

# DESARROLLO REFRACTIVO NORMAL

## AUTOR

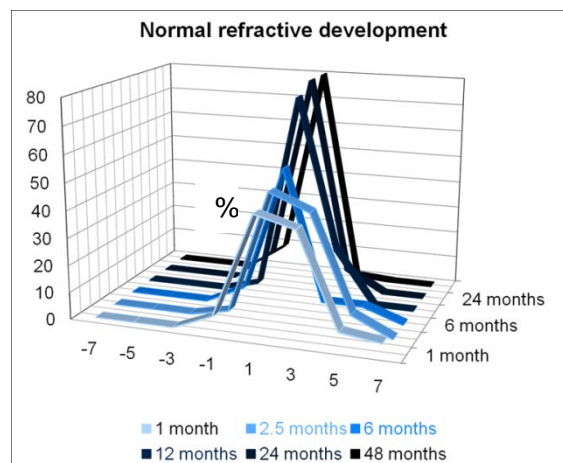
**Kathryn Saunders:** Universidad de Ulster, Irlanda del Norte

## PAR REVISOR

**Tim Fricke:** Universidad de Melbourne, Melbourne, Australia

## INTRODUCCIÓN

Esta presentación examinará el desarrollo normal de refracción en los bebés y los niños humanos (Fig. 8.1).



**Figura 8.1** Desarrollo refractivo normal en infantes y niños

La figura 8.1 presenta los datos de Mayer et al (2001) que analizan a los niños de edades comprendidas 0-48 meses y muestra la amplia dispersión de los defectos refractivos en los bebés más pequeños, con un error de refracción promedio hacia la hipermetropía baja. Esta distribución "normal" es a menudo vista en los parámetros biométricos como la altura, la longitud del brazo, etc, y es la forma prevista para la distribución de un parámetro biológico. Sin embargo, se puede observar que a medida que aumenta la edad la forma de la distribución cambia notablemente, llegando a ser muy marcada hacia la hipermetropía leve / emetropía. Esto se llama una distribución asimétrica y ya no se ajusta a lo esperado para una variable biológica. Este cambio en la distribución normal hacia un sesgo indica que el ojo está creciendo activamente en una manera tal como para promover la emetropía. Emetropización es el nombre dado a este proceso.

## EMETROPIZACIÓN

Muchas investigaciones se han dirigido hacia la comprensión del proceso de emetropización y muchos modelos animales se han utilizado para examinar la misma, así como datos de los estudios de los bebés humanos. El proceso no se entiende del todo y la discusión completa está más allá del alcance de estas presentaciones, sin embargo, se puede resumir que emetropización comprende dos aspectos:

- Pasivo
- Activo

<b>ASPECTO PASIVO</b>	El aspecto pasivo de emetropización describe el impacto del crecimiento normal de los ojos en el estado refractivo. A medida que el ojo crece en tamaño, la potencia de los componentes ópticos disminuye proporcionalmente y tiende a reducir la dispersión de los defectos de refracción.
<b>ASPECTO ACTIVO</b>	<p>El aspecto activo de emetropización ha sido el tema de muchas investigaciones, pero brevemente, el término describe el papel de la información visual en el desarrollo de la refracción y en la promoción de la emetropía. Las investigaciones (gran parte de ellas utilizando modelos animales tales como pollo, mono y musaraña) han demostrado que el ojo en sí parece reconocer el tamaño y la dirección de su defecto refractivo y crece para compensar estos errores de tal manera que la emetropía (o cerca a la emetropía) es alcanzada. Al modificar el entorno visual, los investigadores han mostrado que este proceso requiere experiencia visual normal. Por ejemplo, los pollos que se crían usando lentes de contacto o gafas de alto poder desarrollan defectos refractivos anormales. Los informes de casos de los bebés humanos con ptosis, trastornos patológicos catarata u otros de tipo congénito a menudo demuestran defecto de refracción alto y anormal en el ojo afectado.</p> <p>Aún no está claro el mecanismo exacto que controla la emetropización activa, pero está claro que la experiencia visual normal es importante y también que cuando falla la emetropización, a menudo se asocia con patología y / o el desarrollo visual anómalo. Todos los optómetras que trabajan en la atención primaria asociarán defectos refractivos altos, especialmente los altos niveles de hipermetropía o anisometropía, con estrabismo y ambliopía. Estas dos condiciones comunes están claramente asociadas con el desarrollo de defectos de refracción anormales. La hipermetropía y la anisometropía serán especialmente consideradas en esta presentación al examinar el desarrollo de refracción normal y las implicaciones para el resultado visual normal si no se produce emetropización.</p>
<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<p>Cuando se realiza la revisión de la literatura en relación con el defecto de refracción y de su desarrollo, es importante que se tenga en cuenta la forma en que el defecto de refracción se ha definido en la investigación. Esto puede tener un gran impacto en los resultados reportados. Por ejemplo, los investigadores pueden presentar los resultados relativos a los defectos refractivos esféricos en términos del equivalente esférico (EE) o el meridiano más amétrope (MMA). Otros estudios han utilizado vectores para describir el error refractivo. Los criterios utilizados para definir el defecto refractivo esférico pueden tener un efecto dramático en los datos esféricos reportados. Por ejemplo, si se consideran dos lactantes con defectos refractivos muy diferentes; uno +5.00/-5.00x180 y el otro +2.50dpt,</p> <p style="text-align: center;">+5.00-5.00x180 +2.50dpt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El EE de los dos defectos refractivos es idéntico.</li> </ul>
<b>EQUIVALENTE ESFÉRICO (EE)</b>	<p style="text-align: center;">+5.00-5.00x180      → EE +2.50dpt +2.50 dpt              → EE +2.50dpt</p> <p>Pero si se considera el meridiano más amétrope, la diferencia entre los dos defectos es más clara. En poblaciones con astigmatismo el uso del MMA enmascara defectos esféricos hipermetrópicos y a aumentar la prevalencia de la miopía reportada. Como veremos en esta presentación, el astigmatismo es común en la infancia.</p>

