



# Detección de respuestas visuales en recién nacidos pre-término: resultados preliminares de un estudio piloto con batería de optotipos

M. Leonhardt Gallego

**RESUMEN:** El aumento de la prematuridad en España supone un mayor riesgo de incidencia de alteraciones visuales graves, que acentúa la necesidad de iniciar la atención temprana en etapas más precoces, en el propio medio hospitalario, y con protocolos de detección específicos. En este informe se presentan los resultados preliminares de un estudio piloto sobre el desarrollo visual en recién nacidos pretérmino. Se evaluó la respuesta visual de 50 neonatos a término y 126 pretérmino, mediante una batería de doce optotipos y dos estímulos adicionales. Se confirma la existencia de funciones visuales cuya aparición se creía más tardía, como la visión de contraste. Estos resultados permiten ampliar la investigación a niños con alteraciones oculares y neurológicas.

**PALABRAS CLAVE:** Desarrollo visual. Neonatos pretérmino. Atención temprana. Estimulación visual. Funciones visuales. Protocolos de evaluación. Optotipos.

**ABSTRACT:** *Detection of visual response in premature newborns: preliminary results of a pilot study with optotypes.* With the growing number of premature births in Spain comes the risk of a higher rate of severe visual alterations, accentuating the need to initiate care at ever earlier stages within the hospital setting, and with specific detection protocols. This paper reports on the preliminary results of a pilot study on visual development in premature newborns. Visual response was assessed in 50 terminus and 126 premature newborns with a series of twelve optotypes and two additional stimuli. The exercise confirmed the existence of visual functions believed to appear at later ages, such as contrast vision. These results can be used to extend research to infants with ocular and neurological alterations.

**KEY WORDS:** Visual development. Premature newborns. Early care. Visual stimulation. Visual functions. Assessment protocols. Optotypes.

## INTRODUCCIÓN

A pesar de los esfuerzos realizados en los programas de control del embarazo y el parto, se aprecia en los últimos años un incremento en la frecuencia de los partos prematuros. Actualmente nacen en España antes de la 37 semana de gestación del 8 al 13 % de los recién nacidos vivos, y por debajo de los 1.500 g. de peso el 1,5 % aproximadamente. En nuestra región, Cataluña, la cifra de nacimientos prematuros se ha duplicado en poco menos de un quinquenio. Esta frecuencia se debe, en parte al menos, a la aparición de nuevas situaciones de riesgo, como el aumento de

edad de las madres, el progreso de embarazos en mujeres con problemas de salud -en las que antes no era viable la gestación- y la utilización masiva de las técnicas de reproducción asistida, que se asocian a mayor probabilidad de gestación múltiple. Muchas de estas gestaciones están abocadas a un parto prematuro y, en el caso de las de más de dos fetos, probablemente a un parto antes de 33 semanas. A estos factores se suman otros de carácter social como el incremento de embarazos en mujeres inmigrantes y de clases sociales menos favorecidas. Pero, además de no haber disminuido el número de nacimientos prematuros, la supervivencia de estos niños ha aumentado espec-

tacularmente, incluso en los grupos de peso y edad gestacional más bajos.

En las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) existe una gran preocupación y presión asistencial por velar y prestar atención a todas las condiciones orgánicas del bebé prematuro. Son niños frágiles, de gran riesgo, no sólo para lograr la supervivencia, sino además, para que esta supervivencia se alcance con nulas o mínimas secuelas posibles.

Desde nuestro ámbito de intervención en atención temprana con niños con discapacidad visual, nos preocupa el hecho de que los niños prematuros se hallan expuestos a gran cantidad de riesgos, riesgos que comporta la gran inmadurez de su organismo. Entre ellos, se encuentra la Retinopatía del Prematuro (ROP) y la Leucomalacia, causa de gran número de disfunciones visuales corticales.

Por ello, la detección precoz facilita no sólo una intervención muy temprana con el neonato afectado por un severo déficit visual, permitiendo el estímulo precoz de las posibles funciones visuales del niño o de las capacidades disponibles en un bebé ciego, sino que permite un trabajo, en el momento más adecuado, de contención emocional y acompañamiento a unos padres que se hallan en una situación personal de gran confusión, sufrimiento y ambivalencias respecto a su hijo. La comprensión de cuanto acontece en el niño y de sus capacidades, a pesar de las carencias que puede implicar el déficit visual, dará elementos emocionales a los padres para poder afrontar con amor, deseo y esperanza el mejor futuro, un futuro real y posible, potenciado al máximo desde el inicio de la vida del bebé.

El conocimiento de las cifras de prematuridad y la importancia de realizar una intervención lo más tempranamente posible, nos ha llevado a desarrollar un programa de prevención en las UCI, así como una detección muy temprana de los problemas visuales de niños prematuros y de neonatos en general, en la mayoría de hospitales de la Comunidad Catalana.

El objetivo es sensibilizar al profesional que trabaja con niños afectados por un déficit visual de la importancia de iniciar una atención temprana a niños prematuros que permanecen en estas unidades en Hospitales Maternales. En este sentido, resultan prioritarios los intercambios permanentes con neonatólogos, oftalmólogos, neurólogos, enfermeras, etc.

Uno de los primeros aspectos a abordar en las UCI es la reducción de la excesiva luminosidad de

estas unidades (Niesen, 2006). Conocemos que existen estímulos desbordantes para el bebé, como pueden ser las luces excesivas, que son factores de estrés que pueden afectar el desarrollo visual temprano (Figura 1). A este fin, se incidió en distintas UCI de Hospitales Maternales de Barcelona acerca de la conveniencia de una mejor regulación, más adaptada a las posibilidades visuales de los bebés prematuros. Para ello, observamos las consecuencias que suponían para el bebé cuando la incubadora no estaba regulada en la luz que recibía, o cuanto estaba cubierta por una sabanita de algodón



*Figura 1. Reacción de un bebé prematuro a la luz*

o una funda. Se observó cómo el ritmo cardíaco, la saturación de oxígeno y la respiración se beneficiaban enormemente de la protección de las fundas. Si éstas eran retiradas, el bebé mostraba estrés al cabo de pocos minutos (Figura 2). Todo ello se iba compartiendo con los neonatólogos y enfermeras de las unidades en sesiones que manteníamos y mantenemos de forma periódica, a la vez que profundizábamos sobre el conocimiento de los bebés afectados por un déficit visual y los efectos de una excesiva luz, como elemento hiperestimulante no sólo en su visión sino en todo su organismo. Los resultados observados por los mismos Neonatólogos y los efectos beneficiosos de la cobertura de las incubadoras están ahora ampliamente reconocidos y aplicados en prácticamente todas las unidades de cuidados intensivos maternos de Cataluña.

