



► Artículo original

## Medición de agudeza visual estereoscópica en una población infantil sana

*Stereoscopic visual acuity measurement in healthy children*

Alejandro Arias-Díaz,<sup>1</sup> Neisy Bernal-Reyes,<sup>1</sup> Pedro Carlos Pérez-Martinto,<sup>2</sup> Omar Correa-Madrigal,<sup>2</sup> Teresita de Jesús Méndez-Sánchez<sup>1</sup>

1 Instituto Cubano de Oftalmología "Ramón Pando Ferrer", La Habana, Cuba

2 Universidad de Ciencias Informáticas de Cuba, La Habana, Cuba

### Palabras clave:

Agudeza visual, percepción de profundidad, niños, Cuba.

### ► Resumen

**Objetivo:** Se realizan mediciones de agudeza visual estereoscópica (AVE), en una población infantil oftalmológicamente sana con el empleo del TNO.

**Método:** Se realiza un estudio prospectivo, de corte transversal; con el objetivo de hacer un tamizaje de examen físico oftalmológico en una población pediátrica normal de 500 niños, con edades comprendidas entre los cinco y siete años, a los que se les realiza el examen de AVE TNO para la medición de la estereopsia.

**Resultados:** La AVE predominante fue de 60 segundos de arco de manera general, agrupando todas las edades estudiadas.

**Conclusiones:** Los valores de AVE en la muestra estudiada están relacionados con la edad.

### ► Abstract

**Objective:** Measurements are performed Stereoscopic Visual Acuity (AVE) in a healthy pediatric population with employment ophthalmologically of TNO.

**Method:** We made a transversal prospective study by performed a physical examination ophthalmologic screening in a normal pediatric population of 500 children aged between five and seven years who are undergoing AVE TNO test for measuring stereopsis.

**Results:** The predominant AVE was 60 arc sec generally grouping all ages studied. **Conclusions:** The AVE values in the sample are associated with age.

### Keywords:

Depth perception, visual acuity, child, Cuba.

## ► Introducción

La agudeza visual estereoscópica (AVE) es el umbral de discriminación de profundidad expresado angularmente. Este umbral es el menor intervalo espacial en profundidad entre dos objetos, que un observador es capaz de resolver. Por la propia definición de disparidad binocular, se puede definir también como la mínima que da lugar a sensación de profundidad.

Para la visión estereoscópica de las imágenes se hace necesaria la superposición de éstas por ambos ojos, existiendo cierta disparidad horizontal de las imágenes. Si las imágenes retinianas son muy desiguales no es posible su fusión, pero si no hay disparidad alguna puede haber fusión, pero no estereopsia. Entonces, la sensación de relieve se produce cuando detalles del objeto observado caen en áreas retinianas ligeramente dispares. Para lograr esto, es imprescindible que el sujeto haya desarrollado una buena agudeza visual y un desarrollo cortical normal. Es una cualidad de las especies biológicas superiores, lo que le permite a algunos animales discriminar con exactitud las presas como alimentos o como enemigos, si entendemos por estereopsia la capacidad visual en tres dimensiones.

La AVE se desarrolla en los primeros meses de edad, a la par con la visión binocular. Comienza con la fijación bifoveal que tiene lugar entre los tres y seis meses de edad, su desarrollo es paralelo al de la fusión y está determinado por el desarrollo de la corteza visual. El hallazgo de una estereopsis normal sirve como prueba de la total integridad binocular.<sup>1</sup>

La fórmula usada para la medición de la AVE da el resultado en radianes, que se convierte a segundos de arco multiplicando por 206 264.8.

La estereopsia se mide en segundos (seg) de arco ( $1^\circ = 60$  minutos -min- de arco, 1 minuto = 60 seg de arco).<sup>2</sup>

La mejor estereopsia es a nivel macular central (área fusional de Panum), siendo de 60 seg, y más grosera a nivel periférico de 70 seg de arco, no se asocia componente motor y permite localizar objetos tridimensionalmente. La estereopsia se pierde a los 500 o 600 m de distancia.

