

# Envejecimiento y visión Conducción

### ■ CAMPAÑA DE PROTECCIÓN OCULAR

En este artículo se analizan las capacidades visuales que se ven más directamente afectadas por el paso del tiempo, y las repercusiones que esa afección puede tener sobre una actividad tan compleja y llena de riesgos como es la conducción de vehículos.

**L**as estadísticas demográficas de los países industrializados están sufriendo transformaciones importantes y cambios que anteriormente no se habían producido. La causa principal de estas transformaciones es el descenso de la natalidad, unida a otras dos tendencias: el incremento de la edad adulta y el incremento de la esperanza de vida. El Instituto Nacional de Estadística hizo ya en 1991 una proyección de población para el año 1998, en la que estimaba el número de españoles conductores de más de 40 años en 17.769.647 personas, un 45,50% sobre una población de 39.371.147 habitantes.

Para el año 2003 estima que los mayores de 40 años serán 18.991.321 personas, esto es, un 47,95% sobre una población de 39.607.179 habitantes. De estos datos cabe extraer dos conclusiones:

– En un futuro próximo una gran proporción de conductores estará constituida por personas de más de 40 años.

– Existe la posibilidad de que pueda aumentar la vida laboral retrasando la edad de jubilación.

– Estas dos hipótesis tendrán como consecuencia que la población que conduzca emplee más horas en la conducción.



### EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO

Envejecer es consustancial a vivir. Sin embargo la referencia a este término suele estar ligada al conjunto de procesos desfavorables, con causas biológicas, que se van originando con el devenir del tiempo y suelen dar como resultado una disminución de las facultades psicofísicas, que limita la adaptación del organismo al medio y su capacidad de respuesta a las distintas exigencias de éste.

Los problemas biológicos están interrelacionados con otros aspectos, actuando sobre el individuo de forma global. Así, con la edad, se van produciendo una serie de modificaciones orgánicas, psíquicas y existenciales. El conductor registra no sólo una pérdida en la capacidad visual, sino que además aumenta su tiempo de reacción por limitaciones en el aparato psico-

motor, y experimenta cambios congénitos relacionados con la atención y el reconocimiento, que pueden conducir a una reducción en las habilidades para poder desempeñar dos tareas simultáneamente.

Este proceso de involución que sufre el individuo, al estar regido por determinados factores endógenos y por la acción demoledora de los distintos factores de desgaste a los que se ha visto sometido el sujeto (salud, nutrición, ejercicio, actividades sociales a lo largo de la vida), da lugar a resultados finales distintos. Por esto puede llegar a resultar difícil determinar el punto en que el envejecimiento fisiológico da paso al patológico.

Además de estar sometido a esta importante variedad individual, éste es un proceso insidioso, porque las diferentes partes del cuerpo envejecen a distintas velocidades.

**CAPACIDADES SENSORIALES DE LA VISIÓN**

Se estima que para la conducción se precisa el empleo del 90% de las necesidades visuales, de ahí el hincapié que los profesionales de la salud deben hacer en la importancia de mantener unas buenas capacidades visuales para la conducción.

La visión se ve deteriorada por el propio proceso normal de envejecimiento del ojo, que puede resultar agravado por la existencia de enfermedades degenerativas oculares como la degeneración macular senil, el glaucoma, la retinopatía diabética, las cataratas seniles, así como accidentes cardiovasculares que pueden desencadenar principalmente disminución de la agudeza y el campo visual.

El envejecimiento del sistema visual obliga a efectuar cambios en la conducción, pero las deficiencias suelen suplirse por la experiencia. Aunque la mayoría de personas no tienen problemas visuales graves, sí suelen sufrir un deterioro suficiente como para que la ejecución de la tarea de conducir se vea alterada en alguna medida. Los problemas suelen darse en situaciones de cesión del paso, cambios de sentido, respeto a los *stops*, etc. Son frecuentes los accidentes provocados, en general, por despistes.

La visión implica la capacidad de procesar la información del entorno, obtener un significado y actuar en función de nuestras actividades. Es una concepción que va más allá de la agudeza visual y las dioptrías, e implica el funcionamiento eficiente del sistema visual a nivel estructural y funcional.

La capacidad para efectuar la mayor parte de nuestras actividades depende de muchas variables visuales y no visuales.

**CAPACIDADES VISUALES**

Es esencial el reconocimiento de las capacidades y los límites del sistema visual para que las tareas puedan diseñarse a fin de permitir el máximo rendimiento y el menor número de errores. También se debe tener en cuenta la visibilidad para que el rendimiento sea óptimo. Una tarea que requiere que el sistema visual opere en su límite puede causar problemas psicológicos tales como estrés general, astenopatía y disminución del rendimiento y la eficiencia. Demasiado a menudo se presta insuficiente atención a la determinación de las capacidades visuales y las personas no se aseguran de que son capaces de ver adecuadamente en relación con las necesidades de una tarea determinada.

