

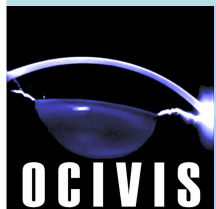


Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

VIII Reunión Nacional de Óptica.
Alicante, septiembre-06

Estudio y evaluación de la formación de imágenes en el ojo humano

Jorge Pérez Rodríguez



Departamento de Óptica
Universidad de Alicante

Grupo de Óptica y Ciencias de la Visión

Carlos Illueca

David Mas

Carmen Vázquez

Consuelo Hernández

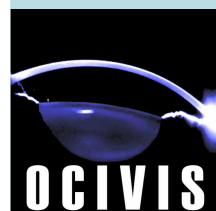
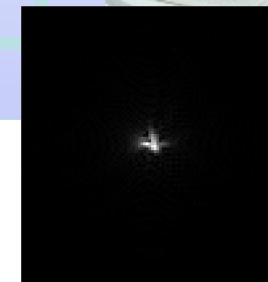
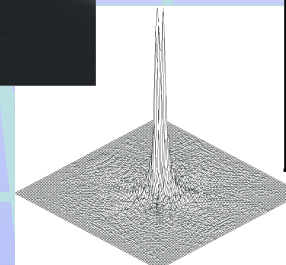
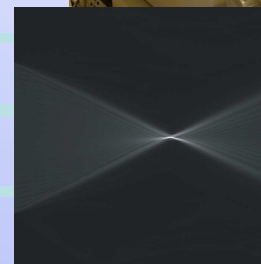
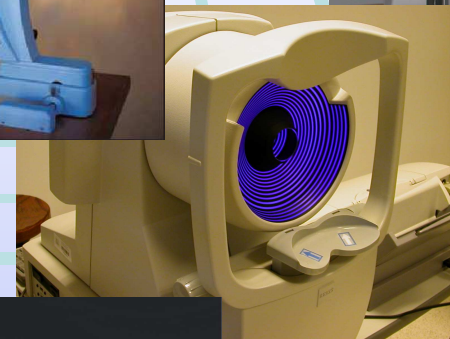
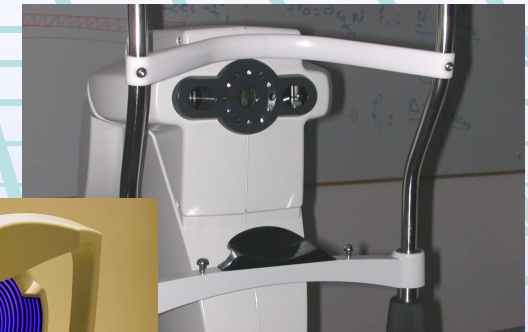
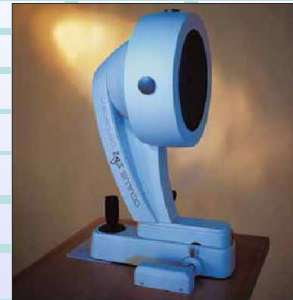
Juan José Miret

Jorge Pérez

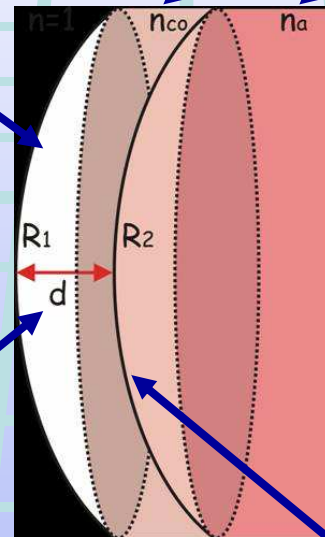
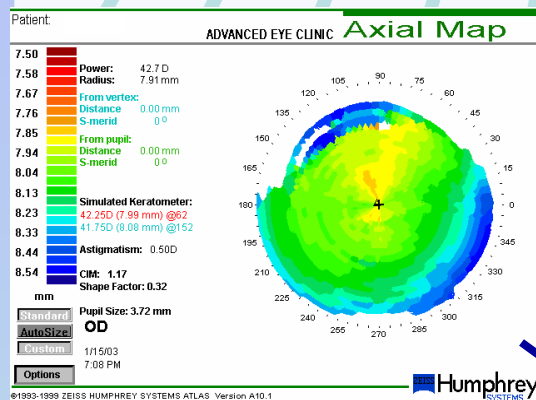
Julián Espinosa

Begoña Domenech

Jessica Rouarch



Cálculo de patrones propagados a través de los medios oculares: acción corneal



Atchison y Smith
JOSA, 22, (2005)

