1

Agudeza visual

OBJETIVOS DE ESTE CAPÍTULO

1. Identificar los propósitos que se persiguen al tomar la AV en un sujeto.
2. Describir los tres factores fundamentales que limitan la AV: la percepción de objetos de tamaño mínimo (mínimo visible), la habilidad para ver separados dos objetos muy próximos (mínimo separable) y el reconocimiento de formas (mínimo cognoscible o reconocible).
3. Describir las características necesarias para la construcción, diseño y presentación o proyección de optotipos.
4. Anotar correctamente la medida de la AV de lejos sin corrección, AV habitual y AV con corrección, utilizando la escala decimal, la fracción de Snellen y la escala logarítmica y diferenciar las principales características de cada escala.
5. Anotar correctamente la medida de la AV de cerca utilizando la escala métrica o la escala de puntos y diferenciar las principales características de ambas escalas.
6. Conocer la existencia de otras escalas utilizadas para medir la AV de lejos y cerca.
7. Conocer la existencia de test específicos para la medida de la AV en bebés y niños.

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

Definición

La *agudeza visual* (AV) se puede definir como la capacidad de percibir y diferenciar dos estímulos separados por un ángulo determinado (α), o dicho de otra manera es la capacidad de resolución espacial del sistema visual (**fig. 1-1**). Matemáticamente la AV se define como la inversa del ángulo con el que se resuelve el objeto más pequeño identificado:

$$AV = \frac{1}{\alpha}$$

Sin embargo, la AV no es sólo el resultado de un ajuste óptico adecuado de las diferentes estructuras oculares (córnea, cristalino, retina, etc.), sino que depende del estado de la vía óptica y del estado de la corteza visual. Por tanto, la visión es un proceso más amplio que la AV por el cuál se percibe e integra la información que llega a través de las vías visuales, analizándola y comparándola con otras imágenes o experiencias previas.

Factores que afectan a la agudeza visual

Desde el punto de vista teórico la máxima AV del ojo se situaría en torno a valores angulares de 0,5 minutos de arco (AV de 2,0 en escala Snellen), para diámetros pupilares de 2,0 mm (límite calculado para la *función de modulación de transferencia*), un mosaico de receptores de diámetro entorno a 1,5 micras por cono y una distancia nodal del ojo de 16,67 mm. Sin embargo, la AV clínicamente «normal» se sitúa entorno a la unidad (AV = 1,0) por la influencia de diferentes factores, tanto físicos como fisiológicos y psicológicos:

Factores físicos

- *De la sala:* iluminación.
- *De los optotipos:* iluminación, color, contraste, tipografía, y distancia al sujeto.
- *Del ojo:* tamaño y difracción pupilar, ametropía y aberraciones ópticas.

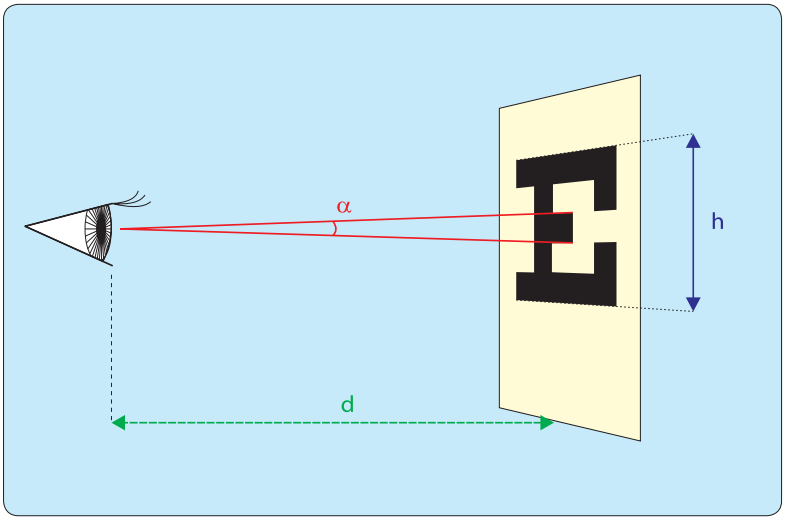


Figura 1-1
Tamaño angular α en la medida de la AV, donde *d* es la distancia del sujeto al optotipo y *h* es la altura del mismo.

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

Factores fisiológicos

- *Densidad* o *disposición* de los fotorreceptores.
- ***Excentricidad de la fijación:*** la AV es máxima en la fóvea y disminuye a medida que se estimula retina más periférica.
- ***Motilidad ocular:*** la estabilidad de la imagen retiniana es función de la calidad de los micromovimientos sacádicos de los ojos.
- ***Edad del sujeto:*** la AV es muy baja al nacer y mejora con la edad para estabilizarse y decaer lentamente a partir de los 40-45 años.
- ***Monocularidad/binocularidad:*** la AV binocular es normalmente entre el 5 y 10 % mayor que la monocular.
- ***Efecto de medicamentos:*** midriáticos, mióticos, ciclopéjicos.
- ***Algunas enfermedades oculares o sistémicas pueden afectar a la AV:*** queratoconjuntivitis, diabetes mellitus, etc.
- ***Factores neuronales:*** transmisión de la información a través de la vía visual, grado de desarrollo de la corteza visual, etc.

Factores psicológicos

- Experiencias previas con la prueba.
- Fatiga física o psíquica.
- Motivación/aburrimiento, sobre todo en niños.

De las características fisiológicas de la agudeza visual surgen varias definiciones importantes:

Mínimo visible

Representa la unidad espacial más pequeña que el sistema visual es capaz de percibir. Se determina calculando el diámetro mínimo que puede tener un disco sobre un fondo para que sea percibido. Aproximadamente equivale a 36 segundos de arco que es el mínimo ángulo que permite estimular a dos conos separados por un tercero (el tamaño de un cono es de aproximadamente 1,5 micras).

Los factores que determinan el mínimo visible no dependen sólo del valor angular ya que se ven afectados por la luminancia del test, la cantidad de energía que reciben los fotorreceptores y su sensibilidad.

Mínimo separable

Es la habilidad para ver separados dos objetos muy próximos. Si se presentan dos puntos luminosos suficientemente separados y se van acercando entre sí, llegará un momento en el que será imposible discernir si se trata de un punto o de dos. Este límite en óptimas situaciones se sitúa en torno a un valor angular entre 50 y 94 segundos de arco. Si la experiencia se realiza con barras verticales de igual anchura alternativamente blancas y negras (Miras de Foucault) y se trata de

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

detectar cuándo se ven alineadas (similar a la lectura en un *nonius*) se comprueba que con altas luminosidades y en las mejores condiciones se perciben desalineadas si su anchura subtiende como mínimo un ángulo de 38 segundos de arco. Es, por tanto, una de las máximas capacidades de discriminación del ojo. Esta prueba recibe el nombre de *agudeza Vernier* (**fig. 1-2**). Esta elevada capacidad del ojo de discriminación se utiliza en la exploración clínica de alteraciones maculares en diferentes pruebas como la prueba de la rejilla de Amsler y algunos microperímetros computerizados.

