

LIBRO PARA LA FORMACIÓN DE LOS RESIDENTES EN OFTALMOLOGÍA

OFTALMOPEDIATRÍA

1

**Exploración ocular y visual en el niño
preverbal. Pruebas complementarias
en bebés**

Cristina López López

Hospital 12 de Octubre. Madrid



SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE OFTALMOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

La función visual en el ser humano es extremadamente compleja. Nacemos con un sistema visual anatómicamente preformado y funcionalmente casi ciego (1). El desarrollo de la función visual está íntimamente relacionado con el desarrollo del cerebro. La exploración de la capacidad visual infantil y el nivel de desarrollo visual es muy importante ya que las patologías más prevalentes de deficiencia visual en nuestro entorno (retinopatías, neuropatía óptica, lesión de vías visuales aferentes, eferentes y vías oculomotoras de control supranuclear de la mirada), a menudo cursan con ojos aparentemente normales, característica que la convierte en una forma de deficiencia visual sensorial muy difícil de diagnosticar, siendo necesarias pruebas visuales muy específicas para niños preverbales (2,3). El desarrollo visual y visomotor del lactante puede estudiarse de forma cronológica por su comportamiento.

FUNCIÓN VISUAL (1,4)

La función visual comprende la capacidad de ver, percibir, y reconocer aquello que vemos, así como la capacidad de moverse a través del espacio utilizando la visión como guía del movimiento. La entrada de información visual anima al niño al movimiento, y ese movimiento permite explorar objetos de su entorno, esto promueve mayores habilidades motoras, estimulación sensorial y desarrollo visual. Existen por tanto sinergias, de manera que una deficiencia visual puede ser en parte responsable de retrasos en el desarrollo psicomotor.

El procesamiento visual se inicia en el momento en que la luz incide en la retina y finaliza cuando se llega a percibir los objetos y el espacio. Intervienen las vías visuales aferentes incluido el córtex visual primario, las áreas visuales secundarias, y las áreas asociativas (ruta dorsal y ventral). La lesión o disfunción de las vías visuales primarias y lóbulos occipitales produce daño de funciones visuales básicas como la agudeza visual, defectos campimétricos, alteración de la sensibilidad al contraste, discromatopsias y alteración en el análisis del movimiento.

Existen dos circuitos paralelos que, partiendo desde la retina, ascienden hacia la corteza occipital (cisura calcarina) por la vía visual primaria o geniculada, conectando posteriormente con las vías visuales eferentes (áreas asociativas) responsables del procesamiento visual. Estos circuitos son el magnocelular (Y) y el parvocelular (X), cada uno de los cuales tienen un papel importante en la función visual.

Sistema magnocelular. Comienza en las células ganglionares Y (magnocelulares), más abundantes en la retina periférica. Reciben sus aferencias de los bastones, e inicia un circuito hasta la corteza occipital. Posteriormente se relaciona con el fascículo longitudinal dorsal (parietal). Permite la visión de una escena en su conjunto, identificando elementos dentro la misma, la localización espacial y la orientación de los estímulos. Así

mismo, es responsable de la atención visual, y sirve como guía visual de los movimientos de nuestro cuerpo a través del espacio tridimensional. Es importante en el control óculomotor (sistema sacádico). Las funciones relacionadas con este fascículo se pueden explorar en el niño pequeño, valorando su comprensión y manejo del espacio más cercano a él durante los 2 primeros años de vida.

La lesión o disfunción del fascículo dorsal puede afectar tres funciones visuales: la capacidad de identificar un elemento (objeto o una persona), dentro de una escena compleja (simultagnosia: incapacidad de ver una escena en su conjunto), la capacidad de mantener la atención visual selectiva; y la capacidad de realizar un movimiento guiado visualmente (ataxia óptica).

Sistema parvocelular. Comienza en las células ganglionares X (parvocelulares), más abundantes en la retina central, reciben sus aferencias de los conos. Se relaciona con el fascículo longitudinal ventral (temporal). Dota a los estímulos visuales de cualidades como forma, color. Permite interpretar, atribuir y asociar lo que vemos a ciertas categorías o conocimientos que ya poseemos de experiencias anteriores, permitiendo el reconocimiento, el aprendizaje, la memoria visual, la comunicación visual, el manejo verbal del espacio semántico y además con importante papel en el control óculomotor (mantenimiento y persecución). Los síntomas de su lesión pueden estar presentes desde edades tempranas, pero son difíciles de identificar antes de la adquisición del lenguaje.

