

PERCEPCIÓN ESPACIAL BINOCULAR; ANISEICONIA I

AUTOR

Thomas Salmon: Northeastern State University, USA

PAR REVISOR

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, USA

DISTORSIÓN DEL ESPACIO ASOCIADO CON LOS NUEVOS ANTEOJOS

DISTORSIÓN PRISMÁTICA DE LA VISIÓN ESPACIAL BINOCULAR

Los prismas BI o BE prescritos para anomalías oculomotoras pueden provocar distorsiones de la percepción del espacio binocular. Los prismas BE prisma delante de ambos ojos provocan la inclinación hacia adentro hacia el paciente de un plano objetivo fronto-paralelo (tal como una pared) (**Steinman Fig. 4-26**), y el suelo puede aparecer con pendiente hacia abajo que se aleja como si el paciente fuera más alto.

La BI causa el efecto opuesto. Una pared aparecerá a inclinarse hacia afuera lejos del paciente y el suelo puede parecer que la pendiente va hacia arriba, como si hubiera disminuido su estatura. Estos efectos también pueden variar dependiendo de la inclinación de los lentes con relación a la línea de visión del paciente.

Estos efectos son causados por la magnificación meridional del prisma. Los pacientes que reciben nuevos anteojos pueden estar incómodos por esta percepción distorsionada por el efecto prismático de sus lentes, pero se adaptarán y la percepción del espacio normal volverá con el tiempo.

**ANISOFORIA
CAUSADA POR
ANISOMETROPÍA**

La anisoforia es una heteroforia que varía en las diferentes direcciones de la mirada. Puede ser causada por una paresia de los músculos extraoculares (anisoforia esencial), pero también puede ser causada por el efecto prismático de los anteojos (anisoforia óptica), especialmente cuando hay una diferencia en la corrección entre los dos ojos.

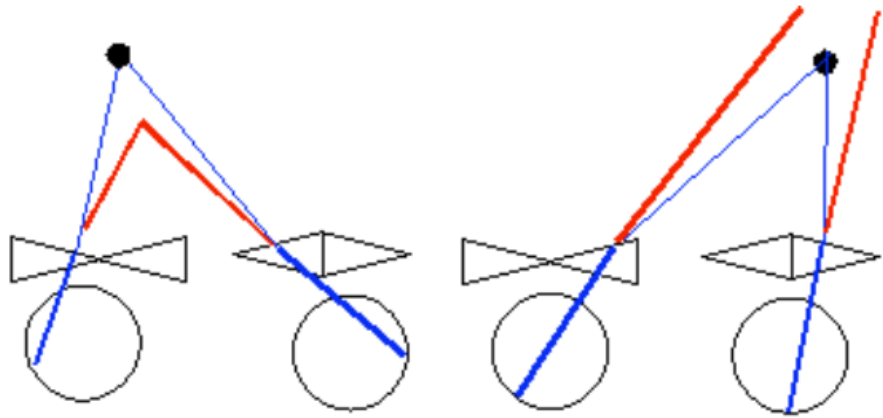


Figura 30.1 Con una corrección positiva sobre el ojo derecho y una negativa sobre el ojo izquierdo, la influencia del efecto prismático que se percibe las direcciones visuales de un objeto serán diferentes en la Mirada a la derecha y a la izquierda. En este caso los ojos deben converger más en la Mirada hacia la izquierda que hacia la derecha.

ANISOFORIA CAUSADA POR ANISOMETROPIA

Las anisoforias ópticas pueden dar lugar a distorsiones de la percepción del espacio y a síntomas de estrés binocular. Un lente positivo provoca aumento relativo de la imagen y puede ser pensado como prismas unidos por sus bases. Los lentes negativos causan minificación de la imagen relativa y pueden ser considerados como prismas unidos por sus vértices.

