

TECNOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN VISUAL DE CONDUCTORES DE VEHÍCULOS

** Por el Dr. Luis Issolio, profesor adjunto en el Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión - Universidad Nacional de Tucumán e investigador adjunto del Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión.*

El sistema visual es una herramienta fundamental con que contamos para adquirir información sobre el medio en que nos desenvolvemos. Nuestras capacidades visuales nos permiten desarrollar muchas actividades de nuestra vida cotidiana, siendo la conducción vehicular de las que mayor exigencia requiere al sistema visual. Detectamos objetos en nuestro campo visual, leemos carteles y señales, verificamos la diversa información que nos da el tablero del vehículo, entre otras tareas que suelen ser críticas al momento de conducir. Es natural entonces que un examen de la capacidad visual sea requisito para el otorgamiento o renovación de la licencia de conducir, como lo prescribe en su artículo 14 la Ley Nacional de Tránsito.

A fin de reglamentar los exámenes médicos psicofísicos, la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) publicó en 2010 un protocolo donde se condensa todos los aspectos referentes a esta evaluación. En cuanto a la aptitud visual, el protocolo expresa que deben analizarse los siguientes parámetros: Agudeza Visual (AV), Campimetría, Discriminación de Colores, Visión de Profundidad, Foria, Visión Nocturna, Visión Encandilada y Recuperación al Encandilamiento. Teniendo en cuenta que no se definen los métodos para realizar los exámenes, el objetivo de este artículo es realizar un análisis crítico de los tests considerando sus alcances, implementación y requisitos técnicos que son necesarios para su desarrollo y para obtener resultados confiables.

AGUDEZA VISUAL ESTÁTICA Y DINÁMICA

La agudeza visual (AV) es la capacidad de una persona para detectar el más pequeño detalle de alto contraste y con un buen nivel de iluminación. El test está formado por letras, denominadas optotipos, calibradas en una escala para una distancia estandarizada (3 ó 6 metros). Se considera AV normal cuando la persona detecta un detalle de 1' de arco, que en unidades decimales se expresa $AV=1$. Si bien tradicionalmente se usan carteles impresos, van tomando importancia los tests presentados en pantallas LCD, con más versatilidad para cambiar los optotipos y adecuar su tamaño a distintas distancias. Un sistema informatizado para la medida de la AV, además es compatible con la posibilidad de incorporar una versión de test de AV dinámica (AVD) que se recomienda en el protocolo considerando que la tarea de conducción se realiza en movimiento y muchos objetos a detectar también están moviéndose. El movimiento de un objeto dificulta la discriminación precisa de sus detalles por lo que la AVD de un sujeto se reduce al aumentar la velocidad de desplazamiento del objeto. Sin embargo, su implementación plantea una serie de desafíos a superar, ya que es un test de escasa tradición en la clínica, del que existen pocos sistemas medidores que resultan inadecuados para evaluar conductores y no se cuenta con normales para comparar. Además, la AVD se reduce sensiblemente con la edad y depende fuertemente del entrenamiento. Estos desafíos pueden ser superados, pero implica un importante trabajo de desarrollo donde se consideren el diseño psicofísico más adecuado para la tarea de conducción vehicular, la calibración y el control de variables como la luminancia y la velocidad, así como la obtención de valores normales.

CAMPIMETRÍA

La campimetría o perimetría es un estudio para evaluar la capacidad del sujeto para detectar tests luminosos que se encienden en distintas partes del campo visual, bajo la premisa de que el ojo mantiene la fijación en un punto durante toda la prueba. El estudio permite determinar las zonas ciegas de la retina (escotomas) que se desarrollan en ciertas enfermedades como el glaucoma o la retinosis, por lo que es de suma importancia en la oftalmología. Su uso en conductores pone a prueba la capacidad de advertir objetos que ingresan al campo visual desde la periferia, como en el caso de la aparición de otro vehículo, un animal, o un peatón, razón por la cual solo se analiza el eje horizontal del campo.