A fin de promover una detección temprana objetiva, creamos un protocolo de observación para evaluar no sólo el aspecto físico visible de los ojos del bebé, sino también la funcionalidad del sistema visual. Alteraciones oculares externas pueden ser fácilmente reconocibles por el personal sanitario en caso de no disponer el hospital de un oftalmólogo pediátrico y son éstas las que los ítems registrados ayudan a valorar. Por otra parte, la mirada del neonato dispone de una funcionalidad que el protocolo ayuda asimismo a observar. Si los profesionales constatan alteraciones oculares o dificultades en la funcionalidad de



**Figura 2.** Uno de los primeros aspectos que trabajamos fue observar las consecuencias que implicaba la regulación de la luz que recibía el bebé prematuro en la incubadora y la adaptación a sus posibilidades visuales

la visión disponen, en el protocolo, de una parte final en el que quedan registradas las dificultades constatadas, así como la posibilidad de iniciar una estimulación visual. También se tienen en cuenta las diferentes posibilidades en la orientación y derivación que se debería hacer, bien sea al oftalmólogo para su control y diagnóstico, a nuestro Centro en caso de una afectación severa de la visión, o bien un seguimiento por parte del pediatra en aquellos casos dudosos.

En el marco de este trabajo con los profesionales de las UCI, nos planteamos iniciar un estudio dirigido a valorar la respuesta visual de recién nacidos pretérmino, con edad gestacional inferior a 33 semanas al nacimiento, mediante la aplicación de una batería de estímulos o modelos visuales, a fin de poder constatar y seguir el proceso visual que desarrollan en etapas muy tempranas (Leonhardt, 2006).

El estudio tiene un carácter descriptivo, está organizado en diferentes fases de ejecución y en estos momentos se encuentra en desarrollo, incorporando a la muestra niños prematuros con distintas patologías. La recogida de datos es seguida y procesada por la Universidad de Barcelona. En este artículo presentamos algunos resultados pre-

liminares del estudio piloto realizado con una muestra de 126 niños prematuros. Pero antes de describir el método y la batería de estímulos utilizados, consideramos oportuno comentar algunos aspectos importantes sobre las condiciones para el desarrollo de la visión en neonatos.

## **CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE LA VISIÓN EN NEONATOS Y ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO VISUAL**

Para adquirir un desarrollo normal, la visión requiere el estímulo de la luz ambiental. Probablemente ocurre lo mismo con los otros sistemas que, a diferencia del visual, reciben muchos estímulos prenatales: el feto prueba y huele el líquido amniótico cuando succiona y traga, y oye sonidos ricos y diversos que proceden tanto del interior como del exterior del cuerpo de la madre.

En el retraso del desarrollo del Sistema Visual pueden intervenir tanto la complejidad del propio sistema como la carencia o total ausencia de estímulos visuales. Los estudios sobre el desarrollo de la visión desde la perspectiva de la neurociencia, en los que se han utilizado modelos animales, señalan la importancia del estímulo lumínico para que el sistema visual se desarrolle y se verifique. En función de la cantidad de luz que experimenta, cada ojo compartirá más o menos espacio del área de la corteza visual (Wiessel y Hubel, 1963; Hubel y Wiessel, 1970; Hyvärinen, Näsänen y Laurinen, 1980), así como la preferencia direccional ante los estímulos (Daw, Berman y Ariel, 1978). Otros autores, Shatz y Rakic (1981), continuaron el estudio sobre el desarrollo de la corteza visual incluyendo el papel de la estimulación endógena y exógena.

Antes de nacer, es posible que penetre en el útero materno un poco de luz tenue, pero el medio intrauterino es esencialmente oscuro. A pesar de esta oscuridad, las imágenes por ultrasonido muestran que, hacia la semana 23 de gestación, el feto realiza movimientos lentos y rápidos de los ojos (de Vries, Visser, y Prechtl, 1982). Inicialmente, se aprecian movimientos oculares lentos, seguidos de movimientos oculares rápidos visibles desde la semana 23 y que se hacen más frecuentes entre las semanas 24 y 35 (Giganti, Cioni, Biagioli, Puliti, Boldrini y Salzarulo, 2001). Así pues, la actividad ocular es funcional mucho antes del nacimiento, pero no existen pruebas de que esta actividad tenga relación con el estímulo lumínico que se proyecta al interior del útero.

Entonces, ¿qué siente el bebé inmediatamente después de nacer, cuando abre los ojos y, de



repente, se ve bombardeado por cantidades ingentes de luz, sobre todo en la sala de parto o en las incubadoras?

Los niños no nacen ciegos. Parece que son sensibles de inmediato al estímulo de la luz: abren y cierran los ojos, parpadean y se muestran incómodos cuando, en la exploración postnatal, se les acerca una luz a sus ojos.

Pero además de ser sensibles a la luz, los niños son perceptores objetivos. Se percibe la distribución de las cosas: las superficies compuestas de objetos y de cosas que llenan el entorno. Estas cosas a veces son estáticas y, a veces, dinámicas. Se interpreta el medio visual al captar la luz que se refleja de forma específica sobre las cosas y su disposición en el espacio. La sombra de un objeto, con la radiación diferencial de la luz que se proyecta en él, informa de su profundidad, su forma y su orientación respecto al resto del entorno. La forma en que este objeto se relaciona con los demás, por ejemplo, su superficie de apoyo y el gradiente de la textura que se hace más densa en ciertas zonas, nos informa de lo lejos que está ese objeto en relación a otros objetos.

Los bebés muestran desde que nacen una organización de las modalidades sensoriales. Desde una edad muy temprana son capaces de percibir de forma intermodal y de ajustar las diferentes modalidades. El Sistema Visual funciona, por lo tanto, a través de esta organización modal sensorial.

Una atención cuidadosa y muy temprana del Sistema Visual en las UCI, teniendo en cuenta este tipo de desarrollo, se hace cada vez no sólo más necesaria, sino imprescindible.

### **Procesos esenciales en el desarrollo neurosensorial de la visión**

Diversos estudios en niños han puesto de manifiesto que reducciones marcadas en la intensidad lumínica no tienen consecuencias perjudiciales sobre el desarrollo de la visión central. Ejemplo de ello es el estudio canadiense randomizado de Roy, Caramelli, Orquin, Uleckas, Hardy y Chemtob (1999) en el que se valoró el efecto de la oclusión ocular en recién nacidos pretérmino, de 29 semanas o menos de edad gestacional, mediante potenciales evocados visuales practicados al alcanzar la edad a término y dos meses más tarde, sin encontrar diferencias significativas entre el grupo de niños sometidos a oclusión y los no sometidos.

Actualmente, se considera que existen dos procesos esenciales en el desarrollo neurosensorial del sistema visual: 1) los procesos genéticamente

determinados e independientes de estimulación, y 2) los procesos dependientes de estimulación (bien de estimulación endógena espontánea o de estimulación exógena por estímulos visuales y otros estímulos sensoriales).

