

AGUDEZA VISUAL

AUTOR

Thomas Salmon: Northeastern State University, USA

PAR REVISOR

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, USA

ESTE CAPÍTULO INCLUIRÁ UNA REVISIÓN DE:

- Tipos básicos de agudeza visual
- Diseño de la prueba de agudeza visual de Snellen

REVISIÓN

Las gráficas abajo (Fig 17-1) muestran los resultados promedio para una clase de sensibilidad al contraste medida mediante 3 métodos, y los valores normales esperados como lo publicó en su página web Vector Visión.

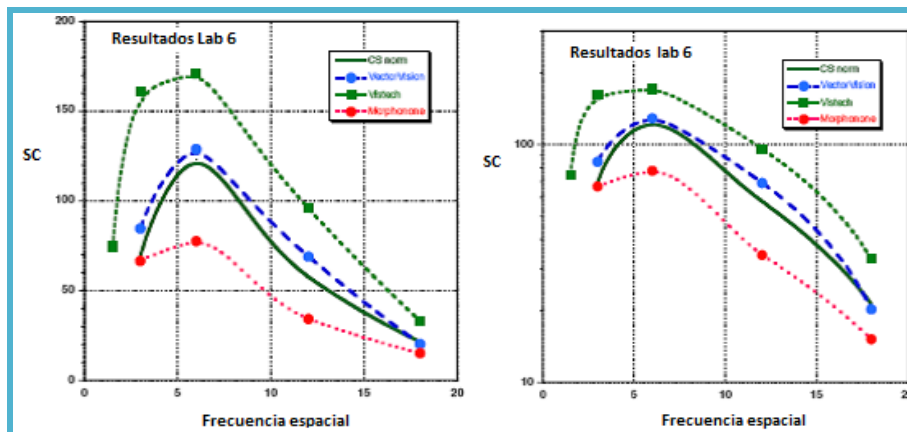


Figura 17-1: FSC medida por tres métodos diferentes y los valores normales esperados

P. Cómo se comparan las curvas con los valores esperados?

R. _____

P. Si usted va a adquirir una prueba de sensibilidad al contraste para uso en el consultorio, cuál escoge y por qué?

R. _____

TIPOS BÁSICOS DE LA AGUDEZA VISUAL

Se define Agudeza como la nitidez o claridad de pensamiento, la visión o la audición. Las pruebas de agudeza visual evalúan la visión mediante las características de los rasgos más finos, más detallados que se puede ver. Esto se puede evaluar en varias formas diferentes.

AGUDEZA DE RESOLUCIÓN

Al punto de corte de la frecuencia alta la FSC (función de sensibilidad al contraste) a veces se le llama el **límite de resolución** del sistema visual. Cuando se mide el límite de resolución, normalmente se usan objetivos de alto contraste y se intenta encontrar la más pequeña separación que se puede resolver entre dos características, es decir, visto como dos. Tal vez el estímulo más simple para la agudeza de resolución sería dos pequeños puntos. La tarea del sujeto consiste en encontrar la distancia mínima entre dos puntos en los que se pueden resolver como dos. Este tipo de prueba de agudeza visual se conoce como la **agudeza de resolución**.

En condiciones ideales, el límite de resolución de la agudeza, es decir, el tamaño angular de la separación mínima (o **mínimo ángulo de resolución**, que se abrevia **MAR**) que el ojo humano puede ver es de unos ~ 0.5 minutos de arco o ~ 30 segundos de arco. Esto equivale a alrededor de 20/10 de visión o 60 c / d.

La figura 17-2 (a continuación) y fig. 7-19 Schwartz, 2004 ilustran el MAR de la E de Snellen y una rejilla de onda cuadrática. El MAR es igual al ancho de una barra, o al ancho de un brazo de la E de Snellen. La letra del 20/20 está diseñada de modo que el tamaño angular de un brazo de la E de Snellen es 1 minuto de arco. Por lo tanto, tiene un MAR de 1 minuto de arco. Tenga en cuenta que *el MAR en minutos de arco es igual al recíproco de la fracción de Snellen*.