Este tipo de estudio, aun contando con los sistemas más modernos, demanda hasta 10 minutos por cada ojo, y muchas veces con una baja sensibilidad y repetibilidad, en buena parte debido a la dificultad de controlar la fijación del ojo. Mientras los equipos de campimetría en el mercado son caros, actualmente en la Argentina se cuenta con la tecnología y la capacidad de desarrollo de campímetros que se ajusten a la necesidad de medir un eje preferencial del campo, con sistemas de control de la fijación y detectando puntos en movimiento.

DISCRIMINACIÓN DE COLORES

La visión de colores en humanos se basa en la existencia de tres tipos de fotorreceptores en la retina que tienen sensibilidades espectrales diferentes. La combinación de las señales detectadas por cada uno permite codificar el color de un objeto. Esta propiedad está ausente en los fotorreceptores bastones que funcionan durante la visión nocturna por lo que no discriminan colores. Las personas con alguna disfunción en uno o dos de estos tipos de conos presentan lo que se llama una dicromacia, también conocida como daltonismo. Clásicamente se usa un test de Ishihara, formado por caracteres alfanuméricos de colores sin bordes definidos, que se usa para la detección de deuteranopia (dicromacia verde), protanopia (dicromacia roja) aunque no es sensible para la menos frecuente tritanopia (dicromacia azul).

En la actualidad, se cuenta con tests basados en estímulos pseudoisocromáticos que tienen mayor sensibilidad y permiten detectar la tritanopia (Figura 1). Implementarlos con sistemas informatizados permite presentar en forma aleatoria los tests y así los sujetos no pueden predecir la respuesta. La tarea del sujeto suele ser tanto identificar un carácter o determinar la posición o forma del mismo presionando un botón, lo que resulta simple y fácil de aprender.

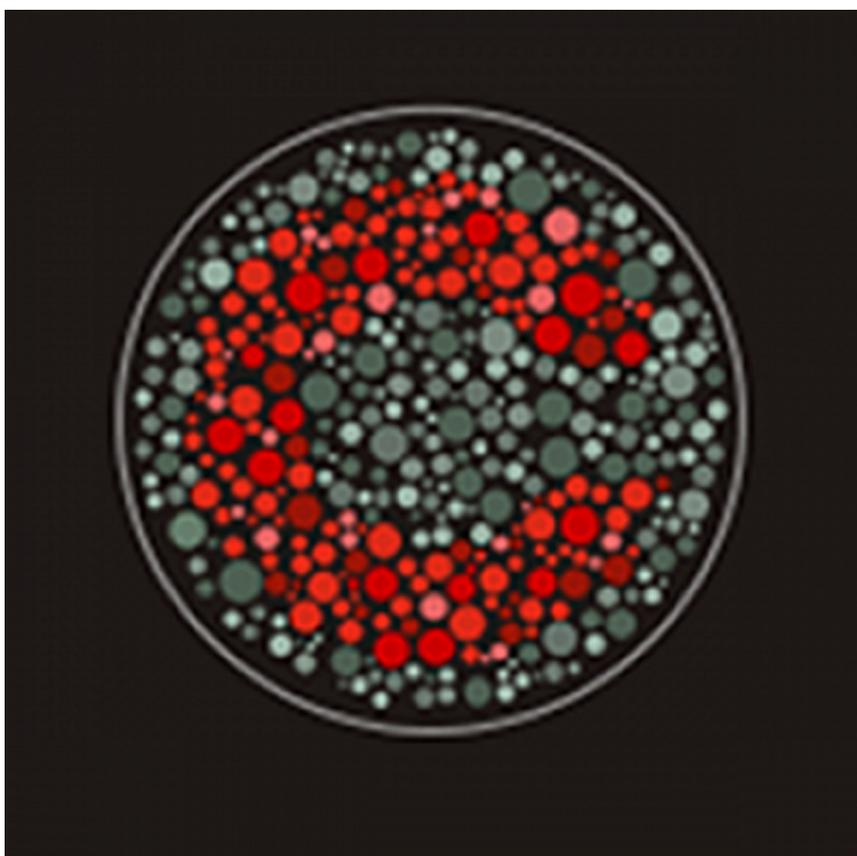


Figura 1. Ejemplo de test pseudoisocromático con anillo de Landolt al que se debe detectar la posición de la apertura.

