverso il quale l'esaminatore osserva l'occhio del paziente. Abbinato al telescopio vi è un sistema di misura costituito da una scala millimetrata, oltre alla presenza di un occlusore che può essere posto alternativamente davanti agli occhi del paziente [1].

Quelli a distanza variabile sono basati sullo stesso principio di quelli precedenti. Inoltre, sono provvisti di un dispositivo elettronico - digitale per il rilevamento e la lettura delle misure e di altri accorgimenti come la *lente di collimazione* e la *mira di fissazione luminosa*.

L'esaminatore, osservando all'interno dello strumento, potrà vedere alternativamente gli occhi del paziente. Grazie alla presenza di due cursori, localizzati nella parte superiore dello strumento, regolerà la posizione di due sottili linee verticali, ponendole in corrispondenza del riflesso presente su ciascuna cornea. Una volta raggiunto l'allineamento, andrà a leggere sul display il valore della distanza interpupillare totale e di quella monoculare [1].

Per quanto riguarda la distanza interpupillare per vicino, essa è mediamente inferiore di 4mm rispetto a quella per lontano. Pertanto, il valore di tale distanza è ricavato sulla base del dato per lontano piuttosto che misurata direttamente sul paziente.

# ***CAPITOLO 2***

## ***La condizione visiva***

### **2.1 Centrazione delle lenti oftalmiche nelle ametropie**

La realizzazione del centraggio oftalmico deve tenere conto di numerosi fattori, tra i quali la condizione ametropica del soggetto.

A tal proposito è utile fare delle considerazioni sulle principali condizioni ametropiche di miopia e ipermetropia in assenza di anomalie della visione binoculare:

- *Miopia*

Il soggetto miope necessita, in genere, di un occhiale per la visione a distanza, ma non a permanenza. In tal caso risulta conveniente centrare le lenti per il lontano; ciò significa che i centri ottici delle lenti verranno posizionati a una distanza pari alla distanza interpupillare per il lontano ( $d_{CO} = d_{I_L}$ ). Chiaramente, se il soggetto guarda da vicino, e non toglie l'occhiale, come dovrebbe, visto che il miope da vicino vede bene, si verranno a creare degli effetti prismatici a base interna, che possono essere compensati dalle riserve fusionali nel caso di miopie di bassa entità. Nel caso, invece, di miopie elevate (maggiori di -10D) l'effetto prismatico a BI può essere accettato in presenza di una esoforia significativa, mentre andrebbe a peggiorare la situazione in presenza di esoforia.

- *Ipermetropia*

L'ipermetrope, invece, a seconda dell'entità dell'errore refrattivo può utilizzare un occhiale a permanenza oppure un occhiale di cui servirsi in particolare per le attività che richiedono un impegno visivo prossimale.

Nel primo caso risulta conveniente centrare le lenti per il lontano o, ancor meglio in una posizione intermedia tra la centratura per lontano e per il vicino, mentre nel secondo caso conviene centrare le lenti per il vicino, quindi si andranno a posizionare i centri ottici a una distanza pari alla distanza interpupillare per il vicino, o, eventualmente, in una posizione intermedia tra la centratura per il lontano e per il vicino.

## 2.2 Centrazione delle lenti oftalmiche nelle ametropie associate ad anomalie binoculari

La realizzazione di una corretta centrazione, però, parte dall'analisi della condizione binoculare del soggetto portatore di occhiali, la quale può presentarsi anche associata alle diverse ametropie [1].

Alla luce di quanto detto sopra risulta evidente che un portatore di occhiali correttivi dovrà subire, inevitabilmente, alcuni effetti prismatici la cui incidenza sul comfort visivo sarà direttamente proporzionale ai seguenti fattori:

- *Entità della correzione*
- *Entità dell'eventuale differenza di correzione tra i due occhi*
- *Capacità di adattamento da parte del sistema visivo*

Tutte le volte che si verifica un effetto prismatico, l'immagine sulla retina è spostata rispetto alla fovea di una entità proporzionale. Di conseguenza, per poter mantenere la visione singola, l'occhio nel quale si verifica lo spostamento dovrà compiere un movimento di compensazione in modo tale da riportare l'immagine sulla fovea e quindi permettere la fusione [1].

I movimenti che gli occhi compiono per compensare uno spostamento dell'immagine sulla retina sono chiamati *vergenze fusionali*.

Nel caso in cui lo spostamento dell'immagine richieda l'intervento di una vergenza fusionale al limite della sua ampiezza ci sarà un affaticamento per il sistema visivo che si manifesterà con la comparsa di astenopia e/o diplopia. Nel caso poi lo spostamento sia superiore alla vergenza disponibile, la compensazione non sarà possibile e quindi subentrerà la diplopia [1]. Sebbene i valori delle vergenze fusionali riportati in letteratura differiscano leggermente tra gli autori (i dati medi indicano un valore di 20dp per la convergenza fino al punto di rottura e 9dp fino al punto di annebbiamento; 8dp per la divergenza; 2-3dp per le vergenze verticali) tutti quanti confermano una maggiore ampiezza dal lato temporale rispetto a quello nasale e un'ampiezza piuttosto ridotta verticalmente. Questa è la ragione per cui gli effetti prismatici verticali causano disturbi maggiori rispetto a quelli orizzontali, al punto di rendere intollerabile l'uso dell'occhiale [1].

Per molti anni è stata seguita la regola indicata da Emsley (1936) secondo la quale l'effetto prismatico differenziale verticale non doveva essere superiore a 1dp. Secondo le indicazioni più recenti di M.Jalie (1999) tale valore può raggiungere le 2dp. In Italia i valori di riferimento sono più bassi: 0,25dp per il singolo occhio e 0,50dp come differenziale tra un occhio e l'altro [1].

I soggetti che più facilmente potranno lamentare difficoltà sono:

### **1) soggetti che presentano anomalie della visione binoculare combinate ad ametropie**

Tra questi vanno menzionati:

- *Ipermetropi con insufficienza di convergenza*

Tali soggetti sono quelli che, probabilmente, andranno incontro con maggiore frequenza alle suddette problematiche [1].

