

Ottica delle lac

Dr. Fabrizio Zeri
zeri@fis.uniroma3.it

1. Le differenze ottiche tra lac e occhiali nell'ambito della clinica della visione
2. Le lac dal punto di vista ottico

Lac I 2008/2009

F.Zeri

- Effetti pratici delle differenze ottiche tra lac e occhiali legate alla posizione di correzione
- Considerazioni ottiche dell'interazione tra lac e occhio

Lac I 2008/2009

F.Zeri

- Apparenza estetica dell'occhio
- Campo di Visibilità e Campo Visivo
- Aberrazioni oblique
- Effetti prismatici (convergenza e anisometropia)
- Potere della lente
- Accomodazione
- Grandezza dell'immagine retinica

Lac I 2008/2009

F.Zeri

Campo di Visibilità e Campo Visivo

Campo di Visibilità (field of view): campo limitato dal mezzo ottico
Campo Visivo (field of vision): campo visibile da un occhio fermo in una certa posizione

Lac I 2008/2009 F.Zeri

Campo di Visibilità e Campo Visivo

Campo di Visibilità (field of view): campo limitato dal mezzo ottico
Campo Visivo (field of vision): campo visibile da un occhio fermo in una certa posizione

LAC
 -Campo di Visibilità uguale al campo di fissazione

OCCHIALI
 -Campo di visibilità limitato da d e dalla grandezza della montatura (effetto prismatico)
 -Differente tra miopi e ipermetropi. Il miope passando dagli occhiali alle lenti avrà una riduzione del campo di visibilità e dovrà quindi muovere gli occhi maggiormente per vedere lo stesso campo che vedeva con gli occhiali. Per l'ipermetrope si verifica il contrario.
 -Presenza di scotomi o visione doppia

Lac I 2008/2009 F.Zeri

Gli effetti prismatici

FOS FOD

Punto fissato

Convergenza richiesta

FOS FOD

Convergenza richiesta

FOS FOD

Effetti Prismatici

Convergenza

- Dipende da d
- Clinicamente rilevante oltre un certo potere
- Maggiore richiesta di convergenza da vicino per i miopi che passano alle lac dall'occhiale. Il contrario per gli ipermetropi.

O₁' O₁ Myope: base-in effect

O₂' O₂ Hypermetrope: base-out effect

O

Figure 5.4 Spectacles centred for distance vision give prismatic effects when the eyes converge.

Effetti Prismatici

Table 5.1 Comparison of convergence with spectacles and contact lenses

Spectacle refraction (D)	Convergence (Δ) at			
	0.33 metre from spectacle plane		0.25 metre from spectacle plane	
	Spectacles	Contact lenses	Spectacles	Contact lenses
-20	11.11	16.66	14.56	21.66
-15	12.11	16.66	15.87	21.66
-10	13.33	16.66	17.56	21.66
-5	14.80	16.66	19.31	21.66
0	16.66	16.66	21.66	21.66
+5	19.03	16.66	24.67	21.66
+10	22.19	16.66	28.63	21.66
+15	26.64	16.66	34.14	21.66

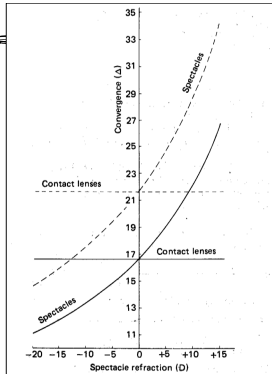
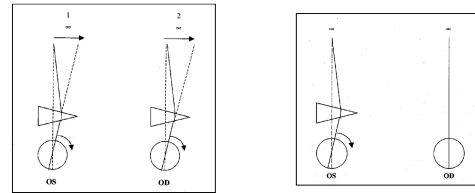


Figure 5.5 Convergence with spectacles and contact lenses. --- at 0.25 metre; — at 0.33 metre. (Compare this with Figure 5.8)

Effetti Prismatici

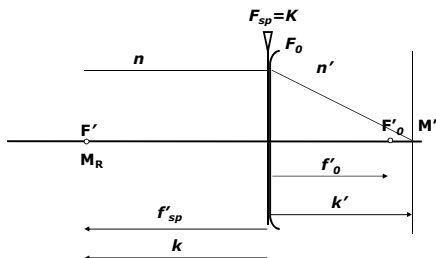
Anisometropia

- Dipende da d
- Clinicamente rilevante oltre un certo potere
- L'anisometropia crea effetti prismatici diversi durante le fissazioni extrassiali richiedendo movimenti binoculari asimmetrici.