La primera fase del desarrollo visual es independiente de los estímulos e incluye la división celular, la diferenciación celular, la migración y la alineación celular inicial, así como el crecimiento inicial de los axones. Durante este proceso, la posición y distribución de los conos, los bastones y las células bipolares de la retina están determinadas genéticamente.

Estos procesos iniciales, genéticamente determinados, son imprecisos, por lo que deben ser redefinidos mediante procesos dependientes de estimulación. Dichos estímulos provienen de dos fuentes: de una estimulación endógena espontánea y de una estimulación exógena por estímulos visuales y otros estímulos sensoriales. Comentaremos brevemente algunos aspectos sobre estos procesos de estimulación.

#### Procesos de estimulación endógena espontánea

La función de estos procesos es crear un sistema topográfico inicial y las conexiones necesarias para su refinamiento posterior y para preparar los sistemas necesarios para actividades más específicas derivadas de la estimulación.

Se trata de estímulos endógenos procedentes de potenciales de acción creados por neuronas individuales. Las células ganglionares generan olas de estimulación de forma sincrónica moviéndose a través de la retina, lo que estimula a las células del núcleo geniculado lateral. Como resultado de esta estimulación las neuronas del núcleo geniculado lateral se mueven en una de las seis capas que lo forman. Las capas primera, cuarta y sexta reciben entradas de las células ganglionares de la retina del ojo contralateral y las capas segunda, tercera y quinta reciben del ojo ipsilateral. Sin estimulación endógena, la alineación de las células del núcleo geniculado lateral es sólo una aproximación grosera a la topografía de las células retinianas.

#### Procesos de estimulación exógena por estímulos visuales y otros estímulos sensoriales

En el feto próximo al nacimiento a término el sistema visual está preparado para la luz y para la experiencia visual. Se estima que el reflejo que controla la reacción pupilar a la luz está presente desde la 30 semana de gestación.

El sistema visual a término está provisto de receptores visuales (conos y bastones) y de vías

funcionales a la corteza visual. Se proponen cuatro tipos de vías de transmisión de los estímulos visuales de la retina a la corteza visual para: la forma, el movimiento, la visión binocular y el color, aunque no existe una separación funcional completa.

El recién nacido a término al nacer es capaz de recibir estímulos visuales de líneas, formas, movimiento e intensidades lumínicas, pero no de color, el cual comienza a operar hacia los dos o tres meses de edad.

La experiencia visual es esencial para continuar el desarrollo del sistema visual. Fármacos y estímulos exógenos potentes pueden interferir con la transmisión y generar alteraciones en esta fase del desarrollo neurosensorial.

### **Funcionamiento visual de los neonatos y lactantes**

La agudeza visual de los recién nacidos o su capacidad para detectar de forma detallada las variaciones es relativamente pobre. Sólo tras el primer año de vida la agudeza visual se aproxima a la del adulto.

Lo mismo ocurre con la sensibilidad al contraste (la luminosidad mínima que se necesita para detectar un objeto visual) y la distinción cromática, que son mucho menos funcionales en las primeras semanas de vida y se desarrollan a partir del cuarto mes, alcanzando un desarrollo completo hacia el séptimo mes de vida.

Durante los primeros meses de edad se produce también un avance destacado en el uso de la estereopsis: indicaciones binoculares sobre la profundidad o indicaciones que especifican la distancia relativa de los objetos. Se estima que la fijación monocular se desarrolla adecuadamente a los dos meses de vida y la estereopsis o visión binocular entre los 3 y 7 meses.

De acuerdo con Sengpiel y Kind (2002), cuando se excluyen los recién nacidos pretérmino con patología neurológica u ocular, los prematuros no difieren de los recién nacidos a término en la agudeza visual cercana o lejana o en la estereopsis, aunque sí presentan sensibilidad al contraste significativamente peor. Wright y Spiegel (1999), en una serie de 73 niños con el antecedente de prematuridad (edades gestacionales al nacimiento entre 30 y 36 semanas), observaron que la agudeza visual mono y binocular de los recién nacidos pretérmino era inferior a la de los recién nacidos a término de la misma edad cronológica, pero dicha diferencia desaparecía si sus agudezas visuales se comparaban a la misma edad post-conceptual.

Los mismos resultados se obtuvieron en un estudio realizado por Spierer, Royzman y Kuint (2004) con una muestra de 65 neonatos, donde se evaluó la agudeza binocular mediante el Test de Teller, observando que la agudeza visual media no difería entre los recién nacidos a término de bajo riesgo y los pretérmino de bajo riesgo.

### **ESTUDIO DE LAS FUNCIONES VISUALES EN NIÑOS PRETÉRMINO: OBJETIVOS Y FASES**

Si la comprensión del proceso de desarrollo visual es necesaria en el cuidado del lactante, adquiere una categoría crítica en la asistencia clínica al pretérmino y al recién nacido de alto riesgo en las Unidades de Cuidados Intensivos Neonatales. A ello se añade que los recién nacidos pretérmino presentan una incidencia más elevada de alteraciones visuales, cognitivas y motoras en comparación con los recién nacidos a término.

La inmadurez de su organismo hace que se observe en algunos niños un retraso en el funcionamiento visual. Así, por ejemplo, se ha asociado a la prematuridad una menor sensibilidad al contraste y un mayor número de déficits de la visión cromática. Alteraciones que persisten durante la infancia e incluso en la edad adulta (Ipata, Cioni, Boldrini, Bottai y van Hof-van Duin, 1992). En un estudio de seguimiento a largo plazo realizado con una muestra de 293 niños de 10-12 años, con bajo peso al nacimiento, O'Connor, Stephenson, Johnson, Tobin, Ratib, Moseley y Fielder (2002, 2004) observaron que los niños nacidos con bajo peso tienen un mayor riesgo de experimentar deficiencias visuales, en comparación con los nacidos a término. En las conclusiones de su estudio señalan que las deficiencias visuales se asocian, per se, con bajo peso neonatal, y con grave Retinopatía del Prematuro; la Retinopatía leve del Prematuro, en remisión, es sólo un factor de riesgo de estrabismo; y que el significado funcional de estos déficit es ampliamente desconocido.

En los recién nacidos pretérmino se producen alteraciones en el desarrollo visual como consecuencia de complicaciones clínicas ligadas a la prematuridad: retinopatía de la prematuridad, leucomalacia periventricular, hemorragia intraventricular, hidrocefalia, etc. De ahí la necesidad de una correcta comprensión del proceso visual que desarrollan, de sus capacidades visuales reales y de los mecanismos que puedan contribuir a la mejoría de su rendimiento visual (Oliveira, Costa, de Souza, y Ventura, 2004; Graziano y Leone, 2005).