L'insufficienza di convergenza è una disfunzione binoculare caratterizzata da un'elevata exoforia da vicino, ortoforia o bassa exoforia da lontano, punto prossimo di convergenza anomalo rispetto a REVIP, vergenze fusionali positive basse da vicino e rapporto AC/A basso [8].

Se un occhiale positivo centrato per lontano quando il soggetto passa dalla visione per lontano a quella per vicino si viene a creare un effetto prismatico a base esterna. Pertanto, il soggetto, per poter riportare l'immagine sulla fovea (e quindi permettere la fusione), è costretto a ruotare gli occhi verso l'interno (cioè è costretto a convergere). In questo caso, però, il soggetto fa fatica a convergere a causa dell'insufficienza di convergenza (infatti le vergenze negative sono basse); pertanto potrebbe non riuscire a compensare il prisma a base esterna, con conseguente manifestazione di sintomi astenopici e diplopia.

Una possibile soluzione al problema potrebbe essere quella di correggere la exoforia; per fare ciò si potrebbe creare un effetto prismatico a BI, tramite una diminuzione della distanza di centraggio degli occhiali; cioè, anziché centrare l'occhiale da lontano, conviene posizionare i centri ottici in modo tale che la distanza tra essi sia inferiore della distanza interpupillare da vicino ( $dCO < dI_V$ ). In questo modo, quando il soggetto guarda da vicino si viene a creare un effetto prismatico a BI il quale corregge l'eccessiva exoforia del soggetto, consentendogli così di avere una visione ravvicinata confortevole. Chiaramente, il prisma a BI si crea anche

quando il soggetto guarda da lontano; se il soggetto dispone di sufficienti vergenze fusionali per compensare il prisma allora non si creano problemi e la visione dovrebbe essere confortevole anche da lontano.

Nel caso, invece, di un soggetto miope con insufficienza di convergenza si ha che quando guarda da vicino, pur non avendone necessità, si viene a creare un prisma a BI. Ora, se il valore di tale prisma è sufficiente per compensare la exo allora la distanza di centraggio viene fatta coincidere con la distanza interpupillare per lontano ( $dCO = dI_L$ ); in caso contrario si potrebbe collocare i centri ottici a una distanza maggiore ( $dCO > dI_L$ ).

- *Miopi con eccesso di convergenza*

L'eccesso di convergenza è una disfunzione binoculare caratterizzata da un'elevata esoforia da vicino, vergenze fusionali negative basse e AC/A alto [8].

Immaginando di avere un occhiale negativo centrato per lontano, quando il soggetto passa dalla visione per lontano a quella per vicino si viene a creare un effetto prismatico a BI. Pertanto, il soggetto, per riportare l'immagine sulla fovea è costretto a ruotare gli occhi verso l'esterno (cioè è costretto a divergere). In tal caso, però, essendo le vergenze fusionali negative basse, allora è probabile che tali vergenze non siano sufficienti per compensare l'effetto prismatico, con conseguente astenopia e/o diplopia.

Una possibile soluzione al problema potrebbe essere quella di correggere la eso; per fare ciò si potrebbe creare un effetto prismatico a base esterna, tramite una diminuzione della distanza di centraggio. Analogamente al caso precedente, si potrebbe pensare di collocare i centri ottici a una distanza inferiore alla  $dI_v$ .

Nel caso di un ipermetrope con eccesso di convergenza, succede che quando guarda da vicino si crea un effetto prismatico a BE. Se tale effetto prismatico è sufficiente a compensare la eso allora si fa coincidere la distanza di centraggio con la distanza interpupillare  $dCO = dI_L$ ; in caso contrario si fa aumentare la distanza di centraggio.

## **2) ametropie elevate**

Nel caso delle ametropie elevate i problemi si verificano soprattutto durante i movimenti di vergenza (passaggio dalla visione in distanza, a quella ravvicinata).

Anche in questo caso, si potrebbe pensare di introdurre dei decentramenti utili.

Ad esempio, nel caso di un miope medio - elevato che converge, si crea un effetto prismatico a base esterna, a seguito del quale intervengono le vergenze fusionali negative che solitamente hanno un'ampiezza limitata, quindi è possibile che non siano sufficiente a compensare il prisma. Una possibile soluzione è quella di centrare l'occhiale a una distanza intermedia anziché per lontano, esattamente come nel caso del miope con eccesso di convergenza.

## **2) anisometropi con differenza superiore a 0,75-1D**

In tali soggetti, il problema principale è rappresentato dall'effetto prismatico differenziale verticale, il quale può presentarsi sia nella visione a distanza (a causa dell'abbassamento del centro ottico che si effettua in rapporto all'inclinazione dell'angolo pantoscopico) sia nella visione ravvicinata (a causa dell'abbassamento dello sguardo con conseguente spostamento degli assi visivi rispetto al centro ottico della lente) [1].

Una soluzione al problema è data da una riduzione dell'angolo pantoscopico. Tale strategia consente di contenere l'abbassamento del centro ottico e di conseguenza l'entità dell'effetto prismatico [1].

### **2.3 Centrazione delle lenti oftalmiche nella presbiopia**

Il soggetto presbite necessita di una correzione per la visione ravvicinata, pertanto le lenti andranno generalmente centrate per il vicino in modo tale da avere  $dCO = dI_v$ .

Detto questo bisognerà poi individuare il tipo di attività prossimale che il soggetto svolge principalmente (es. lettura, video terminale, ecc.). A seconda del tipo di attività svolta la distanza interpupillare sarà diversa e quindi cambierà anche la distanza tra i centri ottici.

Ad es. un soggetto presbite che svolge principalmente un lavoro di ufficio davanti a un video terminale necessiterà di un centraggio differente rispetto a un sarto o rispetto ad altri soggetti che effettuano attività di lettura.

Poiché la correzione della presbiopia viene realizzata con differenti tipi di lenti (monofocali per vicino, bifocali, progressive) è ragionevole distinguere la centrazione in funzione del tipo di lente utilizzata [9]:



- *Monofocali per vicino*

Le lenti monofocali sono lenti caratterizzate da una singola zona a potere costante, e vengono generalmente utilizzate per quei soggetti presbinti non ametropi.