Si, por ejemplo, una persona es más hipermetrope en el ojo derecho y más miope en el ojo izquierdo, la imagen vista por el ojo derecho puede ser más grande, mientras que la imagen del ojo izquierdo puede ser menor. Con la mirada oblicua en cualquier dirección, el efecto prismático del lente derecho hará que las imágenes se desplacen más periféricamente, mientras que el lente izquierdo tenderá a desplazar objetos periféricos más centralmente. Por ejemplo, el mismo objeto en el campo de la derecha se desplazará hacia la derecha para OD, pero va a ser desplazado ligeramente hacia la izquierda para el OI (Fig. 30.1). Lo contrario ocurriría para los objetos en el campo de la izquierda.

Esto provoca una demanda de convergencia diferente (pero ningún cambio en la demanda acomodativa) en diferentes direcciones de la mirada. También crea diferentes cantidades de disparidad en los objetos a la misma distancia pero en diferentes campos de la mirada. En algunos pacientes, esto puede contribuir a la fatiga visual, especialmente cuando un paciente recibe un nuevo par de anteojos con una nueva prescripción anisométrica. Con el tiempo, la mayoría de los pacientes se adaptan a la distorsión del espacio causada por la nueva fórmula.

INTRODUCCIÓN A LA ANISEICONIA

La aniseiconia es una diferencia en la percepción de **tamaño** de imagen o **forma** entre los dos ojos, y por lo general es causada por correcciones ópticas desiguales en los casos de **anisometropía**. Cabe recordar, sin embargo, que la visión es algo más que la óptica. Después de que la retina recibe la imagen, se transmite al cerebro, que también puede influir en el tamaño percibido y forma final de la imagen de cada ojo.

Por ejemplo, considerando la forma en que la distribución de las neuronas de la retina y las señales locales podrían afectar a una persona con **miopía axial** en un ojo. La miopía provoca un tamaño de la imagen más grande, pero, el ojo grande hace que las señales locales de la retina se estiren sobre un área más grande. El resultado neto es que el tamaño percibido por la retina no es sustancialmente diferente al del otro ojo. Si este paciente fuera luego corregido con un lente negativo en anteojos, podría minificar la imagen de la retina y provocar aniseiconia.

El sistema neural es capaz de adaptarse a la aniseiconia con el tiempo. Esto muestra que la aniseiconia es más compleja que una simple diferencia en los poderes de los anteojos. El tamaño de la imagen retiniana (basado en factores de óptica), la distribución de las señales locales, el procesamiento neuronal y la adaptación, afectan la percepción.

Es posible calcular la variación prevista del tamaño de la imagen de la retina causada por diferentes tipos de correcciones ópticas (anteojos, lentes de contacto, cirugía refractiva, lentes intraoculares), pero es difícil predecir cómo el procesamiento visual influirá en la **aniseiconia percibida** y posterior adaptación. Los cálculos ópticos son útiles para comprender o predecir la aniseiconia causada por las correcciones ópticas, pero la aniseiconia percibida, que es el resultado de dos factores ópticos y los neurológicos, es más importante que la **aniseiconia óptica** calculada, porque esto es lo que el paciente realmente ve.

En resumen, la aniseiconia percibida puede ser provocada por una combinación de factores. Estos incluyen:

- Magnificación de los lentes en anteojos (u otras correcciones ópticas)
- Óptica de los ojos
- Distribución de las señales locales retinales en los dos ojos

- Modificaciones debidas al procesamiento neural
- Adaptación del sistema visual

DISTORSIÓN ESPACIAL CAUSADA POR LA MAGNIFICACIÓN DE LOS ANTEOJOS

Un punto de partida para comprender la aniseiconia es el efecto de la magnificación de los anteojos en la percepción espacial, pero manteniendo en mente los otros factores (mencionados arriba) que pueden influir en lo que el paciente realmente ve. Las distorsiones espaciales por aniseiconia se pueden dividir en:

- Efectos geométricos
- Efectos inducidos
- Efectos oblicuos

EFFECTO GEOMÉTRICO

El efecto geométrico se produce debido a la magnificación de la imagen de la retina sólo en el plano horizontal. Un verdadero plano fronto-paralelo aparece inclinado porque el aumento provoca disparidades retinianas horizontales. La Figura 30.2 es una ilustración aproximada mostrando **magnificación horizontal sobre el ojo derecho, que causa una rotación aparente del plano fronto-paralelo alejándose del ojo derecho**. El efecto se llama "geométrico" porque la orientación percibida del plano se puede predecir a partir de la geometría de las disparidades causadas por la magnificación en un lado. Recordemos la figura. 19,6 en la Unidad 19 y la discusión de cómo la magnificación afecta la forma del horóptero. (Véase también Borish fig. 5-18.)

