

Agudeza Visual Dinámica

Lluïsa Quevedo¹

Orcid.org/0000-0002-0976-9372

J. Antonio Aznar-Casanova*,²

Orcid.org/0000-0002-3084-3135

José Aparecido da Silva³

Orcid.org/0000-0002-1852-369X

¹ *Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Espanha*

² *Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanha*

³ *Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil*

Resumen

Presentamos una revisión del tema relativo a la habilidad visual para discriminar detalles sutiles sobre objetos en movimiento (AVD: Agudeza Visual Dinámica), mostrando las diferencias más relevantes, que han sido atribuidas a esta capacidad visual en comparación con la AVE (AV estática). Actualmente, es sabido que la correlación entre AVE y AVD es baja. Además, al medir la AVD no solo evaluamos la mínima separación espacial que el sistema visual puede resolver, sino también la funcionalidad del sistema oculomotor. De este modo, valorar la AVD implica medir la capacidad del ojo como buscador activo de información. Hoy sabemos que la AVD es uno de los mejores indicadores de éxito en ciertas especialidades deportivas (tenis de mesa, baseball, etc.) y que correlaciona negativamente con la siniestralidad en accidentes de tráfico. Entre los factores investigados que producen una reducción significativa de la resolución espacial dinámica destacan: (a) la velocidad del estímulo, afectando tanto a trayectorias verticales como horizontales; (b) el tiempo de exposición del estímulo; (c) la iluminación ambiental; (d) la disminución del contraste y e) la edad del sujeto. Por otra parte, se ha verificado que esta capacidad visual es susceptible de mejorar con el entrenamiento.

Palabras claves: Agudeza visual estática, agudeza visual dinámica, habilidades visuales, percepción del movimiento, Psicofísica visual.

Acuidade Visual Dinâmica

Resumo

Apresentamos uma revisão do tema referente a habilidade visual para discriminar sutis detalhes diante de objetos em movimento (AVD: Acuidade Visual Dinâmica), mostrando as diferenças mais relevantes,

* Dirección para correspondencia: Universitat de Barcelona, Facultad de Psicología, Passeig de la Vall d'Hebron, 171, Barcelona, 08035, Espanha. Fone: +34 933 125 145; Fax: +34 934 021 363. E-mail: jaznar2@ub.edu
Agradecimientos: Este trabajo se ha llevado a cabo merced a una beca del Ministerio Español de Economía (MECOM; Ref. PSI-2012-35194).

que foram atribuídas a esta capacidade visual em comparação com a AVE (AV estática). Atualmente sabemos que a correlação entre AVE e AVD é baixa. Sendo assim, ao medir a AVD não somente avaliamos a mínima separação espacial que o sistema visual pode resolver, também avaliamos a funcionalidade do sistema oculomotor. Desse modo, para avaliar a AVD requer medir a capacidade do olho como buscador ativo de informação. Hoje sabemos que a AVD é um dos melhores indicadores de êxito em certas especialidades desportivas (tênis de mesa, baseball, etc.) e que se correlaciona negativamente com sinistralidade nos acidentes de trânsito. Entre os fatores investigados que produzem uma redução significativa da resolução espacial dinâmica destacam: (a) a velocidade do estímulo, que afeta tanto as trajetórias verticais como horizontais; (b) o tempo de exposição do estímulo; (c) a iluminação ambiental; (d) a diminuição do contraste e (e) a idade do sujeito. Por outro lado, verificou-se que esta capacidade visual é suscetível a melhorar com treinamento.

Palavras-chaves: Acuidade visual estática, acuidade visual dinâmica, habilidades visuais, percepção do movimento, Psicofísica visual.

Dynamic Visual Acuity

Abstract

We present a review on the visual ability to discriminate fine details of moving objects (DVA: Dynamic Visual Acuity), showing the most relevant differences, which have been attributed to this visual capacity in comparison to SVA (static visual acuity). It is known that the correlation between SVA and DVA is low. Moreover, when DVA is measured, not only the minimum spatial separation that the visual system can resolve is evaluated, but also the functionality of the oculomotor system. Therefore, assessing DVA also involves measuring the ability of the eye to actively seek information. Nowadays, it is known that DVA is one of the best indicators of success in certain sports specialties (table tennis, baseball, etc...) and that it negatively correlates with accident rates in traffic scenarios. The investigated factors that produce a significant reduction in dynamic spatial resolution are: (a) the speed of the stimulus, affecting both vertical and horizontal trajectories; (b) the stimulus exposure time; (c) ambient illumination; (d) reduction in contrast and (e) subject age. Moreover, it has been verified that this visual capacity is likely to improve with training.

Keywords: Static visual acuity, dynamic visual acuity, visual abilities, movement perception, visual psychophysics.

La visión aporta una información muy útil para guiar las acciones y comportamientos motores de los seres vivos en su entorno. Particularmente, en el caso humano, la visión dinámica, referida estímulos en movimiento, satisface una función muy provechosa para la realización de una gran variedad de actividades laborales, así como en, la conducción de vehículos, la práctica deportiva o los videojuegos, y la lectura sobre *displays* donde el objetivo se desplaza (*scrolling*), etc. Teniendo en cuenta la importancia de valorar con precisión esta capacidad visual, con el fin de optimizar el rendimiento profesional y la calidad de vida de las personas, en este estu-

dio revisamos la literatura científica acerca de la agudeza visual dinámica (AVD).

La agudeza visual foveal constituye una medida de la capacidad del sistema visual para detectar, reconocer y resolver detalles espaciales, en un test de alto contraste y con un buen nivel de iluminación (Artigas, Capilla, Felipe, & Pujol, 1995; Bailey & Lovie-Kitchin, 2013). Investigaciones pioneras desde el enfoque neurofisiológico realizadas con macacos (Hubel & Wiesel, 1959, 1962), permitieron diferenciar dos tipos principales de agudeza visual, la estática (foveal o central), cuyo soporte neural básico era el sistema parvocelular y la agudeza visual

dinámica, cuyo soporte neural básico es el sistema magnocelular¹. A partir de los trabajos de Enroth-Cugell y Robson (1966) se estableció una división clara entre dos tipos de células: las de tipo X (con sumación espacial lineal) y las de tipo Y (con sumación espacial no lineal). A partir del Núcleo Geniculado Lateral, las vías visuales se proyectan sobre el área V1, de forma que las células magnocelulares se proyectan sobre el substrato 4C, mientras que las células de la vía parvocelular se proyectan sobre el 4B (Livingstone & Hubel, 1988). A partir de aquí, se originan dos vías fundamentales de procesamiento: la ventral (*what system*) y la dorso-parietal (*where system*). Para ampliar detalles acerca de las bases neurológicas de la AVE y la AVD desde el enfoque de las Neurociencias, consultese Farah (2000).

El estudio de las funciones específicas de cada vía neural visual en primates se realizó mediante la lesión selectiva de una u otra vía. En general, las investigaciones reflejaron cierto consenso al relacionar las tareas de reconocimiento de formas, agudeza y percepción del color con la vía parvocelular, mientras que la percepción del movimiento sería la función preferente de la vía magnocelular (Lennie, 1980; Schiller, Logothetis, & Charles, 1990).

Agudeza Visual Estática

La agudeza visual estática (AVE en lo sucesivo) se define como la capacidad para distinguir los detalles de los objetos estáticos cuya imagen se forma en la retina cuando el sujeto evaluado también está en condiciones de reposo. Al valorar esta habilidad visual se pueden considerar cuatro umbrales básicos: (1) Umbral mínimo detectable: capacidad de percibir el objeto más pequeño en el campo visual; (2) Umbral mínimo resolutorio: capacidad de percibir como separados, dos objetos muy próximos; (3) Umbral

mínimo perceptible de alineación: referido a la capacidad de detectar la alineación entre dos segmentos discontinuos, cuyos extremos se hallan muy próximos entre sí (Agudeza Vernier) y (4) Umbral mínimo reconocible: capacidad para identificar adecuadamente la forma o la orientación de un objeto (como p.e. una letra), identificándose este umbral con lo que corrientemente se denomina agudeza visual (Chan & Courtney, 1996). El método usado para determinar la agudeza visual estática se ilustra en Figura 1.