Il centraggio orizzontale di una lente monofocale per vicino dipende dalla geometria della lente. Nel caso di una **geometria tradizionale sferica**, l'occhiale viene generalmente centrato per vicino ( $dCO = dI_V$ ). Nel caso, invece, di **geometrie asferiche** conviene, invece, centrare le lenti per lontano ( $dCO = dI_L$ ) e ruotare la lente verso l'esterno rispetto al piano della montatura [1].

Il motivo per cui la lente viene ruotata è che: se la lente venisse semplicemente centrata per lontano senza nessuna rotazione, allora accade che, quando il soggetto guarda da vicino, l'asse ottico non passerebbe per il centro di rotazione dell'occhio, con conseguente diminuzione della performance ottica.

Bisogna comunque precisare che tale centraggio per lontano è conveniente eseguirlo in assenza di anomalie binoculari. Infatti, se la lente è positiva, quando il soggetto guarda da vicino si viene a creare un effetto prismatico a base esterna, il che può essere problematico nei soggetti con insufficienza di convergenza. In presenza di questi disturbi binoculari è conveniente centrare l'occhiale per vicino senza nessuna rotazione della lente.

Per quanto riguarda invece il centraggio verticale bisogna distinguere il tipo di porto dell'occhiale. Nel caso di un **occhiale a permanenza**<sup>2</sup> vale il criterio secondo cui il centro ottico deve essere abbassato in funzione dell'angolo pantoscopico. Così facendo, l'idea potrebbe essere quella di inclinare la lente in modo tale che il centro ottico si verrebbe a trovare a metà strada tra il punto di visione per lontano e il punto di visione per il vicino, e quindi verticalmente l'occhiale non risulterebbe centrato nè per lontano nè per vicino [1].

Nel caso, invece, di un **occhiale usato solo per vicino** il centraggio verticale dipende dal tipo di montatura scelta:

- se ad es. si considera un *occhiale tradizionale* (con appoggio alla radice del naso) allora è opportuno abbassare il CO di alcuni millimetri rispetto alla metà dell'altezza verticale dell'anello. Questa accortezza è utile nel caso in cui è presente una foria verticale che, in presenza di un effetto prismatico, potrebbe aumentare e quindi potrebbe essere mal compensata oppure non compensata dalle vergenze fusionali, con conseguente riduzione del comfort [1].

---

<sup>2</sup> Col termine occhiale a permanenza si fa riferimento ad un occhiale che viene portato sia durante la visione da lontano che durante la visione ravvicinata

- nel caso di un *mezzo occhiale* (altrimenti chiamato occhiale da lettura), il CO può essere posizionato a metà dell'altezza dell'anello, essendo la calzata di tale montatura più bassa rispetto alla radice del naso [1].

- *Bifocali e trifocali*

Sono lenti caratterizzate da più zone a potere differente (bifocali due zone, trifocali tre zone) [1]. Venivano utilizzate per la compensazione della presbiopia in quei soggetti che presentano ametropie (ipermetropia, miopia), anche se ormai il loro uso è stato quasi del tutto messo da parte, in favore delle più vantaggiose lenti progressive. Nel 2009 la vendita delle lenti progressive ha superato del 10% quella delle bifocali e trifocali [10].

Le **lenti bifocali** sono caratterizzate dalla presenza di due poteri e quindi di due centri ottici distinti, uno per lontano e l'altro per vicino [1]. Il centraggio ideale di questi lenti dovrebbe garantire all'asse visivo di passare per il  $CO_L$  durante la visione all'infinito e per il  $CO_V$  durante la visione ravvicinata. In realtà tale condizione è difficile da realizzare con le lenti bifocali standardizzate che offre il mercato, pertanto si dovrà scegliere se favorire la visione da lontano, a scapito di quella da vicino o viceversa [1].

Il **centraggio orizzontale** delle lenti bifocali si esegue sempre per lontano; così facendo la distanza tra i centri ottici per lontano ( $dCO_L$ ) coincide con la distanza interpupillare per lontano ( $dI_L$ ). Questo tipo di centraggio garantisce una visione soddisfacente e confortevole da lontano, a discapito però della visione da vicino che risulta meno precisa, creando possibili problematiche in quei soggetti nei quali l'equilibrio binoculare è fragile [1].

Il **centraggio verticale** della lente bifocale, si basa invece sul posizionamento del segmento bifocale. Generalmente, il margine superiore del segmento bifocale di una lente del tipo disco 3/4 può assumere tre posizioni sul piano verticale:

- 1) *posizione tradizionale*

il margine del segmento è tangente al margine inferiore dell'iride. Tale posizione è indicata per coloro che usano l'occhiale sia per lontano che per vicino.

### 2) *posizione alta*

il margine del segmento bifocale è più in alto rispetto al margine inferiore dell'iride, in particolare si trova a metà strada tra questo e il margine pupillare. Tale posizione è indicata per quei soggetti che usano l'occhiale bifocale prevalentemente da vicino e nei bambini.

### 3) *posizione bassa*

il margine del segmento è più in basso rispetto alla posizione tradizionale. Tale indicazione è consigliata per coloro che usano l'occhiale prevalentemente per lontano, e solo occasionalmente per la visione ravvicinata.

Le **lenti trifocali** sono caratterizzate dalla presenza di tre zone a diverso potere, quindi rispetto alle bifocali hanno un segmento per vicino che è costituito da due zone con potere differente, delle quali la parte più ampia è riservata alla visione da vicino mentre quella restante è destinata alla visione a distanza intermedia [1].

Per il centraggio orizzontale valgono le stesse considerazioni fatte per le lenti bifocali.

Il centraggio verticale, invece, differisce leggermente poiché essendo la zona di potere intermedio posta nella parte alta del segmento, il margine superiore va messo in corrispondenza o appena sotto il bordo inferiore della pupilla. Tale soluzione è da preferire in modo da evitare problemi in condizioni di bassa illuminazione causati dalla midriasi pupillare [1].

- *Progressive*

Le lenti progressive rappresentano la naturale evoluzione delle lenti bifocali e trifocali. Si tratta di una lente che, sfruttando le diverse posizioni assunte dagli assi visivi nel passaggio dalla visione per lontano a quella per vicino, permette una percezione distinta degli oggetti posti in varie zone dello spazio [9].