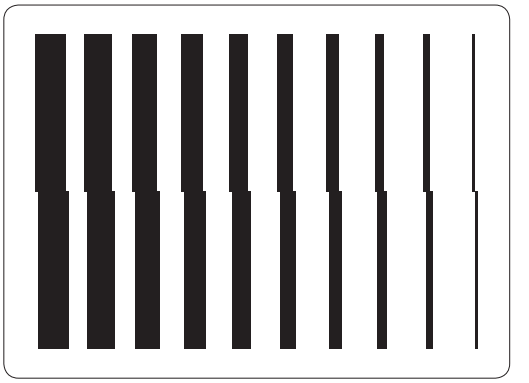


Figura 1-2
Agudeza Vernier.

Mínimo reconocible o discriminable

Representa la capacidad del sistema visual de nombrar o reconocer correctamente formas u objetos o su orientación. Se acepta que su valor es de aproximadamente un minuto de arco. Como se explicará más adelante, a la hora de medir la AV de un sujeto se utilizan letras o formas (optotipos), progresivamente más pequeñas, en las que es necesario identificar su forma u orientación. El ángulo que subtiende en la retina el optotipo más pequeño que el sujeto es capaz de reconocer es la medida o valor de la AV. El mínimo reconocible también recibe el nombre de *agudeza visual clínica*.

La agudeza visual es una función compleja definible como:

- La capacidad de detectar un objeto en el campo de visión (mínimo visible).
- La capacidad de separar los elementos críticos de un test (mínimo separable).
- La capacidad de nombrar un símbolo o identificar su posición (mínimo reconocible).

Optotipos

El término proviene de dos palabras griegas: *optós,* que significa «visible o relativo a la visión» y *typós,* que significa «marca». Es decir, literalmente: «marca visible». En optometría, un optotipo es una figura o símbolo que se utiliza para medir la AV. En su diseño se tienen en cuenta los principios fisiológicos de la AV. La figura está compuesta por varios rasgos, cada uno de los cuales debe subtender un ángulo determinado a una distancia dada.

Principales diseños de optotipos

Optotipos de escala aritmética o tipo Snellen

Los optotipos más populares en nuestro medio son los de tipo Snellen. Sus principal característica es que cada letra puede inscribirse en un cuadrado cinco veces mayor que el grosor de

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

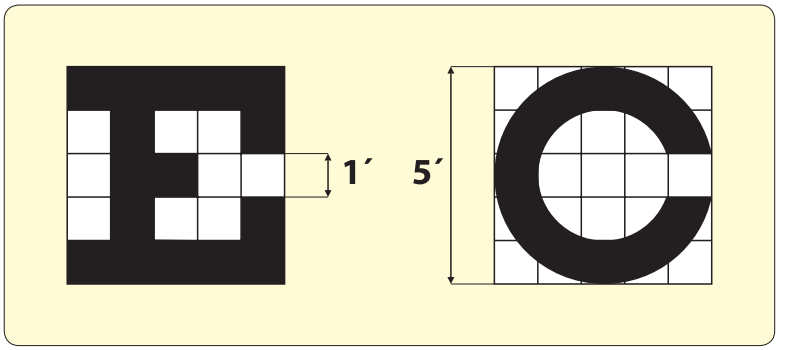


Figura 1-3
Optotipos de Snellen. El carácter de la derecha recibe también el nombre de «c» o anillo de Landholt.

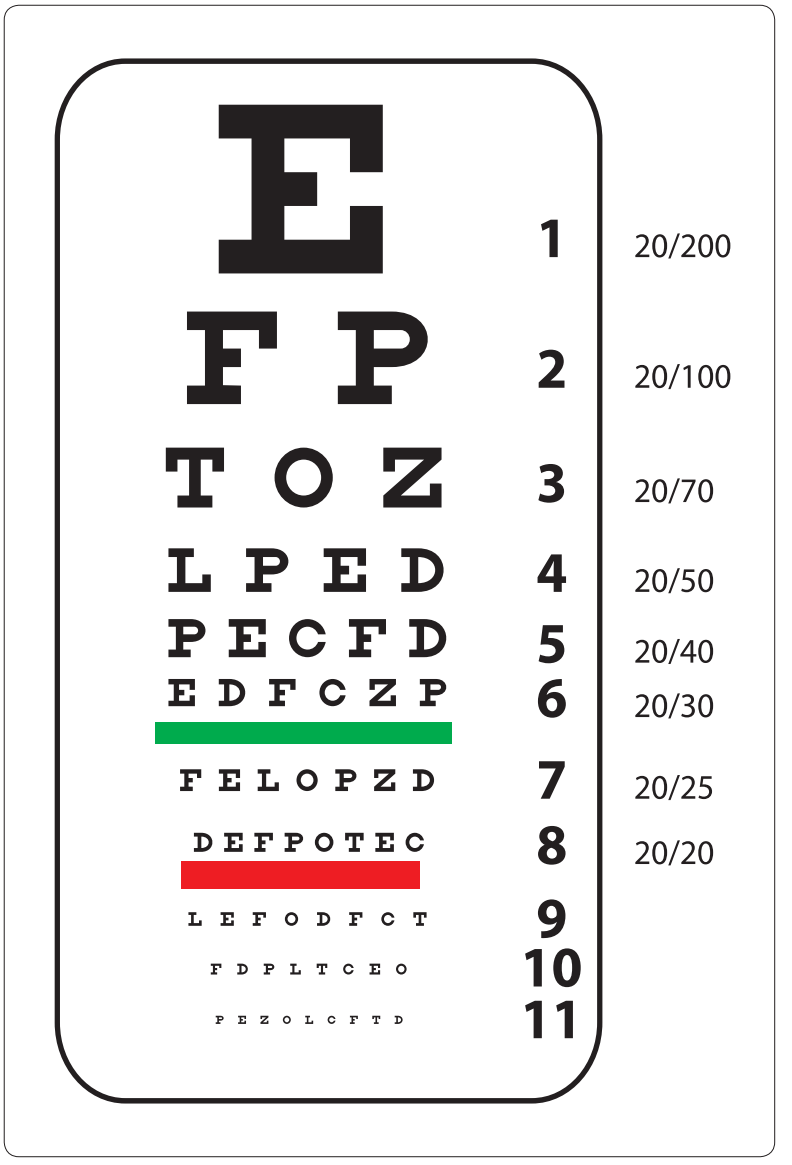


Figura 1-4
Escala de Snellen original (1862).