Estímulos como un exceso de luz, un alto nivel de ruido, la privación de sueño o la sedación

prolongada pueden afectar de forma nociva al desarrollo precoz del proceso visual. Glass, Avery y Subramanian (1985) señalaron que recién nacidos pretérmino sometidos a un estímulo lumínico excesivo pueden sufrir efectos deletéreos sobre el desarrollo de la visión central. Pese a las limitaciones descritas, nuestra práctica clínica nos muestra que existe una serie de funciones visuales que los prematuros desarrollan de forma precoz, no estando apenas documentado en la literatura médica. Y consideramos que dicho conocimiento es esencial para sustentar los esfuerzos clínicos de protección precoz del desarrollo neurosensorial.

El objetivo de nuestro estudio es, por ello, intentar demostrar en recién nacidos pretérmino la puesta en marcha de funciones visuales que se creen más tardías, como la visión de contraste, siendo ello útil no sólo desde el punto de vista divulgativo sino como posible instrumento de detección de aquellos prematuros con mayor riesgo clínico de desarrollar secuelas visuales y subsidiarios, por tanto, de un seguimiento visual estrecho.

Con este propósito pretendemos valorar la respuesta visual de recién nacidos pretérmino, con edad gestacional inferior a 33 semanas al nacimiento, a partir de la aplicación de una batería de optotipos creada a tal efecto, y testada con una población de neonatos nacidos a término, para obtener datos preliminares que permitan ampliar el conocimiento del proceso del funcionamiento visual que siguen los recién nacidos pretérmino.

Para ello, el plan de trabajo se dividió en cuatro fases:

- La primera fase tuvo por finalidad evaluar la eficacia del conjunto de 12 optotipos confeccionado específicamente para este estudio con una muestra de 50 neonatos nacidos a término.
- En una segunda fase, se aplicó la batería (los 12 optotipos y 2 estímulos adicionales) a una muestra de 75 niños pretérmino con un estado fisiológico estable, desde las 26 hasta las 33 semanas de gestación.
- Posteriormente, en la tercera fase, se aplicó la misma batería variando el orden de presentación de los estímulos, empezando por los de bajo contraste, a una muestra de 51 niños pretérmino de 26 a 33 semanas de gestación y estado fisiológico estable.
- Finalmente, en la cuarta fase, que en estos momentos se encuentra en proceso de realización, se pretende estudiar las respuestas visua-

les a la batería en una muestra de bebés pretérmino que presenten alteraciones oculares o neurológicas de algún tipo (hemorragias cerebrales, leucomalacias, hidrocefalias, etc.).

A continuación presentaremos los ítems seleccionados para la configuración de la batería de valoración de respuestas visuales, el procedimiento seguido en su aplicación y algunos resultados preliminares obtenidos en las tres primeras fases del estudio.

## MÉTODO

### Participantes

La muestra del estudio estuvo formada por dos grupos:

—Grupo de neonatos a término.

Este grupo estuvo formado por 50 neonatos, 33 niñas y 17 niños (un 66% y 34% respectivamente). El valor medio de gestación era de 39,11 semanas, y el peso medio en el momento de la administración de la prueba era de 3,28 Kg.

—Grupo de niños pretérmino.

El grupo de prematuros estuvo constituido por 126 neonatos, divididos en dos subgrupos:

- 75 en la 2ª fase, de los cuales 45 eran niños (60%) y 30 niñas (40%);
- y 51 en la 3ª fase del estudio, de los cuales 32 eran niños (62,7%) y 19 niñas (37,3%).

El valor medio de gestación del grupo de prematuros era de 30,64 semanas, y el peso medio en el momento de la administración de la prueba era de 1,898 Kg.

Para la selección de los niños de la muestra que participaron en el estudio se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Neonatos a término desde 0 horas hasta las 72 horas del nacimiento y que estaban ingresados en el Hospital Materno-Infantil Vall de Hebron.
- Niños pretérmino de entre 26 y 33 semanas al nacimiento (según la fecha de la última regla o según ecografía), con un peso adecuado a la edad gestacional, de entre diez y catorce días de vida extrauterina en el momento de la exploración y que estaban ingresados en la Unidad de Neonatología del Hospital Materno-Infantil Vall d'Hebron, en el Hospital de San Pau o en el Hospital Nens San Joan de Déu de Barcelona.

Todos los bebés presentaban estabilidad clínica en el momento de la exploración y un estado de conciencia de alerta adecuado.

No se incluyeron en la muestra del estudio aquellos niños que presentaban algunas de las siguientes características:

- Antecedentes prenatales de infecciones congénitas, insuficiencia placentaria, corioamnionitis o consumo de tóxicos.
- Antecedente de asfisia perinatal.
- Sospecha de infección activa.
- Inestabilidad clínica, incluyendo necesidad de soporte respiratorio mediante ventilación mecánica, o CPAP, o soporte hemodinámico mediante drogas vasoactivas.
- Lesión cerebral documentada mediante prueba de imagen (leucomalacia, infartos o hemorragia intraventricular grados III- IV).
- Patología ocular.
- Tratamiento sedante.

## Materiales

La valoración de la respuesta visual se efectuó mediante 15 estímulos (12 optotipos y 3 estímulos adicionales que son la cara humana, cajita roja y pelotita roja), seleccionados de entre los habitualmente utilizados en neonatología o que forman parte de pruebas que han sido contrastados en diferentes estudios llevados a cabo por autores como Brazelton, Teller, Lea Hyyvarinen, etc. (Figuras 3 y 4).

Las respuestas visuales de los niños para cada estímulo fueron consignadas en una Hoja de Registro configurada para tal fin (ver Anexo 1).



**Figura 3.** Optotipos utilizados para la valoración de la respuesta visual: cara con contraste y sin contraste; ojo de buey redondo y cuadrado; rayas en banda ancha y estrecha, en gran contraste blanco y negro; rayas en banda ancha y estrecha en ligero contraste blanco y gris

## Elementos de la prueba de valoración

### Rostro humano

Se trata de observar si el recién nacido pretérmino puede dar alguna respuesta visual al rostro humano, preferencia que acostumbran a presentar los nacidos a término.

### Conjunto de optotipos

—Primer optotipo: Ojo de Buey.

Se ha escogido este modelo por ser un clásico utilizado en Neonatología en la búsqueda de una respuesta visual en el recién nacido.

—Segundo optotipo: Cuadrado siguiendo el esquema del Ojo de Buey.

Su aplicación pretende observar si el niño pretérmino es capaz de detectar la diferencia de los ángulos que aportan mayor complejidad a la figura.

—Tercer y cuarto optotipos: Rayas de banda ancha de 1,5 cm. contrastadas en blanco y negro.

La presentación se realiza en posición horizontal y en posición vertical. La base de los modelos que se presentan en forma de rayas procede del Test de Teller de Mirada Preferencial. El empleo de este test se ha generalizado en las últimas décadas como método de medida de la agudeza visual en recién nacidos a término y pretérmino.