Potere

- Dipende da d
- Clinicamente rilevante oltre un certo potere
- Minore potere per i miopi che passano dall'occhiale alle laci. Per gli ipermetropi è il contrario.
- Il fuoco della lente deve coincidere con il punto remoto dell'occhio.

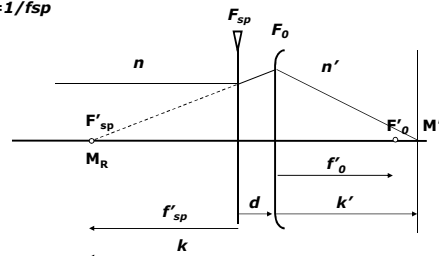


Potere

- MIOPIA corretta con occhiali**
 E' possibile correggere una miopia a distanza con una lente negativa di potere F_{sp} il cui secondo punto focale (F'_{sp}) coincide con il punto remoto dell'occhio M_R .

$$f'_{sp} = k + d$$

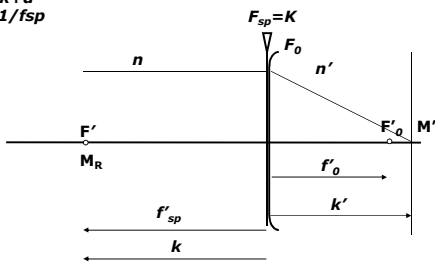
$$F_{sp} = 1 / f_{sp}$$



Potere

MIOPIA corretta con LAC

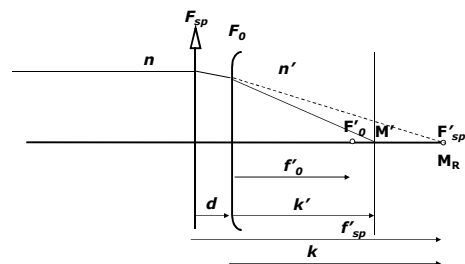
Nel caso in cui la lente venga posta esattamente sulla superficie ridotta (lente a contatto) il suo potere F_{sp} coinciderà con K e f_{sp} con k .
 $f'_{sp} = k + d$
 $F_{sp} = 1/f_{sp}$



La correzione dell'ametropia sferica

IPERMETROPIA corretta con occhiali

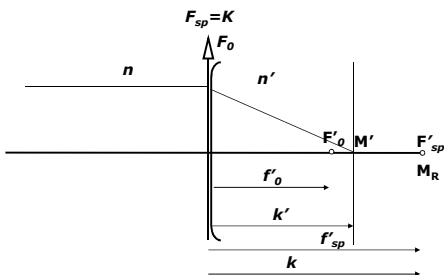
E' possibile correggere una ipermetropia a distanza con una lente positiva di potere F_{sp} il cui secondo punto focale (F'_{sp}) coincide con il punto remoto dell'occhio M_R .
 $f_{sp} = k + d$



La correzione dell'ametropia sferica

IPERMETROPIA corretta con lac

Nel caso in cui la lente venga posta esattamente sulla superficie ridotta (lente a contatto) il suo potere F_{sp} coinciderà con K e f_{sp} con k .
 $f_{sp} = k + d$

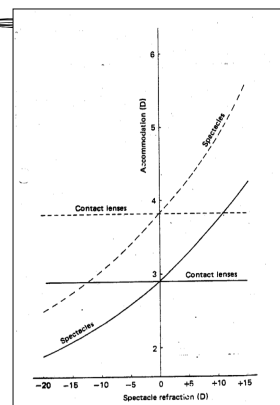


Accomodazione

- Dipende da d
- Clinicamente rilevante oltre un certo potere
- Maggiore richiesta accomodativa per vicino per i miopi che passano dall'occhiale alle lac. Per gli ipermetropi è il contrario.