Para otros autores,<sup>3-5</sup> los valores normales pueden incluso ser menores y estar entre los 14 y 40 seg de arco, estando la media en 25. Sin embargo, para otros<sup>6-8</sup> los valores normales son dependientes

de la edad del paciente pediátrico examinado, llegando a los valores estándares como normales después de los ocho o nueve años de edad.

Existen algunas causas que imposibilitan la adquisición de esta cualidad como son:

- Déficit de la agudeza visual: errores de refracción, ambliopías, cataratas.
- Estrabismos.
- Neuropatías ópticas: inflamatorias, degenerativas, desmielinizantes.
- Patología neurológica con afectación de la corteza visual.

## ► Método

Se realiza un estudio prospectivo, de corte transversal; con el objetivo de hacer un tamizaje de examen físico oftalmológico en una población pediátrica normal de 500 niños, con edades comprendidas entre los cinco y siete años de edad, entre los meses de enero a junio de 2012 en escuelas del Municipio La Lisa, con el propósito de obtener una muestra visualmente sana para recoger la respuesta normal ante el enfrentamiento a un programa desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) de La Habana, para luego obtener el patrón que nos permitirá comparar a los pacientes que sean tratados con dicho programa.

El examen físico oftalmológico constó de la toma de la agudeza visual, usando la cartilla de Snellen. No se utiliza el sistema Logmar, ya que el Instituto no cuenta con una cartilla Logmar que se pueda usar en niños sin conocimiento de las letras. Al concluir este primer paso del examen, continuaban sólo aquellos que lograban tener una agudeza visual corregida (AVMC) de 20/20. Posteriormente, se les realizó estudio motor, usando el método de Hirschberg. En este, el paciente mira una luz a una distancia de 33 cm. El examinador debe notar si los reflejos corneales están centrados o si uno de ellos se encuentra descentrado con respecto al otro, lo que indicaría un estrabismo manifiesto y la magnitud de éste. Seguidamente, se realizó el examen de oclusión-desocclusión para lejos y cerca, para determinar tropía, foria y ojo fijador. Concluimos con la realización del examen de AVE TNO para la medición de la estereopsia.

Posteriormente, a los pacientes escogidos en la muestra que fueron aquellos que obtuvieron buenos resultados, se les presentó el Programa Meteorix, para que trabajasen en él. Una vez concluido el

Programa, este recoge en un fichero con extensión .xml los datos programados, con el objetivo de procesarlos estadísticamente e ir observando las tendencias de dichos datos.

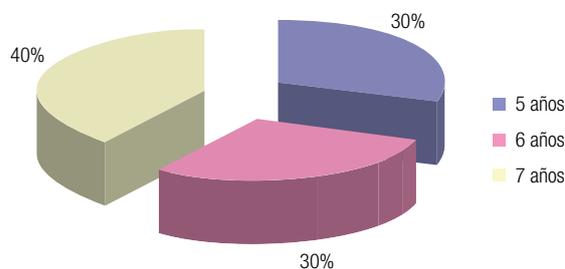
El Programa se basa en el juego Meteorix, que es un videojuego en tercera dimensión (3D), de corte galáctico, capaz de personalizar los contenidos del juego según sea el nivel de respuesta del niño (habilidades óculo manual), lo cual se realiza basándose en un sistema estadístico, que permite identificar el grado de avance (cantidad de aciertos) y por tanto, seleccionar en el niño el próximo paso en el tratamiento en caso de que lo necesite. Además, proporciona niveles de ayuda, los cuales son activados de forma automática y en orden jerárquico, acorde a variables psicológicas y pedagógicas.

La propuesta de este proyecto sobre el manejo de la ambliopía, se basa en la aplicación de un Programa de juegos para la estimulación en la fijación como complemento a la terapia oclusiva. Su lógica es fusionada con la del tratamiento, de una manera que el paciente no se percata que está siendo tratado, este equilibrio constituye uno de los aportes a sistemas de este tipo. Al final de cada sesión, el sistema almacena los resultados, y haciendo uso de una herramienta auxiliar, le permite identificar el grado de avance del paciente y reorientar, si es preciso, el tratamiento.