VISIÓN NOCTURNA

La visión nocturna en lugares donde no hay aporte de iluminación artificial está dominada por los fotorreceptores bastones, de muy alta sensibilidad aunque sin discriminación de colores y con una muy baja AV (rango escotópico). La iluminación artificial provista por los sistemas de alumbrado público y/o las luces de los vehículos elevan los niveles hacia un rango de adaptación donde al funcionamiento de los bastones se suma el aporte de los conos (rango mesópico) con lo que se mejora en parte la AV y se logra cierto grado de discriminación cromática. En la tarea de conducción nocturna la adaptación se encuentra entre valores mesópicos en el caso de conducción en una autopista, a valores entre mesópicos y escotópicos en caso de conducción en rutas iluminadas sólo con los faros del auto que se conduce, según la zona del campo visual.

Para realizar un test de visión nocturna es muy importante establecer un nivel de baja iluminación (mesópico) para adaptar al sujeto al momento del examen. Este nivel de adaptación será alcanzado después de algunos minutos, lo que marca una restricción del tiempo mínimo necesario para realizar la prueba. Una vez definido el valor de luminancia de adaptación se puede establecer un test que estime el tiempo que se tarda en detectar correctamente una serie de optotipos.

VISIÓN ENCANDILADA Y TIEMPO DE REACCIÓN AL ENCANDILAMIENTO

En luminotécnica se usa el término deslumbramiento para referirse al caso donde una fuente luminosa ubicada en el campo visual produce, por acción de la difusión intraocular, un velo de luz sobre la retina que reduce el contraste de los objetos vistos con visión central (Figura 2). La reducción del contraste puede llegar a ser total dependiendo de la intensidad de la fuente y de la posición en el campo visual (mientras más cerca de la visión central más fuerte es el efecto). Como la edad conlleva la pérdida de transparencia y el aumento de la difusión en los ojos, también juega un papel a considerar.

En el protocolo se propusieron dos tests de encandilamiento. Por un lado, evaluar cómo cambia la visibilidad por encandilamiento y por otro, medir el tiempo para recuperar la visibilidad después de ser encandilado. Ambos tests miden dos dimensiones de un mismo efecto, por lo que propiciamos solo el test para medir tiempo de recuperación al deslumbramiento, que evalúa una aptitud útil para el conductor. Considerando que el deslumbramiento es notorio y realmente nocivo cuando la fuente deslumbrante aparece en un campo visual oscuro, sería lógico realizar el test de deslumbramiento seguido del test de adaptación a la oscuridad. De esta forma el tiempo de adaptación a la oscuridad se aprovecha para dos tests.