—Quinto y sexto optotipos: Rayas en banda estrecha de 1 cm. contrastada en blanco y negro. La presentación se realiza en horizontal y en vertical.

—Séptimo optotipo: Diseño de una cara contrastada en blanco y negro.

Este diseño, tomado del Test Visual para Lactantes de Lea Hyyvarinen, permite observar si el bebé pretérmino puede sentirse atraído también por el dibujo de una cara humana.

—Octavo optotipo: Diseño de una cara sin contraste.

Este estímulo nos permite evaluar la sensibilidad al contraste. Tomado, como el anterior, del Test Visual para Lactantes Lea Hyyvarinen.

—Noveno y décimo optotipos: Diseño de Rayas en banda ancha de 1,5 cm. de ligero contraste gris y blanco.

Su presentación se realiza en horizontal y vertical. La base de estos “patterns” procede, como



los anteriores rayados, del Test de Teller de Mirada preferencial. La introducción de un menor contraste, revelará la capacidad del niño de poder diferenciar este parámetro.

—Undécimo y duodécimo optotipos: Rayas en banda estrecha de 1 cm. de ligero contraste gris y blanco.

Su presentación se realiza también en posición horizontal y vertical.

#### *Caja y bola de color rojo*

La batería de estímulos que configuramos para el estudio se completó con dos elementos adicionales como:

—Bola roja.

Este estímulo está tomado de la “Escala NBAS”, de Brazelton, y de pruebas de valoración y desarrollo de baja visión, como: el “Desarrollo de la Eficiencia Visual”, de Barraga, o el “Kit de Estimulación Visual para niños a partir de 0 años”, de Leonhardt).

En el caso de que observemos que el niño muestra un interés mayor por este objeto que por los diseños anteriormente comentados, deberemos valorar la posibilidad de discriminar profundidad.



**Figura 4.** Además de los optotipos, la batería incluía dos estímulos: bola roja y caja roja (con gránulos en su interior que producen sonido al agitarla)

—Caja roja conteniendo gránulos en su interior que producen sonido al agitarla.

Al igual que el ítem anterior, este estímulo está tomado de la “Escala NBAS” de Brazelton. El sonido se utiliza si el niño se halla en un estado de sueño profundo o ligero con el fin de intentar conducirlo a un estado de mayor alerta. Si el

niño entra en este estado, se seguirá utilizando la caja, ya sin sonido, como optotipo, permitiendo valorar la respuesta a la introducción del color.

#### Hoja de respuestas

Las respuestas visuales del bebé a cada estímulo presentado fueron consignadas en una Hoja de Registro elaborada para tal fin (ver Anexo nº 1).

Se codificó la respuesta visual del bebé a cada ítem según cinco posibles categorías (alerta, fijación, atención, seguimiento visual y ausencia de respuesta), definidas como:

—Alerta: el niño se da cuenta del estímulo, respuesta refleja, pero no le presta atención, no es seleccionado visualmente.

—Fijación: el objeto es detectado y es fijado mono o binocularmente. En esta etapa tiene lugar cualquier ajuste necesario para enfocar. La fijación marca el comienzo de la atención, la cual se ubica selectivamente en el objetivo deseado.

—Atención: el niño se siente captado por el estímulo, lo inspecciona. Se considerará si lo realiza durante unos 3 segundos.

—Seguimiento: el niño gira los ojos, o la cabeza y los ojos, hacia el estímulo para seguir su desplazamiento. El seguimiento se clasificará en varios grados: ligero, ocular y cefálico-ocular al unísono. Se recogerá si dicho seguimiento se efectúa de forma predominante hacia el lado derecho, izquierdo o bilateralmente.

—Ausencia de respuesta: el niño no responde al estímulo.

#### Procedimiento

En una primera fase se aplicó la serie de 12 optotipos al grupo de recién nacidos a término, a modo de entrenamiento y para comprobar su idoneidad para su aplicación con el grupo de niños prematuros, teniendo en cuenta las posibilidades de respuesta a este tipo de estímulos por parte de niños recién nacidos y el corto tiempo requerido para su aplicación.

El orden de presentación de los optotipos en el grupo de neonatos a término fue aleatorio. Comenzó el primer niño a partir del primer optotipo, el segundo niño a partir del segundo, y así sucesivamente, hasta el último ítem, continuando desde el primer optotipo hasta completar toda la serie.

La aplicación de los estímulos se llevó a cabo en condiciones ambientales adecuadas. Se realizó



siempre en una estancia con luz ambiental tenue y silenciosa, dentro de la Unidad de Neonatos.

Al igual que la estabilidad en las condiciones fisiológicas del bebé, otro aspecto que se consideró prioritario fue su estado de vigilancia. El bebé debía estar entre los estadios 3 (semivigilancia) y 4 (alerta), como máximo 5 (intranquilidad pero alerta), según la Escala NBAS de Brazelton.

Además, un criterio básico que guió la evaluación fue realizar la aplicación con maniobras apropiadas para lograr que el bebé estuviera tranquilo y alerta y así obtener su auténtica respuesta.

Una vez se comprobó la idoneidad de la batería de los 15 estímulos se aplicó, en una segunda fase, a 75 bebés prematuros.

Posteriormente, en una tercera fase, se aplicó la misma batería a un grupo de 51 niños prematuros pero empezando la exposición con estímulos con bajo contraste.

Siempre que fue posible, la aplicación se efectuó en brazos del explorador, aunque en la mayoría de las ocasiones tuvo que ser en el interior de la incubadora, debido al bajo peso que presentaban los bebés.

Para realizar la exploración se escogió, de modo preferente, el momento de vigilia entre dos tomas, evitando los periodos inmediatamente anterior y posterior a ellas.

Las valoraciones fueron realizadas a partir de las observaciones codificadas por tres evaluadoras, que registraban el resultado de la puntuación otorgada conjuntamente.

## RESULTADOS DEL ESTUDIO

Al término de la recogida de datos se realizó un primer análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos con los 12 optotipos y los dos estímulos adicionales (bola roja y caja roja), quedando pendiente un análisis posterior de contrastación.

### 1ª Fase:

El estado de conciencia previo a la realización de la prueba era el más idóneo, es decir, de alerta, en un 41,9 % de los sujetos del grupo control, mientras que el estado de conciencia de alerta predominante durante la aplicación aumentó al 48,8% de los neonatos. Un 67,4% del grupo control finalizó la prueba, mientras que un 32,6% no la completó debido principalmente al sueño. Los resultados obtenidos indican la idoneidad de la Batería en la aplicación a neonatos a término.

### 2ª Fase:

El estado de conciencia previo a la realización de la prueba era también el más idóneo, de alerta, en un 55,7% de los prematuros, mientras que el estado de conciencia de alerta predominante durante la aplicación aumentó al 67% de los neonatos.

Un 69,3% del grupo control finalizó la prueba, mientras que un 20,5% no la completó debido principalmente al sueño.