<b>MERIDIANO MÁS AMÉTROPE (MMA):</b>	+5.00–5.00×180	→ MMA +5.00 dpt
	+2.50 dpt	→ MMA +2.50 dpt

## HIPERMETROPÍA

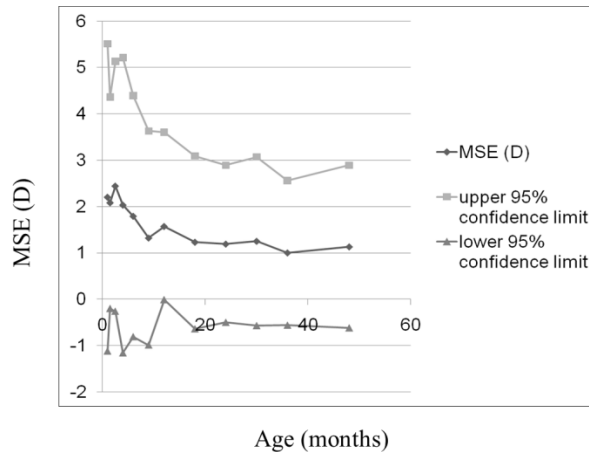
La Tabla 8.1 describe la prevalencia de los defectos esféricos hipermetrópicos encontrados por una variedad de autores a diferentes edades durante el primer año de vida. La definición utilizada para la hipermetropía se da en la Tabla 8.1 para los propósitos comparativos. A pesar de los diferentes criterios utilizados para describir defectos hipermetrópicos, parece que la hipermetropía es común en el nacimiento y se reduce la prevalencia durante el primer año de vida. Los datos prospectivos – el seguimiento de casos de niños individuales como sus cambios de defectos refractivos – son necesarios para asegurarse de que los niños individualmente demuestran una disminución de la hipermetropía durante el primer año de vida. Unos pocos estudios han seguido el desarrollo refractivo del individuo con el tiempo y muestran que están sobre una base individual - La rapidez con la que la hipermetropía disminuye en los primeros meses se relaciona con el tamaño del defecto hipermetrópico. Los niños con los niveles más altos de hipermetropía en el nacimiento demuestran la más rápida reducción en el defecto de refracción con la edad.