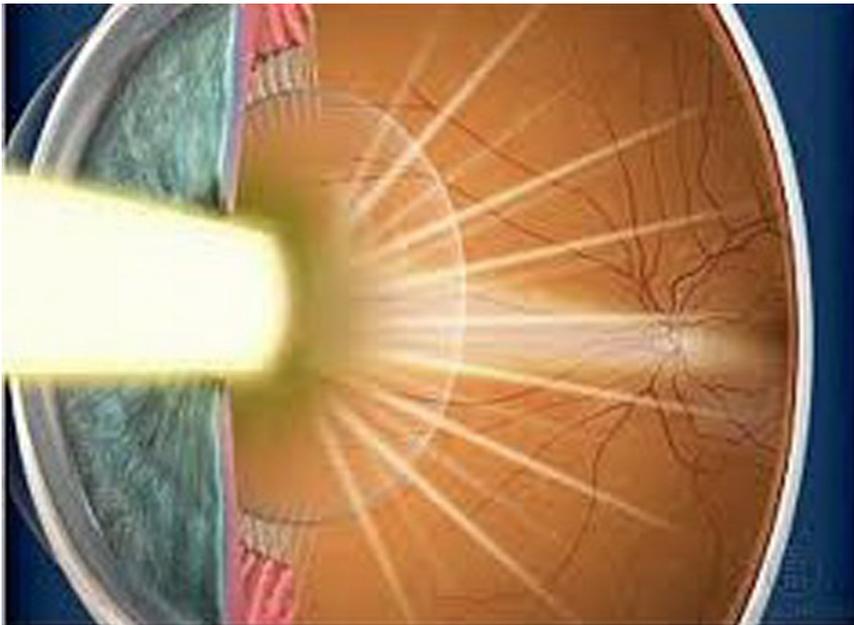


Figura 2. Efecto de la difusión intraocular de la luz por la acción de un cristalino con cataratas. En la zona central de la retina llega el haz de luz del objeto enfocado y se suma a esa zona y los alrededores las componentes difusas que forman un velo de luz.

VISIÓN DE PROFUNDIDAD

La visión de profundidad es el resultado de la concurrencia de múltiples factores. En el caso de la percepción de profundidad debida a la visión binocular surge como consecuencia de dos fenómenos: la

disparidad de las imágenes formadas en las retinas de cada ojo y el nivel de convergencia de los mismos. Cuando la distancia de visión supera los 5 metros, ambos factores dejan de ser un factor determinante de la visión de profundidad. Por tanto, si el objetivo de un test de binocularidad es determinar la capacidad de una persona para estimar la distancia de acercamiento de otro auto, la evaluación de la visión de profundidad no es la forma adecuada de conocer esa capacidad. La estimación de distancia es una función de la visión que se basa en la capacidad de la persona de extraer información a partir de ciertas claves de la escena. En el caso de la conducción vehicular la clave principal es el tamaño de los objetos, y el cálculo de la distancia a partir del tamaño relativo de los objetos está fuertemente determinado por la experiencia y el conocimiento previo de cada persona. Por ello sería mejor contar con un sistema de entrenamiento de la conducción vehicular para optimizar la respuesta de las personas que medir la capacidad para estimar distancia. En todo caso, al evaluarse la aptitud perceptivo motora (a la que no nos referimos en este trabajo) los tests de coordinación visomotora y de tiempo de reacciones múltiples pueden implementarse con tareas visuales basadas en información de distancia o tamaño.

FORIA

La foria es una desviación de los ejes de la mirada que se manifiesta cuando los ojos están en ausencia de un estímulo visual. Se diferencia del estrabismo en que esta última se manifiesta en todo momento, siendo por ello más evidente. El esfuerzo que realiza la persona para mantener los ejes visuales alineados puede generar dolor de cabeza, fotofobia, escozor y visión doble intermitente. Debido a que esto puede ocurrir cuando se conduce durante un tiempo prolongado, los síntomas de una foria podrían evitarse o al menos reducirse con descansos adecuados. Existen diversas técnicas para su determinación siendo el Cover Test una de las formas más sencilla y tradicionales de valorar tanto la existencia, como la dirección y magnitud de dicha desviación.

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

Si bien la medida de sensibilidad al contraste no fue considerada en el protocolo analizado, fue incluido en los primeros estudios que evaluaron los test visuales en conducción (Hills & Burg, 1977), por lo que analizaremos su potencialidad.

Hablamos de sensibilidad al contraste cuando establecemos la capacidad de una persona para detectar el contraste más bajo posible de un objeto sobre un fondo (Figura 3). Mientras el contraste percibido sea más bajo, mayor la sensibilidad, y viceversa. Esta sensibilidad depende del tamaño de los objetos y del nivel de iluminación, entre otras variables. La sensibilidad depende del tamaño de los objetos y del nivel de iluminación, entre otras variables, y se suele medir para un rango de tamaño llegándose a la curva de Función de Sensibilidad al Contraste (FSC). Una reducción de la curva en diferentes zonas puede alertar sobre distintos problemas visuales, por lo que es útil en la clínica oftalmológica. Este test aporta datos valiosos porque describe la visión para diferentes tamaños y contrastes, que son los componentes de una escena natural, a diferencia de las letras de la AV.