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

la línea con la que está trazada (**fig. 1-3**). El tamaño de la imagen es directamente proporcional al tamaño del test (conjunto de optotipos) e inversamente proporcional a la distancia del mismo. Normalmente la distancia de presentación de los optotipos, para medir la AV en visión lejana es de 6 m (infinito óptico) si bien existen test diseñados a diferentes distancias como, por ejemplo, 4 m. Por lo tanto, el mínimo discriminable en un ojo normal se medirá con un optotipo que presente una línea con un valor angular de 1 minuto de arco y la totalidad del mismo será de 5 minutos de arco.

El optotipo original de Snellen (presentado en 1862) presenta siete niveles diferentes de letras. Solo dispone de un optotipo en el tamaño mayor (mínima AV) incrementando progresivamente un optotipo (una letra) por línea hasta alcanzar 8 en la línea de AV 1,0. La progresión del tamaño de los optotipos es aritmética (razón = tangente ángulo × distancia) para las distancias (expresadas en en pies) de 200, 100, 70, 50, 40, 30 y 20 (de menor a mayor AV), que en escala decimal correspondería a las AV de 0,05; 0,1; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 y 1,0, respectivamente y 1,0 (**fig. 1-4**).

La escala de optotipos de Snellen ha sufrido ligeras modificaciones, siendo aún la más extendida y utilizada en la práctica profesional.

Optotipos de escala logarítmica o de Bailey-Lovie

Estos optotipos, diseñados a finales de los años 70, pretenden conseguir la máxima estandarización en la medida de la AV (**fig. 1-5**), para ello son necesarios los siguientes requisitos:

- *Progresión logarítmica:* se han propuesto diferentes ratios para la progresión logarítmica aceptándose el más adecuado sería una progresión de 0,1 unidades logarítmicas.
- *Número de optotipos por línea:* la fiabilidad en la medida de la AV aumenta al incrementar el número de letras cerca del tamaño umbral. Se acepta que al menos tienen que existir cinco letras por línea de optotipos y que debe presentar el mismo número de optotipos en cada nivel de agudeza visual.
- *Espacio entre letras y filas:* el espacio entre filas y entre letras tiene que ser igual que el tamaño de las letras.

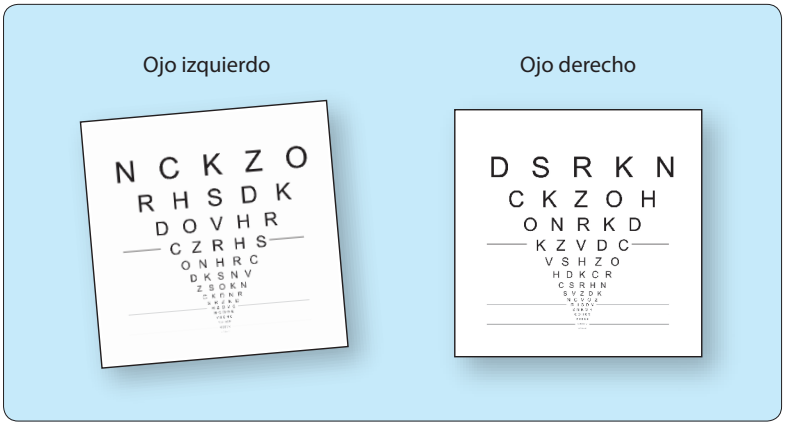


Figura 1-5 Optotipos de escala logarítmica empleados en el ETDRS.



Figura 1-6
Tipografía de Sloan para el diseño de optotipos.

- *Legibilidad del optotipo:* los optotipos deben ser igualmente legibles en cada nivel de AV. El Comité para la Visión de la Academia Nacional de Ciencias de los EE.UU. (1979) y el Concilio Oftalmológico Universal (1984) recomendaron el uso de los Anillos de Landolt para la medida de la AV. Aunque el uso de letras esta más difundido que los Anillos de Landolt o la E de Snellen. Las más indicadas son las familias de letras Sloan (C, D, H, K, N, O, R, S, V, Z) del Comité para la Visión (**fig. 1-6**), o la familia de letras British (D, E, F, H, N, P, R, U, V, Z) del Consejo Internacional de Oftalmología, al presentar pequeñas diferencias entre su legibilidad.

Si bien cada vez se van incorporando más a la práctica clínica, los optotipos de diseño logarítmico son más utilizados en investigación, como, por ejemplo, en el *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS), estudio de la repercusión de realizar un tratamiento precoz sobre la retinopatía por diabetes, llevado a cabo entre 1980 y 1985.

Presentación de los optotipos

Los optotipos se pueden presentan de diferentes maneras para su uso clínico. Los más utilizados son los formatos impresos, las tarjetas de proyección y los sistemas de vídeo. Los tres se observan directamente, pero en las ocasiones en las que las dimensiones del gabinete no permiten su proyección a 6 m pueden utilizarse espejos para aumentar el camino óptico hasta el sujeto.

Optotipos impresos

Existen diferentes formatos en cuanto a formas y materiales de fabricación, unos se fabrican en material opaco (plástico, etc.) y tienen que ser directamente iluminados (reflexión), otros se realizan en materiales translúcidos y son iluminados desde su interior (retroiluminación o transparencia). Presentan el inconveniente de que tienen que ser utilizados a la distancia a la que fueron diseñados para evitar errores en la medida. Los más difundidos son los optotipos diseñados a 6 m (20 pies) y a 4 m. Para mantener una mejor iluminación y contraste del test están especialmente indicados los optotipos retroiluminados (que mantienen la luminancia dentro de los niveles recomendados para su presentación).

Proyectores de optotipos

La principal ventaja de los sistemas de proyección frente a los optotipos impresos es que, si el ojo del sujeto se sitúa a la misma distancia de la pantalla de proyección que la lente del

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

proyector, el tamaño angular de los optotipos proyectados es independiente de la distancia de proyección. Aún así, no se recomienda utilizar distancias de proyección menores de 5 m que pueden sobreestimar la medida de la AV en personas miopes o infravalorarla en hipermétropes (afectando a la acomodación), lo que podría variar el resultado de la refracción o el tamaño relativo del optotipo. La vergencia de los rayos a 4 m es de 0,25 D mientras que a 6 m es sólo de 0,17 D. Es decir, a mayor distancia menor demanda acomodativa y menor error en la posterior refracción.

Sistemas de videopantalla

Aunque no están muy difundidos los sistemas de optotipos en videopantalla presentan una serie de ventajas frente al resto. Permiten una mayor variedad de optotipos (letras, E de Snellen, dibujos, etc.), cambiar el orden de presentación de los optotipos, el tiempo de presentación, etc. Aunque, no están exentos de mejoras como en los niveles de luminancia, la estructura (píxeles) en las letras de más pequeñas y el tamaño de los monitores, son aspectos susceptibles de mejoras con el tiempo y la investigación.