Al primer subgrupo de 75 prematuros se les administró la prueba siguiendo el orden del protocolo. Al segundo subgrupo de prematuros (51 niños) se les administró la prueba empezando por los ítems de bajo contraste, con la intención de eliminar el sesgo que podría producir el estado de agotamiento del niño. Es decir, para evitar interferencias del agotamiento en el rendimiento real del neonato.

La duración media de la administración de la prueba fue de 11,21 minutos.

Un 68,7% de los neonatos completaron la prueba, mientras que un 31,3% no la terminaron principalmente porque se quedaban dormidos antes de finalizar la presentación de los ítems. A otra minoría no se le aplicó la prueba por llanto o evitación de los ítems.

Una condición que se constató como imprescindible para la aplicación de la Batería en niños prematuros fue el estado de conciencia o vigilancia del bebé. Un estado 4 de alerta era el óptimo. No obstante, se pudo iniciar la aplicación en un estado 3, de semivigilia, o 5, de intranquilidad, ya que mediante la aplicación de maniobras de estímulo o de tranquilización se logró que el niño pasara a un mejor estado de Alerta desde esos estados.

El estado de conciencia inicial del 51.1% de los prematuros era de alerta, y en un 26% de semivigilia. Es decir, en el 77,1% de la muestra predominó un estado de conciencia de alerta o semivigilia durante la administración de la prueba. La gran mayoría de los niños presentaba un estado de conciencia favorable previo y durante la administración de la prueba.

Como se observa en la serie de figuras de resultados, que comentaremos seguidamente, se comprueba cómo los bebés pretérmino desarrollan el Sistema Visual muy tempranamente.

En la Figura 5 se comprueba la buena alerta que presentan los tres grupos estudiados, pero podemos observar un cambio de esta alerta en el ítem

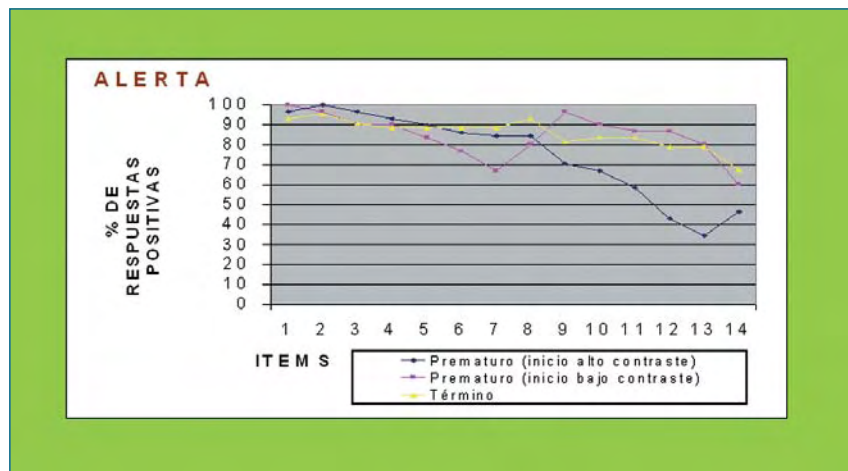


Figura 5. Alerta visual general

nº 9 en los prematuros a los que se les presentó los optotipos de alto contraste en primer lugar. Este ítem corresponde al cambio en la presentación de optotipos de bajo contraste. Por ello nos preguntamos en el inicio del estudio si este cambio correspondía al bajo contraste y, por lo tanto, a una mayor dificultad en la respuesta, o bien podía corresponder a la fatiga. Por ello, ampliamos el estudio a una tercera Fase, iniciando la presentación con los Optotipos de bajo contraste. En esta tercera Fase, observamos la misma alerta en el inicio de la aplicación. Por lo tanto, podemos ver que

ofrecen estímulos de alto contraste, que cuando se les ofrecen de bajo contraste, destacando el esfuerzo mayor que tienen que realizar.

El Estado de Conciencia y la fatiga son dos factores clave que inciden en la obtención de respuestas.

Podemos ver en la Figura 6 la posibilidad que tienen los niños prematuros no sólo de darse cuenta del estímulo, como nos muestran en la Alerta, sino de hacer una buena fijación en los optotipos geométricos y en los estímulos que se

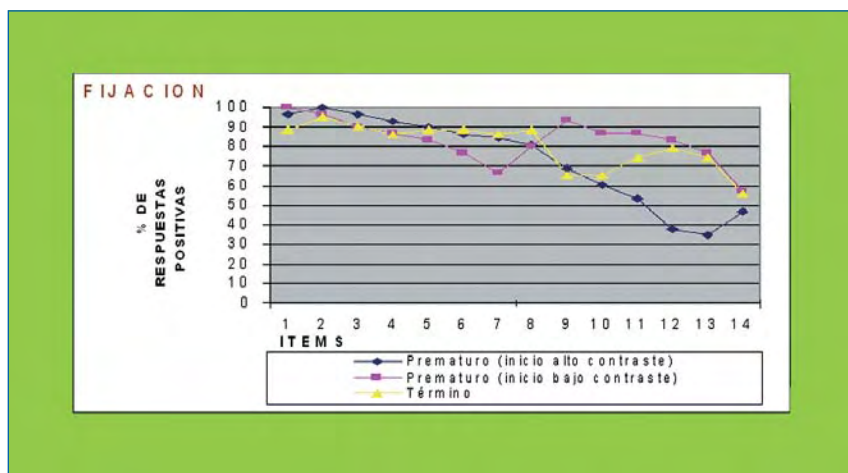


Figura 6. Fijación en un estímulo

la inflexión, el descenso corresponde de forma clara a la fatiga. También nos indica que cuando el niño prematuro hace un esfuerzo mayor, como corresponde a la visión del bajo contraste, la fatiga aparece antes, y así en el ítem nº 7 podemos ver ya un cambio en las respuestas. Ofreciendo al niño un tiempo de recuperación puede nuevamente responder al estímulo visual.

Por otra parte se observa, como los niños prematuros se pueden recuperar mejor cuando se les

les presentan. Observamos que coinciden los cambios de descenso en la Fijación en los ítems 9 para los que iniciaron la aplicación con los altos contrastes y el ítem nº 7 para los de bajo contraste, al igual que en la figura anterior.

La Atención supone ya no sólo una percepción, sino el prestar una atención de tres segundos al estímulo. Los resultados que se observan en la Figura 7 muestran similitud con los comentarios realizados anteriormente.