$$n_{co} = n_{co}(\lambda)$$

$$n_a = n_a(\lambda)$$

$$x^2 + y^2 + (1 + Q_2)z^2 - 2R_2z = 0$$

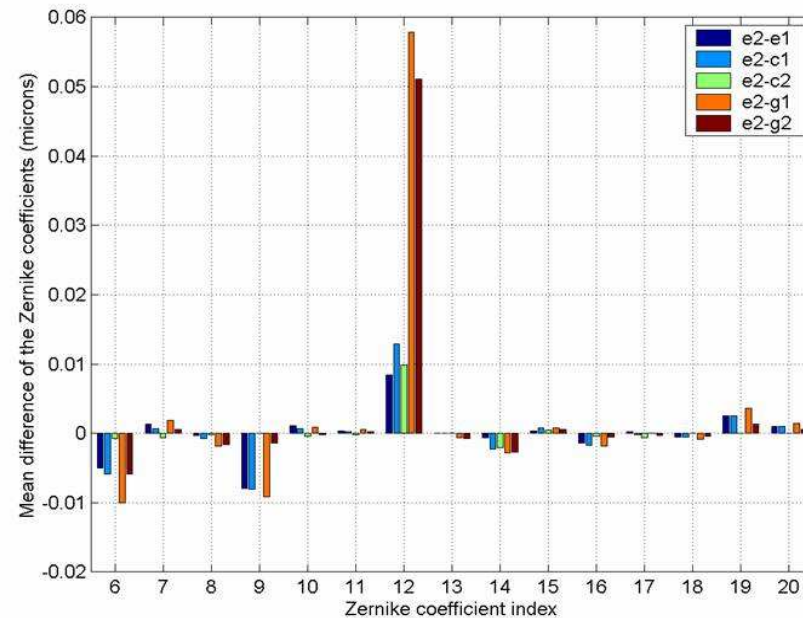
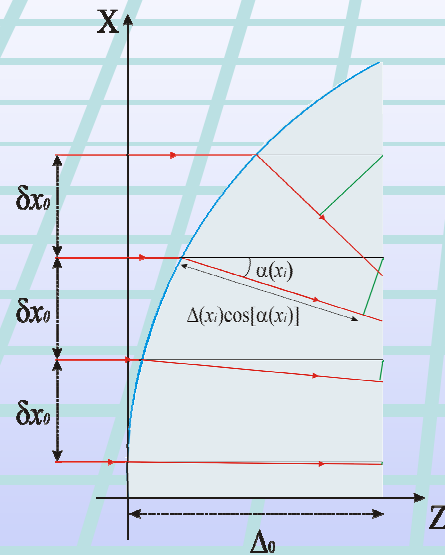
$$R_2 = 6.6 - 0.005 \times age$$

$$Q_2 = -0.1 - 0.007 \times age$$

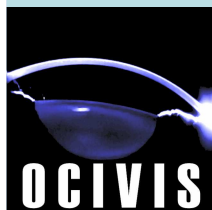
Dubbelman et al.

Acta Ophthalmol. Scand., 80, (2002)

Cálculo de patrones propagados a través de los medios oculares: acción corneal



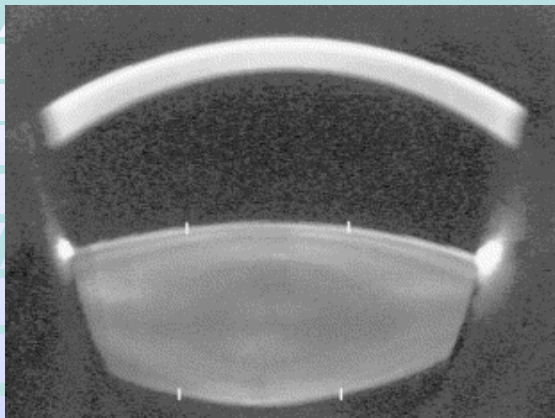
	RMS Hi (μm)	RMS Lo (μm)	RMS (μm)
e1	0.1203	0.9602	0.9692
e2	0.1383	1.0755	1.0861
c1	0.1200	0.9215	0.9310
c2	0.1376	1.0497	1.0607
g1	0.1236	1.3564	1.3634
g2	0.1361	1.3642	1.3727



Espinosa et al.
Optik, (en prensa, 2006)

Cálculo de patrones propagados a través de los medios oculares: acción del cristalino

Fotografía Scheimpflug



Geometría

Dubbelman et al.
Vision Res. 41, (2001)

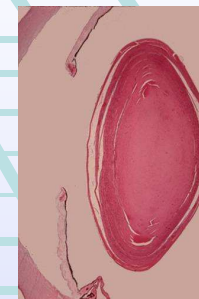
$$x^2 + y^2 + (1 + Q)z^2 - 2Rz = 0$$

$$R_{ant} = 12.9 - 0.057 \times age; \quad Q_{ant} = -6.4 + 0.03 \times age$$

$$R_{post} = -6.2 + 0.012 \times age; \quad Q_{post} = -6.0 + 0.07 \times age$$

Cálculo de patrones propagados a través de los medios oculares: acción del cristalino

Perfil de índice



Smith y Atchison
JOSA, 14, (1997)

$$n(X, Z, \lambda) = N_0(Z, \lambda) + N_1(Z, \lambda) \times X^2 + N_2(Z, \lambda) \times X^4 \dots$$

$$N_0(Z, \lambda) = a(\lambda) + b(\lambda) \times (Z - Z_0)^2 + c(\lambda) \times (Z - Z_0)^3$$

$$N_1(Z) = -\left(0.00052375 + 0.00005735 \times (Z - Z_0) + 0.00027875 \times (Z - Z_0)^2\right)$$

$$N_2 = -0.000066716$$

$$Z_0 = \frac{t \times R_{post}}{R_{post} - R_{ant}}$$

Smith
Clin. Exp. Optom. 86, (2003)

Cálculo de patrones propagados a través de los medios oculares: acción del cristalino

Perfil de índice

Condiciones de contorno $n(0,0,\lambda) = n_{\text{sup}}(\lambda); \quad n(0,Z_0,\lambda) = n_{\text{nuc}}(\lambda); \quad n(0,t,\lambda) = n_{\text{sup}}(\lambda)$

$$a(\lambda) = n_{\text{nuc}}(\lambda)$$

$$c(\lambda) = \frac{[n_{\text{nuc}}(\lambda) - n_{\text{sup}}(\lambda)]}{t^3} \left[\frac{1}{\chi^2} - \frac{1}{(\chi-1)^2} \right]$$

$$b(\lambda) = \frac{[n_{\text{nuc}}(\lambda) - n_{\text{sup}}(\lambda)]}{t^3 \chi} \frac{\left(1 - \frac{1}{\chi}\right)^3 - 1}{\left(1 - \frac{1}{\chi}\right)^2}$$

$$\chi = \frac{R_{\text{post}}}{R_{\text{post}} - R_{\text{ant}}}$$

$$n_{\text{nuc}}(\lambda) = 1.3892 + \frac{6.5212 \times 10^3}{\lambda^2} - \frac{6.1107 \times 10^8}{\lambda^4} + \frac{5.9082 \times 10^{13}}{\lambda^6}$$

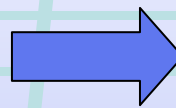
$$n_{\text{sup}}(\lambda) = 1.3695 + \frac{6.4285 \times 10^3}{\lambda^2} - \frac{6.0237 \times 10^8}{\lambda^4} + \frac{5.8241 \times 10^{13}}{\lambda^6}$$