La agudeza visual se calcula mediante el valor del inverso del ángulo visual, expresado en minutos, que subtiende el mínimo detalle del test que se debe reconocer (véase Figura 2). La agudeza visual normal o estándar se considera la unidad (Helmholtz, 1850, citado por Le Grand, 1991), lo que significa que el mínimo detalle del test subtiende un ángulo de 1 minuto. En términos más coloquiales, este concepto implica poder leer nítidamente la letra de la Figura 2, asumiendo que mide 7,25 mm a una distancia de 5 metros.

Varios factores pueden afectar a la AVE. Unos dependen del estímulo, y otros del sujeto. Entre los primeros, algunos de los más importantes son el contraste y la iluminación. Así, si el contraste entre figura y fondo es bajo, el objeto debe ser de mayor tamaño para ser discriminado. Por su parte, la iluminación entre 0.01 y 200 cd/cm², tiende a producir un aumento progresivo de la agudeza visual, pero este efecto tiene un límite, porque demasiada luz puede producir deslumbramiento e interferir en la visión (Bennet & Rabbets 1992).

Entre los factores del sujeto que pueden influir sobre la AVE, uno de los más determinantes es el estado refractivo del individuo que, en la mayoría de los casos requerirá la prescripción óptica adecuada para alcanzar una agudeza visual normal (Eames, 1953). Otro elemento importantísimo es la edad del sujeto que, como es sabido, suele conllevar cambios anatómicos y fisiológicos que afectan adversamente a la percepción visual (Pitts, 1982; Weale, 1978).

La agudeza visual estática es la habilidad visual más frecuentemente evaluada y analizada a nivel clínico. Los optotipos más utilizados para

¹ No obstante, dado que en la AVD se requiere también detectar detalles de grano fino, el estímulo móvil debe ser fovealizado mediante movimientos sacádicos y fijaciones oculares. Por tanto, debe estar involucrado el sistema parvocelular.

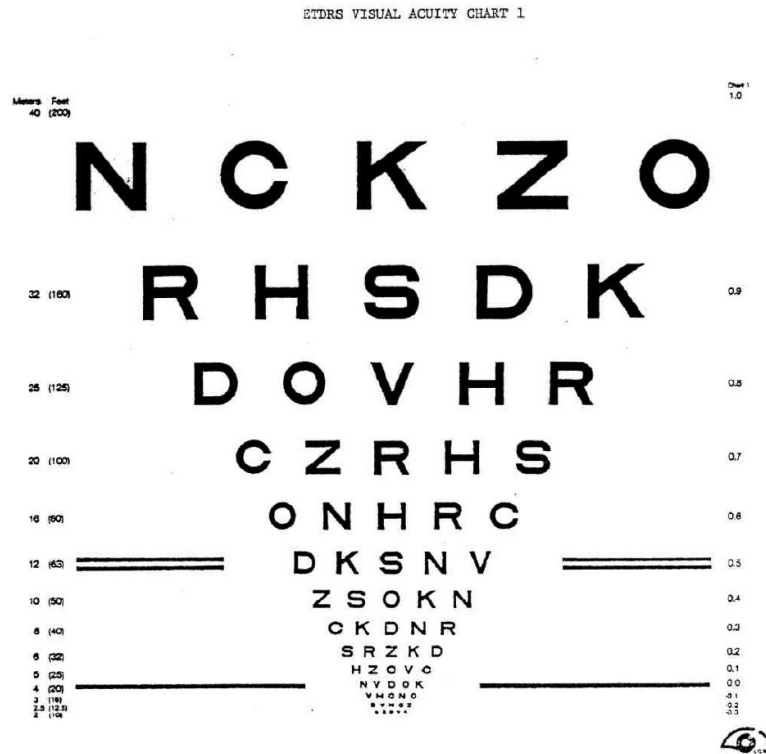


Figura 1. Optotipo similar al de Snellen que los participantes deben discriminar letras, a una determinada distancia. El método para averiguar la Agudeza Visual estática consiste en presentar al sujeto puntos, líneas o aros con alguna separación entre ellos, que se hace cada vez más pequeña. Estos se muestran en una carta óptica, hasta encontrar el límite de su Agudeza visual (método psicofísico de los Límites de G.T. Fechner). El límite de la resolución espacial (el tamaño más pequeño) que el sujeto puede resolver visualmente se alcanza cuando es incapaz de identificar las letras de una fila (o percibir la separación entre los dos puntos, o las líneas o la apertura de un anillo). El umbral absoluto de la Agudeza de resolución (AV) suele hallarse próximo a los 0.5 minutos de arco de ángulo visual. Para tener una idea de referencia, puede servirnos como ejemplo que una letra de 1 cm de alto subtende un ángulo visual de 1 grado cuando se observa a 57 cm de distancia. Mientras que la Agudeza (de Vernier) para los humanos está, aproximadamente, entre 5-10 seg. de arco de ángulo visual.

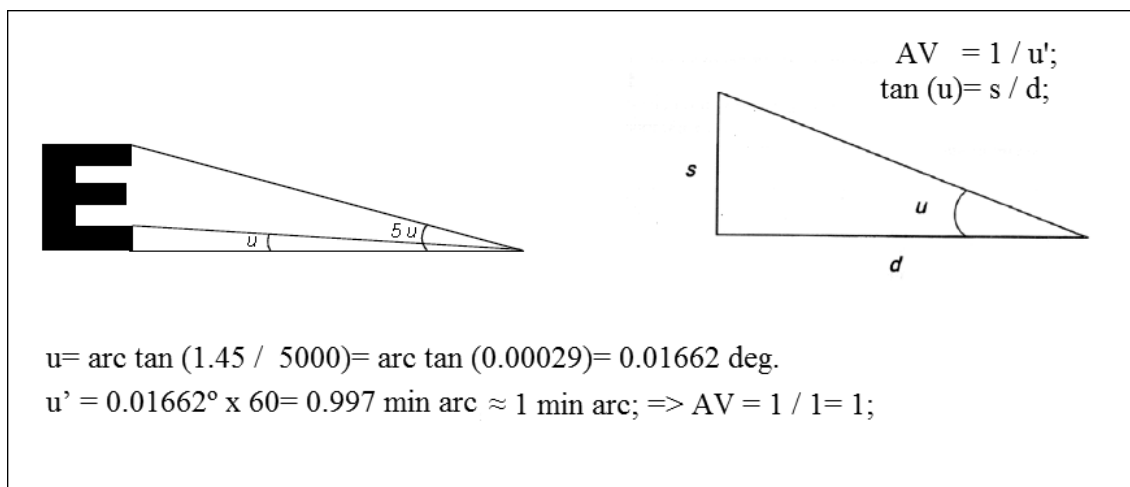


Figura 2. Cálculo de la Agudeza Visual estática (AVE) en un optotipo tipo Snellen. Asumiendo que el observador mira la letra a 5 m de distancia ($d = 5\text{m}$) y que por lo tanto la altura de la letra es de 7.25 mm, siendo el grosor del rasgo horizontal $s = 1.45\text{ mm}$ ($s = \text{size}$).