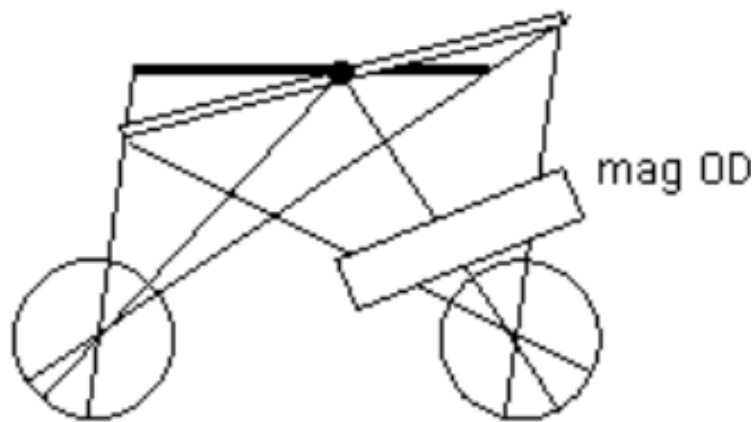


Figura 30.2 Ilustración del efecto geométrico de la magnificación sólo en el plano horizontal

EFFECTO INDUCIDO

El efecto inducido es causado por magnificación sólo el meridiano vertical, que provoca una rotación opuesta a la predicha para el efecto geométrico. La magnificación vertical sobre el ojo derecho hace que el plano fronto-paralelo aparezca girado hacia el ojo derecho. La razón exacta para el efecto inducido es desconocida. La magnificación vertical provoca una disparidad diferencial vertical en los dos ojos, pero las disparidades verticales no contribuyen a la percepción de profundidad estereoscópica. De alguna manera el procesamiento dentro del sistema visual hace que las disparidades verticales modifiquen las disparidades horizontales reales de la retina.

Una explicación es que la magnificación vertical de las imágenes de la retina estimula un mecanismo de compensación en el sistema visual que, en efecto, reduce el tamaño total percibido para que coincida con el tamaño vertical en la retina del otro ojo. La compensación, sin embargo, reduce tanto las dimensiones verticales como horizontales. El resultado neto es que la dimensión horizontal de la imagen se hace relativamente más pequeña que la dimensión correspondiente en el ojo que no tenía lente de aumento. Esto se resume en la figura. 30.3.

EFFECTO INDUCIDO



Figura 30.3 Un mecanismo neuronal hipotético que compensa la aniseiconia vertical, y puede provocar un efecto inducido. En este ejemplo, la magnificación vertical frente al ojo derecho tiene el mismo efecto como de minificación horizontal en el ojo izquierdo, el plano fronto-paralelo aparecerá rotado alejándose del ojo izquierdo y acercándose al derecho.

El efecto inducido causa aproximadamente la misma cantidad de distorsión espacial como el efecto geométrico para pequeños grados de aniseiconia (<4%), pero para aniseiconias mayores, el efecto geométrico causa una mayor inclinación. Esto varía según la persona.

EFECTO OBLICUO

La Fig. 5-20 de Borish ilustra el efecto oblicuo. Muestra el efecto meridional de un lente magnificador a 45 grados delante al OI y a 135 grados delante del OD**.

**** Observe que los ángulos son medidos desde la perspectiva del paciente, no la del examinador.**

La razón de la percepción, ilustrada en la **Fig. Borish. 5-20**, se ilustra en la figura. 30.4 (a continuación). La magnificación meridional provoca una imagen virtual inclinada de la línea para cada ojo, que es invertida y reversada en la retina. La imagen de c se encuentra en ambas retinas temporales, lo que provoca una disparidad cruzada para c. El punto c (parte inferior de la línea) parecerá, por tanto, más cerca de su posición verdadera.