Atchison y Smith
JOSA, 22, (2005)

Cálculo de patrones propagados a través de los medios oculares: algoritmo de propagación

$$(u_z)_\mu = DFT^{-1} \left\{ \exp \left(i \frac{2\pi}{\lambda} z \sqrt{1 - \lambda^2 \frac{\tilde{m}^2}{\Delta x_0^2}} \right) DFT \left[u_0 \left(m \frac{\Delta x_0}{N} \right) \exp \left(-i\pi \frac{m^2 (\Delta x_0)^2}{\lambda N^2} \frac{1}{z_c} \right) \right] \right\}$$

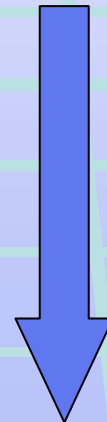
Condición de Nyquist



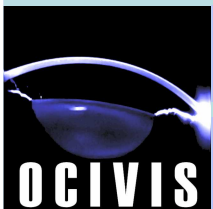
$$z \leq \frac{\Delta x_0^2}{\lambda N} \leq z_c \quad \text{Mas et al. Opt. Commun., 227, (2003)}$$

Parámetros para el ojo

$$\begin{aligned} z_c &= 20 \text{ mm} \\ \lambda &= 633 \text{ nm} \\ \Delta x_0 &= 6.7 \text{ mm} \\ \Phi_p &= \left(\frac{3}{4} \right) \Delta x_0 \end{aligned}$$



$$N = 3600$$



Cálculo de patrones propagados a través de los medios oculares: algoritmo de propagación

Condición de Nyquist $N\lambda \geq \frac{\Delta x_0^2}{z_c}$

$$\kappa > 1, N' = \frac{N}{\kappa} \quad \text{y} \quad \lambda' = \kappa\lambda$$

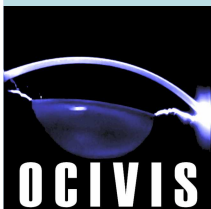
$$\Delta\xi = \frac{1}{\delta x_0} \quad \longrightarrow \quad \Delta\xi' = \frac{1}{\delta x'_0} = \frac{\Delta\xi}{\kappa} \quad \text{Filtro pasa-baja}$$

Para el ojo

$N = 1800$

$$\kappa = 2$$

Mas et al.
J. Mod. Opt., 53, (2006)



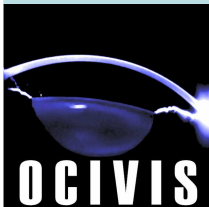
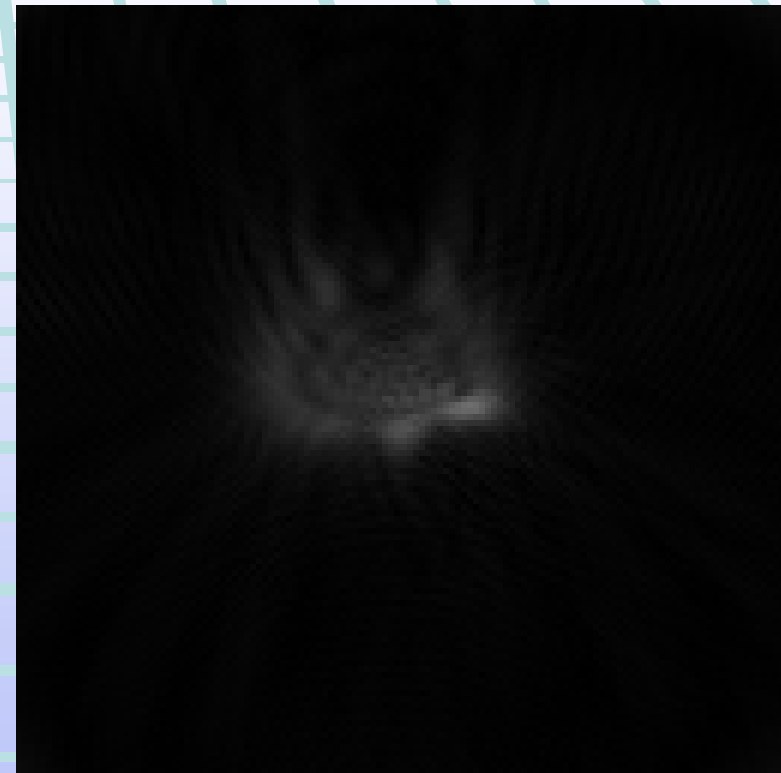
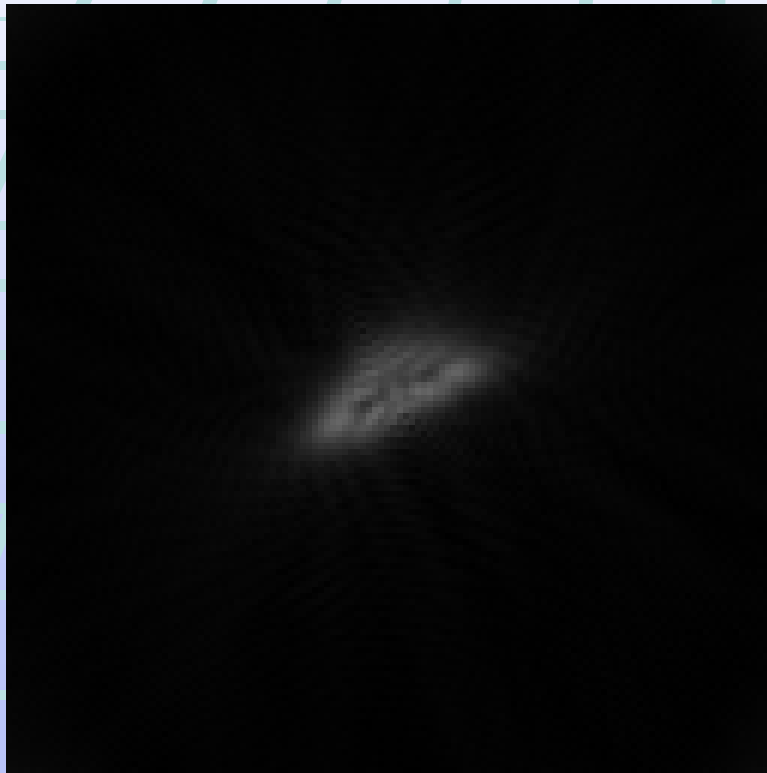


Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

VIII Reunión Nacional de Óptica.