Iluminación y contraste de los optotipos

La mayor parte de los tests para medir la AV utilizan optotipos con alto contraste negro sobre fondo blanco, superior al 75 %, manteniéndose homogéneo en toda la pantalla, se puede aceptar una tolerancia del 10 %. Los optotipos impresos presentan un contraste con un ratio de 3:100 o 5:100, por el contrario los sistemas de proyección no consiguen estos niveles de contraste y se sitúan entre 10:100 y 20:100. La *iluminación ambiente* puede afectar al contraste con el que

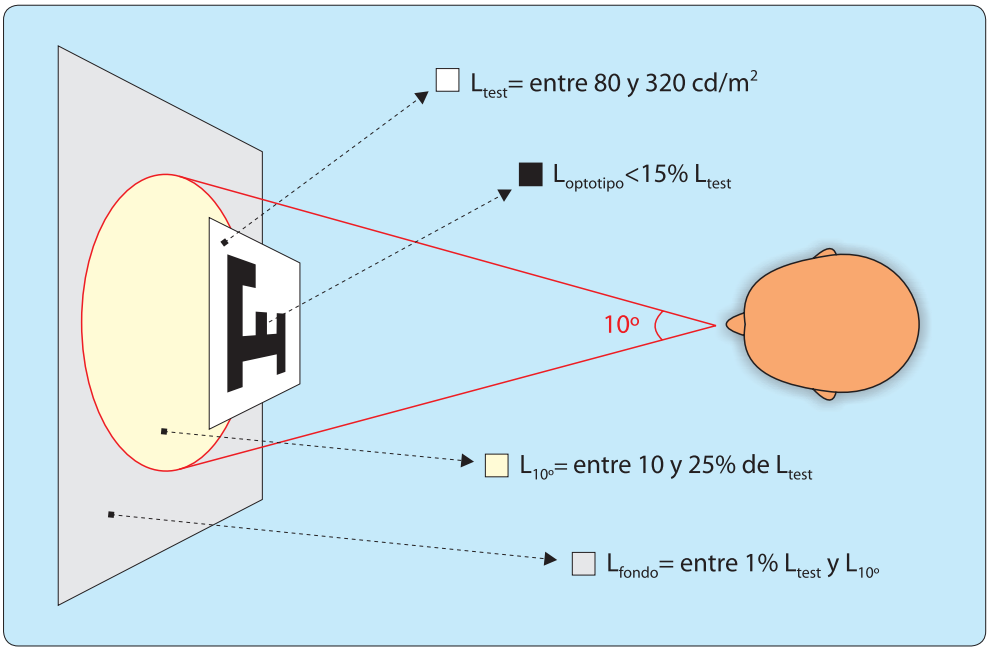


Figura 1-7
Zonas de iluminación del optotipo.

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

se presentan los optotipos. La AV puede medirse en condiciones de baja iluminación, entonces las pupilas del sujeto se dilatan de manera que se pueden detectar pequeños errores de refracción, pero las aberraciones ópticas del ojo y la aparición de miopía nocturna pueden afectar (diminuyendo) más a la AV. Así, la AV medida en condiciones escotópicas puede ser inferior a la obtenida en condiciones mesópicas o fotópicas. Por tanto, la AV tiene que medirse con una iluminación en los optotipos suficiente y uniforme, entre 50 y 100 lúmenes por centímetro, mientras que la *iluminación ambiente* tiene que situarse en condiciones mesópicas o fotópicas sin provocar deslumbramiento.

La presentación de los optotipos puede dividirse en tres zonas: el test, los 10° centrales y el fondo. En el test (en la zona blanca, donde no hay optotipos) tiene que haber una luminancia de entre 80 y 320 cd/m^2 (candelas por metro cuadrado), rango entre 100 y 200 cd/m^2. La luminancia de los optotipos en cambio debe ser la mínima posible para maximizar el contraste, no pudiendo ser la luminancia de los optotipos mayor que el 15 % de la luminancia del test. En los 10° centrales (excluyendo el área del test) la luminancia debe estar en valores de entre un 10 % y un 25 % de la luminancia del test. En el fondo, la luminancia debe ser mayor que un 1 % de la luminancia del test, pero nunca mayor que la luminancia de la zona de los 10° centrales (**fig. 1-7**).

Distancia de presentación de los optotipos

La AV en visión lejana se puede medir desde 6 hasta 4 m, si bien se recomienda utilizar una distancia superior a 5 m para evitar errores por la acomodación o el tamaño relativo de la imagen que puedan afectar no sólo a la medida de la AV sino también al valor de la refracción. Es importante identificar la distancia para la que cada optotipo está diseñado y calibrado y así ajustar correctamente la distancia de presentación.

Otro factor a tener en cuenta en la medida de la AV es controlar una adecuada posición del sujeto explorado, evitando que se aproxime a los optotipos y acorte la distancia de presentación. Por ejemplo, una persona que presente una AV de 0,9 en escala decimal puede llegar a identificar la línea de unidad si se aproxima 40 cm a los optotipos y la distancia de presentación es de 4 m. Sin embargo, apenas variará si se presentan a 6 m o distancia superior. Por tanto, el sujeto debe estar bien sentado, con la espalda recta si está sobre un taburete o apoyada en el respaldo si la silla lo tiene.

Anotación de la agudeza visual

Fracción de Snellen

La fracción de Snellen expresa el tamaño angular del optotipo especificando la distancia de presentación del test (normalmente en pies o *ft*, abreviatura del inglés *feet*) y el tamaño de los optotipos. Escribiendo la distancia del test en el numerador y el tamaño en el denominador. El número utilizado para indicar el tamaño de las letras es la distancia en la que esa letra subtendería un ángulo de 5′ de arco:

$$AV = \frac{\text{Distancia del test}}{\text{Distancia a la que la letra subtendería un ángulo de } 5'}$$

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

Es decir, si la AV es de 20/200 la fracción de Snellen indica que el tamaño de la letra visto por el sujeto subtendería un ángulo de 5 minutos de arco a 200 pies en lugar de los 20 a los que se realiza la prueba. Dicho de otro modo, la mínima letra que es capaz de reconocer a 20 pies sería vista a 200 pies por un sujeto con una AV estándar. La máxima AV se obtiene cuando el sujeto identifica a 20 pies la letra que a 20 pies subtiene un ángulo de 5 minutos de arco, por tanto la fracción de Snellen correspondiente a la máxima AV será 20/20 (**tabla 1-1**).

EJEMPLO ¿Cuál sería la AV de un sujeto que identifica los optotipos de 0,2 (6/24) cuando se presentan a 2 m en lugar de hacerlo a 6 m?

