

## **PRÁCTICA Nº 3**

### ***Miopía, parte 1:*** ***zona de visión nítida para un ojo miope***

#### **OBJETIVO:**

Usando un modelo de ojo reducido sobre banco óptico, y con un valor concreto de amplitud de acomodación, determinar la zona de visión nítida para dos casos extremos de miopía: puramente refractiva, y, puramente axial.

#### **MATERIAL NECESARIO:**

- Banco óptico con soportes;
- Fuente luminosa;
- Objeto;
- Pantalla;
- Cinta métrica;
- Lentes de caja de prueba de +9, +7, +4, -2 y -2.5 dioptrías;
- Sistema de colimación formado por una lente de  $f' = 25$  cm.

**FUNDAMENTO TEÓRICO:**

La miopía es una ametropía esférica que se caracteriza porque el foco imagen total ( $F'_{oc}$ ) del ojo queda por delante de la retina, con lo que el valor de la refracción es negativo, es decir, que  $R < 0$ . Esto implica que el punto remoto del miope está situado por delante del ojo (Figura 1). La miopía puede clasificarse de manera general en:

- a) Miopía refractiva: La ametropía es debida a que la potencia de los dioptrios oculares es mayor que la del ojo emétrope patrón.
- b) Miopía axial: La ametropía es debida a que la longitud del ojo es mayor que la del ojo emétrope patrón y la variación de la longitud axial viene dada por la ecuación:

$$F'_{oc}Ret \equiv \Delta x' = \frac{-n' \cdot R}{P_{oc}(R + P_{oc})} \quad (1)$$

, donde:  $\Delta x'$  es el incremento de longitud ocular respecto el valor de referencia

$n'$  es el índice del espacio imagen

$R$  es la refracción, y

$P_{oc}$  es la potencia del ojo.

A pesar de esta clasificación, las ametropías (en este caso, las miopías) suelen tener casi siempre componente axial y componente refractiva, es decir, que lo que da lugar a la existencia de una ametropía es un desequilibrio entre la longitud y la potencia del ojo:

$$R = n' \left( \frac{1}{x'} - \frac{1}{x'_o} \right) + (P_o - P_{oc}) \quad (2)$$

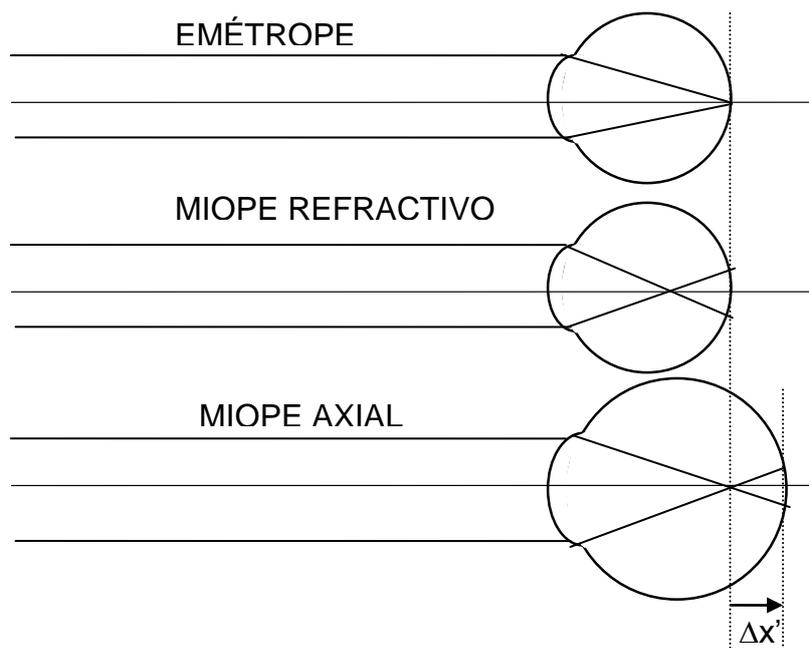


Figura 1: Esquemas de los tipos básicos de miopía: puramente refractiva, y, puramente axial.

La amplitud de acomodación de un miope y un emétrope de la misma edad no tienen porqué ser distintas, puesto que la propiedad de acomodar está relacionada con la capacidad fisiológica del cristalino para variar su potencia, y esto es independiente de la ametropía. Sin embargo, aunque ambos tengan igual amplitud de acomodación ( $Am$ ), sí que es distinto el recorrido de acomodación, es decir, la zona de visión nítida (ZVN) comprendida entre el punto remoto y el punto próximo. Es decir, si la posición objeto  $x \in [pr, pp] \Rightarrow \exists A \in [0, Am]$ , el objeto se verá nítido. Para el cálculo de  $pr$  y  $pp$ , utilizaremos la ecuación:

Así, para el ojo emétrope, tenemos que:

- Para el ojo emétrope:  $Am = R - P$   
 $R = 0$        $pr = \infty$  (infinito)  
 $PP = -Am$        $pp = -\frac{1}{Am}$  (3)

Recorrido de acomodación (ZVN emétrope): desde el infinito hasta el  $pp$ .