La lente progressiva non ha linee visibili di demarcazione tra le varie zone di visione e la potenza varia con continuità nel passaggio dal lontano al vicino [1].

Analogamente a quanto detto per le lenti bifocali, anche in questo caso il **centraggio orizzontale** va rigorosamente effettuato per lontano, in modo da avere i centri ottici relativi alla zona per il lontano ( $CO_L$ ) in corrispondenza delle  $dI_L$ .

**Il centraggio verticale**, invece, dipenderà dal tipo di ametropia e dalla sua entità:

- nel caso di deboli ametropi (potere da lontano compreso tra -4D e +3D) è conveniente abbassare i CO di 2mm rispetto ai centri pupillari, in modo da avere la croce di centratura al di sotto dell'asse di sguardo. Così facendo, si garantisce al soggetto una perfetta visione primaria senza allontanare troppo la zona per vicino;
- nel caso di miopi medio-elevati (potere da lontano maggiore di -4D) è conveniente abbassare i CO di 3/4 mm rispetto ai centri pupillari, in modo da avere sempre la croce di centratura al di sotto dell'asse di sguardo; inoltre, l'effetto prismatico a base alta che si viene a creare porta lo sguardo verso il basso. Tale soluzione fornisce al soggetto una perfetta visione primaria da lontano, e anche da vicino grazie alla presenza del prisma.
- nel caso di ipermetropi (potere lontano maggiore di +4D), invece, i CO conviene posizionarli in corrispondenza dei centri pupillari. In questo caso, l'asse di sguardo si trova realmente in corrispondenza della croce di centratura; tuttavia, la presenza del prisma di alleggerimento sposta l'asse di sguardo al di sopra della croce di centratura. Il risultato è quello di fornire al soggetto una perfetta visione primaria da lontano senza abbassare troppo la zona per vicino.

## 2.4 Centrazione delle lenti in condizioni atipiche

È doveroso considerare il modo più corretto di posizionare i centri ottici delle lenti, in quei soggetti che presentano posizioni anomale del capo (PAC).

Durante l'esame visivo, l'anamnesi e l'osservazione dell'utente consentono di cogliere numerosi compensi posturali effettuati automaticamente dal sistema nervoso centrale per adattarsi alle conseguenze di un trauma, di una disfunzione oppure all'ambiente occupazionale. Tali compensi inducono asimmetrie posturali sia in postura statica che in attività dinamica, provocando continue interferenze con l'espressione della funzione visiva e di altre funzioni dinamiche. Tra i diversi adattamenti posturali di interesse visivo c'è la *posizione anomala del capo* (PAC) che si presenta frequentemente nella pratica clinica e che ha un evidente impatto sulla funzione visiva oltreché sulla centratura delle lenti oftalmiche e sulla scelta della geometria più appropriata [13].

La PAC interferisce con le regole di centratura classiche delle lenti oftalmiche.

I centri ottici delle lenti dovrebbero essere posizionati in funzione dell'orientamento eziologico della PAC e controllando che la scelta adottata non alteri il quadro visivo e posturale.

In caso di **lenti monofocali sferiche** conviene collocare i centri ottici in corrispondenza dei centri pupillari del soggetto mantenendo la PAC assunta. Per quanto riguarda il centraggio orizzontale è preferibile misurare la dI tramite il metodo Viktorin o la video centratura, evitando l'interpupillometro in quanto non consente l'assunzione della postura abituale. In caso di monofocali a geometria asferica si abbassano i centri ottici in funzione dell'angolo pantoscopico della montatura [13].

In caso di **lenti progressive**, il tipo di centratura da eseguire dipende dalla tipologia di PAC assunta dal soggetto. L'esaminatore deve anche assicurarsi che la PAC sia mantenuta anche nello sguardo da vicino utilizzando un ottotipo stampato su pellicola lucida in modo tale da osservare l'atteggiamento posturale in attività prossimale [13].

I soggetti *monocoli* o con problematiche di *asimmetria facciale* e *orbitaria* necessitano di specifiche attenzioni, non solo per quanto riguarda la centratura delle lenti ma anche per la scelta della montatura.

Nel caso di asimmetrie facciali e orbitarie è conveniente prediligere centraggi che siano in grado di garantire al portatore il massimo confort con il miglior visus. In particolare, la centratura dovrebbe rispettare la differenza di altezza tra i due occhi, pertanto l'altezza tra i due centri ottici risulterà differente.

I soggetti monocoli non posizionano il capo in posizioni usuali ma tendono a orientare lo sguardo verso l'occhio sano, per cui in questi casi potrebbe essere utile prescrivere un potere prismatico tramite decentramento della lente, in modo tale da rendere più favorevole la prestazione visiva [15].

Nei soggetti *anisometropi* la correzione ottica non è della stessa entità in entrambi gli occhi.

L'anisometropia accompagna tutti i vizi refrattivi, ma è particolarmente presente nelle miopie elevate [7].

L'anisometropia è caratterizzata da *aniseiconia* e *anisoforia ottica*.

Il termine anisoforia significa letteralmente eteroforia la cui entità varia al variare della direzione di sguardo. In realtà, quando si parla di anisoforia si fa riferimento alla **differenza di effetto prismatico che si viene a creare tra i due occhi a causa di una correzione**

**anisometropica.** Quindi piuttosto che parlare di anisoforia sarebbe più corretto parlare di effetto prismatico differenziale o effetto anisoprismatico o anisoprisma [7].