La agudeza visual de Snellen es un tipo de prueba de resolución agudeza, pero además de ser capaz de resolver los huecos entre trazos de la letra, el paciente también debe ser capaz de identificar la letra. Este tipo de tarea visual se conoce como la **agudeza de reconocimiento**. Así la agudeza visual de Snellen utiliza tanto la resolución como la agudeza reconocimiento.



Figura 17-2: El MAR es el ancho angular de la barra

MÍNIMO DETECTABLE O MÍNIMO DE AGUDEZA VISIBLE

Hay otras tareas visuales que se pueden utilizar para evaluar la visión espacial. Por ejemplo, ¿cuál es el tamaño angular más pequeño que el ojo puede detectar de un solo objeto? Clásicamente se evalúa esto encontrando el tamaño angular mínimo de un alambre que puede ser detectado sobre un fondo uniforme. Esto se conoce como la agudeza del **mínimo detectable** o **mínimo visible**. El límite para este tipo de agudeza es ~ 1 segundo de arco, que es mucho más pequeño que el diámetro de un solo cono. Aunque el objeto es una línea, la imagen de la retina será una banda difusa, y la tarea es principalmente la detección de un incremento de contraste contra un fondo, como se ilustra en fig. 7-21 de Schwartz, 2004. El objeto será visible cuando el tamaño de la imagen y el contraste son suficientes para superar el umbral de contraste de la persona.

P. Aunque el perfil del objeto es básicamente una onda cuadrática (bordes distintivos agudos), el perfil de iluminación retinal presentado en la Fig. 7-21 de Schwartz la muestra como una curva en forma de campana. Por qué?

R. _____

HIPERAGUDEZA O AGUDEZA VERNIER

En esta prueba visual, se determina el mínimo desfase que se puede detectar entre dos líneas. Por ejemplo, en la siguiente figura cuál línea está más arriba?



Figura 17-3: Un ejemplo de objetivo de agudeza Vernier

El objetivo es detectar la diferencia mínima que puede ser discriminada en posiciones. Estos umbrales son de cerca de **2-10 segundos de arco** (de nuevo, mucho más pequeñas que un diámetro de cono). Esto es a lo que se le conoce como la agudeza Vernier o hiper agudeza (Fig. 17-3), ya que es mucho mejor de lo que cabría esperar con base en la separación de los conos.

TIPOS BÁSICOS DE LA AGUDEZA VISUAL (CONTINUACIÓN)

Dado que el ojo es tan bueno para discriminar pequeños desplazamientos, a veces se utilizan escalas Vernier en los dispositivos de medición. Por ejemplo, algunos visores de cámaras crean una división de la imagen que se alinea sólo si la cámara está enfocada (Figura 17-4). Es difícil para el ojo juzgar cantidades muy sutiles de desenfoque óptico, pero la alineación de una imagen dividida es fácil. El mismo principio se puede utilizar en la queratometría (Figura 17-5 derecha), para medir con mucha precisión el eje y el poder. La Figura 17-6 muestra una aplicación de la agudeza Vernier a la aviación militar.

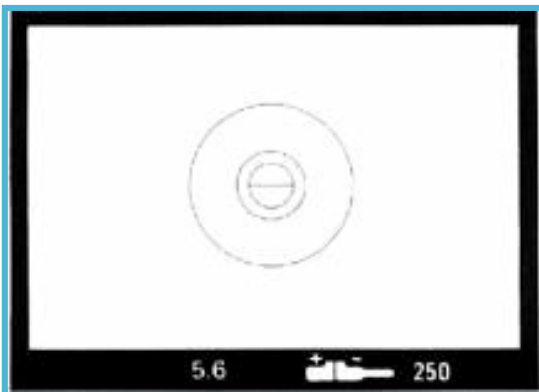


Figura 17-4: El visor de la cámara Nikon F2A camera. Permite un enfoque muy preciso debido a que un objeto fuera de foco se verá dividido, en proporción al error de desenfoque. Este sistema aprovecha nuestra extremadamente buena agudeza Vernier, para este tipo de tareas.