Mientras que, para el ojo miope, sea de origen puramente refractivo o axial, o mixto, tenemos que:

- Para el ojo miope:  $Am = R - PP$

$$R < 0 \quad pr = \frac{1}{R}$$

$$PP = R - Am \quad pp = \frac{1}{R - Am} \quad (4)$$

Recorrido de acomodación (ZVN miope): desde el pr (delante del ojo) hasta el pp.

En ambos casos, tanto para el punto remoto (pr) como para el punto próximo (pp), se cumplirán las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} X'_{Ret} &= R + P_o \\ X'_{Ret} &= PP + P_o^* \quad , \quad \text{siendo} \quad P_o^* = P_o + Am \end{aligned} \quad (5)$$

### **REALIZACIÓN PRÁCTICA:**

Recordando anteriormente el objetivo de esta sesión práctica, vamos a continuación a familiarizarnos con la construcción de un modelo de ojo reducido en banco óptico, y conferirle propiedades de ojo emélope, para a continuación simular que se convierte en ojo miope, ya sea puramente refractivo o axial, y que, con una amplitud de acomodación determinada, estudiamos la zona de visión nítida para cada caso de miopía, siempre sin aplicar la neutralización óptica (para la 2ª parte).

#### **Fase 1: Montaje del ojo emélope sobre banco óptico**

El modelo de ojo patrón que construiremos para esta experiencia está formado por una lente convergente, que simula el efecto de córnea y cristalino (ojo reducido), y una pantalla que sustituye a la retina (Figura 2).

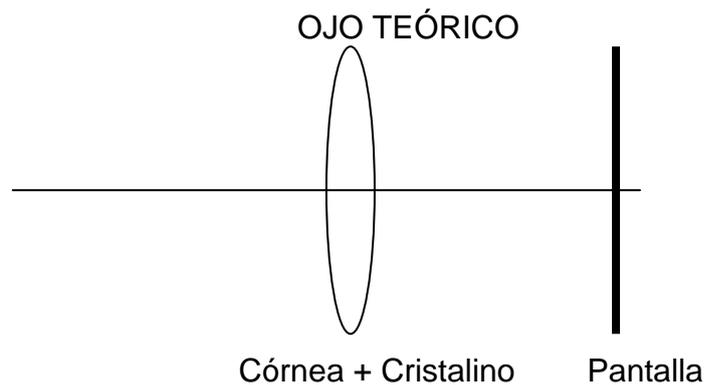


Figura 2: Esquema del ojo reducido esquemático.

En primer lugar, construiremos un ojo emélope con la lente de + 7 D. Esta lente simulará el efecto de la córnea y el cristalino no acomodado. Una vez calculada la longitud axial de este ojo, la pantalla que representa a la retina debe situarse en la posición correspondiente. En este caso no es conveniente que la pantalla esté pegada al extremo del banco óptico, sino que quede un intervalo de recorrido que se utilizará en apartados posteriores.

Para obtener la medida del punto remoto de este ojo consideramos que un ojo enfoca nítidamente sobre la retina los objetos situados en su punto remoto. Para poder determinar seguidamente el pp, debemos simular que el ojo está acomodando al máximo colocando la lente de +4 D (que representa la amplitud de acomodación) junto a la de +7 D. Por tanto tendremos un ojo emélope que acomoda 4 D. La medida de su pp la obtendremos desplazando el objeto acercándolo al ojo hasta que se vea su imagen nítida sobre la pantalla.

NOTA: Realizaremos dos medidas en el siguiente orden: 1- acercando el objeto al ojo hasta la primera posición en que nos parece enfocado sobre la pantalla y 2- pegamos el objeto al ojo y ahora alejamos hasta la primera posición en que nos parece enfocado. El punto medio corresponde a la media de estas dos medidas.

TAREAS A REALIZAR Y ENTREGAR (ver hoja de resultados al final):

- Valores experimentales de pr y pp;
- Esquema de la zona de visión nítida experimental (ZVN) de este ojo esquemático, que viene dada por el intervalo [pr , pp].