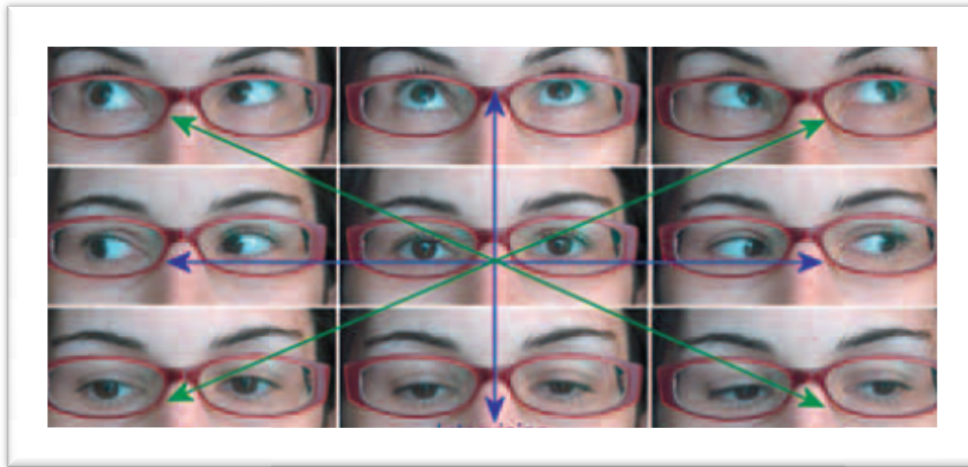
Si immagini di avere un soggetto che indossi degli occhiali aventi la seguente correzione: +5 D OD e +2 D OS. Se il soggetto ruota gli occhi verso l'alto in modo tale che i suoi assi visivi incontrano la lente 1 cm sopra il centro ottico allora si viene a creare un effetto prismatico pari 5dp BB nell'occhio dx e 2 dp BB nell'occhio sx (occhio dx ruota di 5 dp verso l'alto, mentre il sx ruota di 2 dp verso l'alto) . Tra i due occhi si viene a creare una differenza di effetto prismatico pari a **3 dp BB nell'occhio dx** oppure pari a **3 dp BA nell'occhio sx** (in altre parole tra i due occhi si viene a creare un angolo pari a 3 dp) [4].

In caso di anisometropia si viene a creare un effetto prismatico differenziale (anisoforia ottica) tutte le volte che il soggetto guarda attraverso porzioni di lente non coincidenti col centro ottico, quindi in tutte le posizioni di sguardo (vedi Fig. 6).

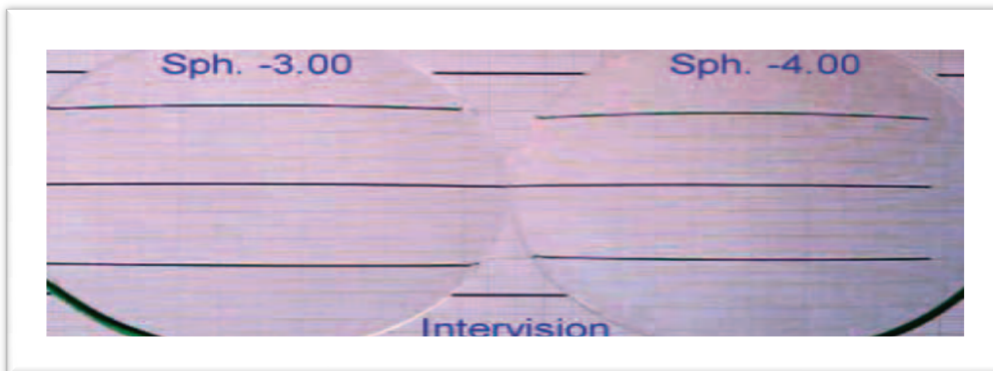
In questa condizione succede che il soggetto si trova costantemente costretto a compensare valori prismatici differenti (vedi Fig. 7). Tale compensazione può essere effettuata solo per via volontaria attraverso riflessi di natura psico-ottica quale il sistema della vergenza fusionale orizzontale, verticale e torsionale, con conseguente aumento del consumo energetico e quindi comparsa di possibili fenomeni astenopici durante le varie attività visive [7].

La compensazione di effetti prismatici differenti, oltre a creare dei sintomi di astenopia provoca delle *rotazioni differenziate dello sguardo*. Infatti, nell'occhio corretto con potere maggiore si avrà un effetto prismatico maggiore, pertanto l'immagine dell'oggetto subirà uno spostamento maggiore; di conseguenza tale occhio, per riportare l'immagine sulla fovea dovrà compiere una rotazione maggiore rispetto all'altro occhio.

È interessante osservare che gli anisometropi, per ridurre il fastidio indotto dall'effetto prismatico differenziale, utilizzano una porzione della lente ristretta, circostante al centro ottico. Questo fa sì che nella visione ravvicinata essi tendono ad assumere la caratteristica posizione di *mento al petto*, caratterizzata da un'inclinazione accentuata della testa che consente al soggetto di guardare da vicino senza dover abbassare gli occhi. Questo adattamento posturale può funzionare bene con le lenti monocali ma, nel momento in cui il soggetto diventa presbite ed è corretto con lenti bifocali o progressive, allora sarà necessario intervenire sulla compensazione degli effetti prismatici [1].



**Figura 6: posizioni di sguardo**



**Figura 7: La foto mostra l'effetto prismatico generato da due lenti di potere differente. Si noti che le linee nere dritte e parallele del foglio appaiono in posizioni diverse (le linee più deviate corrispondono alla lente di maggiore potere) Per osservare e vedere singole le linee dietro la lente, gli occhi devono assumere posizioni diverse.**

## *Capitolo 3*

# *Procedure di centraggio delle varie tipologie di lenti oftalmiche*

La realizzazione di un corretto centraggio oftalmico del sistema occhio-lente che risulti soddisfacente per il portatore deve tenere conto, come si è visto, di numerosi fattori, tra cui anche le varie tipologie di lenti oftalmiche (monofocali per lontano e vicino, progressive e prismatiche) pertanto non è possibile preconfezionare un'unica soluzione che sia valida per tutti [1].

Le lenti lavorate e inserite in una montatura, presentano due punti di riferimento importanti:

- il centro ottico (**CO**), punto della lente in cui i raggi luminosi non subiscono nessuna deviazione, e quindi punto in cui non ci sono effetti prismatici
- il punto di centraggio (**PC**), punto della lente in cui passa l'asse visivo del portatore

La distanza esistente tra i due **CO** è detta *distanza centri ottici (dCO)*, mentre quella che separa i due **PC** è detta *distanza di centraggio (dC)*.

In un occhiale privo di effetti prismatici prescritti o indotti per errore si ha che **CO e PC sono corrispondenti**, inoltre si ha che la **dCO è corrispondente alla dC (oltreché alla dI)** (vedi Fig.8).