La lesión o disfunción del fascículo ventral produce agnosias visuales: dificultad para reconocer lo que vemos (formas, colores, caras, escenas), dificultad para copiar de la pizarra, hacer puzzles, o interpretar la expresión facial.

DESARROLLO VISUAL (5)

El sistema visual al nacer es funcionalmente ciego, se tienen que ir produciendo el desarrollo de las vías aferentes, así como las conexiones postnatales de las vías eferentes. El reflejo pupilar a la luz suele estar presente a partir de las 31 semanas de gestación. En la 3.ª semana de vida postnatal se desarrolla el reflejo foveal de fijación, a las 6 semanas el bebé normal debería poder mantener contacto visual y reaccionar con expresiones faciales. Los bebés de 2-3 meses se interesan por los objetos brillantes. En torno a los 4 meses se desarrolla la mácula y la acomodación, el niño se mira las manos y empieza a mirar en el espejo. A los 6-8 meses ve objetos pequeños y hace la pinza con las manos para cogerlos. A partir de los 9 meses, recuerda el objeto que quiere coger, iniciando la búsqueda de este. Los bebés prematuros alcanzarán estos hitos más adelante, dependiendo de su grado de prematuridad. Los signos de un desarrollo visual deficiente incluyen movimientos oculares erráticos, nistagmo, fotofobia o fotoadicción, así como falta de respuesta a caras y objetos familiares. Cuando un bebé se frota los ojos con frecuencia (reflejo óculodigital), esto sugiere una causa ocular de la deficiencia (6).

EXPLORACIÓN OCULAR Y VISUAL EN EL NIÑO PREVERBAL

Hay que comenzar por una historia clínica cuidadosa, que incluya los problemas de visión en la familia (defectos refractivos importantes y precoces, así como retinopatías congénitas). Deben revisarse los detalles del embarazo: infección materna, exposición a la radiación, drogas o trauma. Son importantes los problemas perinatales que incluyen prematuridad, retraso del crecimiento intrauterino, sufrimiento fetal, bradicardia, tinción de meconio e hipoxia. También se debe indagar sobre la presencia de anomalías sistémicas o retrasos en el desarrollo, así como valorar las pruebas complementarias que aporten: cariotipo, electrofisiología y neuroimagen (6).

La exploración en el niño preverbal (menor de 3 años mental), debe incluir una valoración orgánica del polo anterior y posterior, una tonometría si fuera necesario, una medida objetiva de la refracción, una evaluación del control óculomotor, una exploración visual funcional, y en aquellos casos necesarios, pruebas complementarias: pruebas electrofisiológicas (PEV, ERG), neuroimagen (ECO, RM cerebral), y pruebas genéticas.

Es importante obtener una medida aproximada de la calidad de su visión central y periférica, equivalentes a las funciones visuales clásicas más valoradas en adultos (agudeza y campo visuales). Pero, además, existen otras funciones visuales (sensibilidad al contraste, estereopsis, visión cromática, funciones oculomotoras, y procesos visoperceptivos) que también pueden ser valoradas en el niño preverbal.

PRUEBAS REALIZADAS PARA LA EXPLORACIÓN VISUAL FUNCIONAL (1,7-12)

En el niño preverbal se utilizan pruebas comportamentales **directas (Visión Preferencial, Stycar, visión de contraste, pruebas visoperceptivas)** y pruebas **indirectas (Cuestionarios)**, que nos informan indirectamente de su desarrollo cognitivo visual.

Visión Preferencial (8-11)

En niños preverbales es imposible obtener una medida de su visión central mediante la toma de agudeza visual tal y como se hace en adultos, debiendo utilizarse test de Visión Preferencial (VP). La VP es un término de percepción, se valora el comportamiento visual y mirada preferente ante un estímulo con franjas alternas blancas y negras comparada con otro de color gris. Consiste en la presentación de dos tarjetas o raquetas, una con franjas alternantes blancas y negras y otra de color gris, reflejando ambas la misma cantidad de luz. El niño «tiende a fijar su atención» en las bandas rayadas más que en la lisa, siempre que pueda llegar a percibir la diferencia, en caso contrario le parecerán idénticas y prestará la misma atención a ambas. La anchura de la franja menor por la que el niño muestra preferencia al mirar se considerará como grado de visión. Este hallazgo únicamente nos informa de la vía aferente. Requiere menor complejidad que la AV de

reconocimiento (optotipos) en la que entran en juego áreas visuales eferentes. La VP se expresa en ciclos por grado (cpg), siendo un ciclo una pareja de rayas blanca/negra y el grado, el ángulo de visión. Existen diferentes pruebas: Tarjetas de Teller, raquetas de Lea Hyvärinen (fig. 1).