**Tabla 8.1** Reportes de la prevalencia de los defectos hipermetrópicos esféricos obtenidos por varios autores del primer año de vida

Edad	Definición de hipermetropía	Prevalencia reportada (autores)
Recién nacido	> +3.00 dpt	25% (Borish 1970)
6 meses	≥ +4.00 dpt	9% (Ingram et al 1990)
6-9 meses	≥ +4.00 dpt	5% (Atkinson Braddick 1988)
12 meses	≥ +3.50 dpt	3.6% (Ingram et al 1986)

## REDUCCIÓN DEL DEFECTO REFRACTIVO EN FUNCIÓN DE LA EDAD

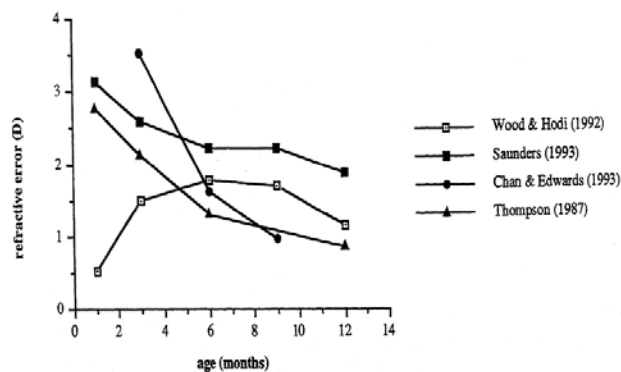
Mayer et al (2001) demostró claramente la reducción en el defecto refractivo promedio de hipermetropía moderada hacia la emetropía en los primeros años de vida (Figura 8.2). Estos datos, así como los datos prospectivos (del estudio longitudinal) de Ingram et al (1991) dan información útil acerca de la escala de tiempo de emetropización. Si bien hay un mayor refinamiento hacia la emetropía después del primer año de vida, la mayor parte del proceso de emetropización (en términos de la cantidad de cambio visto en el defecto refractivo) se completa hacia el final del primer año de vida.



**Figura 8.2** Los principales cambios refractivos relacionados con el proceso de emetropización ocurren durante el primer año de vida.

Estos datos también muestran el promedio de los defectos refractivos por grupos de edad en los niños tomados de diferentes estudios de los defectos refractivos en los infantes (Figure 8.3). Con la excepción de los datos de Wood y Hodi, el cual parece estar en desacuerdo con los datos (aunque en la metodología no está claro por qué pudieron haber obtenido un patrón diferente), el consenso general es que el defecto refractivo promedio disminuye de niveles moderados de hipermetropía hacia la emetropía a medida que aumenta la edad durante el primer año de vida.

## REDUCCIÓN DEL DEFECTO REFRACTIVO CON EL INCREMENTO EN LA EDAD



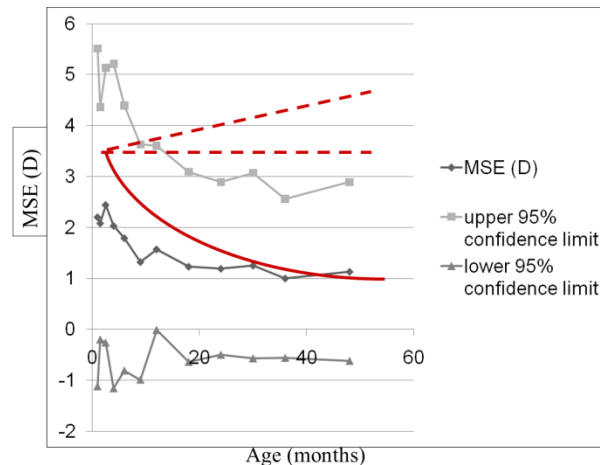
**Figura 8.3** Decrecimiento de los promedios del defecto refractivo con la edad desde la hipermetropía moderada hasta la emetropía durante el primer año de vida

Por tanto, los datos de las investigaciones dicen que la hipermetropía es relativamente frecuente en la infancia. Hipermetropías altas no son infrecuentes en la infancia temprana, sin embargo, el ojo en desarrollo muestra normalmente una rápida disminución de la hipermetropía durante el primer año de vida. Pero ¿qué pasa si la hipermetropía no se reduce?

## CONDICIONES EN LAS QUE FALLA LA EMETROPIZACIÓN

Si imaginamos un bebé recién nacido con aproximadamente 3.5dpt de hipermetropía, podemos predecir por la literatura que su defecto refractivo caerá como se ilustra por la línea roja continua (Figura 8.4). Los datos de Saunders et al (1995) nos dicen que la tasa de emetropización para los bebés con defectos de refracción iniciales más altos es más rápido que para los que tienen errores iniciales más bajos, como se muestra en la curva.