Table 5.3 Comparison of accommodation with spectacles and contact lenses

Spectacle refraction (D)	Ocular accommodation (D) at			
	0.25 metre from spectacle plane		0.25 metre from spectacle plane	
	Spectacles	Contact lenses	Spectacles	Contact lenses
-20	1.89	2.90	2.50	3.82
-15	2.09	2.90	2.76	3.82
-10	2.32	2.90	3.06	3.82
-5	2.58	2.90	3.40	3.82
0	2.90	2.90	3.82	3.82
+5	3.27	2.90	4.31	3.82
+10	3.72	2.90	4.89	3.82
+15	4.25	2.90	5.61	3.82



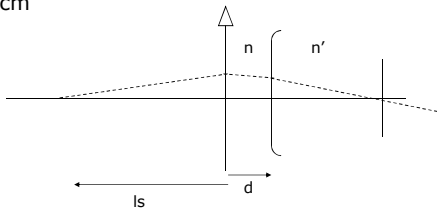
Accomodazione

ESEMPIO

$F_{sp} = +8.00D$

$d = 13mm$

$l_s = 33cm$



Accomodazione

ESEMPIO

$F_{sp} = +8.00D$

$d = 13mm$

$l_s = 33cm$

Accomodazione con lac

-0.333

-0.013

-0.346 → **-2.89D**

Accomodazione

Vergenza al piano corneale

-0.333m → -3.00D

+8.00D

0.20m ← +5.00D

-0.013m

-0.103m 5,34D

$F_{sp} = k + d$

Ipermetropia al Piano corneale

8.00D → +0.125m

+0.013m

8,92D ← 0.112m

Accomodazione con occhiale

$5,34 - (8.92) = -3,58D$

Accomodazione

Accomodazione con lac

-0.333

-0.013

-0.346 → **-2.89D**

Accomodazione con occhiale

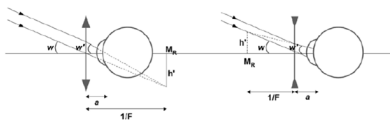
$5,34 - (8.92) = -3,58D$

Differenza = **+ 0.52D**

Grandezza dell'immagine retinica

• Un sistema correttivo posto ad una distanza a dal piano della pupilla d'entrata oculare modifica le dimensioni dell'immagine retinica di base.

• L'ingrandimento da correzione (I_{LO} ; conosciuto come spectacle magnification) è il rapporto tra la grandezza dell'immagine retinica con correzione ottica e in assenza di essa. $I_{LO} = 1 / 1 - (aF)$ (Bennett, 1985).

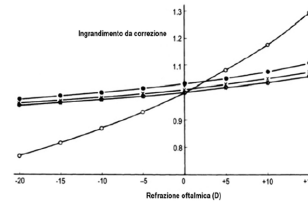


Grandezza dell'immagine retinica

• Le lenti positive aumentano l'ingrandimento, le negative lo diminuiscono.

• L'ingrandimento dipende dalla distanza della lente (a) e aumenta con l'aumentare di essa.

• La differenza d'ingrandimento tra lenti oftalmiche e lac è di circa 1,5% per diottria di potere delle lenti.

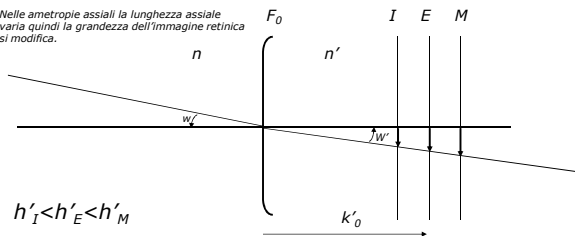


Grandezza dell'immagine retinica

• L'Ingrandimento Relativo (I_{LOR}) è il rapporto tra la grandezza dell'immagine retinica dell'occhio ametropo corretto e quella dell'immagine che si formerebbe nell'occhio emmetrope standard.