Figura 1: Tarjetas de Teller. Raquetas de Lea Hyvärine.

Tarjetas de Teller: consta de 6 tarjetas con un orificio central. Se muestran las tarjetas de mayor a menor frecuencia mientras se mira por el orificio central y se observa si el niño dirige su mirada hacia el lado derecho o izquierdo de la tarjeta.

Raquetas de Lea Hyvärinen: consta de 4 raquetas (una de color gris liso, tres con estímulos rayados por ambas caras). Cada raqueta tiene una frecuencia de rayado fija medida en **ciclos por centímetros (parejas de rayas blancas-negras por cm)**. Esta frecuencia representa diferente número de cpg, según la distancia a la que nos encontremos del niño (ángulo de visión), para ello se aplica una fórmula sencilla. **Distancia de medición/57,2 cm x ciclos por cm = cpg**. Teniendo en cuenta que a la distancia de 57,2 cm coinciden los cpcm con los cpg (tabla 1).

Diferentes estudios han valorado patrones de normalidad a diferentes edades y han buscado equivalencias entre la VP y la AV tradicional. El estudio más conocido es el de Teller (1968) que ofrece el cuadro de equivalencias entre VP y AV Snellen (tabla 2).

Campo visual (12)

Es importante tener una medida aproximada del campo visual, pero en niños pequeños es imposible hacer una campimetría computerizada. La manera de valorar la extensión de su campo visual sería mediante una campimetría por confrontación llamada Stycar (acrónimo de Screening Test for Young Children And Retardates, de la pediatra Mary Sheridan),

Tabla 1. Equivalencia de cpcm en cpg en función de las distancias

cpc	Distancia en cms	cpg
0.25	86	0.4
0.5	86	0.8
1	114	2
2	86	3
4	86	6
8	86	12
4	114	8
8	114	16
8	172	24
8	215	30

que utiliza un vástago con una bola blanca de porexpán en su extremo (fig. 2).

En menores de 6 meses la prueba se hace con la bola por delante. En los mayores de 6 meses el explorador se sitúa por delante del niño con un estímulo que llame su atención, mientras que un ayudante se situará por detrás del niño, asomando la bola blanca en los diferentes cuadrantes del campo visual. En el informe se hará referencia a si existe o no negligencia en algún cuadrante del campo visual. Esta negligencia puede significar un defecto del campo visual (hemianopsia, cuadrantanopsia) o una negligencia atencional por daño en el área parietal.

Tabla 2. Tabla de equivalencias entre VP y agudeza visual de reconocimiento (optotipos Snellen). Teller (1968)

Edad	Ciclos por grado	Agudeza V. de Snellen
1 mes	0.8	0.025
3 m	1.5	0.05
6 m	3	0.13
6 m	4 (binocular)	0.2
9 m	4	0.2
12 m	8	0.33
18 m	8	0.33
24 m	12	0.4
32 m	16	0.5
36 m	30	1



Figura 2: Stycar de M. Sheridan.

Sensibilidad al contraste (13)

Es la habilidad del sistema visual para discriminar con calidad un objeto y sus detalles sobre un fondo. Es una función independiente de la AV, y su déficit no siempre se asocia a pérdida de AV. La sensibilidad al contraste aumenta con la edad, siendo similar a la del adulto a los 3-4 años. Depende del tamaño de las células ganglionares, del mecanismo de funcionamiento On-Off de las mismas, y de las células de la corteza visual occipital que responden de forma selectiva a una determinada frecuencia espacial. En el sistema visual existen entre 4-6 canales, cada uno de ellos sensible a una determinada frecuencia espacial e



Figura 3: Test de bajo contraste con optotipos de tamaño único (Lea Hÿvarinen).

insensible a otras. El ojo humano es más sensible a frecuencias espaciales entre 5-7 cpg (equivalente a AV: 0.2), de manera que, para ver bandas medianas, se necesita menos contraste. Esto explica la existencia de distintos patrones de alteración en la sensibilidad al contraste en diferentes patologías oculares y neurológicas.