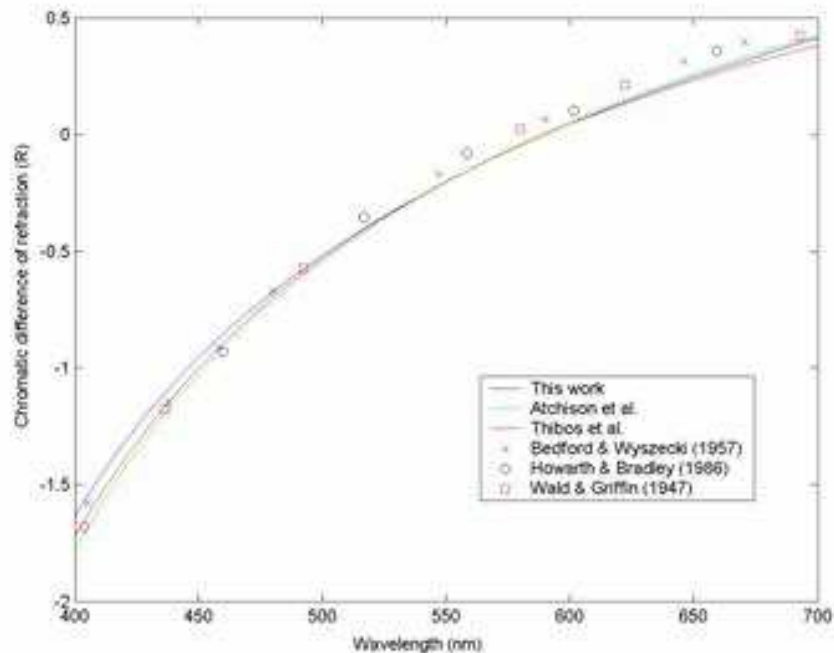
Alicante, septiembre-06

Cálculo de patrones propagados a través de los medios oculares: algoritmo de propagación



Aplicaciones

Estudio de la aberración cromática



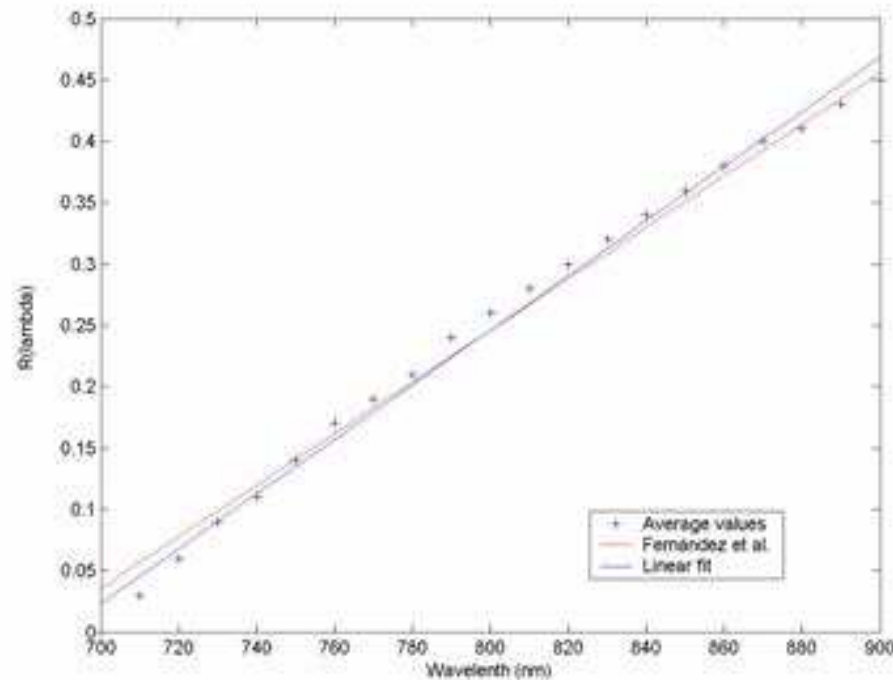
$$R_x(\lambda) = 1.6905 - \frac{7.6009 \times 10^{+5}}{\lambda^2} + \frac{7.9524 \times 10^{+10}}{\lambda^4} - \frac{6.8854 \times 10^{+15}}{\lambda^6}$$

Atchison et al.
JOSA, 22, (2005)

$$R_x(\lambda) = 1.60911 - \frac{6.70941 \times 10^{+5}}{\lambda^2} + \frac{5.55334 \times 10^{+10}}{\lambda^4} - \frac{5.59998 \times 10^{+15}}{\lambda^6}$$

Aplicaciones

Estudio de la aberración cromática



Mas et al.
SPIE, **5959**, (2005)