Figura 3. Optotipos para medida de sensibilidad al contraste con contraste decreciente.

ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y DE USO

Sistemas informatizados: si bien algunos tests como la AV pueden implementarse con láminas impresas, la variedad de requerimientos como el control de tiempos de respuesta del sujeto, los niveles de iluminación, la posición del test, la fijación del sujeto, la velocidad de movimiento, etc., orienta la implementación de los tests hacia el soporte informatizado, que además permite recolectar los datos de manera automática e ir mostrando los resultados.

Calibraciones: es importante que los sistemas tengan una adecuada calibración fotométrica de fábrica que garantice que los resultados obtenidos en dos puestos de medición sean equivalentes. Como las fuentes

luminosas usadas en la estimulación sufren una depreciación con el paso del tiempo, también se deben hacer recalibraciones de manera periódica, que de acuerdo al uso del equipo oscilan entre los seis meses y el año.

Criterios de corte: también se debe tener en cuenta el criterio de corte para separar aquellos conductores que se considera que tienen una función visual suficiente para conducir, de aquellos que no la tienen. Estos criterios a su vez establecen valores de intensidad, contraste, tiempo, etc., de los estímulos que deberán ser incorporados al diseño de los tests. Si bien en algunos países se han impuesto criterios relativamente laxos incluyendo la mayor cantidad posible de conductores, considerando la importancia social que implica una movilidad autónoma (Charman, 1997), una decisión de este tipo merece ser analizada a la luz de las políticas locales.

Edad: como la mayoría de los tests aquí presentados son sensibles a los cambios producidos por la edad en las personas, los resultados que se obtienen también son una herramienta para definir criterios relacionados a la regulación de la conducción en adultos mayores.

CONCLUSIONES

Después de cuatro años de publicado el protocolo se puede verificar que aún no ha sido llevado a la práctica. Probablemente una de las razones sea los numerosos tests que incluye (a parte de los ocho para evaluar la visión, se suma la evaluación auditiva, la aptitud física con al menos siete estudios más y la aptitud psíquica que puede incluir otros tantos). Como se ha mencionado, es posible unificar algunos tests (por ejemplo el de adaptación y el de deslumbramiento), así como descartar otros (profundidad y foria) en virtud de la escasa información que proveen.

Sin embargo, una batería amplia de estudios visuales no deja de ser una herramienta útil para evaluar a los conductores profesionales que tienen una alta demanda a su función visual de manera permanente. Además, la utilidad de este tipo de exámenes es un aspecto que puede valorarse en un marco más amplio que el de la obtención del permiso de conducir, puesto que un examen médico oftalmológico es la oportunidad para la detección temprana de afecciones visuales que pueden acarrear consecuencias muy severas.

El Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLLyV) y el Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV) tiene experiencia en el desarrollo de sistemas para la medida de funciones visuales. Ya ha desarrollado un equipo para medir la FSC con un sistema informatizado que reproduce los estímulos en un display y que cuenta con curvas normales en dos rangos de edad (20-49 y 50-69), para comparar los resultados y determinar los apartamientos de la normalidad (Colombo et al, 2009). También se desarrollan prototipos para visión de color, contraste umbral, agudeza visual, adaptación a la oscuridad y tiempo de recuperación al deslumbramiento, y se cuenta con sistemas de control de la posición del ojo para hacer campimetrías más eficientes. De esta forma, nuestro país cuenta con la capacidad técnica necesaria para satisfacer la demanda de la región de este tipo de equipos, así como de su calibración.

Compartir  Share Me gusta Compartir { 0 }  Twittear { 0 }  Share  Compartir { 1 }

Visto 485 veces

Modificado por última vez en Jueves, 05 Junio 2014 22:30