Bastaría con indicar la distancia de realización de la prueba y resolver la fracción. Al presentar una AV inferior a 0,05 (optotipo de mayor tamaño) no se podría conocer su AV manteniendo la distancia de presentación de 6 m. Al acortarla a 2 m, se puede determinar la AV.*

$$AV = \frac{\text{d test}}{\text{d optotipo } 5'} = \frac{2}{24} = 0{,}08$$

En Reino Unido se utiliza la fracción de Snellen pero en lugar de presentar la distancia en pies (como en EE.UU.) lo hacen en metros. Así la máxima AV será 6/6. Hay que tener en cuenta que 20 pies son aproximadamente 6 m (1 pie = 30,48 cm). La fracción de Snellen es útil a la hora de medir la AV en sujetos con Baja Visión acercando los optotipos, de manera que al calcular la fracción se puede determinar la AV.

Escala decimal

La escala decimal es más utilizada en España que la fracción de Snellen. Básicamente lo que se hace es resolver la fracción de Snellen a un solo número. Así la máxima AV se corresponde con el valor unidad (20/20 = 1,0) y va disminuyendo progresivamente (20/200 = 0,1) (**tabla 1-1**).

Mínimo ángulo de resolución (MAR)

El mínimo ángulo de resolución (MAR, acrónimo también del inglés *Minimum Angle of Resolution*) expresa la AV en minutos de arco indicando el tamaño angular del mínimo detalle que es capaz de resolver en el optotipo. Representa 1/5 del tamaño del optotipo. Para una AV de 20/20 el MAR será de 1 minuto de arco, para 20/40 de 2 minutos de arco y para 20/200 será de 10 minutos de arco. Matemáticamente se calcula realizando la inversa del valor decimal de la AV. Este valor es poco utilizado empleándose más su logaritmo (LogMAR) (**tabla 1-1**).

Logaritmo del mínimo ángulo de resolución (LogMAR)

Las escalas de optotipos que presentan una progresión logarítmica (ratio de progresión 0,1 unidades logarítmicas) disponen cinco letras por línea de optotipos y la misma separación entre filas y entre optotipos. De este modo, cada optotipo tiene asignado un valor de 0,02 unida-

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

Tabla 1-1 Equivalencias de los distintos sistemas de anotación de la AV

Snellen (m)	Snellen (ft)	Decimal	LogMAR	VAR
6/3	20/10	2,00	−0,3	115
6/3,75	20/12,5	1,60	−0,2	110
6/5	20/16	1,25	−0,1	105
6/6	**20/20**	**1,00**	**0,0**	**100**
6/7,5	20/25	0,80	+0,1	95
6/10	20/32	0,63	+0,2	90
6/12	20/40	0,50	+0,3	85
6/15	20/50	0,40	+0,4	80
6/20	20/63	0,32	+0,5	75
6/24	20/80	0,25	+0,6	70
6/30	20/100	0,20	+0,7	65
6/38	20/125	0,16	+0,8	60
6/48	20/160	0,125	+0,9	55
6/60	20/200	0,1	+1,0	50

des logarítmicas (0,02 × 5 = 0,1). Por tanto, el logaritmo del MAR (logMAR) se calcula realizando dicha operación matemática:

- Para AV 20/20 el MAR = 1 y el logMAR = log10(1,0) = 0
- Para AV 20/40 el MAR = 2 y el logMAR = log10(2,0) = 0,30
- Para AV 20/200 el MAR = 10 y el logMAR = log10(10) = 1,0

La máxima AV se corresponde con el cero y la mínima con la unidad (justo a la inversa que en la escala decimal). Cuando la AV es mayor que 20/20 el valor del logMAR es un número negativo (**tabla 1-1**).

Este tipo de escala se ha mostrado más precisa a la hora de medir la AV que las escalas de Snellen o similares. Sin embargo, su uso está poco difundido en la práctica profesional al invertir la expresión correspondiente a la escala decimal, ya que resulta poco intuitivo que un sujeto con AV normal (1,0 en escala decimal) presente una AV de cero. Su aplicación en investigación está más extendida, utilizándose sobre todo una variante llamada *Visual Acuity Rating* (valor de agudeza visual).

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

Valor de agudeza visual (VAR)

El valor de agudeza visual (VAR, acrónimo del inglés *Visual Acuity Rating*) se calcula con los optotipos ETDRS (diseño logarítmico) bien contando el número de letras acertadas y calculando el valor de LogMAR:

$$\text{LogMAR} = (85 - \text{letras acertadas}) \times 0{,}02$$

o directamente utilizando el valor logMAR según la fórmula:

$$\text{VAR} = 100 - 50 \times \text{logMAR}$$

En esta escala el valor de 100 se corresponde con la AV de 20/20 (1,0), un VAR = 50 a la AV 20/200 (0,1) y el valor VAR = 0 con la AV 20/2000 (**tabla 1-1**).

Este sistema de anotación de la AV es muy empleado en investigación por permitir una manera más precisa de «medir» y anotar el valor de la AV sin aproximaciones, como las que presentaría un sujeto que no identifica todos los optotipos de 2 líneas de AV diferentes (aspecto muy común en la clínica habitual), por ejemplo, entre 0,4 y 0,5, es decir, falla algunos optotipos de 0,4 e identifica algunos de 0,5. Si se anotara 0,4 se infravaloraría la AV y si se anota 0,5 se supravaloraría. Con el valor de VAR se anotaría como un único valor o número que permite comparar su evolución (objetivizando su mejoría aumentando la AV y también el valor del VAR o su deterioro si disminuye).

Para determinar el valor de AV (VAR) se anotan los optotipos correctamente identificados (generalmente se presentan a 4 m). Si el valor es inferior a 20, es necesario disminuir la distancia de presentación a 1 m y se utilizará el valor de optotipos correctamente identificados a 1 m para el cálculo final. Si es superior a 20, se le suman 30 unidades para el cálculo final. El valor final del VAR se calcula con la fórmula anterior (**fig. 1-8**).

El motivo de esta suma es conseguir un mismo resultado independientemente de la distancia evitando tener que hacer transformaciones como las que se realizan con la fracción de Snellen: 30 unidades se corresponden con 5 líneas de optotipos y el tamaño angular de la 6.ª línea de optotipos a 4 m es igual que la 1.ª línea a 4 m, de manera que en lugar de diseñar un optotipo con 5 líneas de mayor tamaño se modifica la distancia (disminuyéndola a 1 m) «aumentando» el rango de medida de AV con un mismo test.

Eficiencia visual

La eficiencia visual (VE, acrónimo del inglés *Visual Efficiency*) fue introducida en 1925 para cuantificar la pérdida de visión con propósitos legales. Para su desarrollo se midió la resolución visual a través de diferentes filtros de difusión delante de los ojos, asumiendo que la visión se degradaba en la misma proporción que el filtro introducido, obteniendo la siguiente relación:

$$\text{VE} = 0{,}2^{\frac{\text{MAR-1}}{9}}$$

Esta escala ha sido empleada por la Asociación Médica Americana desde 1955, aunque su uso clínico o en investigación no esta muy difundido.