Para medir la sensibilidad al contraste se pueden utilizar test de rejilla sinusoidal en ordenador o iPad, test de optotipos (usando los mismos caracteres que se utilizan en la AV, pero de bajo contraste, Pelli Robson), o test con símbolos de tamaño único y diferentes niveles de contraste (test de Lea Hyvärinen para contraste con número o pictogramas) siendo estos últimos los recomendados en niños pequeños (fig. 3).

Binocularidad

Es importante para la percepción de la profundidad (estereopsis) y coordinación óculo-manual. Los movimientos oculares se realizan de manera conjugada cuando existe visión similar en ambos ojos, suficiente distancia y buena convergencia. La ambliopía de uno de los ojos supone la supresión de dicho ojo, haciendo imposible la visión binocular. Las pruebas que se pueden utilizar para evaluar la visión binocular en el niño preverbal es el Lang II, el Titmus y ocasionalmente el TNO.

Visión del color

La visión cromática tiene gran importancia en numerosas actividades de la vida diaria. Los ojos perciben las distintas longitudes de onda de la luz, como colores distintos (400 nm violeta, 500 nm azul-verde, 600 nm amarillo-anaranjado, 700 nm rojo). La prueba que se utiliza para evaluar la visión del color en el niño preverbal son los caminos del test de Ishihara.

Procesos visoperceptivos (14,15)

El procesamiento visual que permite percibir los objetos y el espacio requiere la colaboración de otros procesos cognitivos superiores como son la atención visual, la coordinación visomotriz, la discriminación figura-fondo, y la percepción visoespacial, siendo necesaria la utilización de pruebas adaptadas a la edad del niño. La coordinación visomotriz es una habilidad visual que permite dirigir los movimientos finos y gruesos a través del espacio, por tanto, debemos explorar en el niño como manipula objetos y como se desplaza.

Otro de los procesos a valorar en el niño preverbal es la discriminación figura-fondo. Es la capacidad de seleccionar entre un conjunto de estímulos (fondo), aquellos que se convierten en el centro de interés (figura). Para valorar esta cualidad de la percepción vi-

sual en el niño pequeño, podemos utilizar los caminos del test de Ishihara, utilizado también para el estudio de la percepción del color. En esta prueba se le muestra al niño la lámina inicial en la que aparece un camino construido con bolas de un determinado color, sobre un fondo de bolas de un color diferente. Los niños que perciben con normalidad los colores y sin trastornos visoperceptivos, deberían ser capaces de ver y seguir con el dedo el trazado del camino. Los niños con discromatopsias rojo-verde pueden seguir con normalidad el camino de la lámina inicial (se percibe incluso con discromatopsias), pero no así el resto de las láminas. En los niños con trastornos visoperceptivos que les impide la discriminación figura-fondo se observa una enorme dificultad para seguir el camino incluso en la lámina inicial de control. En caso de duda, realizar la prueba del buzón de Lea que nos permite evaluar la percepción de la dirección, longitud y orientación de las líneas, así como la coordinación ojo-mano.

Percepción visoespacial. Incluye la habilidad de percibir visualmente que existe un espacio- posición entre uno mismo y los objetos, o de relaciones espaciales entre objetos. Una de las pruebas que utilizamos para explorar la percepción visoespacial es la prueba del buzón «Lea Mailbox» (16,17).

Esta prueba se puede utilizar para evaluar la percepción de la dirección de las líneas y longitud de estas, es decir, como una tarea puramente visual (flujo ventral) y como una tarea de coordinación ojo-mano (flujo dorsal). En la prueba del buzón de Lea (Lea-Mailbox), se le pide al niño que coloque tarjetas en una ranura que está orientada de diferentes maneras. Normalmente, el giro de la muñeca y los dedos comienza de inmediato y la orientación de la tarjeta está en la misma orientación que la ranura en el momento en que la mano del niño está a mitad de camino. Si el niño no percibe la dirección de la ranura, la tarjeta no se girará. Esta prueba describe cómo se utiliza la información visual acerca de la orientación de las líneas para lograr una guía visual para el movimiento de la mano. Esta función está mediada a través de la corriente dorsal. La función del fascículo ventral de reconocimiento de orientación se realiza pidiéndole al niño que detecte cuándo un objeto estrecho, como un palo o un lápiz, está orientado en la misma dirección que la ranura. Los niños con visión normal pueden detectar una disparidad de menos de 5°.