## Resultados

En la **Figura 1** se aprecia la distribución de la muestra según los grupos de edades estudiados, en donde la edad que predominó fueron los siete años. La distribución fue de 150 niños en los dos primeros grupos, y de 200 en el último grupo de edades.

Figura 1. Distribución según edad de la población en estudio.



Fuente: Base de datos.

En la **Tabla 1** se refleja la AVE y su relación en cuanto al sexo. En general, la AVE predominante fue de 60 seg de arco agrupando todas las edades estudiadas, sin que el sexo tuviera algún tipo de significación estadística según la *ji cuadrada*.

En la **Tabla 2** se dividen los valores de AVE por cada año de edad estudiada. Se aprecia que los 60 seg de arco son los que prevalecen, llamando la atención cómo los mayores valores van quedando ausentes según va aumentando la edad, o sea que la menor AVE cuantitativa tuvo un comportamiento decreciente según aumentaba la edad y el valor más alto (480 seg de arco); mantuvo siempre un comportamiento nulo justificado en que la muestra a la que se le aplicó la prueba era oftalmológicamente sana, con condiciones de agudeza visual mejor corregida y estudio motor normal.

## Discusión

Usamos para esta pesquisa el examen TNO por su confiabilidad (**Figura 2**).

Es un examen que fue desarrollado por Walraven en 1975, consiste en siete láminas impresas

Tabla 1. Mediciones de agudeza visual estereoscópica (AVE) relacionadas con el sexo.

Relación entre agudeza visual estereoscópica y sexo											
Sexo	480'		240'		120'		60'		30'		15'
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°
Masculino	0	0	10	2	18	3.6	204	40.8	24	40.8	0
Femenino	0	0	8	1.6	19	3.8	201	40.2	16	3.2	0
Total	0	0	18	3.6	37	7.4	405	81	40	8	0

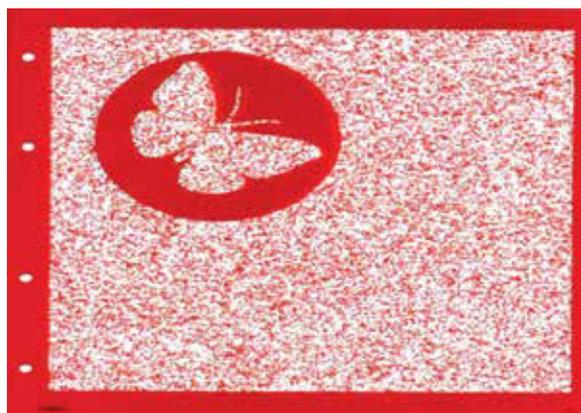
Fuente: Base de datos.

► **Tabla 2.** Mediciones de agudeza visual estereoscópica (AVE) relacionada con la edad.

AVE	Edades (años)					
	5		6		7	
	N°	%	N°	%	N°	%
480	0	0	0	0	0	0
240	18	12	0	0	0	0
120	22	14.7	15	10	0	0
60	101	<b>67.3</b>	128	<b>85.3</b>	176	<b>88</b>
30	9	6	7	4.7	24	12
15	0	0	0	0	0	0
Total	150	100	150	100	200	100

Fuente: Base de datos.

► **Figura 2.** Lámina N° 1 de la prueba de estereopsia TNO.



como anaglifos rojo/verde, que se observan a través de gafas verde/rojo. Tres de ellos tienen un objeto visible monocularmente, y otro que sólo es visible en visión ciclópea. Las tres últimas láminas contienen cuatro discos, cada uno de ellos con un sector “desaparecido” en cuatro posiciones diferentes. Las disparidades de los discos van de los 15 a los 480 seg de arco. No usamos el Titmus, que es el otro con que contamos, pues los valores de disparidad que presenta están calculados para una distancia definida y un observador patrón de distancia interpupilar (DIP) 6.00 cm. Por ejemplo, la variación de la AVE debida a una variación de 7 cm en la distancia de observación es cercana al 47% y si la DIP varía 2 mm, la variación es cercana al 10%. Esta variabilidad hace que el Titmus, como medida cuantitativa de la AVE sea un examen poco fiable. Si a eso le añadimos la dificultad

de controlar parámetros como iluminación, duración de la presentación, se reafirma la tesis de que este examen sólo es válido para la determinación cualitativa de la capacidad estereoscópica de un observador.