Del punto 'a' se crea una imagen en la retina nasal de ambos ojos. Esto provoca una disparidad no cruzada, por lo que la parte superior de la línea parecerá que se encuentra más allá del punto de fijación. La percepción de un tablero de ajedrez visto a través de **lentes de tamaño** meridional con esta orientación se ilustra en la Figura Borish 5-21. El tablero de ajedrez parece inclinarse alejándose en la parte superior y hacia el observador en la parte inferior.

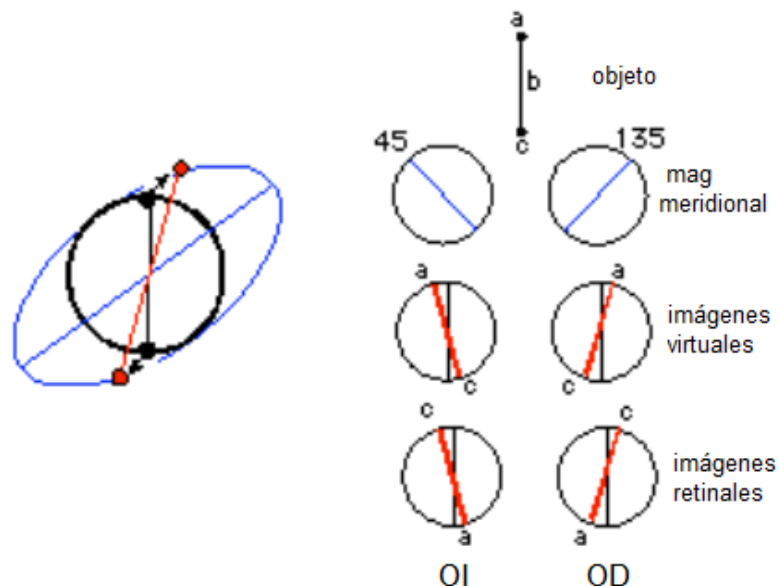


Figura 30.4 La imagen de la izquierda muestra cómo la magnificación meridional provoca una aparente inclinación de una línea vertical hacia el meridiano de magnificación. La serie de la derecha muestra cómo una línea vertical, vista a través de un magnificador meridional a 135 grados sobre el OD y un magnificador meridional a 45 grados sobre OI, hace que la parte superior de la línea dé la impresión de inclinarse lejos de la persona, mientras que la parte inferior de la línea parece moverse más cerca. Inspirado por Reading RW. Binocular Vision. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983, **Fig. 13-13**

INTERACCIÓN DE LOS EFECTOS

Una **magnificación general** (ampliación horizontal y vertical igual) delante de un ojo causará ambos efectos geométrico e inducido. Puesto que estos efectos son opuestos, tienden a anularse entre sí, y el resultado neto puede ser menos aniseiconia percibida de lo que cabría esperar de la magnificación calculada.

Suponiendo que una diferencia de 1,0 dioptría en el poder de los anteojos provoca una diferencia de magnificación de 1% entre los dos ojos. Si una persona tiene la siguiente prescripción en anteojos, se podría esperar una aniseiconia 3%, si se ignora la interacción de los efectos geométricos e inducidos.

OD Neutro
OI +3.00

El efecto geométrico causaría una ampliación horizontal de la imagen del OI del 3 %, pero el efecto inducido causaría una minificación horizontal del 3 % de la imagen en el mismo ojo (o 3 % de magnificación horizontal de la imagen en OD). El resultado neto es que no se percibirá aniseiconia. Por esta razón, las diferencias de poder globales entre los dos ojos son a menudo menos problemáticas que las diferencias en la magnificación oblicua. Las grandes diferencias cilíndricas oblicuas entre los dos ojos puede causar distorsiones espaciales que no están equilibradas ya sea por el efecto inducido o geométrico. Esto puede explicar por qué algunos pacientes tienen una mayor dificultad para ajustarse a las prescripciones de astigmatismo oblicuo que los que tienen ejes horizontales o verticales.