Figura 3. Tres optotipos utilizados en la medida de la agudeza visual (AV): (1) el clásico anillo de Landolt, (2) el anillo disco de Palomar y (3) el parche de Gabor. El anillo de Landolt es un optotipo de forma circular con un trazado que presenta una discontinuidad, un hueco. Para valorar la AV con este optotipo, el observador mira cada fila de la carta óptica y tiene que responder en qué orientación está la discontinuidad. El optotipo anillo disco universal (Palomar, 1991) tiene la ventaja de que subtiende el mismo ángulo en todos los meridianos retinianos. Advértase que el disco blanco periférico y el círculo negro del centro corresponden en cada tamaño al del *minimum separable* correspondiente y entre todos sus trazos existe siempre esta misma separación, por lo que con este optotipo podemos calcular la agudeza visual con alta precisión. La figura (optotipo situado en el centro) muestra el anillo-disco inscrito en un cuadrado dividido en cinco partes horizontales y cinco verticales, donde podemos observar que todos sus elementos subtienden el mismo ángulo. En la parte derecha de la figura, observamos una ilustración de un parche de Gabor que puede ser utilizada como un estímulo con una orientación de 135 grados. La luminancia del fondo equivale a la media de la función de Gabor. Lógicamente, los parches de Gabor pueden variar en frecuencia espacial y velocidad o frecuencia temporal de deriva de las franjas. Los sujetos deben indicar la orientación de las franjas.

medir la agudeza visual estática son las letras de Snellen y la C o anillo de Landolt (véase Figura 3), tests de más de 100 años (véase Artigas et al., 1995) y otros más recientes (Ginsburg, 1984; Pelli, Robson, & Wilkins, 1988).

Hay dos limitaciones que muestran la inadecuación de medir únicamente la AVE para valorar el funcionamiento del sistema visual (Long & Zavod, 2002). En primer lugar, muchos estímulos visuales a los que debemos responder en la vida real suelen estar en movimiento. Segundo, los tests de AVE hacen referencia a letras o símbolos que suelen presentarse en condiciones de máximo contraste (negro sobre blanco), a pesar de que frecuentemente no se observa tal nivel elevado de contraste en las diversas situaciones de nuestra vida cotidiana.

Agudeza Visual Dinámica: Factores Moduladores

El término agudeza visual dinámica (AVD) fue acuñado en 1949 por Ludvigh y Miller para describir la capacidad de resolver visualmente

sutiles detalles espaciales de un objeto cuando el objeto, el observador, o ambos, están en movimiento (Miller & Ludvigh, 1962). El Diccionario de Ciencias Visuales define la AVD como la habilidad de discriminar detalles de un objeto cuando existe movimiento relativo entre dicho objeto y el observador (Cline, Hofstetter, & Griffin, 1980).

La investigación ha revelado que la AVD se ve modulada por el contraste entre el estímulo y el fondo sobre el que se desplaza (Aznar-Casanova, Quevedo, & Sinnet, 2005; Brown, 1972; Long & Garvey, 1988; Mayyasi, Beals, Templeton, & Hale, 1971; Zhan, Yager, Lee, & Bichao 1994). Además, la correlación entre la AVD y AVE suele ser baja y aumenta de forma inversamente proporcional a la velocidad del estímulo. De hecho, es usual encontrar diferencias individuales importantes en AVD en sujetos con similar AVE (Long & Penn, 1987; Ludvigh & Miller, 1958). Por otra parte, el movimiento del estímulo generalmente dificulta la discriminación precisa de los detalles del estímulo visual. En consecuencia, la agudeza visual de un sujeto

se ve reducida al aumentar la velocidad de desplazamiento del móvil (Aznar-Casanova et al., 2005; Morrison 1980; Prestrude 1987). Distintos investigadores difieren sensiblemente con respecto a la velocidad a la que la AVD empieza a verse notablemente perjudicada, reflejando la obtención de diferencias en la medida de la AVD según los procedimientos y condiciones experimentales utilizadas. Así, Weissman y Freeburne (1965) establecieron los 120°/seg. (se obtendría una correlación prácticamente nula entre AVE y AVD), mientras Brown (1972), sugirió los 25-30°/seg. (con correlaciones altas entre AVE y AVD), en tanto que Prestrude (1987) señala que hacia los 50°/seg. estaría la velocidad límite a partir de la cual se inicia dicho deterioro del rendimiento visual. Esta disminución de la agudeza visual ha sido constatada tanto para estímulos que se desplazan en trayectoria horizontal como en vertical (Hulbert, Burg, Knoll, & Mathewson, 1958; Miller, 1958). Una explicación a este efecto puede encontrarse en el hecho de que la AVE está principalmente relacionada con el poder de resolución ocular, mientras que la AVD se halla, además, muy ligada a la funcionalidad del sistema oculomotor. En consecuencia, la agudeza visual dinámica disminuiría con respecto a la AVE porque los ojos no pueden seguir el objeto adecuadamente en altas velocidades del estímulo. Según Gresty y Leech (1977), la velocidad máxima a la cual un objeto móvil puede ser adecuadamente seguido por los ojos, es de aproximadamente 30°/seg. A velocidades superiores, los movimientos oculares de seguimiento se mezclan con los movimientos sacádicos en un intento de corregir los errores de posición de la imagen retiniana, lo que resulta en una pérdida de agudeza visual. Por tanto, debería verificarse experimentalmente hasta qué punto el límite de los movimientos oculares de seguimiento de una persona correlaciona con su AVD. A este respecto, Sanderson (1981) informa de alguna susceptibilidad individual a la velocidad, sugiriendo que mientras algunas personas podrían calificarse como “resistentes” a la velocidad, otros podrían calificarse como “sensibles”, dado que mostrarían un rápido deterioro de la AVD al incrementar la velocidad del móvil.

Respecto al tiempo de exposición, o duración de la visualización del móvil, también es comúnmente aceptado que la AVD disminuye cuando éste es breve (Elkin 1962; Miller 1958). Así, Ferguson y Suzansky (1973), a partir de sus investigaciones, llegaron a la conclusión de que el efecto del tiempo de exposición tenía incluso mayor influencia en la AVD que los cambios en la velocidad del móvil. A este respecto, Adrian (2003) propone una fórmula para compensar la disminución de la AVD causada por un menor tiempo de exposición, mediante el aumento del contraste del estímulo, o en caso de ser éste máximo, para incrementar el tamaño de las letras. Este investigador concluyó que todos estos factores estaban fuertemente interrelacionados.

Análogamente a lo que sucede con la AVE, la AVD mejora al aumentar la luminancia pero resulta afectada más rápidamente cuando esta disminuye (Miller 1958). Este autor mostró las ventajas de aumentar la iluminación de forma paralela a la velocidad de desplazamiento, estableciendo que mientras que 5-10 cd/pie² eran suficientes para discriminar un objeto estático, se necesitaban hasta 125 cd/pie² para discriminar ese mismo objeto en movimiento.