- Comprobación de los valores teóricos de  $pr$  y  $pp$  con la ecuación 3.
- Compara la ZVN teórica con la ZVN experimental.

### **Fase 2: Montaje del ojo miope refractivo sobre banco óptico**

Sustituiremos la lente de + 7 D por la de + 9 D, y apreciaremos cómo la imagen del objeto que está en el infinito se ha vuelto borrosa. En estas circunstancias, habremos construido un ojo con miopía refractiva (ojo con la misma longitud axial que el emétrope, pero con distinta potencia:  $R = P_o - P_{oc}$ ). Con un papel se puede comprobar que ahora la imagen del objeto situado en el infinito se forma por delante de la posición anterior (antes de la retina), lo que corrobora el hecho de que un ojo miope focaliza los rayos procedentes del infinito por delante de la retina.

Colocaremos nuevamente la pantalla en la posición original y el objeto entre la lente colimadora y el ojo. Acercaremos el objeto al ojo hasta observar su imagen nítida enfocada sobre la pantalla. En ese momento, habremos hallado el punto remoto  $pr$  (punto más lejano que se puede observar de una manera nítida sin acomodar  $A = 0$ ). Para hallar el punto próximo  $pp$ , añadiremos la lente correspondiente a la amplitud de acomodación (+ 4 D), y continuaremos acercando el objeto hasta que obtengamos una imagen nítida.

TAREAS A REALIZAR Y ENTREGAR (ver hoja de resultados al final):

- ¿Cuál es el valor de  $R$ ?
- Determina el valor experimental para el miope refractivo de  $pr$  y  $pp$  y a continuación representa la ZVN correspondiente.
- Determina el valor teórico de  $pr$  y  $pp$  para el miope refractivo a partir de las ecuaciones 2 y 4.

### **Fase 3: Montaje del ojo miope axial sobre banco óptico**

Para construir un ojo con miopía axial, es decir, ojo con la misma potencia que el emétrope, pero con distinta longitud, colocaremos el objeto en el punto remoto obtenido en la miopía refractiva, sustituiremos la lente de + 9 D por la de + 7 D, y desplazaremos la pantalla hacia atrás hasta obtener una imagen nítida. De esta forma, tendremos una miopía axial del mismo valor dióptrico que la miopía refractiva

anterior puesto que el punto remoto es el mismo para ambos casos. A partir de aquí, realizaríamos los mismos pasos que con el miope refractivo: búsqueda de puntos próximos, etc, pero no vamos a repetir ese conjunto de medidas, sólo vamos a obtener el valor del alargamiento ocular.

TAREAS A REALIZAR Y ENTREGAR (ver hoja de resultados al final):

- Determina el valor experimental de la variación de la longitud axial ( $\Delta x'$ ).
- Compara este resultado con el que se obtiene a partir del valor teórico (ecuación 1)

### **DEBATE**

- 1) ¿Qué aspectos te han parecido más complicados a la hora de montar el ojo miope esquemático?
- 2) ¿Qué sucede con el intervalo de visión nítida a medida que aumenta la miopía? Predice y representa gráficamente varios casos de ZVN sin neutralizar combinando  $R = -3$  D y  $-5$  D, con  $A_m = 10$  (joven),  $4$  D (adulto) y  $1.5$  D (viejo).
- 3) Calcula y representa gráficamente el incremento de alargamiento del ojo miope ( $F'_{oc}Ret$ ) en mm para una potencia de  $60$  D y varios casos de refracción: desde  $0$  a  $-10$  D, con pasos de  $-1$  D. ¿Qué tipo de representación de datos obtenemos? ¿Una recta o una curva? Justifica la respuesta.
- 4) Con los datos de referencia del ojo emétrope esquemático de esta sesión, calcula las componentes axial ( $R_{ax}$ ) y refractiva ( $R_{ref}$ ), y la refracción total  $R$ , de un ojo miope esquemático compuesto por una lente  $P_{oc} = -8$  D y la longitud ocular  $l_{ax} = 12$  mm. ¿Cuál sería su zona de visión nítida sin neutralizar?

**HOJA DE RESULTADOS A ENTREGAR**

NOMBRES:.....  
 .....  
 .....

GRUPO:  
 DIA:  
 HORA:

REPRESENTA SIEMPRE LOS DATOS EXPERIMENTALES.

Fase 1: montaje del ojo emétrope sobre banco óptico

	pp (cm)	pr (cm)
Experimental		
Teórico		



Fase 2: simulación del ojo miope puramente refractivo, R =

	pp (cm)	pr (cm)
Experimental		
Teórico		



Fase 3: simulación del ojo miope puramente axial, R =                      y  $\Delta x'$  =