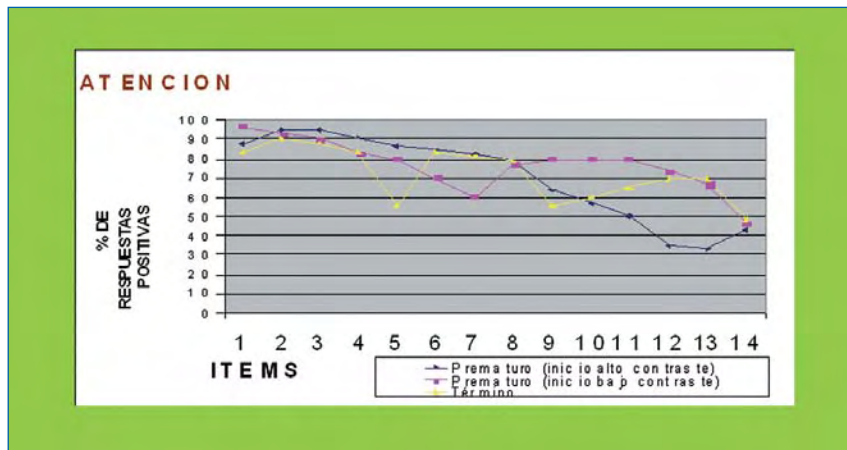


Figura 7. Atención por el estímulo

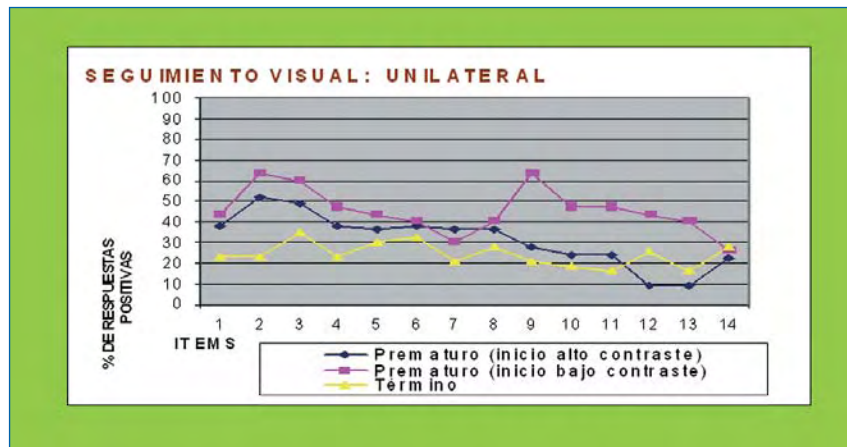


Figura 8. Seguimiento visual unilateral hacia el estímulo

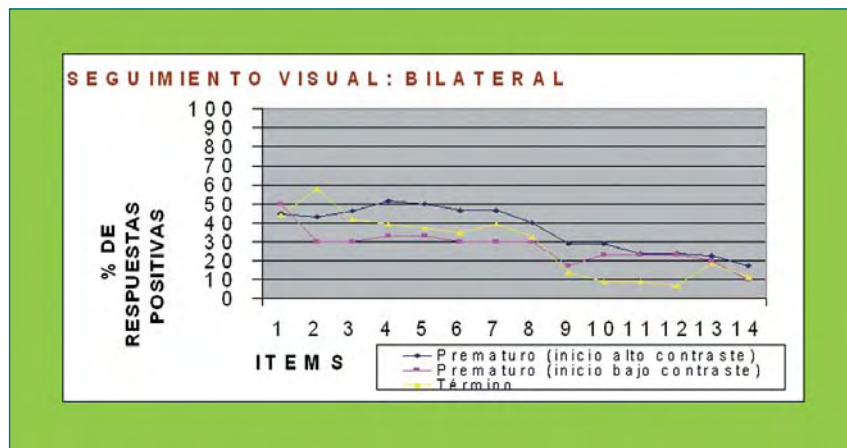


Figura 9. Seguimiento visual bilateral hacia el estímulo

En el seguimiento hacia un solo lado que realizan los bebés, vemos como el porcentaje de niños que lo realiza es menor (Figura 8). Es una función visual que a veces los desborda y se nota en el declive de respuestas que queda reflejado en la figura. Por otra parte es en el ítem 9 donde observamos los cambios. Tanto los de alto como bajo contraste muestran aquí un cambio. Los primeros bajan sus respuestas y, sin embargo, en los que se inició el bajo contraste, el primer optotipo “Ojo de buey” que es para ellos el más estimu-

lante, recupera y sube el nivel de respuesta. Asimismo, observamos como la presentación de rayas grises estimula en este grupo una mayor respuesta.

Como se observa en la Figura 9, la respuesta de seguimiento visual bilateral hacia el estímulo concuerda con los comentarios anteriores. El ítem 9 muestra los cambios de los dos grupos, pero en esta figura se detecta un mayor cansancio y las respuestas bajan en ambos grupos como se aprecia en



el descenso de la curva. Y en el ítem rayado de bajo contraste, cuando se quiere obtener una respuesta de seguimiento hacia los dos lados, se observa que las respuestas bajan debido al esfuerzo que los bebés tan pequeños han de realizar.

## CONCLUSIONES

Los niños prematuros desarrollan la capacidad de mirar a su entorno y mostrar atención a los estímulos que se les presentan. Muestran preferencia por mirar a la cara humana, según los resultados observados en las figuras. Es este tipo de estímulos hacia el que los niños manifiestan las mejores respuestas positivas en todos los grupos y en todos los niveles del proceso visual.

Tal como se observa en las figuras de los resultados, los bebés prematuros miran, prestan atención y siguen los diseños contrastados. De igual modo pueden mirar los diseños de bajo contraste. Fijan la mirada y siguen cuando se inicia la aplicación de este tipo de modelos, pero aparece antes y de forma súbita la fatiga. Si se hace una pausa y se le da un breve tiempo para recuperarse, el bebé puede continuar la aplicación con modelos de alto contraste dando un buen rendimiento.

En el conjunto de todas las figuras podemos observar un cambio en el ítem 9, en los grupos de niños pretérmino. Un descenso en el primer grupo cuando se inician los diseños de bajo contraste, pero el mismo descenso se produce en el segundo grupo en el ítem 7, o sea de forma anterior, lo que nos indica la fatiga que muestra el bebé a lo largo de la prueba y no la complejidad, ya que los resultados iniciales en bajo contraste son parecidos a los obtenidos en el primer grupo con alto contraste.

Es muy importante que tengamos en cuenta la influencia de las condiciones físicas del bebé en los resultados de los niños prematuros. Además, debe estar tranquilo, alerta y estable en sus constantes. Un suave manejo del bebé, suavidad en la voz y en el contacto permiten obtener más fácilmente las respuestas del bebé. Asimismo, las condiciones del ambiente deben ser protectoras del estrés del bebé y estar preservadas: por ejemplo, deberá haber una luz ambiental baja y matizada, y pocos sonidos y de baja intensidad, y pocas y suaves manipulaciones serán las mejores condiciones para el niño.

En la aplicación de los optotipos, éstos serán presentados con ligeros movimientos en el mismo eje, a fin de llamar la atención del bebé y sostener su atención.