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

OJO DERECHO

Fila	AV Snellen	Tarjeta Número 1	Letras correctas 4 mt
1	20/200	N C K Z O	5
2	20/160	R H S D K	5
3	20/125	D O V H R	5
4	20/100	C Z R H S	5
5	20/80	O N C R C	5
6	20/63	D K S N V	5
7	20/50	Z S O K N	5
8	20/40	C K D N R	5
9	20/32	S R Z K D	5
10	20/25	H K O V C	4
11	20/20	N V D O K	4
12	20/15	V H C N O	3
13	20/13	S V H C Z	0
14	20/10	O Z D V K	0

Total de letras correctas 4mt: 56

Si <20 mover a 1 metro — Adicionar +0,75 Esf — Correctas 1 mt

1	20/800	N C K Z O	
2	20/640	R H S D K	
3	20/500	D O V H R	
4	20/400	C Z R H S	
5	20/320	O N C R C	
6	20/250	D K S N V	

Total de letras correctas 1mt:

Puntuación AV OD

A	Total correctas a 4 mt:	56
B	Si A=20 sumar 30, sino poner 0	30
C	Total correctas a 1 mt (si no se realizó =0):	0

OD Suma A + B + C: 86

Si el paciente ha obtenido menos de 4 puntos, cumplimentar los ítems inferiores:

☐ Tiene percepción de luz.

☐ NO tiene percepción de luz.

Nombre del explorador que realizó la prueba:

OJO IZQUIERDO

Fila	AV Snellen	Tarjeta Número 2	Letras correctas 4 mt
1	20/200	D S R K N	5
2	20/160	C K Z O H	5
3	20/125	O N R K D	5
4	20/100	K Z V D C	5
5	20/80	V S H Z O	5
6	20/63	H D K C R	5
7	20/50	C S R H N	5
8	20/40	S V Z D K	5
9	20/32	N C V O Z	5
10	20/25	R H S D V	5
11	20/20	S N R O H	4
12	20/15	O D H K R	4
13	20/13	Z K C S N	0
14	20/10	C R H D V	0

Total de letras correctas 4mt: 58

Si <20 mover a 1 metro — Adicionar +0,75 Esf — Correctas 1 mt

1	20/800	D S R K N	
2	20/640	C K Z O H	
3	20/500	O N R K D	
4	20/400	K Z V D C	
5	20/320	V S H Z O	
6	20/250	H D K C R	

Total de letras correctas 1mt:

Puntuación AV O I

A	Total correctas a 4 mt:	58
B	Si A=20 sumar 30, sino poner 0	30
C	Total correctas a 1 mt (si no se realizó =0):	0

OI Suma A + B + C: 88

Si el paciente ha obtenido menos de 4 puntos, cumplimentar los ítems inferiores:

☐ Tiene percepción de luz.

☐ NO tiene percepción de luz.

R. Martín, O.D.

Figura 1-8
Ejemplo de hoja de resultados para la realización de la medida de la AV con el VAR.

Medida de la agudeza visual

Clínicamente la AV se puede medir sin corrección y corregida, en esta último caso puede ser con su corrección habitual o con la mejor corrección y finalmente, se puede medir la AV con agujero estenopeico.

- ***Agudeza visual sin corrección:*** es la AV medida sin corrección óptica (gafas o lentes de contacto). Otros autores también la denominan *AV bruta o sin compensar.* Suele representarse con el acrónimo AVsc.

- ***Agudeza visual con corrección:*** es la AV medida cuando el sujeto utiliza gafas o lentes de contacto. Puede diferenciarse la AV con su corrección habitual, cuando se mide con las gafas o lentes de contacto que el sujeto utiliza normalmente. Otros autores la denominan *AV habitual,* en este caso en un sujeto que no utilice gafas o lentes de contacto coincidirían la AV sin corrección con la AV habitual. Por otra parte también puede hablarse de *AV con la mejor corrección,* como su nombre indica, se corresponde con la AV que se obtiene al utilizar la mejor refracción posible (normalmente después de la refracción). Suele representarse con el acrónimo AVcc, si bien es necesario diferenciar entre si es con la corrección habitual o con la mejor corrección.

- ***Agudeza visual con agujero estenopeico:*** se refiere a la AV que se obtiene al mirar a través de un orificio de un diámetro entre 1,0 y 1,5 mm. Se utiliza en sujetos que no alcanzan la AV estándar para determinar si la pérdida de AV puede tener un origen refractivo. El agujero estenopeico produce un aumento de la profundidad de foco por lo que la borrosidad en la imagen retiniana producida por los defectos de refracción disminuye mejorando secundariamente la AV. En los casos en los que el uso del estenopeico no provoca un aumento de la AV está indicado pensar que el motivo de su descenso no es un defecto refractivo sino una ambliopía u otra patología ocular. Por el contrario, al utilizar el estenopeico en sujetos con buena AV, ésta puede empeorar al provocar su uso una disminución de la iluminación retiniana e inducir fenómenos de difracción.

Habitualmente la AV se mide primero de forma monocular y posteriormente de manera binocular, primero sin corrección y después con la corrección habitual del sujeto. Anotándose la última línea de letras leída completamente. Se acepta que una línea se ha leído correctamente cuando se aciertan entre el 50 % y el 60 % de los optotipos que la forman, anotándose, por tanto, el valor de esa línea como máxima AV. En el caso de leer una o dos letras de una línea de letras de AV superior puede anotarse la última línea leída correctamente más un número en superíndice que indique las letras leídas correctamente en la línea de optotipos de AV superior, es decir, anotando 1+ si se acertó una letra, 2+ si fueron dos y 3+ si fueron tres.

Este sistema de anotación presenta dificultades para su estandarización y manejo matemático por lo que apenas es utilizado en investigación (utilizándose el sistema VAR previamente descrito) pero es muy frecuente en clínica. Algunos autores, también recomiendan anotar las reacciones del sujeto, si duda, si las lee con dificultad, guiña los ojos, etc.

Otras modalidades de AV pueden ser:

- Fotópica, mesópica y escotópica, según las condiciones de luminosidad del test y de iluminación de la sala.
- Angular o morfoscópica: según se utilicen uno o varios optotipos colocados en línea.
- Central o periférica: según la zona explorada de la retina.
- Monocular o binocular.
- En visión de lejos o visión de cerca.

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

- Objetiva o subjetiva.
- Estática o cinética.
- Al blanco y negro o a los colores.

Agudeza visual de cerca

La medida de la AV de cerca se tiene que realizar a la distancia correspondiente a la longitud de los brazos del sujeto, aunque la distancia considerada como estándar es de 40 cm. Numerosos tests para medir la AV de cerca no utilizan optotipos que puedan ser comparables entre sí o con los optotipos para visión lejana. Normalmente, consisten en figuras, letras, palabras, frases o párrafos similares a los encontrados en periódicos o libros.