Aznar-Casanova et al. (2005) midieron la AVD a partir de dos tipos de movimientos, hasta ahora considerados equivalentes. Uno es conocido como movimiento de deriva (*drifting-motion*) y otro movimiento de desplazamiento (*shift-motion*). Este último puede describirse como el desplazamiento horizontal de un estímulo, lo que implica movimiento ocular persecutorio (o de seguimiento), y consiste en mover el estímulo desde el punto de fijación de la mirada hacia la periferia. El movimiento ‘de deriva’ de un parche Gabor, por ejemplo, evita los movimientos oculares persecutorios, ya que la mirada se fija en un punto del parche. Los datos mostraron que en ambos tipos de movimiento, la agudeza visual (VA), expresada en términos de frecuencia espacial, disminuyó a medida que la velocidad del ‘target’ aumentaba (véase Figura 4). Sin embargo, la pendiente de la ecuación de regresión reveló que este deterioro era dos veces superior en el caso del movimiento de deriva, comparado

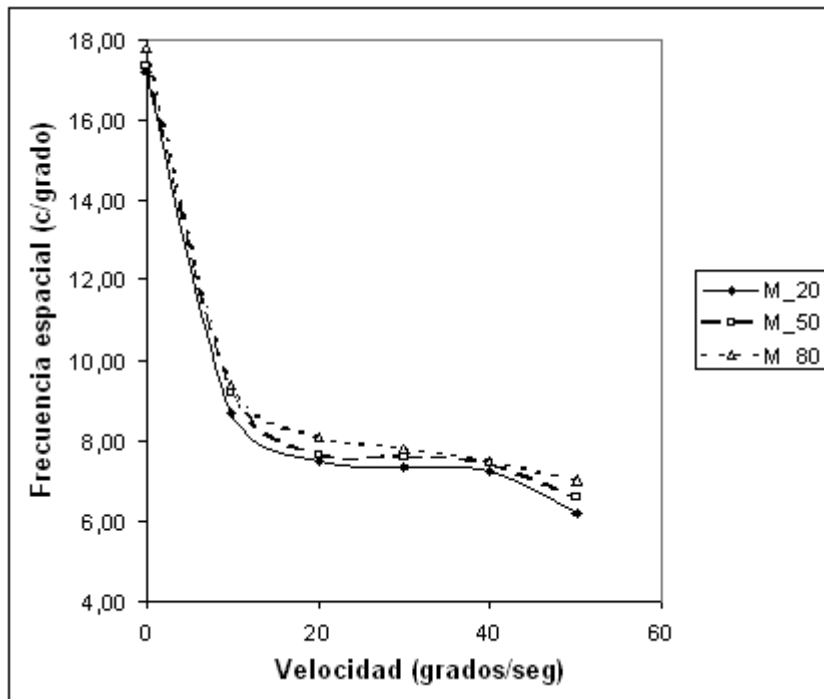


Figura 4. Función que muestra la más alta frecuencia espacial que un sujeto humano puede discriminar en un cierto rango de velocidades para diferentes contrastes (Tomado de Aznar-Casanova et al., 2005).

con el movimiento de desplazamiento. El mayor deterioro ocurrió cuando no existían movimientos oculares persecución. Estos datos sugerían que estos dos tipos de movimientos corrigen de forma diferente el deslizamiento de la retina. Este deslizamiento retinal fue compensado de manera menos eficiente en el caso del movimiento de deriva, teniendo consecuencias adversas en la AVD mientras que el deslizamiento retinal tuvo una mayor tolerancia en el caso del movimiento de desplazamiento.

Parece bastante aceptado que los hombres gozan de mejor agudeza visual dinámica que las mujeres (Burg & Hulbert 1961; Ishigaki & Miyao 1994). Estos estudios sugieren que dado que no existen diferencias ligadas al sexo en AVE y tampoco en la sensibilidad al contraste, el rendimiento más alto de los varones en AVD podría deberse a factores educativos y comportamentales más que ser de causa innata. De hecho, Quevedo, Aznar-Casanova, Merindano, Solé y Cardona (2011) no encuentran diferencias en este sentido cuando se comparan jóvenes deportistas de ambos géneros que desarrollan idéntica actividad.

Por su parte, Cratty, Apitzsch y Bergel (1973), en un estudio realizado con 475 niños de

diversas razas y edades comprendidas entre 5 y 12 años, concluyeron que no existían diferencias raciales con respecto a la AVD, aunque los sujetos de ojos claros presentaban mayor AVD y los amétropes con corrección gozaban de menor AVD que los emétopes.

Desde un punto de vista evolutivo, se ha constatado que la AVD es una de las habilidades que más se deterioran con la edad. Incluso esta disminución tiene lugar de forma más acentuada que la AVE, y además, se inicia antes. Ishigaki y Miyao (1994) demostraron que la AVD se desarrolla rápidamente entre los 5 y los 15 años, y que comienza a disminuir a partir de los 20 años. Burg (1966) evidenció que comparado con los resultados medios obtenidos para un grupo de población de 20 años de edad, la AVD era aproximadamente un 60% inferior en la década de los setenta años. Según Long y Crambert (1990), la pérdida de sensibilidad retiniana típica de esta población es en gran parte la responsable de la disminución de AVD entre los mayores. Sin embargo, otros autores apuntan como causa más importante al deterioro fisiológico de los movimientos oculares de seguimiento y sacádicos, no sólo en velocidad y eficacia, sino

también en latencia (Eby, Trombley, Molnar, & Shope, 1998).

Desde un punto de vista aplicado, la percepción visual del movimiento, con la que la AVD se halla estrechamente relacionada, resulta esencial para la adaptación al medio dinámico y en constante cambio que nos rodea. Debido a la habilidad en visión dinámica, es posible, no solo la realización de tareas cotidianas tales como la práctica deportiva o la conducción de vehículos, sino también la predicción de la futura ubicación de un estímulo que se desplaza. Esta habilidad de anticipación es crucial para interceptar un objeto móvil (p.ej. una pelota) y predecir la localización espacial de elementos de interés. Quizás sea esta la razón principal por la que numerosos estudios científicos informen sobre la superior AVD de los deportistas de élite con respecto a la población sedentaria. Esta superioridad se ha constatado a nivel general (Ishigaki & Miyao 1993), en baloncesto (Beals, Mayyasi, Templeton, & Johnson, 1971), en voleibol (Melcher & Lund 1992), en tenis (Cash, 1996; Tidow, Brückner, & de Marées, 1987) y en waterpolo (Quevedo et al., 2011). Además, también se han encontrado diferencias al comparar la AVD de deportistas en un contexto dinámico (ejem., baloncesto o el tenis) con la de otras de modalidades con menos requerimientos “visuales” como la natación, con una notable superioridad a favor de los primeros (Tidow, Wühst, & de Marées, 1984).

Quevedo et al. (2011) analizaron las diferencias en la agudeza visual dinámica entre los jugadores de waterpolo de élite, sub-élite y estudiantes sedentarios. Para medir la agudeza visual dinámica binocular solicitaron a los participantes que indicaran la orientación de apertura del optotipo Universal de Palomar (Palomar, 1991) similar a la Landolt C, que aumenta de tamaño a medida que se movía a través de una pantalla de ordenador (Quevedo, Aznar-Casanova, Merindano, & Solé, 2010). Se evaluaron dos velocidades diferentes y tres posibles trayectorias en dos niveles de contraste (alto y bajo). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los jugadores de élite y sub-élite con respecto a la población sedentaria para cada combinación

de velocidad, contraste y trayectoria. Los jugadores lograron los mejores registros de agudeza visual dinámica. La comparación entre los grupos de élite y sub-élite, sin embargo, no reveló ninguna diferencia.

Centrándonos en el ámbito de la seguridad viaria y conducción de vehículos, también se ha constatado que la AVD está sensiblemente ligada al rendimiento en actividades más o menos cotidianas como son la lectura de señales indicadoras en las carreteras (Long & Kearns, 1996), pilotaje de coches (Burg 1967, 1968, citado por el *Committee on Vision del National Research Council* [NRC], 1985) y aviones (Kohl, Coffey, Reichow, Thompson, & Willer, 1991). En este sentido, Henderson y Burg (1973; citados por el *Committee on Vision del NRC*, 1985) constataron una alta correlación negativa entre los siniestros de camiones y autobuses y la AVD de los conductores. Parece ser que, en las diversas investigaciones realizadas en las que se valoraba la relación entre diferentes habilidades visuales y la conducción adecuada, la AVD se manifestó como la medida que mejor predecía el éxito en la conducción (valorada en términos de siniestralidad en los accidentes de tráfico).