Las funciones del sistema visual pueden dividirse en cuatro amplios

grupos: detección, reconocimiento, distinción de colores y percepción de la profundidad.

**Detección**

El campo visual inicia su envejecimiento a los 35 años. También se pierde con la edad en mayor proporción el campo superior que el inferior. Se observa con la edad que la sensibilidad del campo periférico y central disminuye más que la del campo paracentral.

Johnson y Keltner (1983) analizaron a 10.000 conductores y comprobaron que los que sufrían una pérdida de campo visual binocular presentaban el doble de accidentes y multas que los individuos de un grupo control.

De noche las personas  
tienen cambios miópicos  
(0,75-1,25) que originan  
falta de visión, problemas  
de rendimiento  
e inseguridad

*Movimientos*

Los movimientos de la cabeza, así como los movimientos oculomotores y, dentro de éstos, las fijaciones, los seguimientos, los sacádicos y el sistema vestibular, que es el encargado de la estabilización de los ojos respecto al entorno durante los movimientos de la cabeza y el cuerpo, son los responsables de las tareas que requieren cambios frecuentes en la dirección de la mirada, como es la conducción, y pueden ser fatigantes desde el punto de vista visual y causar malestar. Además existen diferentes cantidades de acomodación y convergencia necesarias para diferentes distancias de visión.

*Adaptación a la oscuridad*

La adaptación a la oscuridad (importante para la conducción) queda afectada de manera especial con la edad, al sufrir el individuo una disminución del diámetro de la pupila, así como cambios en la densidad y el color (tiende a amarillo) de los medios. Una persona adulta necesita más tiempo para adap-

tarse a la oscuridad y en la conducción nocturna suele sentirse, lógicamente, insegura.

Los accidentes que se producen por la noche son, en comparación con los diurnos, más numerosos y más graves. Un conductor con agudeza visual 0,5 requerirá entre 5 y 100 veces más iluminación para detectar un objeto que un conductor con agudeza visual 1.

*Deslumbramientos*

Los deslumbramientos generan una situación de incomodidad e incluso de incapacidad para percibir visualmente los estímulos. Si bien esta incomodidad e incapacidad es común a todas las edades, resulta más problemática a partir de los 40 años.

Los deslumbramientos se producen en gran medida por la dispersión de la luz en el medio ocular. En la gente adulta, la mayor opacidad de los medios (córnea, cristalino y humores acuoso y vítreo, así como la retina) acrecienta este efecto y contribuye al deslumbramiento. El incremento de la iluminación puede ocasionar niveles inaceptables de deslumbramiento.

La mayoría de los conductores se quejan de deslumbramiento durante la conducción nocturna. Esto se debe en parte a la suciedad y a las rayaduras del parabrisas, que causan dispersión de la luz. Los parabrisas teñidos y la utilización de gafas coloreadas son perjudiciales para las funciones visuales importantes como es la conducción nocturna.

El tiempo de recuperación del deslumbramiento no sólo aumenta con la edad, también aumenta con las gafas con cristales coloreados en una proporción del 54% desde 2,03 segundos sin gafas a 3,02 segundos con gafas de cristales coloreados.

*Miopía nocturna*

La conocida miopía nocturna es otro de los trastornos que afectan a la conducción. De noche los individuos tienen cambios miópicos (0,75-1,25) que originan falta de visión, problemas de rendimiento e inseguridad.

**Reconocimiento**

La función de sensibilidad al contraste da mucha más información sobre la visión espacial que la agudeza visual, que lógicamente es el punto límite de esta función, es decir, la frecuencia más alta detectable.

El estudio de esta función ha puesto de manifiesto que el sistema visual procesa la información espacial a través de diferentes canales de frecuencias especiales más o menos independientes.

*Agudeza visual*

Al margen de las grandes posibilidades que en la investigación en visión

tiene el estudio de esta función, desde un punto de vista práctico, la determinación de la misma se hace a través de un método no invasivo de detección temprana de enfermedades visuales, al igual que la medida de la calidad de la visión en la poscirugía refractiva. Pacientes con agudeza visual normal presentan diferentes anomalías en su curva de sensibilidad al contraste, lo que permite detectar en un primer estudio distintas enfermedades visuales.