Escalas para la medida de la AV de cerca

- *Unidad métrica (M):* es una medida de letra impresa introducida por Sloan en 1956. Especifica el tamaño de la letra indicando la distancia a la que subtendería un ángulo de 5 minutos de arco a 1 m. Es decir, la letra «1,0 M» subtendería un ángulo de 5 minutos de arco a 1 m (1,45 mm de tamaño). La letra del periódico es aproximadamente de ese tamaño. Clínicamente, la AV puede ser calculada fácilmente como una fracción de Snellen, recogiendo en el numerador la distancia del test en metros y en el denominador la unidad métrica de la letra más pequeña que el sujeto fue capaz de leer. Por ejemplo, una AV de 1,0 M a 40 cm puede registrarse como 0,40/1,0, traducido a la escala decimal se trataría de una AV de 0,40. Otros autores (José y Atcherson, 1977) recomiendan multiplicar por 0,7 el tamaño, en milímetros, de la letra más pequeña identificada para calcular el valor de AV de cerca.

- *Escala de puntos:* esta escala es muy utilizada en la industria, procesadores de texto, periódicos, imprenta, etc. Un punto es igual a 1/72 de pulgada. La letra impresa en periódicos aproximadamente es de 8 puntos que equivale a letras de 1,0 M.

- *Notación N:* con la intención de estandarizar la medida de la AV de cerca en Reino Unido (1951-1952) se propuso adoptar el formato de letra *New Times Roman* como el formato estándar. Así, el tamaño N8 indicaba letras de este formato con un tamaño de 8 puntos. Por tanto, la medida de la AV se recogía como el tamaño de letra más pequeño que el sujeto era capaz de identificar o leer, especificando la distancia del test, por ejemplo, AV de cerca de 8 N a 40 cm.

- *Notación en equivalente Snellen o escala Snellen reducida:* posiblemente sea la escala más extendida al tomar la AV de cerca. Básicamente consiste en la Escala de Snellen Reducida para utilizarla a 40 cm, manteniendo la proporción matemática de los optotipos. Así la letra de 1,0 M a 40 cm equivaldría a una AV de 20/50 (0,4 en escala decimal). Cuando el test no se presenta a 40 cm, está indicado adjuntar la distancia junto a la notación de la AV, por ejemplo, AV de cerca de 20/50 a 20 cm. A pesar del extendido uso de la Escala Reducida de Snellen puede considerarse una serie de inconvenientes asociados a su uso para cuantificar la AV de cerca. En primer lugar porque parece poco indicado referirse a la distancia de 20 pies (6 m) al medir la AV de cerca y también por no especificar ni la distancia ni el tamaño del test o letra.

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

- *Notación Jaeger:* Indica el tamaño de la letra por una «J» seguida de un número. Esta indicado anotar tanto el tamaño de la letra más pequeña identificada como la distancia del test, por ejemplo, 3 J a 40 cm. Desgraciadamente no existe una estandarización de la notación de Jaeger, motivo por el que no esta indicado utilizarla para medir la AV de cerca.

Al medir la AV de cerca, a diferencia de su medida en visión lejana, está indicado pedir al sujeto que lea pequeñas frases o palabras, puesto que esta es una función más compleja que identificar letras sueltas. También existen escalas con progresión logarítmica que, al igual que en visión de lejos, presentan mayores ventajas a la hora de determinar la AV de cerca, definir la prescripción óptica o calcular el aumento necesario para leer o escribir.

Actualmente no existe una estandarización internacional para la medida de la AV de cerca, aunque las escalas más recomendadas pueden ser la escala métrica o la de puntos, indicando la distancia de presentación del test. La Escala Reducida de Snellen de Snellen presenta el inconveniente de no indicar ni el tamaño ni la distancia del test. La notación de Jaeger se desaconseja como método para medir la AV de cerca.

Test de AV pediátricos

Existen una gran variedad de test para determinar la AV de niños, bebes y otros sujetos con limitaciones en sus capacidades de comunicación. El especialista seleccionará uno u otro test de AV en función del niño, de su edad o de su capacidad de respuesta. Los más difundidos son, la medida de potenciales evocados, observación de nistagmus optocinético, el test de mirada preferencial, respuesta a optotipos simples con figuras (casa, coche, gato, etc.), identificación de la dirección de optotipos como la C de Landolt, la Mano de Sjögren o la E de Snellen.

- *Medida de potenciales evocados:* básicamente consiste en medir los potenciales eléctricos del córtex visual al presentar al niño diferentes estímulos. Generalmente se utiliza en bebes ante la sospecha de una posible pérdida de AV (véase capítulo 22, dedicado al *estrabismo*).

- *Test de mirada preferencial:* utilizada en bebes, identificando la dirección de la mirada ante la presencia de un estímulo al presentar un test con forma de rejilla en uno de sus lados (a la derecha o izquierda) y la ausencia de rejilla en el otro. Cuanto más finas sean las barras que forman el enrejado (mayor frecuencia espacial), mayor AV presentará el bebé (véase capítulo 22, dedicado al *estrabismo*).

- *Observación del nistagmus optocinético:* también se ha propuesto como manera de determinar la AV en bebes. Cuanto más finas sean las barras que desencadenan el nistagmus optocinético, mayor será la AV del bebe (véase capítulo 21, dedicado al *desarrollo visual y al nistagmus*).

- *Test de parejas:* se emplea en niños más mayores, consiste en presentar un objeto o dibujo en visión lejana y pedir al niño que lo identifique entre una serie de objetos o dibujos que tenga a la distancia de sus brazos, con los que puede jugar o agarrar con la mano. También existen

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

tests de este tipo que utilizan series de letras, como H, O, T y V en el test de Sheridan-Gardiner) por ser éstas fácilmente reconocibles (véase capítulo 22, dedicado al *estrabismo*).

- *El test de Pigassou o de Lighthouse:* consiste en una serie de figuras que se presenta al niño para que las reconozca: una casa, un coche, un paraguas, una manzana, un niño, etc. Se pueden utilizar en niños de 3 años. Presentan el inconveniente de no tener una adecuada progresión por lo que su medida puede ser poco precisa.

- *Tests basados en la orientación:* se muestran diferentes objetos al niño y se le pide que identifique la dirección que éstos presentan, destacando el Test de las Ruedas Rotas, la C de Landolt, la Mano de Sjögren y la E de Snellen. Se recomienda su uso en niños desde 2 años hasta 5 años. En algunos casos es recomendable entregar el objeto, por ejemplo, una «E» recortada en cartulina, a los padres y que el niño «aprenda» en que consiste el test unos días antes de la consulta.

- *Test de optotipos:* pueden utilizarse en niños mayores o en edad escolar, con letras en función de la habilidad lectora del niño (**tabla 1-2**).