Adicionalmente, destacar que otro grupo de trabajos (Holliday, 2013; Long & Riggs 1991; Long & Rourke 1989) han evidenciado la posibilidad de mejorar la AVD mediante el entrenamiento de esta habilidad, señalando además la necesidad de desarrollar instrumentos adecuados para tal fin.

Por último, en uno de los trabajos más recientes (Muiños & Ballesteros, 2015) se valoraron formas de promover el envejecimiento saludable y la neuro-plasticidad con el fin de contrarrestar el deterioro perceptual y cognitivo. El objetivo del estudio fue investigar los beneficios de la práctica de artes marciales como judo y karate intensivo y sostenido, en dos grupos, uno de atletas y otro de no atletas, repartidos según la edad en otros dos grupos (jóvenes y ancianos), comparándolos en la AVD. Estos autores utilizaron el test de AVD diseñado por Quevedo Junyent en el 2007 (Quevedo, Aznar-casanova, Merindano, Cardona, & Solé, 2012). Los resul-

tados mostraron que (1) los atletas obtuvieron mejor AVD que los no atletas; (2) los grupos de adultos mayores mostraron un efecto oblicuo mayor que el grupo de jóvenes, independientemente de si/no practicaban un arte marcial; y (3) la edad modulaba el efecto del deporte, pero solo bajo la condición de alta velocidad de los estímulos dinámicos. Así, la AVD de los jóvenes karatecas era superior a la de los no deportistas, mientras que los luchadores más adentrados en años de judo y karate mostraron mejor AVD que los sedentarios (no deportistas). Los autores concluyen que la práctica sistemática de un arte marcial como el judo o karate influye sobre la neuro-plasticidad en el envejecimiento del cerebro humano, atenuando el declive neuro-cognitivo valorado mediante la AVD.

Instrumentos Usados para la Valoración de la Agudeza Visual Dinámica

Desafortunadamente, a pesar de la importancia de la AVD, son escasos o inadecuados los instrumentos específicos disponibles, de probada fiabilidad y validez que permitan avanzar en el estudio de esta habilidad (Banks, Moore, Liu, & Wu, 2004; Zimmerman, Lust, & Bullimore, 2011). Es preciso señalar que los tests tradicionalmente utilizados para evaluar la agudeza visual dinámica suelen ser discos en rotación (similares a los antiguos tocadiscos) que hacen girar un optotipo de letras negras sobre fondo blanco. Entre las críticas que apuntan los diversos autores (por ejemplo, Coffey & Reichow, 1990) se destaca su falta de especificidad (difícilmente nos encontramos con trayectorias circulares, que provocan excesiva ciclotorsión ocular y condiciones de máximo contraste en la vida real) y el hecho de que no existan estudios que avalen su fiabilidad y validez. Esta escasez de instrumentos de medida de la AVD provoca un cierto desorden en los resultados obtenidos y, en consecuencia, una clara dificultad para establecer comparaciones entre ellos.

Uno de los aparatos diseñados con el fin de evaluar la AVD y obtener datos normalizados

es el denominado Rotador de Kirshner (1967). Al utilizar este instrumento, el sujeto evaluado debe identificar la orientación de una C de Landolt (correspondiente a una demanda de agudeza visual de 20/40) que describe círculos (trayectoria del movimiento) y que es proyectada en una pantalla a tres metros del sujeto evaluado. La apertura de la C de Landolt puede estar orientada hacia arriba, abajo, a la derecha y a la izquierda. El diámetro del círculo que describe el estímulo es de 55 cm y gira en dirección de las agujas del reloj. El estímulo comienza a moverse a una velocidad de 100 rpm y va disminuyendo gradualmente hasta que el sujeto pueda identificar correctamente la orientación del anillo de Landolt tres veces consecutivas (método de los límites). Este test debe realizarse en condiciones de baja iluminación, para facilitar la habilidad del sujeto de discriminar el estímulo proyectado.

Otros instrumentos comúnmente utilizados en el ámbito clínico, en el contexto de la optometría deportiva, son el Rotador Motorizado Pegboard (JW Engineering, 24 Phyllis Dr, Pamaona, NY 10970) y el Disco Rotador de Bernell (422 E Monroe St, South Bend, IN 46601), el cual puede verse en la Figura 5. Ambos están inspirados en la mecánica de los clásicos “tocadiscos” y utilizan optotipos con letras de distinto tamaño (correspondientes a agudeza visual de 20/30 y 20/60 el primero, y 20/20, 20/30 y 20/40 el último) que pueden girar a favor o en sentido contrario a las agujas del reloj. Destacar que aquí se registran los valores de agudeza visual dinámica como una combinación de agudeza visual y velocidad en rpm (p.e 20/40 a 45 rpm).

Diversos autores como Coffey y Reychow (1990) apuntan la necesidad de seguir investigando en esta área con el objeto de desarrollar instrumentos de medida más específicos para las necesidades visuales de los conductores y deportistas que, no únicamente permitan la valoración objetiva, válida y fiable de la agudeza visual dinámica con un estímulo que describa trayectorias circulares, sino también laterales, verticales y oblicuas a través del campo visual.

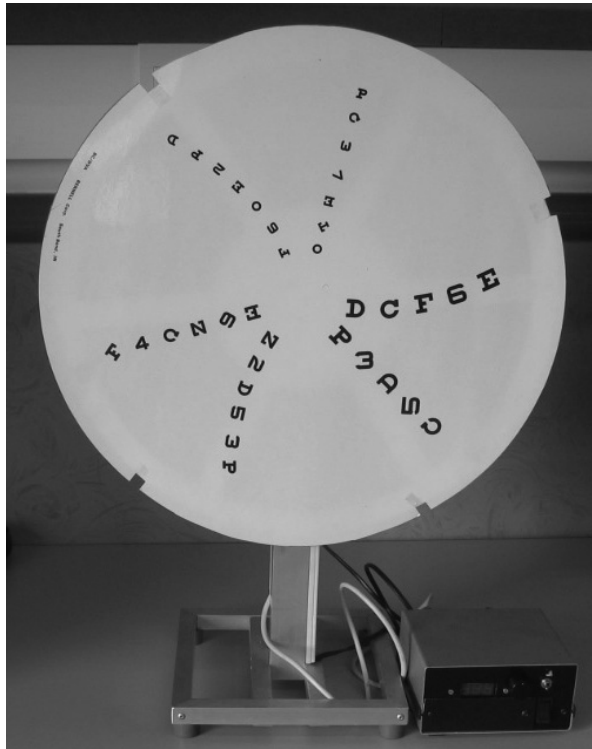


Figura 5. Rotador de Bernell utilizado frecuentemente para la evaluación clínica de la AVD especialmente en el contexto de la Optometría Deportiva.

Quevedo et al. (2012), propusieron el test DinVA 3.0, implementado en un programa de ordenador, que es frecuentemente utilizado en la valoración de la AVD de los deportistas (véase Figura 6). Más recientemente, Quevedo, Aznar-Casanova, Solè Forto y García-Giménez (2014) han hecho actualizaciones de esta prueba computerizada en lenguaje de programación C#. Adviértase que un equipamiento computacional para presentar y registrar AVD requiere un potente sistema gráfico que incluye: (a) un monitor (*screen*) con una tasa de refresco de pantalla (*frame rate*) de 120 Hz o superior, y (b) una tarjeta gráfica aceleradora (Ejemplo, Nvidia GeForce, o AMD Radeon).