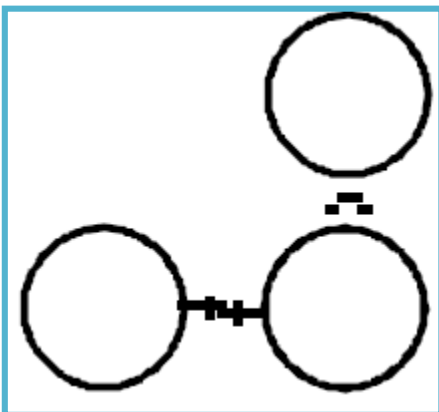


Figura 17-5: El principio de alineación de Vernier se puede usar para mejorar la exactitud en la medida del eje en la queratometría

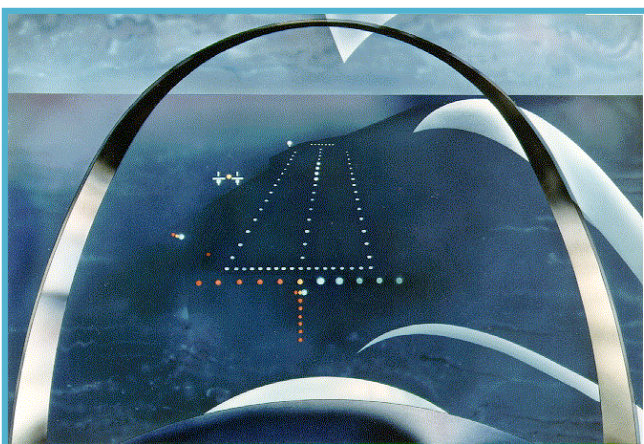


Figura 17-6: Los pilotos de la naval juzgan el alineamiento de las luces de aterrizaje para verificar su la vía iluminada durante un aterrizaje, mediante una tarea visual de alineamiento Vernier.

TIPOS BÁSICOS DE LA AGUDEZA VISUAL (CONTINUACIÓN)

(Del capítulo 7, Función Visual, Pantallas Montadas en Cascos: Sensación, Percepción y Aspectos de la Cognición, CE Rash, 2009. Original de <http://www.lakehurst.navy.mil/nlweb/ocols.gif>)

La fig. 7-23 de Schwartz, 2004, ilustra una diferencia importante entre los umbrales de la resolución y la agudeza Vernier. La figura superior muestra que *la falta de definición puede degradar significativamente la agudeza de resolución*. A medida que los círculos de desenfoque se hacen más grandes, son más difíciles de resolver los dos puntos. Por otro lado, la agudeza Vernier apenas se ve afectada por la falta de definición. Ya sea que las líneas superior e inferior de los puntos sean o no borrosos, el sistema visual es igualmente capaz de detectar una diferencia en sus posiciones.

Basándose en este principio, algunos científicos han propuesto la utilización de la agudeza Vernier para examinar la integridad de la mácula en pacientes de cataratas. Por ejemplo: un paciente que se queja de visión borrosa y puede alcanzar una agudeza Snellen (agudeza resolución) con su mejor corrección de sólo el 20/80. Durante el examen con lámpara de hendidura nota esclerosis (blanqueo) del cristalino. Esto puede ser la causa de la AV disminuida, y si es así, el paciente se beneficiaría de la cirugía de catarata y la implantación de un lente intraocular (LIO).

Pero también es posible que una enfermedad macular se la causa del agudeza disminuida. En ese caso, la cirugía no va a ayudar, incluso con un lente transparente la agudeza sería pobre debido a la enfermedad macular. Si se pudiera ver la mácula, se podría evaluar su salud, pero las cataratas impiden una buena observación de la mácula. Es por esta razón que se han desarrollado instrumentos para medir la agudeza visual de la mácula, evitando la catarata.

Tanto el **interferómetro** como el **Medidor de la Agudeza Potencial (MAP)** proyectan objetivos de agudeza de resolución directamente en la retina. La claridad de los objetivos no debe verse afectada por las opacidades de los medios. Como la agudeza Vernier también escasamente se ve afectada por la falta de definición, se puede evaluar el umbral de agudeza Vernier del paciente para determinar la integridad macular. Un umbral normal de agudeza Vernier indicaría que la mácula está funcionando normalmente y que la visión borrosa es probablemente debido a la catarata. Por consiguiente, el paciente se beneficiaría con la cirugía.