Puzles. A partir de 3 años de edad mental, el niño podría hacer un puzle. Se puede utilizar el puzle de Lea que consta de 4 figuras (cuadrado, círculo, manzana y casa) de colores saturados (rojo, azul, amarillo y naranja). Con esta prueba valoramos la percepción y reconocimiento de figuras geométricas y colores (tarea del fascículo ventral), y la coordinación ojo-mano (tarea del fascículo dorsal).

CUESTIONARIOS

Se recomienda el uso de cuestionarios que evalúan el desarrollo visual de un niño a través de su comportamiento visual: PreViAs para menores de 3 años, y el de Gordon Dutton para niños neurológicos.

PreViAs (18,19) (Preverbal Visual Assessment)

Es un cuestionario para la evaluación visual preverbal. Ofrece una escala útil para evaluar las habilidades visuales cognitivas en los menores de 24 meses en base a su comportamiento cognitivo visual, atribuyendo una puntuación para cada dominio y cada grupo de edad. Este cuestionario debe ser contestado por los padres o cuidadores principales y es una manera de estructurar la anamnesis acerca de la función visual de los niños preverbales. El cuestionario consta de 30 preguntas organizadas en torno a 4 dominios valorados: atención visual, comunicación visual, coordinación visomotora y procesamiento visual. Alguna de las cuestiones responde a más de un dominio, y la afectación predominante de uno u otro dominio puede también tener un valor localizador de la disfunción. Atención visual y coordinación visomotora son tareas del fascículo dorsal mientras que comunicación y procesamiento visuales serían tareas del fascículo ventral.

Cuestionario de Gordon Dutton (20)

Gordon Dutton ha desarrollado un cuestionario destinado a objetivar déficit visual en pacientes con sospecha de deficiencia visual cerebral (CVI). Incluye 51 ítems, dirigido a padres y/o cuidadores de niños con agudeza visual mejor o igual a 1/10. Las diferentes preguntas se organizan en siete grupos, cada uno destinado a explorar una función visual diferente: disfunción del campo visual, disfunción en la percepción del movimiento, dificultad en el manejo de una escena visual compleja, disfunción en el movimiento corporal guiado por la visión, disfunción en la atención visual, alteraciones en el comportamiento asociadas a entornos complejos y habilidad en el reconocimiento de la imagen percibida.

PRUEBAS ELECTROFISIOLÓGICAS

Potenciales Evocados Visuales (PEV) (21). Es un registro de la actividad eléctrica de la corteza visual (vía primaria y secundaria) creada por estimulación de la retina. Los PEV exploran la integridad de la vía visual desde la mácula hasta la corteza occipital. Existen dos tipos de potenciales, por flash o por patrón. El primero refleja solo el paso de la señal luminosa hasta la corteza cerebral, no necesita la fijación, siendo útil en la estimación visual en bebés y niños pequeños. Se evalúa la **onda P100** (desviación positiva a los 100 ms), su latencia (retraso), y su amplitud. La ausencia de respuesta en un niño ciego con ERG normal es diagnóstica de atrofia óptica. En caso de ambliopía, existe una disminución de la amplitud de la respuesta y aumento del periodo de latencia en el ojo afectado.

Electrorretinograma (ERG) (22). El ERG es el registro de los cambios de potencial eléctrico obtenido en la retina tras un estímulo luminoso. Se trata de una respuesta evocada por un flash y registrada en la córnea. Se efectúa el registro entre un electrodo

activo en contacto con la córnea o un electrodo cutáneo colocado inmediatamente por debajo del borde del párpado inferior, y un electrodo de referencia en la frente.