¿Qué ocurre si en lugar de la disminución prevista en el defecto esférico, un individuo nacido con niveles moderados a altos de hipermetropía no muestra tal disminución? Ellos no siguen el patrón normal de emetropización, pero ¿tiene esto implicaciones para el desarrollo visual en general, o simplemente en su condición de refracción?

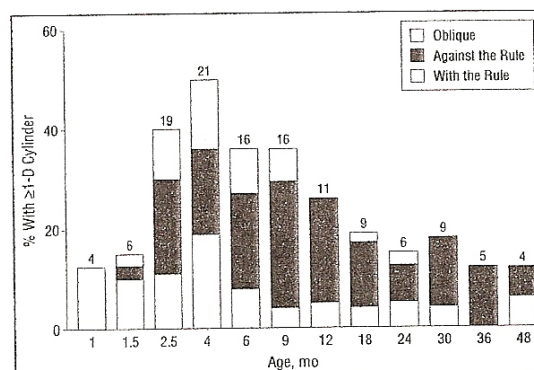


**Figura 8.4** Los datos de Saunders et al 1995 muestran mayor tasa de emetropización para los bebés con defectos de refracción iniciales más altos que aquellos con defectos iniciales más bajos

¿O qué pasa si el bebé muestra un aumento en el defecto esférico con la edad? Se sabe que la hipermetropía se asocia a estrabismo y ambliopía. Esta anomalía visual está vinculada a una falla en el proceso de emetropización que conlleva un riesgo 13 veces mayor de estrabismo y 6 veces mayor de ambliopía. Varios autores han investigado la relación entre estos factores en la infancia y la niñez temprana.

## ASTIGMATISMO

Los datos de Mayer et al (2001) muestran el porcentaje de lactantes con astigmatismo en cada grupo de edad evaluado (fig. 8.5). El tipo de astigmatismo se muestra dentro de cada barra. Los datos señalan una reducción en la prevalencia del astigmatismo en 1.00dpt cilíndrica o más durante los primeros años de la vida.



**Figura 8.5** Porcentaje de infantes con astigmatismo en los diferentes grupos de edad

El análisis de otros estudios que presentan datos sobre la prevalencia de astigmatismo en la infancia y los niños mayores, demuestra una mayor prevalencia de astigmatismo en la infancia en comparación con el final de la infancia y la edad adulta. La aparición de las diferencias interraciales y geográficas en la infancia se denota aún más cuando los datos de Hirsch (1963) y Huynh (2007) se comparan con los del estudio NICER (Northern Ireland Childhood Errors of Refraction - Defectos Infantiles de Refracción Irlanda del Norte, O'Donoghue et al 2010). Los participantes del estudio NICER eran de raza blanca de Irlanda del Norte, los de Huynh eran blancos y australianos, los de Hirsch fueron de California (EE.UU.), pero su raza no fue registrada. El origen de estas diferencias no es claro en la actualidad, pero el estudio NICER registró los datos biométricos oculares, además del defecto refractivo y demuestran que el astigmatismo corneal es el principal determinante de los niveles relativamente altos del defecto refractivo que presentan. Una alta prevalencia de defectos astigmáticos también ha sido reportada en los nativos americanos Tohono O'odham Nation en los USA. (Miller et al 2000). Estas diferencias interraciales deben tenerse en cuenta en la aplicación de programas de tamizaje diseñados para identificar a los niños con defecto refractivo alto, de tal manera que las herramientas de detección que son empleadas, sean capaces de detectar el astigmatismo no corregido (que no siempre reduce la visión monocular a la distancia suficientemente para una detección adecuada en un programa de tamizaje).

**Tabla 8.2** La magnitud y la prevalencia de astigmatismo descritas por varios autores en las diferentes edades.

Edad	Definición de hipermetropía	Prevalencia reportada (autores)
4 meses	$\geq 1.00$ dpt	50% (Mayer et al 2001)
Infantes (1 año)	$\geq 1.00$ dpt	65% (Howland et al 1978)
6.5 años	$\geq 0.75$ dpt	4.2% (Hirsch 1963)
6 años	$\geq 1.00$ dpt	4.8% (Huynh et al 2007)
6-7 años	$\geq 1.00$ dpt	24% estudio NICER 2010)
12.5 años	$\geq 0.75$ dpt	6% (Hirsch 1963)
12 años	$\geq 1.00$ dpt	6.7% (Huynh et al 2007)
12-13 años	$\geq 1.00$ dpt	20% estudio NICER 2010)
Adulto	$\geq 0.75$ dpt	8% (Howland et al 1978)

El astigmatismo visto en la infancia temprana ha demostrado provenir principalmente de la naturaleza la córnea y como el tamaño de la córnea aumenta con el crecimiento, y se aplanan al mismo tiempo, esto reduce los defectos astigmáticos extremos. Hay algunas pruebas obtenidas de los modelos animales que el astigmatismo también puede estar influenciado por la experiencia visual y que los defectos astigmáticos son susceptibles a la reducción a través del proceso de emetropización activo.