Tabla 17-1: Tipos de agudeza visual

TIPO DE AGUDEZA	DEFINICIÓN	EJEMPLO	MEJOR DESEMPEÑO
Resolución	Mínima separación requerida para resolver dos objetos	AV Snellen, E direccional, rejilla de ondas sinusoidales o cuadráticas	MAR = 0.75 a 0.5 min de arco. 20/15-20/10, 40-60 c/d
Reconocimiento	Objeto más pequeño que puede ser identificado	AV Snellen, cartillas de figuras pediátricas	Igual que Snellen
Detección	Objeto más pequeño visible (actividad de incremento del umbral)	Alambre delgado con el cielo de fondo	~1.0 segundos de arco
Vernier (híper agudeza)	Mínimo de des alineamiento detectable	Líneas ligeramente desplazadas	2-10 segundos de arco

DISEÑO DE LAS PRUEBAS DE AGUDEZA VISUAL SNELLEN

CUÁLES LETRAS UTILIZAR?

En el diseño de una cartilla de agudeza de Snellen, debe tener en cuenta que algunas letras son más fáciles de leer que otras. Por tanto, algunas cartillas limitan las letras utilizadas a las que tienen aproximadamente la misma legibilidad. Para ser aún más precisos, también debe especificar el tipo de letra (fuente) utilizado, pues las mismas letras escritas en diferentes tipos de letra pueden variar en legibilidad.

Un juego muy conocido es el **Set de Letras de Sloan** que utiliza 10 letras, C, D, H, K, N, O, R, S, V, Z.

Progresión del Tamaño: La progresión entre líneas en la cartilla de AV es también una consideración de diseño importante. Sería bueno diseñar un gráfico de tal manera que la progresión de tamaños de letras representa pasos iguales en términos de dificultad. Esto no es lo que ocurre con la cartilla de AV clínica comúnmente utilizada. ¿Ha notado que el incremento de la dificultad entre el 20/30 a 20/25, 20/25 a 20/20 a 20/15 son todos similares, pero el intervalo de 20/15 a 20/10 es un incremento mucho mayor en términos de dificultad.

Una progresión más lógica sería tener incrementos en los tamaños de letras como en el logaritmo del MAR. Por ello, algunas cartillas utilizan una progresión **logMAR** como la cartilla ETDRS. Esta cartilla fue desarrollada por los Institutos Nacionales de Salud (por sus siglas en inglés NIH) para su uso en el tratamiento precoz de la retinopatía diabética (por sus siglas en inglés ETDRS), y se ha convertido en un recurso popular para los profesionales y científicos que requieren una prueba estándar bien diseñada para la medición de la agudeza visual.

La Figura 17-7 muestra una cartilla ETDRS logMAR. Las siguientes son las características importantes en el diseño de las cartillas:

- Hay cinco letras en cada línea
- Todas la letras tienen igual altura y ancho
- Los espacios entre las letras son del mismo ancho de una letra
- Las letras están limitadas al juego de Sloan
- Las líneas progresan en pasos de 0.1 logMAR. La Tabla 17.2 hace una lista de la progresión del tamaño de las letras, en términos tanto de logMAR como el equivalente de agudeza Snellen utilizado en la cartilla ETDRS.
- En esta cartilla, cada letra cuenta como un quinto o un 0,02 de una línea. Esto evita el uso de signos positivos y negativos adjuntas a la fracción de Snellen. Por ejemplo, si una persona ve la totalidad de la línea de 0,3 logMAR (20/40) y dos letras de la línea siguiente (20/40+2), *se anota un 0,3 menos 0.02 por cada letra adicional que leer de la siguiente línea*. Es decir, 0,3 menos (0,04) o 0,26. Si la persona puede leer toda la línea siguiente, su agudeza logMAR será 0,2. Del mismo modo, si una persona lee la línea logMAR 0,2 (20/32), menos dos letras, *deberá añadir 0,02 por cada letra perdida*. En el ejemplo, el equivalente de 20/32-2 es una puntuación logMAR de $0,2 + 0,04 = 0,24$.