Tabla 1-2 Desarrollo de la AV en función de la edad (Castiella, 1998)

Edad	Agudeza visual
1	20/140 (0,14)
2	20/28 (0,42)
3	20/46 (0,43)
4	20/40 (0,50) a 20/30 (0,66)
6	20/30 (0,66) a 20/25 (0,80)
8	20/20 (1,0)

Propósito de la medida de la AV

La medida de la AV tiene diferentes objetivos en la práctica profesional, destacando la realización de la refracción (para corregir las ametropías) y la monitorización de la evolución de diferentes patologías, esto es, como medida de salud ocular. Esta medida de la AV en la clínica habitual precisa definir el concepto de AV normal, que será la AV a alcanzar con la refracción, por ejemplo.

Refracción y prescripción óptica

Al realizar la refracción se utilizan los optotipos para determinar el poder de la lente que permite que la imagen se enfoque perfectamente en la retina, obteniendo la máxima AV del sujeto (sin estimular su acomodación en visión lejana). Así al comparar la AV habitual con la AV obtenida con la refracción se puede determinar la necesidad para prescribir la corrección óptica (gafas o lentes de contacto), ya sea para lejos, cerca o a ambas distancias.

Medida de la salud ocular

Diferentes patologías pueden afectar a la óptica o al componente neuronal del sistema visual causando variaciones o disminución de la AV. En estas patologías la medida de la AV puede utilizarse para detectar la patología, comprobar el éxito (o fracaso) del tratamiento, la necesidad de modificarlo o de suspenderlo, por ejemplo, en el tratamiento de la ambliopía, cirugía de catarata, cirugía refractiva, patología macular (edema macular), etc. Es importante,

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

recordar que existen numerosas patologías oculares que, en estadios iniciales, pueden no afectar o afectar mínimamente a la AV.

Agudeza visual normal

El valor aceptado como AV normal es de 20/20 o 1,0. Sin embargo, es posible encontrar sujetos con una AV ligeramente superior a la unidad. Esto puede ser posible en presencia de hipermetropías leves pero también en sujetos emétropes. Los valores normales de AV descritos por Elliott (1995) en sujetos, sin alteración o patología ocular, utilizando optotipos logarítmicos, supera el valor de 1,0 en sujetos jóvenes, situándose en valores de 1,3 en escala Snellen (–0,13 LogMAR) entre 18 y 24 años para aumentar hasta valores próximos a 1,5 (–0,16 LogMAR) hasta los 29 años y decaer lentamente hasta la unidad (–0,02 LogMAR) a los 75 años. Los autores justifican estas diferencias en el uso de optotipos logarítmicos y la ausencia de patología ocular.

Medida de la AV para la estandarización de la visión

El nivel de AV puede utilizarse para determinar grados de incapacidad laboral (pensiones, ayudas económicas), acceso a determinados trabajos (fuerzas de seguridad del estado, bomberos), obtención de licencias o permisos (carné de conducir, licencia de armas) o baremos de seguros (indemnizaciones en accidentes) entre otros (**tabla 1-3**).

Tabla 1-3 Clasificación para discapacitados visuales (Ginebra, 1972)

Categoría de discapacidad visual	AV con la mejor corrección posible	
	Máxima menor que	Mínima menor o igual que
1	3/10 (0,3) 6/18 20/70	1/10 (0,1) 6/60 20/200
2	1/10 (0,1) 6/60 20/200	1/20 (0,05) 3/60 20/400
3	1/20 (0,05) 3/60 campo < 10° 20/400	1/50 (0,02) campo ≥ 5° 1/60 o contar dedos a 1 m 20/1.200
4	1/50 (0,02) campo ≥5° 1/60 o contar dedos a 1 m 20/1200	Percepción de luz
5	No hay percepción de luz	–
6	Indeterminado, sin especificar	–

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

Medida de la AV en sujetos con baja visión

Se define baja visión como una AV ≤0,4 (en escala decimal) o un campo visual central de ≤20°. Se acepta que se trata de la máxima AV con la mejor refracción con medios ópticos convencionales (gafas, lentes de contacto o adiciones para cerca iguales o inferiores a +4,00 D), que la pérdida sea binocular y que permanezca algún resto visual. Los sujetos con baja visión son capaces de percibir la luz, orientarse con ella o emplearla con fines funcionales (**tabla 1-4**).

Tabla 1-4 Clasificación para discapacitados visuales adoptada por la ONCE, modificada de la OMS

AV con la mejor corrección posible			Funcionalidad	Categoría
1,0	6/6	20/20	Normal	Sin deficiencia visual
0,66	6/9	20/30	Casi normal	
0,5	6/12	20/40	Problemas para conducir	Deficientes visuales para algunas tareas
0,4	6/15	20/50	Problemas para leer el periódico	
0,3	6/12	20/70	Necesidad de ayudas especiales para estudiar	
0,1	6/60	20/200	Ceguera legal en España, límite para la afiliación a la ONCE	
0,025	6/240	20/800	Problemas para la realización de desplazamientos	Visión subnormal
0,01	6/600	20/2000	Límites de aumentos con ayudas ópticas	
0,005	6/1200	20/4000	Límites de aumentos con sistemas de proyección	
Proyección de luz			–	Funcionalmente ciegos
Percepción de luz				
Amaurosis				

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana

Existen optotipos especialmente definidos para medir la AV en este tipo de sujetos. Sus principales características radican en presentarse a distancias inferiores a los 6 m (20 pies) habituales en la medida de la AV de lejos y disponer de mayor número de optotipos para AV inferiores a 0,1 o 20/200. El uso de la fracción de Snellen puede ser especialmente útil para determinar la AV de estos sujetos.

DETERMINACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL

véase guía clínica 1-1 (págs. 622-623)

AGUDEZA VISUAL: ETDRS

véase guía clínica 1-2 (págs. 624-625)

Conclusiones

- La medida de la agudeza visual es un parámetro que resulta necesario para evaluar el estado de salud ocular, si bien existen enfermedades oculares que pueden afectar mínimamente a la AV o incluso no hacerlo, otras pueden causar su descenso de forma brusca o aguda.
- La AV es necesaria para realizar la refracción, tanto de lejos como de cerca.
- Para clasificar o determinar grados de incapacidad laboral o profesional.
- Su medida debe realizarse de forma protocolizada para evitar errores ocasionados por una mala práctica profesional.
- Ante una disminución de la agudeza visual es necesario identificar su causa, ya sea un error de refracción o una posible patología o alteración ocular.
- La determinación de la AV tiene también gran importancia legal, por ejemplo para el acceso a determinados trabajos o licencias o para baremar una invalidez.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. Benjamin WJ. Borish's Clinical Refraction. 1.st ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1998.
2. Aldaba M, Sanz E, Martín R. Medida de la agudeza visual. Ver y Oir. 2006;209:462-7.

Manual de Optometría ©2011. Editorial Médica Panamericana