Nella Fig.9, invece, si può osservare come nell'occhio sinistro non ci sono effetti prismatici, in quanto CO e PC corrispondono, mentre nel destro, dove tale corrispondenza manca è presente un effetto prismatico con base esterna.

È interessante osservare che, qualora controllando un occhiale già confezionato si rilevi una dCO differente dalla dI, non è possibile definire con certezza se l'effetto prismatico è voluto oppure se è il frutto di un errore (a meno che non sia specificato nella prescrizione) [1].



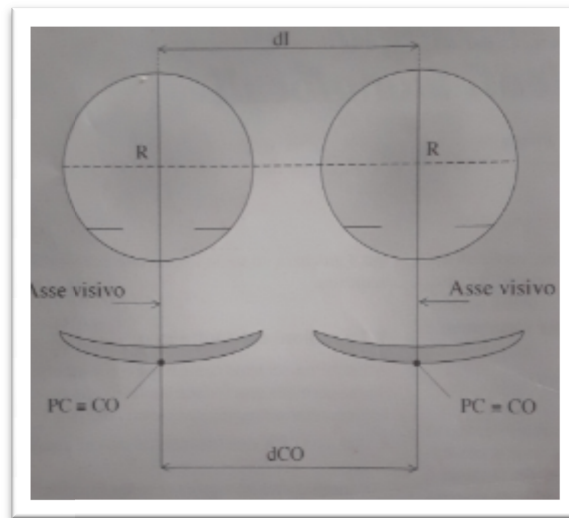


Figura 8

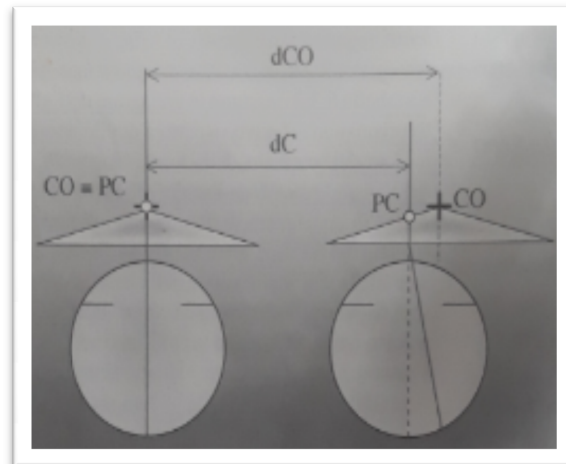


Figura 9

### 3.1 Centraggio di lenti monofocali per lontano

Dal punto di vista pratico, il centraggio di un occhiale monofocale consiste nel decidere in quale punto posizionare i centri ottici delle lenti. Nel caso in cui la prescrizione non preveda dei decentramenti prismatici allora i **centri ottici vengono posizionati in modo tale da essere coincidenti con i centri pupillari del soggetto, cioè in modo tale da avere  $dCO = dI$** . Ciò che l'esaminatore dovrà fare è ricavare le coordinate orizzontale (x) e verticale (y) del centro ottico, misurate rispettivamente rispetto al bordo nasale e inferiore della montatura.

Il centraggio di un occhiale monofocale per lontano può essere schematizzato nel seguente modo:

- *Centraggio orizzontale*

L'esaminatore procede con la misurazione delle due distanze interpupillari monoculari (lontano) destra e sinistra ( $dI_{OD}$  e  $dI_{OS}$ ). Se la prescrizione non prevede dei decentramenti prismatici per lontano allora i centri ottici vengono posizionati in modo tale da coincidere con tali distanze. Pertanto, le coordinate orizzontali dei due centri ottici sono:  $x_D = dI_{OD}$ ,  $x_S = dI_{OS}$ .

- *Centraggio verticale*

Per quanto riguarda invece le coordinate verticali, l'esaminatore fa indossare al soggetto la montatura con le lenti di presentazione, chiedendogli di osservare un oggetto posto in lontananza. L'esaminatore si pone davanti al soggetto e con un pennarello segna la posizione dei centri pupillari sulle lenti. Fatto questo, utilizzando un righello, procede con la misurazione delle altezze dei due centri pupillari ( $h_{OD}$  e  $h_{OS}$ ) rispetto al bordo inferiore e interno della montatura. I valori di tali altezze forniscono la posizione verticale dei due centri ottici:  $y_D = h_{OD}$ ,  $y_S = h_{OS}$ .

È interessante fare alcune considerazioni sul posizionamento verticale del centro ottico.

Nello schema precedente, si è detto che il centro ottico viene posizionato, verticalmente, in corrispondenza del centro pupillare. Tuttavia, oggi così come in passato, si possono seguire differenti indicazioni relativamente a tale posizionamento; quindi anziché posizionarlo in corrispondenza del centro pupillare lo si posiziona più in basso di 1-2 millimetri.

Per effetto dell'**angolo pantoscopico**: osservando di profilo un soggetto che calza una montatura si nota che il piano frontale della montatura (cioè il piano della lente) è inclinato rispetto al piano facciale del soggetto di un valore che generalmente è compreso tra i 5 e i 15

gradi. L'angolo che si forma tra la linea verticale e il piano del frontale prende il nome di *angolo pantoscopico* [1].

Nel momento in cui l'ottico decide di creare tale inclinazione succede che l'asse ottico della lente non passa più attraverso il centro di rotazione dell'occhio, con conseguente perdita di qualità dell'immagine retinica. Per evitare questo è necessario abbassare il centro ottico di una certa quantità; **in particolare il centro ottico della lente dovrebbe abbassarsi di circa 0,5mm per ogni grado di inclinazione**, con una variazione compresa tra i 2,4mm per 5° di inclinazione e i 7,2 mm quando l'angolo è di 15° (vedi tabella 1) [1]. Seguendo tale procedura, la coordinata  $y$  del centro ottico si ottiene sottraendo l'entità dell'abbassamento all'altezza dei centri pupillari rispetto al bordo inferiore della montatura,  $y_D = h_{OD} - \text{ABBASSAMENTO CO}$ .

È interessante osservare che l'abbassamento del CO è una procedura che può essere conveniente per le lenti a geometria sferica ma non essenziale, in quanto gli effetti negativi del non abbassamento sono contenuti. Diverso è invece il discorso per le lenti a geometria asferica: in questo caso l'abbassamento del centro ottico deve rigorosamente essere eseguito, poiché un mancato abbassamento porterebbe a un deterioramento della qualità dell'immagine retinica molto fastidioso [1].