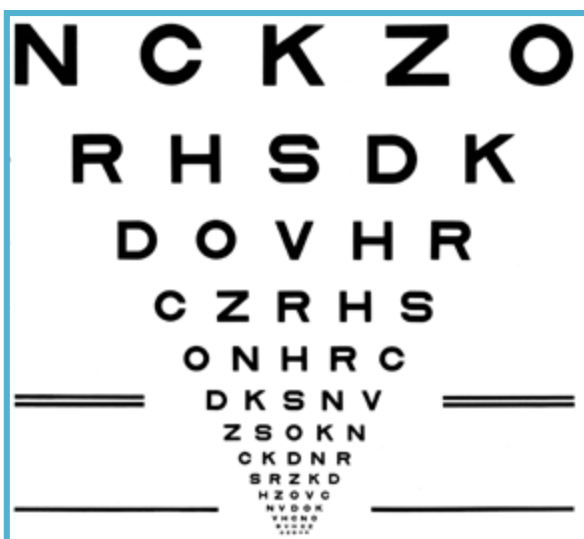


Figura 17-7: La cartilla ETDRS

DISEÑO DE LAS PRUEBAS DE AGUDEZA VISUAL SNELLEN (CONTINUACIÓN)

La escala de notación de la AV varía según los países, en el Reino Unido, la agudeza visual de 20/20 se registra como 6/6. En Japón y la mayoría de los otros países, la agudeza visual se expresa como un decimal que es equivalente a la fracción de Snellen correspondiente. Por ejemplo, 20/20 se expresa como 1,0 y 20/40 corresponde a 0,5. A esto se le refiere a veces como la **agudeza visual decimal**. Usted debe estar familiarizado con los siguientes datos:

- El MAR es el ancho de una barra en una E de Snellen (Fig. 7-19 de Schwartz).
- En una letra del 20/20, el MAR es igual a 1,0 minutos de arco.
- El MAR, en minutos de arco, es igual a la inversa de la fracción de Snellen.
- En una cartilla logMAR, la letra 20/20 tiene un valor de 0.
- En una cartilla logMAR, a medida que la agudeza empeora, el valor de logMAR aumenta.
- A medida que mejora la agudeza más allá de 20/20, la puntuación logMAR será cada vez más negativa.

Tabla 17-2: Progresión de las líneas en la cartilla ETDRS

20/X	10	12.5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
logMAR	-0.3	-0.02	-0.1	0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0

Usted debe estar en capacidad de convertir entre la agudeza Snellen (20/x) y logMAR. Siga los pasos a continuación:

1. Divida el denominador de Snellen por 20— este es el MAR
2. Calcule el logaritmo de ese número; este es el logMAR

Usted debe estar en capacidad de convertir nuevamente la agudeza logMAR en Snellen (20/x). Siga los pasos a continuación:

1. Calcule el logaritmo inverso del logMAR. Es lo mismo que calcular 10 elevado al valor de logMAR. Esto es el MAR.
2. Multiplique esto por 20 para obtener el denominador de Snellen.

FACTORES QUE PUEDEN INFLUIR LA MEDIDA CLÍNICA DE LA AGUDEZA VISUAL

- Parte de la retina utilizada
- Estado de adaptación (fotópica, escotópica, mesópica)
- Iluminación retinal
- Contraste
- Tamaño
- Color
- Defecto refractivo
- Tamaño pupilar
- Tiempo de exposición
- Distancia de la prueba
- Tipo de objeto utilizado (rejilla de ondas sinusoidales, rejilla de ondas cuadráticas, letras (cuáles letras? Fuente?), figuras, etc.)
- En movimiento o estática
- OD, OI o AO
- Aislada o múltiples letras y su espaciamiento
- Estado de la acomodación / ciclopléjia

LECTURAS SELECCIONADAS/REFERENCIAS

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004
- CE Rash, Chapter 7, Visual Function, in **Helmet-Mounted Displays: Sensation, Perception and Cognition** Issue, 2009