El nuevo software (DinVA test) permite utilizar diversos estímulos y seleccionar su color e intensidad, así como los colores o fotografías (relacionadas con el entorno habitual de cada tarea) que conforman el fondo. Además, en su desplazamiento por la pantalla, el estímulo puede describir trayectorias laterales, verticales y oblicuas, lineales. Con la finalidad de establecer la máxima semejanza posible con el entorno real, el test puede realizarse a mayor distancia que los 50 cm a los que es habitual situarse al trabajar con un ordenador (véase Figura 7).

Comentarios Finales

La AVD evalúa la resolución espacial del sistema visual ante estímulos móviles. Esta capacidad visual es particularmente útil cuando la velocidad del estímulo es superior a los 30-60°/seg. Probablemente, la AVD sea una de las capacidades visuales de mayor validez ecológica y, sin duda, constituye un buen predictor del rendimiento en la ejecución de numerosas tareas y actividades de la vida cotidiana, incluyendo el deporte y la conducción de vehículos. Sin embargo, apenas se ha explotado este valor predictor, ni en los ámbitos citados, ni en el del rendimiento laboral. Así, parece evidente la necesidad de disponer de algún instrumento para medir la AVD, que involucre al factor contraste en luminancia del fondo y figura. De hecho, hace ya más de treinta años, el *Comitee on Vision* del NRC (1985) de los Estados Unidos de América declaró en su libro *Emergent Techniques for Assessment of Visual Performance*, que la combinación de medidas de AVD, junto con las de FSC, ofrecerían, sin duda, valoraciones más válidas y potentes de la funcionalidad del sistema visual que la AVE, recomendando la inclusión de la evaluación de las primeras

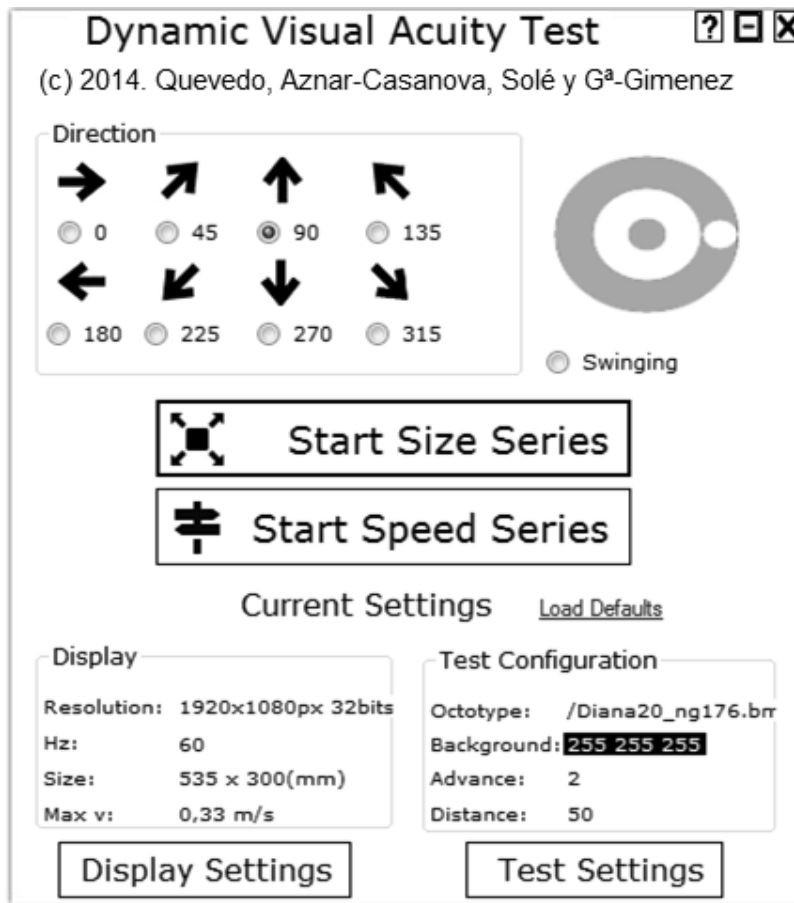
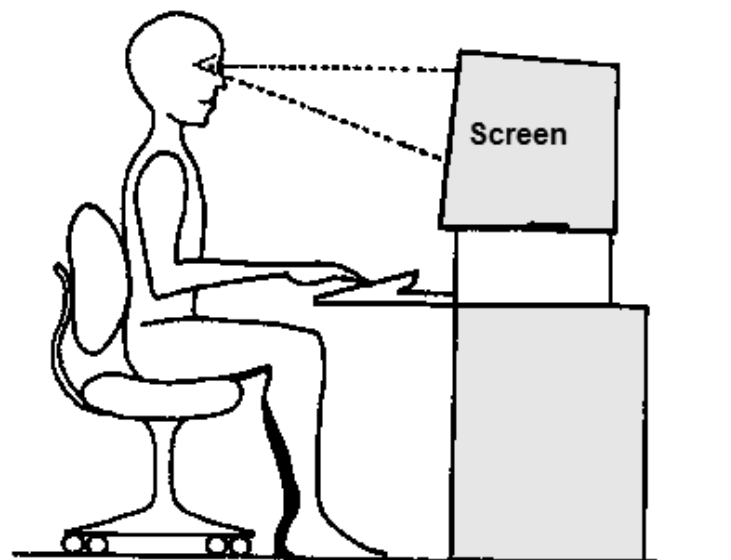


Figura 6. El DynVA es un software informático para evaluar la DVA. En este test el investigador puede seleccionar el optotipo que será presentado y elegir entre dos tipos de prueba: (a) Series de Tamaño; (b) Series de Velocidad. En las Series de Tamaño, el tamaño del optotipo permanece constante, mientras que su velocidad disminuye conforme éste se desplaza por la pantalla. Contrariamente, en las Series de Velocidad la velocidad del optotipo permanece constante, mientras que su tamaño aumenta progresivamente conforme éste se desplaza por la pantalla. En ambas series el ensayo finaliza cuando el sujeto presiona la flecha que coincide con la posición del ‘gap’ del optotipo.

Figura 7. ¿Cómo calcula el DynVA test la velocidad del estímulo en la retina?

Primero, el software determina la velocidad del estímulo en la pantalla, de acuerdo con la siguiente fórmula: $\text{Velocidad (en m/s)} = \text{Frame rate (in Hz; frames/s)} * \text{Dot_pixel (in m)} * \text{Step (in pixels)}$. Donde Frame rate es la tasa temporal de refresco de la pantalla. Dot pixel es el tamaño del pixel. Step se refiere al tamaño del desplazamiento (espacio recorrido) que el móvil avanza en cada frame. Segundo, para calcular con qué velocidad el estímulo se movió a través de la retina (con el fin de obtener la velocidad en grados de ángulo visual), dos factores deben ser tenidos en cuenta: (1) la velocidad del móvil en la pantalla, expresada en metros por segundo, y (2) la distancia de visualización (por lo general m): $\text{Velocidad en retina} = \arctan(\text{Velocidad en pantalla} / \text{distancia de visualización})$. Por ejemplo, dada una velocidad del móvil en la pantalla de 0.420 m/s y una distancia de visualización de 2 m, la velocidad sería $11,86^\circ / \text{s}$ de ángulo visual. La AVD se expresa entonces como el más pequeño detalle que el observador es capaz de percibir a esa velocidad.



en las baterías de exámenes visuales para automovilistas, pilotos de aviación y deportistas. En las revisiones bibliográficas realizadas desde entonces los diversos autores destacan la escasez de trabajos publicados, probablemente por no contar con un instrumento de fácil utilización para medir esta habilidad visual. Esto significa que se dispone de un conocimiento limitado de la AVD y sus aplicaciones (Banks et al., 2004; Hoffman, Rouse, & Ryan, 1981). La mayoría de estos estudios sobre AVD se han centrado principalmente en determinar los factores del estímulo móvil que influyen sobre la AVD, tales como el tamaño, el contraste, la velocidad angular de desplazamiento y el tiempo de exposición. Así, se ha constatado que la AVD de un sujeto se ve reducida al aumentar la velocidad de desplazamiento del estímulo (Ludvigh, 1949; Morrison, 1980; Prestrude, 1987). Los distintos investigadores, sin embargo, reflejando las diferencias de los métodos y condiciones experimentales utilizadas, difieren sensiblemente con respecto a la velocidad a la cual la agudeza visual dinámica empieza a verse notablemente deteriorada.