Existen diferentes tipos de ERG según el estimulador: ERG de campo lleno (Ganzfeld), o campo completo, ERG con damero alternante (Pattern), ERG-mf. El ERG empleado en niños es el ERG-Ganzfeld o de campo lleno. La respuesta eléctrica retiniana se manifiesta como una onda cuyos principales componentes por orden de aparición son: la onda **a** (negativa), que se origina en los fotorreceptores (conos y bastones), y las ondas **b1** y **b2** (positivas) con origen en las células de Müller y las células bipolares. La respuesta exclusiva de los conos es la llamada respuesta fotópica (respuesta a la luz intensa), y la respuesta de los bastones es la escotópica (respuesta a la luz de baja intensidad). Si el ojo se adapta a la oscuridad y se estimula con un flash intenso, habrá respuesta simultánea de conos y bastones, a esta respuesta se le conoce como mesópica o escotópica. Un ERG estandarizado debe incluir: ERG escotópico, ERG fotópico, y mesópico. El ERG no es una prueba de AV sino de función de retina, por lo tanto, cabe la posibilidad de tener un paciente con respuestas no registrables y una AV normal (retinosis pigmentaria) o tener un paciente con no percepción de luz y ERG normal (sección del nervio óptico que no altere a la arteria central de la retina). Indicaciones: diagnóstico de patologías tapeto-retinianas (retinosis pigmentaria, coroideremia, retinosquisis ligada al cromosoma X.), nistagmus presentes en el nacimiento, y fotofobia intensa asociada a baja visión.

NEUROIMAGEN

Existen diferentes pruebas para el estudio del SNC. La más inocua es la ecografía cerebral que aporta una gran información, no obstante, hoy en día suele realizarse junto con una resonancia magnética. En los últimos años ha adquirido importancia en la práctica clínica la resonancia magnética (simple y tridimensional) y la tractografía. La tractografía se basa en la medición del flujo de agua en los tractos de la sustancia blanca, siendo de utilidad en la localización del daño en la vía visual en el contexto de la deficiencia visual cerebral (23).

PRUEBAS GENÉTICAS

Existen numerosas enfermedades de base genética que pueden alterar la función visual. Se pueden utilizar técnicas de detección molecular por microarrays. Las principales patologías oculares con base genética son la acromatopsia, el albinismo ocular, la amaurosis congénita de Leber, la aniridia, atrofia óptica autosómica dominante, blefarofimosis, coroideremia, distrofia de conos, nanofthalmia, retinoblastoma, retinosis pigmentaria, retinosquisis, síndrome de Stickler, síndrome de Usher, síndrome de Wagner, vitreoretinopatía exudativa familiar, distrofia de conos y bastones, enfermedad de Best, y enfermedad de Stargardt (24-26).

RESUMEN

El desarrollo visual y visomotor del niño preverbal puede estudiarse de forma cronológica por su comportamiento. Se debe hacer una exploración visual funcional directa que proporcione una medida aproximada de la calidad de su visión central (Visión Preferencial) y periférica (Stycar), e indirecta (PreViAs) que nos informe de su desarrollo visual. Asimismo hay que explorar la motilidad ocular supra e infranuclear, las pupilas y el control óculo-manual. Tonometría. Valorar medios ópticos, oftalmoscopia y refracción mediante esquiascopia y/o autorefractómetro portátil. Así mismo, pueden ser necesarias pruebas complementarias: Neuroimagen (ECO / RM cerebral) en caso de sospecha de encefalopatía, pruebas electrofisiológicas (PEV; sospecha de encefalopatía que afecte la vía visual aferente o áreas visuales/ERG; fotofobia mesópica o nistagmus) y pruebas genéticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. G^a Ormaechea Romeo I, Oyarzábal Céspedes B. «Deficiencia Visual Discapacitante en los niños de nuestro entorno: Etiología, Diagnóstico y Rehabilitación». Acta Estrabológica. Vol. XL, Julio-Diciembre 2011; 2: 165-208.
2. Dutton GL. «Cognitive vision, its disorders and diferencial diagnosis in adults and children: knowing were and what things are» Eye (2003) 17:289-304.
3. Mc Culloch et al. «A visual inventory skills for children with neurological impairments» Dev Med and Child Neurol (2007) 49:757-763.
4. Dutton. GN, Bax Martin. Visual Impairment in Children Due to Damage to the Brain. 2010. Mac Keith Press.
5. Santos Plaza C M. «El desarrollo perceptivo visual». Chapter 2. La discapacidad visual. Implicaciones en el desarrollo. El reto de la Inclusión Educativa.
6. Pediatric Ophthalmology and Strabismus. American Academy of Ophthalmology. The Eye M.D. Association. Chapter 31 Decreased Vision in Infants and Children.
7. G^a Ormaechea Romeo I. «Eficacia Visual en los niños: Integrando la visión funcional en el desarrollo infantil. Primer documento: Criterios clínicos visuales y pruebas necesarias para el diagnóstico etiológico de las diferentes formas de Deficiencia Visual Discapacitante en los niños» (www.sedop.es).
8. William V. Good and Anne B. Fulton. «Impairments of central visual function and its measurement» Chapter 4. G. Dutton and M Bax 2010. Mac Keith Press.
9. Mash C, Dobson V. «Long-term reliability and predictive validity of the Teller Acuity Card procedure». Vis Res 1998. Feb.38(4):619-26.
10. Hyvärinen L. Visual evaluation of infants and children. «The lighthouse handbook on vision impairment and vision rehabilitation» 2000. Oxford University Press.
11. Santos Plaza CM. «La discapacidad Visual. Implicaciones en el Desarrollo». Anexo I. 2013. Editorial Sanz y Torres.
12. Porro G, Wittebol-Post D «Impairment of peripheral vision and its measurement». Visual Impairment in Children due to Damage to the Brain. Chapter 5. G Dutton and M Bax. 2010. Mac Keith Press.
13. Hyvärinen L. Grating Acuity Test at Low Contrast Levels (available at <http://lea-test.fi/en/vistests/instruct/contrast/grating/grating.html>; last accessed 27 March 2010).
14. Buultjens M, Hyvärinen L, and Walther R. «Approaches to the management in school of visual problems due to Cerebral Visual Impairment». Visual Impairment in Children due to Damage to the Brain. Chapter 16. G Dutton and M Bax. 2010. Mac Keith Press.