• L'ingrandimento dipende dal tipo di ametropia assiale o refrattiva.

Nelle ametropie assiali la lunghezza assiale varia quindi la grandezza dell'immagine retinica si modifica.



Considerazioni legate all'interazione lac occhio

- Menisco lacrimale
- Rapporto tra astigmatismo corneale e refrattivo

Menisco lacrimale

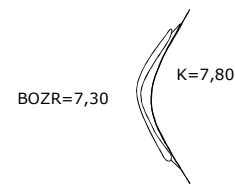
- Tra lente e cornea è presente uno sottile strato di lacrime.
- Quando una lente non si conforma alla superficie corneale (lac rigide) lo spazio che le lacrime riempiono forma una lente (menisco lacrimale o lente lacrimale)
- Il potere del menisco lacrimale si calcola come somma del potere del primo diottro ($r=BOZR$) e di quello del secondo diottro ($r=K$) visto che il suo spessore è trascurabile.
- Lac stretta ($BOZR < K$) menisco positivo; lac piatta ($BOZR > K$) menisco negativo
- Ogni variazione di 0.05mm del BOZR varia il potere lacrimale di 0.25D (approssimazione corretta per un BOZR tra 7,50 e 8,50mm)

Stretta

Piatta

Esercizio

Su una cornea sferica con $k=7,80\text{mm}$ viene applicata una lac rigida con BOZR di 7.30 mm. Calcola il potere del menisco lacrimale.



Il potere del menisco è di $7,80-7,30=0,50/0,05=10 \times 0,25=2,50 \text{ D}$

Menisco lacrimale

- Effetto del menisco lacrimale sull'astigmatismo corneale: la differenza di indice

ESEMPIO

$$n_{\text{lacrime}}=1.336$$

$$n_{\text{cornea}}=1.376$$

$$F=n'-n/r$$

$$F_{\text{lacrimale}}=1.336-1/r=0.336/r$$

$$F_{\text{cornea}}=1.376-1/r=0.376/r$$

$$F_{\text{lacrimale}}=F_{\text{cornea}}$$

$$0.336/r=0.376/r$$

$$0.336/0.376=0.89$$

Il potere lacrimale è lo 0.89% di quello corneale

Rapporto tra astigmatismo corneale e refrattivo

- Astigmatismo totale (refrattivo)= Astigmatismo corneale anteriore+Astigmatismo interno
- Tutto l'astigmatismo corneale è trasferito attraverso la lente alla sua superficie anteriore

Rapporto tra astigmatismo corneale e refrattivo

Cornea Sferica con refrazione sferica

$Rx = -3.00$ $Ko = Kv$

situazione ideale per l'applicazione di lac sia rigide che morbide

Cornea Sferica con refrazione astigmatica

$Rx = -2.00 - 1.50 90^\circ$ $Ko = Kv$

L'astigmatismo è interno, il risultato visivo sarà lo stesso con lac rigide e morbide sferiche. Serve un toro esterno

Rapporto tra astigmatismo corneale e refrattivo

Cornea astigmatica con refrazione astigmatica

$Rx = -2.00 - 1.50 180^\circ$ $Ko = 7.80$ $Kv = 7.50$

Tutto l'astigmatismo è corneale

Le lac rigide sferiche correggono il 90% dell'astigmatismo. Morbide solo toriche

Cornea Astigmatica con refrazione sferica

$Rx = -3.00$ $Ko = 7.80$ $Kv = 7.50$

Presenza di astigmatismo interno che neutralizza il corneale.

No rigide si morbide sferiche

L'esame del film lacrimale

Bibliografia

•Zeri F, Calossi A, Fossetti A, Rossetti A. Ottica Visuale. Editrice Universo Roma, 2012.

•Lupelli L, Fletcher R, Rossi A. "Contattologia. Una guida clinica. Medical Books 1998.

•Zeri F. "Ottica delle lac" In: a cura di Anto Rossetti "Lenti e occhiali" Medical Books; Palermo; 2003.