La agudeza visual se mide con contrastes muy extremos blanco-negro. Se trata de medir los contrastes y las luminancias en escalas de valores que son usuales en objetos que se pueden encontrar en la conducción. Este es un aspecto importante en la conducción normal de un vehículo, ya que dicha actividad exige detectar tanto objetos grandes (peatones, vehículos, obstáculos, etc.) como detalles (luces de frenado del coche delantero, señales de tráfico, etc.). También es sustancial en muchas situaciones como en la conducción con niebla o de noche, cuando los detalles están difuminados y lo más importante es la sensibilidad ante objetos no bien definidos.

#### *Agudeza visual dinámica*

La agudeza visual dinámica (AVD) es la habilidad del ojo para resolver detalles cuando existe un movimiento relativo entre el estímulo y el observador. Esta habilidad permite discernir dos elementos: el desplazamiento y la velocidad, y éstos varían en función de la iluminación.

La percepción del desplazamiento atrae la atención, lo que desencadena un movimiento del ojo y/o de la cabeza, que permite la captura de la imagen por la fovea.

La AVD disminuye cuando la velocidad del desplazamiento aumenta. Si se aumenta la luminancia, aumenta la AVD. El valor de ésta disminuye con la edad, el cansancio y el consumo de sedantes, que alargan el tiempo de respuesta.

#### *Agudeza visual estática*

La agudeza visual estática (AVE) es la que determina la capacidad para ver distintamente los detalles de un objeto inmóvil siendo, por tanto, una medida del detalle más pequeño que puede percibirse. En su medida influyen numerosos factores: físicos, fisiológicos y psicológicos, que pueden repercutir en la capacidad del sistema visual para ver los detalles. Los principales son la luminancia, el contraste y la naturaleza espectral de la luz.

La distancia y el tamaño de los objetos afectan al tamaño de la imagen retiniana y, por lo tanto, a la agudeza visual necesaria para distinguirlos. Las distancias utilizables pueden clasificarse

en lejana ( $> 2$  m), intermedia ( $< 2$  m y  $> 30$  cm) y muy cercana ( $< 30$  cm).

La AVE y la AVD son independientes entre sí, no obstante se necesita que la primera sea óptima para tener una AVD de calidad, pero una buena AVE no implica que la dinámica también lo sea, por ello siempre es necesario medir ambas. Con la evaluación de la AVD se determina la coordinación y la ausencia de confusión y vértigo. Así se detectan las interferencias en los mecanismos vestibulares que pueden derivar de enfermedades como la de Ménière, o de artritis limitante del movimiento de la cabeza, por ejemplo.

## El decremento progresivo de la sensibilidad al contraste se inicia a los 25 años, si bien el declive más marcado se produce a partir de los 40-50 años

#### *Sensibilidad al contraste*

El decremento progresivo de la sensibilidad al contraste se inicia a los 25 años, si bien el declive más marcado se produce a partir de los 40-50 años, siendo debido a la menor cantidad de luz que el sistema visual transporta a la retina. En esta situación se produce una visión borrosa de los bordes de las imágenes, con la consiguiente pérdida de contraste.

A los 20 años el diámetro de la pupila a la luz es de 3 mm y en la oscuridad de 7 mm. A la edad de 60 años estos valores son de 2,5 mm y 5,5 mm respectivamente, por lo que físicamente entra menos luz en el ojo. Sabemos que para ver un objeto claramente las personas de 40 años precisan el doble de luz que las de 20 años y las de 60 años, el triple de las de 20, siendo esto válido para los diversos niveles y fondos de iluminación.

Se puede decir que la sensibilidad al contraste es una buena valoración para

el estudio de las capacidades visuales de una persona para realizar tareas como la conducción.

#### *Acomodación*

La distancia del objeto también determina el nivel de acomodación y convergencia. La acomodación es la capacidad del ojo para enfocar objetos a cualquier distancia. El enfoque se efectúa mediante el cristalino de forma involuntaria. Con el transcurso de los años (alrededor de los 40) se va perdiendo esta capacidad de enfocar los objetos cercanos y además la velocidad de enfoque. A esta pérdida de capacidad de enfocar los objetos cercanos producida por la edad se le denomina presbicia. Además la capacidad de acomodación es más débil en los adultos que en los jóvenes: se degrada también más en el transcurso de la jornada laboral, debido a que es un proceso básicamente muscular en el que intervienen los músculos ciliares sobre el cristalino y que, por tanto, está sometido a los problemas de fatiga muscular.

Son varias las consecuencias que se derivan de la recesión del punto más cercano: los estímulos tienen que situarse a una distancia más lejana para poder ser enfocados, las imágenes que se forman en la retina son más pequeñas y se precisa más agudeza visual, lo cual exige también un incremento de la iluminación.