Diferentes autores han informado de diversos resultados cuando se trata de los tipos más comunes de error astigmático en la infancia, pero el consenso es que el Con la Regla (WR) es el más común en el nacimiento, aunque se debe tener en cuenta probables diferencias regionales y raciales.

**Tabla 8.3** Tipos de astigmatismo

Tipo de Astigmatismo	Eje del Astigmatismo
WR	Eje negativo a $180 \pm 15^\circ$
AR	Eje negativo a $90 \pm 15^\circ$
Oblicuo	Todos los demás

El astigmatismo es relativamente común en el nacimiento y puede estar presente en niveles moderadamente altos. Cuando está presente en los niños, el astigmatismo muestra una disminución rápida más allá del primer año de vida. Su prevalencia en el grupo de datos de los estudios también se reduce más allá del primer año. Sin embargo, se sabe que la falla en la reducción de la hipermetropía durante el primer año de vida es un factor predictivo de mal pronóstico visual, ¿Será esto igualmente cierto para el astigmatismo? ¿Es la persistencia o el aumento de astigmatismo en la infancia y la primera infancia una señal de desarrollo visual anormal y un peor pronóstico visual?

Es sabido que el astigmatismo se asocia con estrabismo, ambliopía y anisometropía en pacientes mayores, por lo que es probable que la persistencia del astigmatismo no sea un fenómeno "normal" y puede indicar un aumento de la probabilidad de un resultado visualmente deficiente. Esta inquietud será analizada en el capítulo 9.

## ANISOMETROPÍA

En la anisometropía también se ha demostrado a través de varios estudios que es más frecuente en la vida temprana de lo que se espera normalmente en la infancia o la edad adulta (Tabla 8.4).

**Tabla 8.4** Prevalencia de la anisometropía reportada por varios autores a las diferentes edades

Edad	Definición de anisometropía	Prevalencia (autores)
Recién nacido	> 1.00 dpt	14.4% (Thompson)
10 semanas	> 1.00 dpt	25% (Edwards)
6-9 meses	> 1.25 dpt	1.4% (Atkinson & Braddick)
12 meses	> 0.75 dpt	8.1% (Ingram & Barr)
1-6 años	> 1.75 dpt	4% (Mayer et al)
6-7 años	≥ 1.00 dpt	8.5% (estudio NICER 2010)
5-12 años	> 0.75 dpt	3.4% (Flom & Bedell)
12-13 años	≥ 1.00 dpt	9.4% (estudio NICER 2010)
Adolescencia	> 0.75 dpt	6% (Hirsch)

Los optómetras son muy conscientes de la relación entre la anisometropía, la ambliopía y el estrabismo, por lo visto estas condiciones son comunes también en adultos ambliopes y pacientes estrábicos con anisometropía. Es sabido que la acomodación está vinculada entre los ojos y que un par de ojos acomodan igual cantidad, incluso si un ojo tiene un requisito focal diferente que el otro. Un individuo con un ojo emétrope y un ojo hipermétrope siempre tendrá una imagen borrosa en la retina del ojo hipermétrope, pues el sistema visual preferirá enfocar el ojo emétrope - como requiere un menor esfuerzo acomodativo-. Se discutirá la relación entre la anisometropía y el pobre desarrollo visual en el capítulo 9.

## MIOPÍA

La miopía es relativamente poco frecuente en la primera infancia y la niñez. Cuando está presente a menudo se asocia con el parto prematuro (no sólo como consecuencia de la retinopatía del prematuro) y alteraciones neurológicas como parálisis cerebral y trastornos del desarrollo como el síndrome de Down. La mayoría de los casos de miopía en la población en general aparecen durante los años de la edad escolar (de aproximadamente 6-7 años en adelante) y un aumento de la prevalencia en la adolescencia.