Referencias

- Adrian, W. (2003). The effect of observation time and contrast on visual acuity. *Clinical and Experimental Optometry*, 86(3), 179-182.
- Artigas, J. M., Capilla, P., Felipe, A., & Pujol, J. (1995). *Óptica Fisiológica. Psicofísica de la Visión*. Madrid: McGraw-Hill.
- Aznar-Casanova, J. A., Quevedo, L. 1., & Sinnet, S. (2005). The effects of drift and displacement motion on dynamic visual acuity. *Psicologica*, 26, 101-126.
- Bailey, I. L., & Lovie-Kitchin, J. E. (2013). Visual acuity testing. From the laboratory to the clinic. *Vision Research*, 90, 2-9. doi: 10.1016/j.visres.2013.05.004
- Beals, R. P., Mayyasi, A. M., Templeton, A. E., & Johnson, W. G. (1971). The relationship between basketball shooting performance and certain visual attributes. *American Journal of Optometry & Archives of the American Academy of Optometry*, 48, 585-590.
- Bennet, A. G., & Rabbetts, R. G. (1992). *Clinical Visual Optics*. Oxford, UK: Butterworths.
- Banks, P. M., Moore, L. A., Liu, C., & Wu, B. (2004). Dynamic visual acuity: A review. *The South African Optometrist*, 63(2), 58-64.
- Brown, B. (1972). Dynamic Visual acuity, eye movements and peripheral acuity for moving targets. *Vision Research*, 12, 305-321.
- Burg, A. (1966). Visual acuity as measured by dynamic and static tests: A comparative evaluation. *Journal of Applied Psychophysics*, 18(6), 441-446.
- Burg, A., & Hulbert, S. (1961). Dynamic visual acuity as related to age, sex, and static acuity. *Journal of Applied Psychology*, 45, 111-116.
- Cash, J. (1996). *The relationship of dynamic visual acuity to skill on a tennis related task* (Master thesis, University of North Carolina, Chapel Hill, NC).
- Cline, D., Hofstetter, H. W., & Griffin, J. R. (1980). *Dictionary of Visual Science* (3th Ed.). Radnor, PA: Chilton.
- Coffey, B., & Reichow, A. W. (1990). Optometric evaluation of the elite athlete. *Problems in Optometry*, 2, 33-58.
- Committee on Vision of the National Research Council. (1985). *Emergent Techniques for Assessment of Visual Performance*. Washington, DC: National Academy Press.
- Cratty, B. J., Apitzsch, E., & Bergel, R. (1973). *Dynamic Visual Acuity: A developmental study*. Unpublished monograph, Perceptual Motor Learning Laboratory, University of California, Los Angeles, CA.
- Chan, H. S., & Courtney, A. J. (1996). Foveal acuity, peripheral acuity and search performance: A review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18, 113-119. doi: [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(95\)00073-9](https://doi.org/10.1016/0169-8141(95)00073-9)
- Eames, T. H. (1953). Correspondence between visual acuity, refractive error, and the speed of visual perception. *British Journal of Ophthalmology*, 37, 312.
- Eby, D. W., Trombley, D. A., Molnar, L. J., & Shope, J. T. (1998). *The Assessment of Older Driver's Capabilities: A review of the literature*. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Transportation Research Institute.

- Elkin, E. H. (1962). Target velocity, exposure time and anticipatory tracking time as determinants of dynamic visual acuity. *Journal of Engineering Psychology*, 1, 26-33.
- Enroth-Cugell, C., & Robson, J. G. (1966). The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *The Journal of Physiology*, 187(3), 517-552.
- Farah, M. J. (2000). *The Cognitive Neuroscience of Vision. Fundamentals of Cognitive Neuroscience*. Malden, MA: Blackwell.
- Fergenson, P. E., & Suzansky, J. W. (1973). An investigation of dynamic and static visual acuity. *Perception*, 2(3), 343-356.
- Ginsburg, A. P. (1984). A New Contrast Sensitivity Vision Test Chart. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 61(6), 403-407.
- Gresty, M., & Leech, J. (1977). Coordination of the head and eyes in pursuit of predictable and random target motion. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 48, 741-744.
- Hoffman, L. G., Rouse, M., & Ryan, J. B. (1981). Dynamic Visual acuity: A review. *Journal of the American Optometric Association*, 52, 883-887.
- Holliday, J. (2013). Effect of stroboscopic vision training on dynamic visual acuity scores: Nike Vapor Strobe eyewear. *All Graduate Plan B and Other Reports* (Paper 262). Logan, UT: Utah State University.
- Henderson, R. L., & Burg, A. (1973). *The Role of Vision and Audition in Truck and Bus Driving*. Washington, DC: Federal Highway Administration.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1959). Receptive fields of single neurons in the cat's striate cortex. *Journal of Physiology*, 148, 574-591.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology*, 160, 106-154.
- Hulbert, S. F., Burg, A., Knoll, H. A., & Mathewson, J. H. (1958). A Preliminary study of Dynamic visual acuity and its effects in motorists' vision. *The Australasian Journal of Optometry*, 41, 3, 116-130.
- Ishigaki, H., & Miyao, M. (1993). Differences in dynamic visual acuity between athletes and non-athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 77, 835-839.
- Ishigaki, H., & Miyao, M. (1994). Implications for dynamic visual acuity between athletes and non-athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 362-369.
- Kirshner, A. J. (1967). Dynamic visual Acuity: A quantitative measure of eye movements. *Journal of the American Optometric Association*, 38, 460-462.
- Kohl, P., Coffey, B., Reichow, A., Thompson, W., & Willer, P. (1991). A comparative study of visual performance in jet fighter pilots and non-pilots. *Journal of Behavioral Optometry*, 5, 123-126.
- Le Grand, Y. (1991). *Optica Fisiológica. Tomo I. El ojo como instrumento Óptico*. Madrid: Asociación de amigos de las Escuelas de Óptica.
- Lennie, P. (1980). Parallel Visual pathways: A review. *Vision Research*, 20, 561-594.
- Livingstone, M., & Hubel, D. (1988). Segregation of Form, Color, Movement, and Depth: Anatomy, Physiology, and Perception. *Science*, 240, 740-749. doi: 10.1126/science.3283936
- Long, G. M., & Crambert, R. F. (1990). The nature and basis of age related changes in dynamic visual acuity. *Psychology and Aging*, 5, 138-143.
- Long, G. M., & Garvey, P. M. (1988). The effects of target borders on dynamic visual acuity: Practical and theoretical implications. *Perception*, 17, 745-752.
- Long, G. M., & Kearns, D. E. (1996). Visibility of test and Icon highway signs under dynamic viewing conditions. *Human Factors*, 38, 690-701.
- Long, G. M., & Penn, D. L. (1987). Dynamic Visual acuity: Normative functions and practical implications. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 25, 253-256.
- Long, G. M., & Riggs, C. A. (1991). Training effects on dynamic visual acuity with free-head viewing. *Perception*, 20, 363-371.
- Long, G. M., & Rourke, D. A. (1989). Training effects on the resolution of moving targets-dynamic visual acuity. *Human factors*, 31, 443-451.
- Long, G. M., & Zavod, M. J. (2002). Contrast sensitivity in a dynamic environment: Effects of target conditions and visual impairment. *Human Factors*, 44(4), 120-131.
- Ludvigh, E. (1949). Visual acuity while one is viewing a moving object. *Archives of Ophthalmology*, 42, 14-22.