Los síntomas de aniseiconia incluyen dolores de cabeza, astenopia, dificultad para leer e incluso fofobia. Varias referencias sugieren que esto puede ser un problema en aproximadamente el 5 % de los pacientes. Curiosamente, los pacientes sintomáticos con aniseiconia generalmente no reportan problemas con la distorsión espacial. Además de las diferencias en la magnificación inducida por los anteojos, los efectos prismáticos diferenciales pueden causar una anisoforia, como discutimos al comienzo de esta conferencia.

CONSTANCIA DEL TAMAÑO, INCLINACIÓN Y EFECTO SILO

Como se ha demostrado en la discusión de la magnificación oblicua, otro principio básico de la distorsión del espacio es que el lado que se inclina alejándose del observador se ve más grande. Esto se basa en el principio de la **constancia del tamaño**. A pesar de que la disparidad estereoscópica crea la ilusión de que parte de la superficie está inclinada alejándose, el tamaño angular del objeto es casi el mismo. Para que un objeto más distante tenga el mismo tamaño angular como un objeto más cercano, debe ser más grande. Esta es la misma lógica utilizada para explicar la ilusión de la luna. Esto se ilustra en la Fig. **Borish. 5-21**.

Esto ayuda a entender el efecto SILO (por sus siglas en inglés Small-In, Large-Out), que significa Pequeño-Adentro, Grande-Afuera. A medida que los ojos convergen (giran hacia adentro) debido al prisma BE, el objeto fijado a menudo parece ser más pequeño. La convergencia da la impresión de que el objeto se está moviendo aproximándose. Normalmente, cuando un objeto se acerca, su tamaño aumenta la imagen retiniana. Si no lo está haciendo más grande, entonces debe ser cada vez más pequeño, o algo así es lo que el sistema visual debe pensar. La constancia del tamaño, explica entonces la aparente disminución en el tamaño del objeto mientras se mueve acercándose.

Cuando el prisma BI estimula la divergencia, el sistema visual percibe que el objeto se está moviendo alejándose. Normalmente cuando los objetos reales se alejan, su tamaño de imagen en la retina disminuye; la imagen de la retina, sin embargo no disminuye, por lo que debe estar aumentando en tamaño - de nuevo presunta lógica del sistema visual. Esto explica "grande afuera". Steinman comenta sobre este efecto en la p. 184 de su libro de texto. Curiosamente, algunos pacientes experimentan la percepción opuesta a la que se espera de acuerdo a SILO, es decir, SOLI, es decir, pequeña-afuera y grande-adentro. Esto es probablemente debido al procesamiento en el cerebro.

BIBLIOGRAFÍA

- Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000. Chapter 4.
- Benjamin, W. **Borish's Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006.
- Schwartz S. **Visual Perception** - 2nd Edition. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999.
- Cline D, Hofstetter HW and Griffin JR. **Dictionary of visual science. 4th Edition**. Butterworth-Heinemann, Michigan. 1997.
- Kaufmann PL, Alm A and Francis HA. **Adler's Physiology of the Eye**, 10th Ed. Mosby, St. Louis, 2003.
- Schor CM and Cuifreda KJ. **Vergence eye movements: Basic and clinical aspects**. Butterworth, Michigan. 1983.
- Von Noorden GK. **Binocular Vision and Ocular Motility - 5th Edition**. Mosby, St. Louis. 1996.
- Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician**. Mosby, St. Louis, 1995.
- Griffin JF. **Binocular Anomalies - Diagnosis and Vision Therapy, 3rd Edition**, Butterworth-Heinemann, 1995.

Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior**, Appleton & Lange, 1995.

Reading RW. **Binocular Vision**. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.

Hart W. **Adler's Physiology of the Eye, 9th Ed.** Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.

Moses, RA. **Adler's Physiology of the Eye, 8th Ed.** Mosby Yearbook, St. Louis. 1987.