Va comunque sottolineato il fatto che nei seguenti casi non è conveniente abbassare i centri ottici rispetto ai centri pupillari:

- **Soggetti con scarse vergenze fusionali**

L'abbassamento del centro ottico rispetto al centro pupillare determina la comparsa di un effetto prismatico verticale, il quale non può essere compensato a causa delle scarse vergenze

- **Correzione elevata**

Anche in questo caso l'abbassamento del centro ottico crea un effetto prismatico verticale. Essendo il potere della lente elevato, l'effetto sarà di elevata entità, e quindi potrebbe ridurre il comfort visivo oppure potrebbe non essere compensato

- **Soggetti miopi medio - elevati**

In questo caso, un abbassamento del centro ottico creerebbe un enorme rimpicciolimento dell'immagine retinica, non solo in conseguenza del fatto che le lenti sono negative ma anche a causa dell'effetto prismatico a base alta che si verrebbe a creare

- **Anisometropia**

Nei soggetti anisotropi l'abbassamento del centro ottico causa un effetto prismatico differenziale verticale tra i due occhi, con conseguente diminuzione del comfort visivo.

L'influenza dell'angolo pantoscopico sul centraggio verticale è emersa con l'impiego sempre più frequente di lenti a geometria asferica, le quali per garantire una performance ottica adeguata necessitano di un centraggio in cui l'asse della lente passa attraverso il centro di rotazione dell'occhio [1].

Tabella 1: Centraggio verticale in funzione dell'angolo pantoscopico

ANGOLO PANTOSCOPICO	ABBASSAMENTO CENTRO OTTICO
2,5°	1,2 mm
5°	2,4 mm
7,5°	3,6 mm
10°	4,8 mm
12,5°	6,0 mm
15°	7,2 mm

### 3.2 Centraggio di lenti monofocali per vicino

Per quanto riguarda il centraggio delle lenti monofocali per vicino, la procedura da eseguire è analoga a quella delle monofocali per lontano. Come già discusso, questo tipo di centraggio deve tenere conto sia della geometria della lente (sferica, asferica) che il porto dell'occhiale (a permanenza, per vicino).

- *Centraggio orizzontale*

A seconda della geometria della lente l'esaminatore misurerà la  $dI$  per lontano oppure quella per vicino. Nel primo caso i CO saranno posizionati in corrispondenza della  $dI_L$ , mentre nel secondo in corrispondenza della  $dI_V$ .

- *Centraggio verticale*

Mentre il soggetto osserva un punto posto a distanza infinita, l'esaminatore va a segnare la posizione dei centri pupillari sulle lenti di presentazione, e poi a misurare l'altezza di tali centri. Quando una lente monofocale viene utilizzata per guardare da vicino, il soggetto deve abbassare lo sguardo verso il basso; di conseguenza il centro ottico dovrà essere abbassato rispetto alla posizione del centro pupillare per lontano. L'entità di tale abbassamento dipende dal tipo di porto (generalmente può oscillare tra i 5 e i 9 mm).

### 3.3 Centraggio di lenti progressive

Il centraggio manuale delle lenti progressive può essere schematizzato nel seguente modo:

- *Centraggio orizzontale*

Poiché tali lenti si centrano sempre per lontano allora il centri ottici relativi alla zona per lontano andranno sempre collocati in corrispondenza della  $dI_L$  [1].

- *Centraggio verticale*

Mentre il soggetto osserva un punto posto a distanza infinita, l'esaminatore va a segnare la posizione dei centri pupillari sulle lenti di presentazione, e poi a misurare le altezze di tali centri. La posizione verticale dei  $CO_L$  andrà eseguita in funzione del tipo di ametropia e della sua entità (vedi sez. 2.3).

La procedura suddetta non è l'unico modo con cui si centrano le lenti progressive. Esistono, infatti, in commercio diversi video-centratori automatizzati che sono in grado di rilevare tutte le misurazioni necessarie con una precisione nell'ordine del decimo di millimetro. È comunque fondamentale confrontare i risultati ottenuti col centratore con quelli ottenuti attraverso una centratura manuale [10].

Anche con le lenti progressive, così come per le bifocali, un centraggio ideale dovrebbe garantire all'asse visivo di passare per il  $CO_L$  durante la visione all'infinito e per il  $CO_V$  durante la visione ravvicinata. Purtroppo, tale condizione potrebbe non essere raggiunta a causa del fatto che la maggior parte delle lenti progressive offerte dal mercato presentano un *inset fisso* (2,5 mm circa, indipendentemente dal potere e dalla di del paziente). Se con l'inset fisso i centri per vicino risultassero decentrati allora si deve optare per una lente ad *inset*

*variabile* (compreso tra 2 e 4mm, calcolato in base al potere della lente ma non alla dI del soggetto, per la quale si fa riferimento un valore medio); in questo modo, la zona per vicino si centra in modo automatico [1].

### 3.4 Conclusioni

Il centraggio oftalmico rappresenta una procedura spesso sottovaluta o mal eseguita da molti operatori.

Un centraggio oftalmico non corretto induce degli effetti prismatici, con conseguente influenza sulla visione binoculare, in particolare in quei soggetti che presentano già di per sé una relativa fragilità binoculare.

Gli effetti prismatici che un occhiale può creare sono sostanzialmente legati a **errori di centratura** (generalmente compiuti dall'operatore) oppure **all'osservazione in zone della lente extra-assiali** (condizione inevitabile, non causata dall'operatore).

Gli errori di centratura sono caratterizzati dal fatto che i centri ottici delle lenti non cadono sul punto di centraggio ricercato, con conseguente presenza di effetti prismatico in posizione primaria di sguardo. Sul piano orizzontale gli errori possono nascere da misurazioni errate relative alla distanza interpupillare oppure alle altezze inaccurate. Ad esempio, la misurazione della dI può venire alterata da errori di parallasse dovuti a un'eccessiva differenza tra la dI del paziente e quella dell'esaminatore, da una distanza inappropriata tra l'esaminatore e il paziente, oppure da un posizionamento improprio del righello davanti al volto [16]. Gli errori relativi al piano verticale possono riguardare, invece, una errata misurazione dell'altezza del punto di centraggio oppure una mancata (o errata) considerazione dell'angolo pantoscopico.