$$R(\lambda) = 0.0022(\lambda - 700) - 1.5345$$

$$r^2 = 0.9930$$

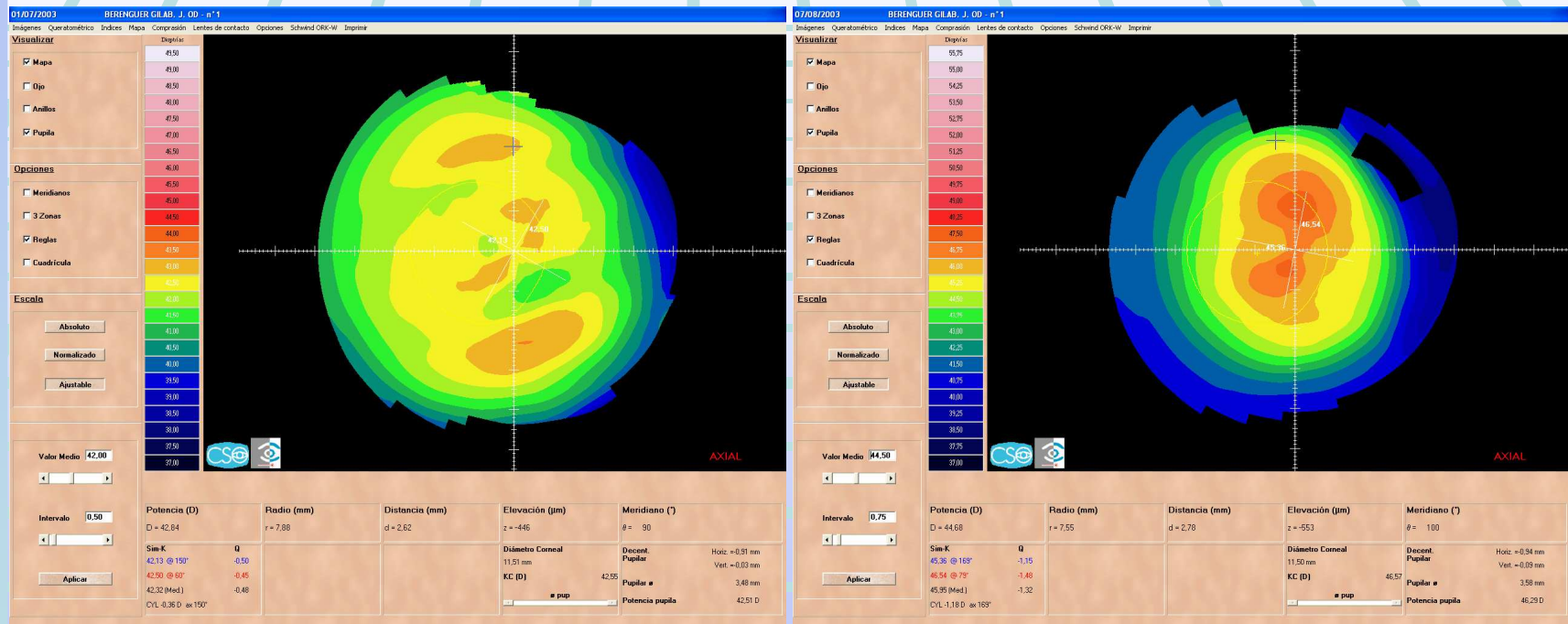
Fernández et al.
Opt. Express, **13**, (2005)

$$R(\lambda) = 0.0021(\lambda - 700) - 1.4341$$

$$r^2 = 0.9937$$

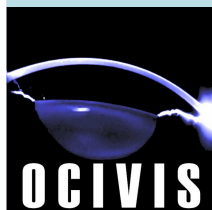
Aplicaciones

Estudio de la calidad óptica después de cirugía presbylasik



Pre-presbylasik

Post-presbylasik



Cirugía Presbylasik Central
 (H. Eye Tech. Technovision excimer laser platform)

Aplicaciones

Estudio de la calidad óptica después de cirugía presbylasik

10 ojos hipermétropes

Edad media: 57 años

Equivalente esférico de refracción medio (pre-presbylasik):

1.28 ± 0.87 D

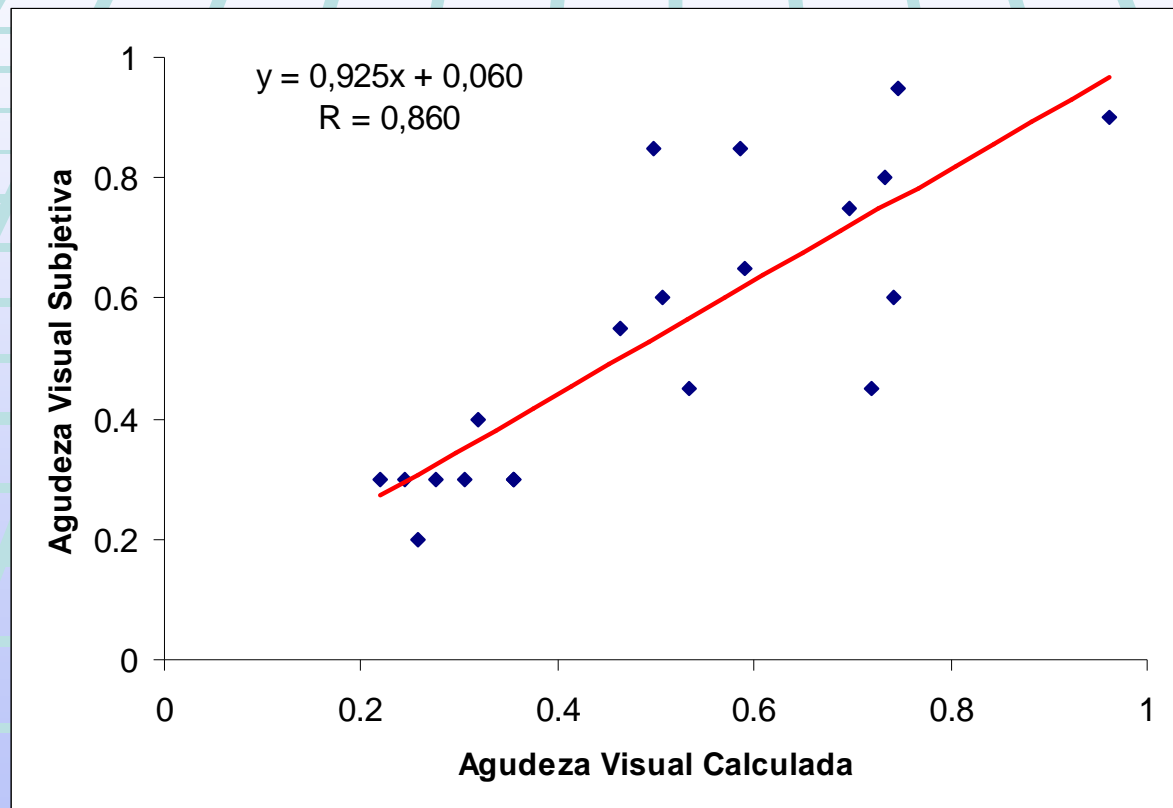
Agudeza visual media (pre-presbylasik):