15. C Williams C, Gilchrist D, Fraser S, McCarthy HM, Parker J, Warnes P, Young J, Hyvarinen L. «Normative data for three tests of visuocognitive function in primary school children: cross-sectional study».
16. Buultjens M, Hyvärinen L, and Walther R.» Approaches to the management in school of visual problems due to Cerebral Visual Impairment». Visual Impairment in Children due to Damage to the Brain. Chapter 16. G Dutton and M Bax. 2010. Mac Keith Press.
17. C Williams C, Gilchrist D, Fraser S, McCarthy HM, Parker J, Warnes P, Young J, Hyvarinen L. «Normative data for three tests of visuocognitive function in primary school children: cross-sectional study».
18. Pueyo V et al. «Development of the Preverbal Visual Assessment questionnaire» Early human Dev. 90 (2014): 165-168.
19. Gª Ormaechea I et al. «Validation of the Preverbal Visual Assessment (PreViAs) questionnaire» Early Hum Dev. 90 (2014): 635-638.
20. Dutton GN, Calvert J, Ibrahim H, Macdonald E, McCulloch D, Macintyre-Beon C, Spowart KM «Impairment of Cognitive Vision: its detection and measurement» Visual Impairment in Children Due to Damage to the Brain. Chapter 8. Dutton and Bax. 2010. Mac Keith Press.
21. Odum JV, Bach M, Brigell M, et al. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials. Doc Ophthalmol 2010; 120: 111-119.
22. McCulloch DL, Marmor MF, Brigell M, et al. ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography. Doc Ophthalmol 2015; 130: 1-12.
23. Bauer CM, Heidary G, Koo B-B, Killiany RJ, Bex P, Merabet LB. Abnormal white matter tractography of visual pathways detected by high-angular-resolution diffusion imaging (HARDI) corresponds to visual dysfunction in cortical/cerebral visual impairment. Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. 2014;18(4):398-401.
24. Bosch DG, Boonstra FN, Reijnders MR, Pfundt R, Cremers FP, de Vries BB. Chromosomal aberrations in cerebral visual impairment. european journal of paediatric neurology. 2014;18(6):677-84.
25. Bosch DG, Boonstra FN, Kinoshita T, Jhangiani S, de Ligt J, Cremers FP, et al. Cerebral visual impairment and intellectual disability caused by PGAP1 variants. European Journal of Human Genetics. 2015.
26. Bosch DGM, Boonstra FN, de Leeuw N, Pfundt R, Nillesen WM, de Ligt J, et al. Novel genetic causes for cerebral visual impairment. Eur J Hum Genet. 2015.