Anche in assenza di errori di centratura, ovvero anche quando le lenti sono perfettamente centrate rispetto all'altezza e alla distanza tra gli assi visivi, gli occhi, durante i normali movimenti di versione e vergenza, sono liberi di muoversi dietro di esse, utilizzando zone extra-assiali caratterizzate dalla presenza di un effetto prismatico. In questi casi gli effetti prismatici sono inevitabili, tuttavia, generalmente non causano problematiche rilevanti poiché vengono compensati dalle vergenze fusionali del soggetto. Gli effetti prismatici extra-assiali possono creare qualche problematica nel caso di ametropie elevate o anisometropie; in questi casi sarà compito del professionista migliorare il comfort visivo, ad esempio attraverso la

scelta di montature più piccole, miglioramento delle vergenze fusionali, prescrizione di due occhiali, oppure inserimento di un prisma di compensazione.

Sebbene la centratura delle lenti sia teoricamente semplice da realizzare, all'atto pratico nasconde molteplici insidie. Infatti, aldilà di semplici errori di misurazione, potrebbero esserci delle scelte errate da parte dell'operatore. Il classico dubbio che ci si pone durante la fase di centratura è *se centrare l'occhiale per lontano oppure per vicino*.

La risposta a tale domande dipende da molteplici fattori: bisognerà tenere conto dell'ametropia del soggetto, di eventuali disfunzioni binoculari, della presbiopia, del tipo di lente, della geometria della lente, di come il soggetto utilizza l'occhiale.

In virtù di questo, non è possibile preconfezionare una soluzione che sia universalmente valida per tutti i soggetti, pertanto bisognerà valutare di volta in volta la situazione che si presenta, cercando di trovare un compromesso che garantisca il miglior comfort visivo per il portatore di occhiali.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Rossetti A. *et al.*; *Lenti e occhiali*; Medical Books; 2003; pp 8, 26, 179, 579, 603, 611, 612, 616, 622, 637, 638, 639, 645, 646, 649, 650,653.
- [2] Ayesha A. **et al.**; *Effect of Spectacle Centration on Stereoacuity*; Journal of Rawalpindi Medical College; 2017; 21(2): 117-121.
- [3] Babitha V. *et al.*; *Predictors of Unwanted Prismatic Effect Among Bespectacled Symptomatic Ammetropes (Rrefractive Error Less Than 4D) With Displaced Optical Centre*; Delhi Journal of Ophthalmology; 2018; 28; 29-31.
- [4] Jalie M.; *The principles of Ophthalmic Lenses*; fourth edition; London 2017; pp 65,86
- [5] Rossetti A., Gheller P.; *Manuale di optometria e contattologia*; Zanichelli; seconda edizione; 2003; pp202,92.
- [6] Leonardi Andrea, *Dispense di Anatomofisiologia e fisiopatologia oculare con elementi di farmacologia.*
- [7] Giannelli L.; *Trattamento ottico dell'anisometropia*; b2eye magazine; 2008.
- [8] Scheiman M, Wick B; *Clinical management of binocular vision*; second edition; 2002; pp 226.
- [9] Vargellini F.; *Compensazione oftalmica della presbiopia (cap.7)*; Istituto Zaccagnini. ([www.vargellini.it/zaccagnini/download/privatisti%201&2/dispense%20esterne%20IBZ/7.%20LA%20COMPENSAZIONE%20OFTALMICA%20DELLA%20PRESBIOPIA.pdf](http://www.vargellini.it/zaccagnini/download/privatisti%201&2/dispense%20esterne%20IBZ/7.%20LA%20COMPENSAZIONE%20OFTALMICA%20DELLA%20PRESBIOPIA.pdf))
- [10] Rosset M.; *Il centraggio delle lenti progressive: confronto sperimentale tra metodi automatizzato e manuale*; Professional Optometry 44, Dicembre 2011.
- [11] Vargellini F.; *Lenti oftalmiche*; Istituto Zaccagnini. ([www.vargellini.it/zaccagnini/download/CLASSI%20PRIME/laboratorio%20e%20oftalmica/Lenti%20Oftalmiche.pdf](http://www.vargellini.it/zaccagnini/download/CLASSI%20PRIME/laboratorio%20e%20oftalmica/Lenti%20Oftalmiche.pdf))
- [12] Bucci M. G.; *Oftalmologia*; Società Editrice Universo; Roma 1993; pp 552.



- [13] Fanottoli Francesco.; *Torcicollo oculare: come effettuare la centratura delle lenti.*  
(<http://www.francescofanottoli.com/centratura-delle-lenti-in-soggetti-posizione-anomala-capo/>)
- [14] Reich Federica; tesi laurea: *Importanza dell'esatta esecuzione e montaggio della correzione ottica ai fini della visione; conseguenze e sperimentazione.*
- [15] Pintus S.; *Centratura delle lenti oftalmiche ad addizione progressiva con correzione prismatica*; Professional Optometry; Febbraio 2007.
- [16] VR Moodley et al.; *Induced prismatic effects due to poorly fitting spectacles frames*; The South African Optometrist; Novembre 2011.
- [17] Jimènez et al.; *Changes in stereoscopic depth perception caused by decentration of spectacles lenses*; Optometry Vision Science; 2000.
- [18] Fogt N., Jones R; *The effect of refractive lenses on perceived direction*; *Vision Research*; Novembre 1996.
- [19] Fry GA, Kent PR; *The effects of base in and base out prisms on stereoacuity*; Dicembre 1944.
- [20] West Constance E., Hunter David G., *Displacement of optical center in over – the-counter readers: a potential cause of diplopia*; Journal of AAPOS; Aprile 2014.
- [21] Du Toit R., Ramke J, Brian G.; *Tolerance to prism induced by readymade spectacles: setting and using standard*; American Journal Optometry; 2007.
- [22] SOPTI; *Qualità ottica dei premontati*; Optometry Vision Science; Aprile 2012.