1.02 ± 0.13 (con corrección)

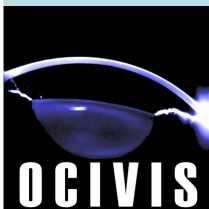
0.37 ± 0.15 (sin corrección)

Aplicaciones

Estudio de la calidad óptica después de cirugía presbylasik



Alió et al.
JRS, (en prensa 2006)



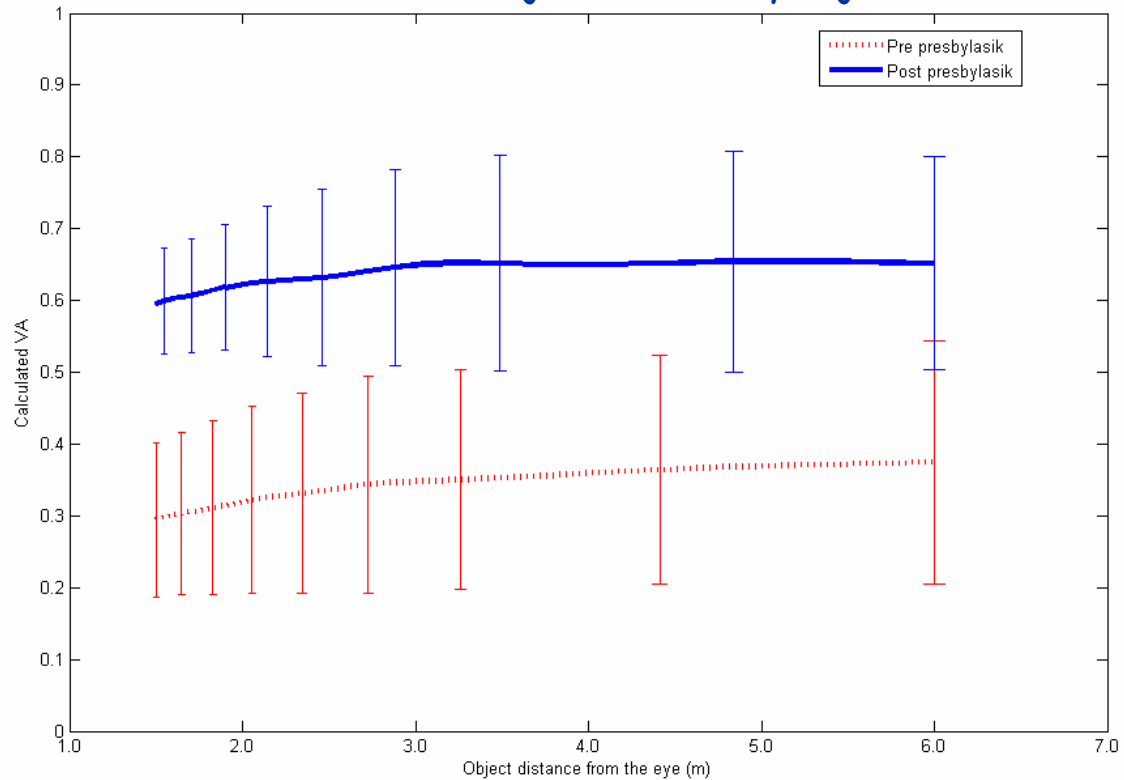
Aplicaciones

Estudio de la calidad óptica después de cirugía presbylasik