- Ludvigh, E., & Miller, J. W. (1958). Study of visual acuity during the ocular pursuit of moving test objects I. Introduction. *Journal of the Optical Society of America*, 48, 799-802.
- Mayyasi, A. M., Beals, R. P., Templeton, A. E., & Hale, P. N. (1971). The effects of ambient illumination and contrast on dynamic visual acuity. *American Journal of Optometry and Archives of American Academy of Optometry*, 48(10), 844-848.
- Melcher, M. H., & Lund, D. R. (1992). Sports vision and the high school student athlete. *Journal of the American Optometric Association*, 63, 466-474.
- Miller, J. W. (1958). Study of visual acuity during the ocular pursuit of moving test objects. II: Effects of direction of movement, relative movement and illumination. *Journal of the Optical Society of America*, 48(11), 803-808.
- Miller J. W., & Ludvigh E. (1962). The effect of relative motion on visual acuity. *Survey of Ophthalmology*, 7, 83-116.
- Morrison, T. R. (1980). *A review of dynamic visual acuity* (NAMRL Monograph-28). Pensacola, FL: Naval Aerospace Medical Research Laboratory.
- Muñoz, M., & Ballesteros, S. (2015). Sports can protect dynamic visual acuity from aging: A study with young and older judo and karate martial arts athletes. *Attention, Perception and Psychophysics*, 77, 2061-2073. doi: 10.3758/s13414-015-0901-x
- Palomar, F. J. (1991). Anillo-Disco Palomar: Optotipo Universal para determinar la agudeza visual. *Ver y Oír*, 61, 29-35.
- Pelli, D. G., Robson, J. G., & Wilkins, A. J. (1988). The Design of a New Letter Chart for Measuring Contrast Sensitivity. *Clinical Vision Sciences*, 2, 187-199.
- Pitts, D. (1982). The effects of ageing on selected visual functions: Dark adaptation, visual acuity, stereopsis and brightness contrast. In R. Sekuler, D. Kline, & K. Dismukes (Eds.), *Ageing and Human Visual Function* (pp. 131-159). New York: Liss.
- Prestrude, A. M. (1987). Dynamic Visual acuity in the selection of the aviator. In R. Jensen (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Symposium on Aviation Psychology*. Columbus, OH: Ohio State University Press.
- Quevedo Junyent, L. I. (2007). *Evaluación de la la Agudeza Visual Dinámica* (Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya, Escola d'Òptica i Optometria). Recuperado en <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6749/01Llqj01de01.pdf;jsessionid=4DC8DA3859ED25C4F2D880147C1E2E26.tdx1?sequence=1>
- Quevedo, L., Aznar-Casanova, J. A., Merindano, M. D., & Solé, J. (2010). A task to assess dynamic visual acuity and a valuation of the stability of its measurements. *Psicológica*, 31, 109-128.
- Quevedo, L., Aznar-Casanova, J. A., Merindano, D., Solé, J., & Cardona, G. (2011). Comparison of dynamic visual acuity between elite and sub-elite water-polo players and sedentary Students. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(4), 644-651. doi: <https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599801>
- Quevedo, L., Aznar-Casanova, J. A., Merindano, D., Cardona, G., & Solé-Fortó, J. (2012). A novel computer software for the evaluation of dynamic visual acuity. *Journal of Optometry*, 5, 131-138. doi: <https://doi.org/10.1016/j.optom.2012.05.003>
- Quevedo, L. I., Aznar-Casanova, J. A., Solé Forto, J., & García-Giménez, J. M. (2014). DynVA: Test for assessment of the Dynamic Visual Acuity. *Registro de la Propiedad Intelectual, Núm. B-1055-14*. País de prioridad: España. Fecha de prioridad: 11-Junio-2014.
- Sanderson, F. H. (1981). Visual acuity and sports performance. In I. M. Cockerill & W. W. MacGillivray (Eds.), *Vision and Sports*. Chetelham, UK: Stanley Thomas.
- Schiller, P. H., Logothetis, N. K., & Charles, E. R. (1990). Functions of the colour-opponent and broad-band channels of the visual system. *Nature*, 343, 68-69. doi: <http://dx.doi.org/10.1038/343068a0>
- Tidow, G., Brückner, P., & de Marées, H. (1987). On the significance of dynamic visual acuity in fast ball games [Abstract]. *International Journal of Sports Medicine*, 8.
- Tidow, G., Wühst, K. D., & de Marées, H. (1984). Dynamic Visual Acuity as a Performance influencing factor in sport [Abstract]. *International Journal of Sports Medicine*, 5.
- Weale, R. A. (1978). The eye and the aging. *Interdisciplinary Topics in Gerontology*. 13, 1-13.

- Weissman, S., & Freeburne, C. M. (1965). Relationship between static and dynamic visual acuity. *Journal of Experimental Psychology*, 70, 141-146.
- Zhan, H., Yager, D., Gilbert, L., & Bichao, I. C. (1994). Static and dynamic visual acuity as a function of contrast. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 35(4), 1751.
- Zimmerman, A. B., Lust, K. L., & Bullimore, M. A. (2011). Visual Acuity and Contrast Sensitivity Testing for Sports Vision. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, 37(3), 153-159. doi: 10.1097/ICL.0b013e31820d12f4

Recibido: 19/01/2016
1ª revisión: 19/02/2016
Aceptación: 20/02/2016

Apêndices

Destacados

1. La Agudeza Visual Dinámica (AVD) mide discriminación en objetos en movimiento.
2. La correlación entre AV estática y AVD es de 0.40, a partir de velocidades de 30°/seg.
3. La AVD mide resolución espacial del ojo y funcionamiento del sistema óculo-motor.
4. La AVD asume que el sistema visual es un buscador activo de información.
5. La AVD es uno de los mejores predictores de éxito deportivo (tenis de mesa, baseball).
6. Una AVD baja correlaciona con alta siniestralidad en accidentes de tráfico.
7. La AVD es influenciada por: (a) la velocidad del estímulo; (b) tiempo de exposición; (c) iluminación ambiental; (d) contraste en luminancia del estímulo; (e) la edad del sujeto.

Glosario

Agudeza Visual Dinámica (AVD): describe la capacidad de resolver visualmente sutiles detalles espaciales de un objeto cuando el objeto, el observador, o ambos, están en movimiento.

Agudeza Visual Estática (AVE) es la capacidad para distinguir detalles espaciales en objetos estáticos cuando el sujeto también está en condiciones estacionarias.

Contraste en luminancia: Relación entre la luminancia de un objeto (estímulo) y la luminancia de su entorno inmediato (o fondo contra el que se muestra la figura).

Grados de ángulo visual por segundo (°/seg.): unidad en que se expresa la velocidad con que un estímulo móvil recorre la retina.

Potencia de Resolución Espacial: capacidad de percibir como separados dos objetos muy próximos en el espacio.

Movimientos persecutorios: también llamados movimientos de seguimiento de un estímulo móvil. Permiten fovealizar la proyección retinal del estímulo.

Movimientos sacádicos: movimientos oculares breves y rápidos que permiten al observador detectar un objeto en un lugar determinado del campo visual y llevarlo sobre la fovea, para una mejor discriminación.

Sistema oculomotor: Se refiere a los músculos extrínsecos del ojo que controlan los movimientos oculares. En el caso de la AVD tienen particular interés los movimientos persecutorios o de seguimiento y los sacádicos de re-fijación.