Los resultados encontrados en nuestra investigación fueron los esperados, siendo similares al de la mayoría de las investigaciones revisadas,<sup>6-10</sup> las cuales coinciden que con el paso de los años los valores de AVE se van aproximando a valores mejores, logrando la estabilidad entre los ocho y nueve años de edad. Una investigación recomienda que en los niños menores de cinco años de edad, los valores normales usando el TNO sean de 240 seg de arco.<sup>11</sup>

Otros coinciden planteando la hipótesis de que al menos con cinco años de edad, el desarrollo de la visión binocular aún esta incompleta.<sup>12</sup>

En otro estudio con 2 461 pacientes en edades anteriores a los seis años, encontraron diferencias significativas en cuanto al sexo y a la etnia.<sup>13</sup>

Otros investigadores,<sup>14,15</sup> en cambio plantean que para llegar a conocer los valores normales de estereo agudeza en poblaciones infantiles sanas es necesaria la repetividad del examen, pues sus trabajos exponen como los segundos de arco, mejoran al enfrentarse al mismo examen al menos en una segunda oportunidad. Este resultado se debe tener en cuenta para evitar falsos errores o falsos positivos.

Para lograr los valores más certeros o confiables, es importante destacar que para la toma de la AVE es importante en los niños escoger bien el local de examen, en donde existan condiciones adecuadas de privacidad para atenuar la distracción,

la explicación de manera clara para los infantes por parte del examinador de las láminas fundamentalmente aquellas que reflejan la AVE cuantitativa, la observancia de la distancia en que se realiza el examen, no rebasando los 33 cm y siempre con una iluminación y un contraste adecuado.

### ► Conclusiones

Los valores de AVE en la muestra estudiada están relacionados con la edad, pues al acercarse a la edad de culminación del desarrollo visual estos van mejorando. No existe relación estadística significativa con el sexo. El conocimiento de los valores normales de AVE en las edades infantiles, constituye un elemento importante para diseñar estrategias de tamizaje, pues una estereopsia normal sirve como prueba de la total integridad binocular.

### ► Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### ► Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

### Referencias

1. Consultado el 05 de febrero de 2013. [redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=95000914](http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=95000914).
2. Pérea J. Estrabismos. Toledo: Artes Gráficas; 2006.
3. Consultado en septiembre de 2013. <http://www.clinicaremei.org/es/articulos/4/articulo/090723-alteraciones-de-.jsp>
4. Palomo Álvarez C. Problemas de aprendizaje relacionados con la visión. En: López Alemany A. Optometría Pediátrica. Valencia: Ediciones Ulley; 2005. p. 77.
5. Prieto Díaz J, Sousa Dias C. Estrabismo. Quinta Edición. Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas; 2005.
6. Jorge JM, González JM, Cardona G, et al. Análisis visual del niño en edad escolar. En: López Alemany A. Optometría Pediátrica. Valencia: Ediciones Ulley; 2005. p. 135-152.
7. Palomo Álvarez C. Screening visual en el medio escolar. En: López Alemany A. Optometría Pediátrica. Valencia: Ediciones Ulley; 2005. p. 161-172.
8. García Valldecabres M. Anomalías de la visión binocular no estrábicas. En: López Alemany A. Optometría Pediátrica. Valencia: Ediciones Ulley; 2005. p. 173-200.
9. Consultado el 6 de febrero del 2013. [http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?id\\_revista=268&id\\_ejemplar=7122](http://www.imbiomed.com.mx/1/1/articulos.php?id_revista=268&id_ejemplar=7122)
10. Consultado el 6 de febrero del 2013. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1444-0938.2006.00027.x/full>
11. Simons K. Stereoacuity Norms in Young Children. Arch Ophthalmol 1981;99(3):439-445
12. Consultado el 6 de febrero del 2013. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19575964>
13. Consultado el 6 de febrero del 2013. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22525178>
14. Consultado el 6 de febrero del 2013. <http://bjo.bmj.com/content/96/5/656.full>
15. Consultado el 6 de febrero del 2013. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19091410>