Asimismo, hemos observado que durante la aplicación de la batería el sonido (estímulo de la

cajita roja con pequeños granos en su interior) puede alertar de nuevo al bebé y así ayudarle a recuperar la atención hacia los estímulos.

Posteriormente a estas observaciones, hemos incorporado una nueva fase a nuestro proyecto de investigación, fase 4ª, dirigida a obtener una base muestral más amplia, tanto en el número de sujetos como de sus características visuales y físicas, para lo cual se está aplicando la batería de valoración a un grupo de 25 bebés pretérmino que presentan alteraciones cerebrales de algún tipo (hemorragias cerebrales, leucomalacias, hidrocefalias, etc.).

Los análisis estadísticos -actualmente en curso- de los resultados obtenidos en las fases anteriores junto con los que se obtengan en esta 4ª fase, nos permitirán obtener un mayor contraste de la adecuación de los ítems, de las condiciones para su aplicación así como de las estrategias de actuación de los profesionales que desempeñan su labor en este tipo de entornos.

A modo de síntesis, el conjunto de estos estudios nos permite -a los profesionales que intervenimos en Atención Temprana desde la ONCE en Barcelona- poder establecer una base científica a nuestro trabajo que sustenta la relevancia de poder empezar la Atención cada vez en periodos más precoces de la vida del niño y, siempre que sea posible, desde el mismo ámbito hospitalario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daw, N.W., Berman, N.E. y Ariel, M. (1978). Interaction of critical periods in the visual cortex of kittens. *Science* 199, 565-567.
- De Vries, J.I., Visser, G.H. y Prechtl, H.F. (1982). The emergence of fetal behavior. I. Qualitative aspects. *Early Human Development* 7, 301-302.
- Giganti, F., Cioni, G., Biagioni, E., Puliti, M.T., Boldrini, A. y Salzarulo, P. (2001). Activity patterns assessed throughout 24-hour recordings in preterm and near term infants. *Developmental Psychobiology* 38, 133-142.
- Glass, P., Avery, G. y Subramanian, K. (1985). Effects of bright light in the hospital nursery on the incidence of retinopathy of prematurity. *New England Journal of Medicine* 313, 401-404.
- Graven S.N. (2004) Early neurosensory visual development of the fetus and newborn. *Clinics in Perinatology* 31, 199-216.
- Graziano, R.M. y Leone, C.R. (2005). Frequent ophthalmologic problems and visual development of preterm newborn infants. *Jornal de Pediatria (Rio de Janeiro)*, 81, 95-100.

- Hubel, D.H. y Wiesel, T.N. (1970) The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. *Journal of Physiology* 206, 419-436.
- Hyvärinen, L., Näsänen, R. y Laurinen P. (1980). New visual acuity test for pre-school children. *Acta Ophthalmologica (Copenhagen)* 58 (4), 507-511.
- Ipata, A.E., Cioni, G., Boldrini, A., Bottai, P. y van Hof-van Duin, J. (1992). Visual acuity of low and high-risk neonates and acuity development during the first year. *Behavioural Brain Research* 49, 107-114.
- Leonhardt, M. (2006). Neonates: Early attention in visual impairment. 12th World Conference ICEVI "Achieving Equality in Education: New Challenges and Strategies for Change". 16-21 July, Kuala Lumpur (Malaysia).
- Niesen, F. (2006). Développement des fonctions visuelles du fœtus et du nouveau-né et unités de soins intensifs néonataux. *Archives de Pédiatrie* 13, 1178-1184.
- O'Connor, A.R., Stephenson, T.J., Johnson, A., Tobin, M.J., Moseley, M., Ratib, S. y Fielder, A.R. (2002). Long-Term Ophthalmic Outcome of Low Birth Weight Children With and Without Retinopathy of Prematurity. *Pediatrics* 109, 12-18.
- O'Connor, A.R., Stephenson, T.J., Johnson, A., Tobin, M.J., Ratib, S., Moseley, M. y Fielder, A.R. (2004). Visual function in low birth-weight children. *British Journal of Ophthalmology* 88, 1149-1153.
- Oliveira, A.G.F., Costa, M.F., de Souza, J.M. y Ventura, D.F. (2004). Contrast Sensitivity threshold measured by sweep-visual evoked potential in term and preterm infants at 3 and 10 months of age. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 37, 1389-1396.
- Roy, M.S., Caramelli, C., Orquin, J., Uleckas, J., Hardy, P. y Chemtob, S. (1999). Effects of early reduced light exposure on central visual development in preterm infants. *Acta Paediatrica* 88, 459-461.
- Shatz, C.J. y Rakic, P. (1981). The genesis of efferent connections from the visual cortex of the fetal rhesus monkey. *Journal of Comparative Neurology* 196, 287-307.
- Sengpiel, F. y Kind, P.C. (2002). The role of Activity in Development of the Visual System. *Current Biology* 12, 818-826.
- Spierer, A., Rozman, Z. y Kuint, J. (2004). Visual acuity in premature infants. *Ophthalmologica* 218, 397-401.
- Wiesel, T.N. y Hubel, D.H. (1963) Single-cell responses in striate cortex of kitten's deprived of vision in one eye. *Journal of Neurophysiology* 26, 1003-1017.
- Wright, K.W. y Spiegel, P.H. (1999). *Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 1st ed. St Louis: Mosby.

---














Mercè Leonhardt Gallego, psicóloga. Centro de Recursos Educativos Joan Amades. Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). Avda. Gran Vía de Les Corts Catalanes, 394. 08015 Barcelona (España).

Correo electrónico: sanleon@pangea.org

## ANEXO 1

### HOJA DE REGISTRO

HOJA DE REGISTRO DE OBSERVACION DEL PROCESO VISUAL EN NIÑOS PREMATUROS (elaborado por Mercé Leonhardt, 2005) -							
Nombre del niño:						Nº de historia / hospital:	
Fecha de nacimiento:			200	Semanas de gestación:		Peso al nacer:	
Fecha de observación:			200	Días de vida:		Peso:	
Estado de conciencia inicial:					Medicación:		
Estado conciencia predominante:					Tiempo de administración:		

1ª observación						1ª observación					
	Alert	Fijac	Aten	Seq	Pred *		Alert	Fijac	Aten	Seq	Pred
				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor**					0 1 2 3	Der Izq Bil Recor
				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor					0 1 2 3	Der Izq Bil Recor
				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor					0 1 2 3	Der Izq Bil Recor
				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor					0 1 2 3	Der Izq Bil Recor
				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor					0 1 2 3	Der Izq Bil Recor
				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor	Bola Roja				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor
				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor	Caja Roja				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor
				0 1 2 3	Der Izq Bil Recor						

\* Predominancia \*\* Recordatorio

Código de seguimiento	0	No	1	Ligero	2	Ojos	3	Cabeza y ojos
-----------------------	---	----	---	--------	---	------	---	---------------