#### *Convergencia*

Los ojos tienen la capacidad de reconocer los objetos mediante movimientos coordinados, variando su ángulo de convergencia. Esta capacidad se reduce con la edad, ya que la convergencia va muy unida a la acomodación. Tanto los problemas de acomodación como los de convergencia afectan al rendimiento en la conducción ya que producen visión doble y borrosidad en las imágenes.

#### *Errores refractivos*

Los errores refractivos del ojo calculados en dioptrías son: miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia.

El ojo normal durante la infancia suele ser hipermetrope y luego se suele convertir en emétrope. A partir de los 40 años se vuelve hipermetrope y todos se hacen presbíta. Posteriormente se produce un cambio hacia la miopía de índice, que tiene lugar debido a la esclerosis nuclear del cristalino. También entre los 30 y los 50 años puede aparecer astigmatismo.

El cristalino aumenta de volumen a lo largo de toda la vida, incluso durante el envejecimiento. Al llegar a los 70 años puede haber aumentado su grosor en 1 mm y esto produce dos efectos

opuestos: por un lado en la parte más externa hay una acumulación de fibras antiguas (el núcleo), que se endurecen (esclerosis) y tienden a reducir su volumen acompañándose de pérdidas de transparencia. El aumento de la densidad del núcleo da como resultado óptico un alto índice de refracción, lo que se traduce en una miopía progresiva. El crecimiento del cristalino implica una disminución de la curvatura de su superficie y por lo tanto una pérdida de potencia que justifica un aumento de la hipermetropía a un ritmo de 0,25 dioptrías/década después de los 40 años. Sin embargo, no es la contribución del cristalino la única que produce variaciones en la potencia del ojo, puesto que la disminución de la profundidad de la cámara anterior, debida al crecimiento del cristalino y el aumento de la curvatura corneal, contribuye a aumentar la potencia del ojo, compensando la disminución de la potencia del cristalino.

## El cristalino aumenta de volumen a lo largo de toda la vida, incluso durante el envejecimiento

### **Distinción de los colores**

En condiciones fotópicas, el sistema visual humano tiene el sentido del color muy desarrollado, de manera que una persona puede distinguir varios millones de colores comparativamente, con las variaciones de sus tres atributos: matiz, saturación e intensidad luminosa. La distinción precisa es de tal grado que es posible discriminar la mayor parte de los colores cuyas longitudes de ondas difieren menos de 5 nm.

La retina debe estar adaptada a la visión fotópica para que se beneficie de la visión de los colores. Ésta la realiza desde la fovea y en un área de 20-30 grados: más allá la capacidad para discernir el color se pierde, como ocurre en condiciones escotópicas.

La visión defectuosa de los colores es congénita o adquirida. El tipo más frecuente es el congénito, que afecta más a varones (8%) que a mujeres (0,5%).

La percepción del color va variando con el transcurso de los años. El desarrollo gradual se alcanza alrededor de los 30 años, punto en que empieza a producirse un declive también gradual, pudiendo generarse dificultad para distinguir y reconocer los colores, en especial verde-azules, azules-violeta y colores pálidos, especialmente blancos. El deterioro en la discriminación entre rojo-verde comienza sobre los 55 años. Estos cambios se producen en parte por un pigmento que, situado sobre los medios, filtra azules y violetas.

### **Percepción de la profundidad**

El sistema visual puede determinar las distancias de forma monocular (poca precisión) y de forma binocular (con precisión).

Un individuo monocular puede lograr la percepción de la profundidad a partir de los siguientes indicios: perspectiva geométrica, perspectiva aérea, interposición, distribución de la luz y de la sombra, interpretación del tamaño y el paralaje.

Los indicios binoculares de la profundidad generan la estereopsis. Las ventajas de la visión binocular sobre la monocular son:

- Presencia de estereopsis.
- Agudeza visual mejorada.
- Punto de acomodación de cerca más exacto.
- Campo de visión periférica ensanchado.

Utilizamos los dos ojos no sólo para ver con detalle los objetos, sino también para percibir la profundidad a partir de dos objetos comparables. Además de la diferencia entre imágenes percibida por los dos ojos, en la visión binocular también intervienen:

- Las modificaciones de los ángulos de perspectiva.
- Las modificaciones en la saturación del color.
- Las modificaciones en las texturas de los textos.
- Las modificaciones de la composición figura-fondo.

La percepción de la profundidad puede estar afectada por factores como: errores de refracción no compensados, equilibrios musculares no compensados, ambliopía, anisometropía y estrabismos.

Con niveles bajos de iluminación, la percepción de la profundidad es muy baja y con el avance de la edad se produce también pérdida de la estereopsis. Hasta los 40 años permanece constante, después se inicia un declive hasta los 70 años. □