AV subjetiva media sin corrección
(Post-presbylasik): 0.72 ± 0.18

$\phi=5$ mm

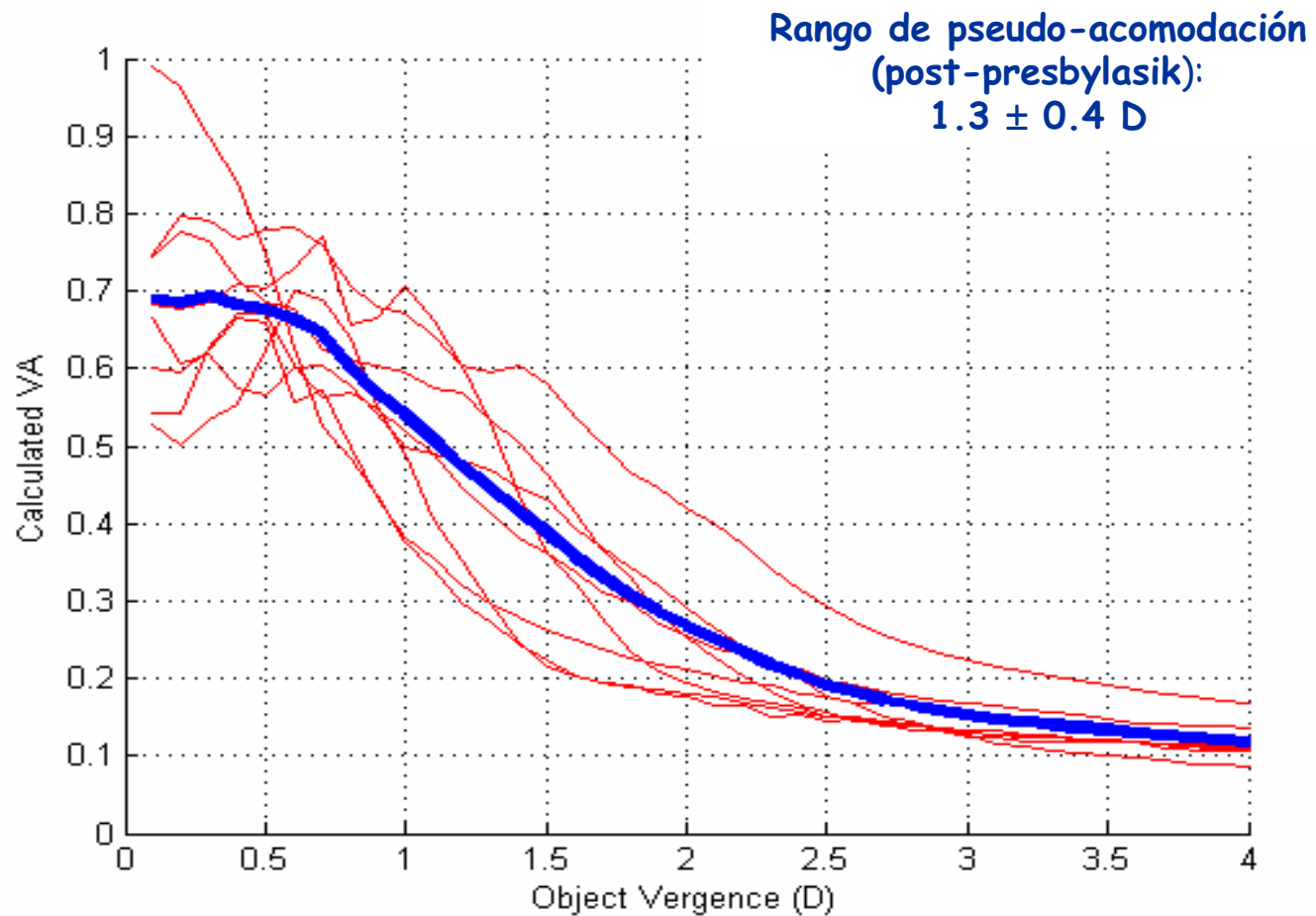
Distancias objeto medias y lejanas



Aplicaciones

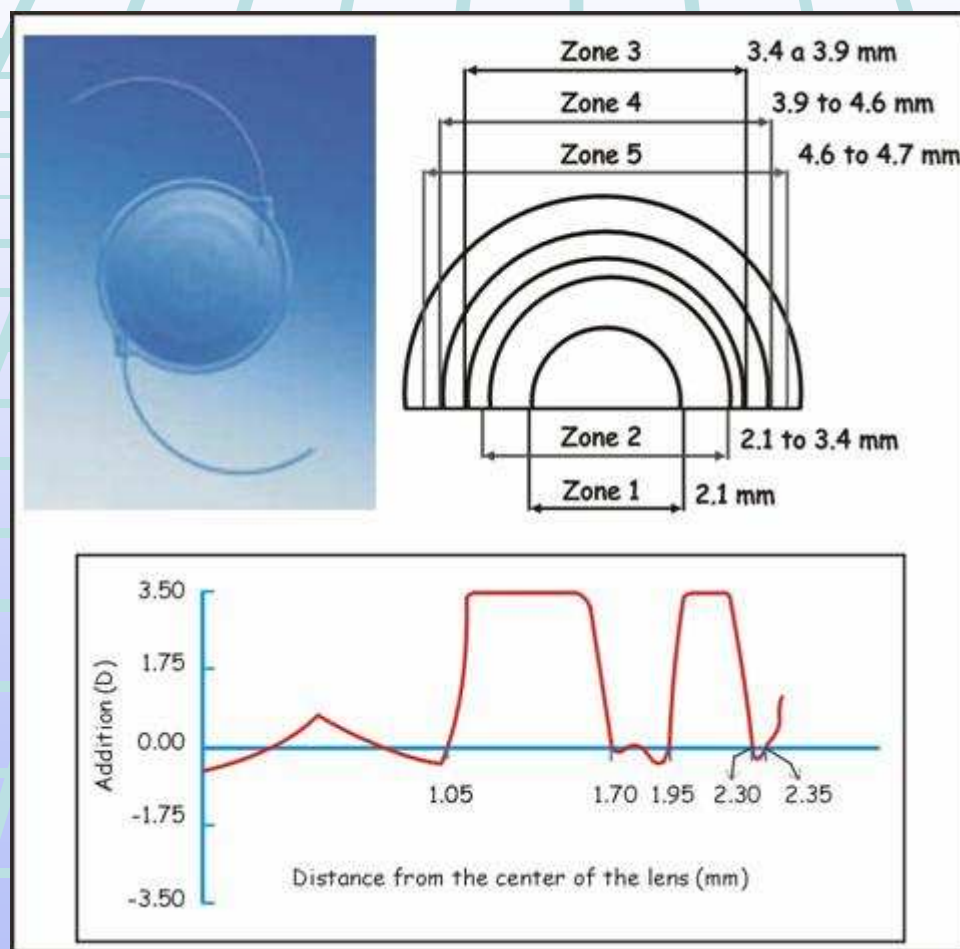
Estudio de la calidad óptica después de cirugía presbylasik

$\phi=4$ mm



Aplicaciones

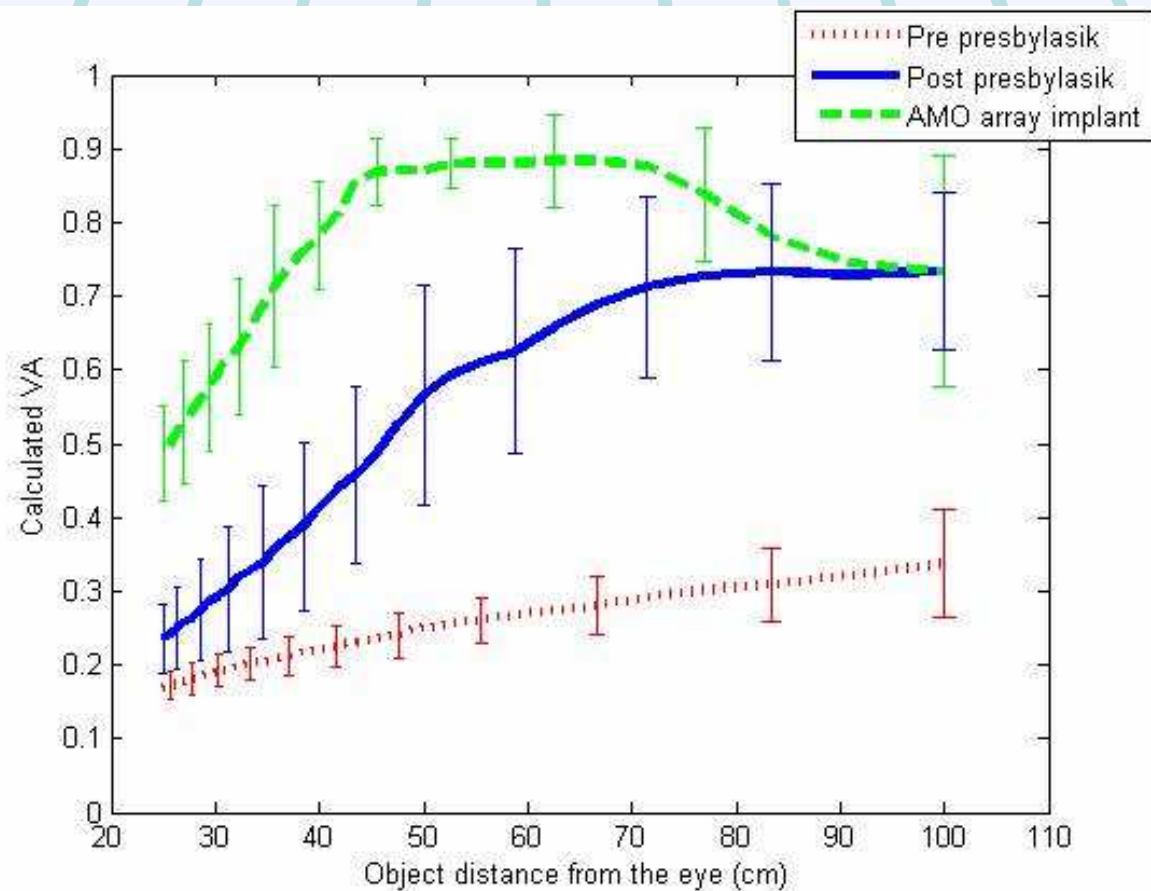
Estudio de la calidad óptica después de implantación de IOL's



AMO Array SN-40

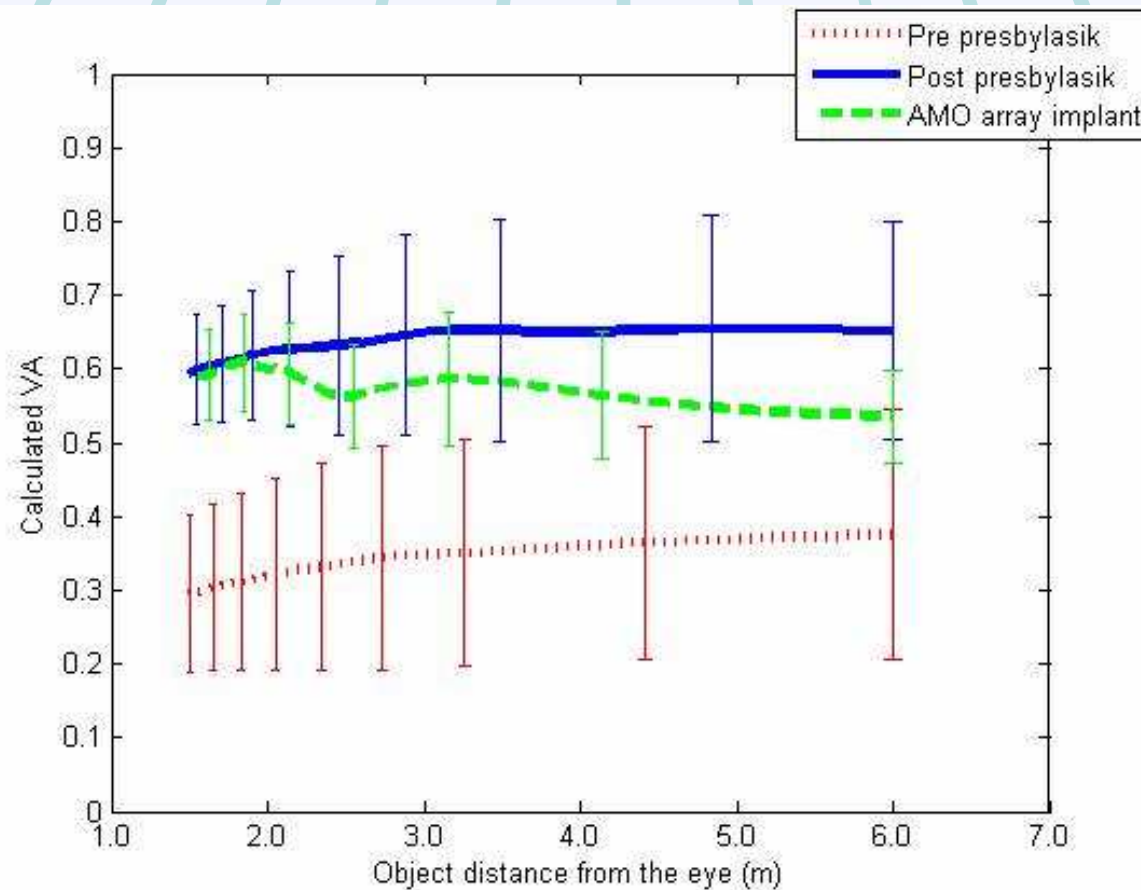
Aplicaciones

Estudio de la calidad óptica después de implantación de IOL's



Aplicaciones

Estudio de la calidad óptica después de implantación de IOL's



**AV subjetiva media
sin corrección
(Post-presbylasik):
 0.72 ± 0.18**



Futuros estudios



Incorporación del efecto de la dispersión



Estudios previos de nuevas técnicas presbylasik



Mejora en los diseños de lentes intraoculares



Obtención de perfiles de ablación personalizados

