

1-1-2013

Elaboración del protocolo para el procedimiento clínico del examen baby visión de la clínica de optometría Universidad de La Salle

Yenifer Castro Salinas
Universidad de La Salle

Leidy Joana Ávila Tovar
Universidad de La Salle

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria>



Part of the [Optometry Commons](#)

Citación recomendada

Castro Salinas, Y., & Ávila Tovar, L. J. (2013). Elaboración del protocolo para el procedimiento clínico del examen baby visión de la clínica de optometría Universidad de La Salle. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/343>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Optometría by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO PARA EL PROCEDIMIENTO CLÍNICO DEL
EXAMEN BABY VISION DE LA CLÍNICA DE OPTOMETRÍA
UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

ESTUDIANTES INVESTIGADORAS

**YENIFER CASTRO SALINAS
LEIDY JOANA ÁVILA TOVAR**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA OPTOMETRÍA
BOGOTÁ D. C. AGOSTO 2013**

**ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO PARA EL PROCEDIMIENTO CLÍNICO DEL
EXAMEN BABY VISION DE LA CLÍNICA DE OPTOMETRÍA
UNIVERSIDAD DE LA SALLE**

ESTUDIANTES INVESTIGADORAS

**YENIFER CASTRO SALINAS
LEIDY JOANA ÁVILA TOVAR**

DIRECTOR

DR. ELKIN SANCHEZ MONTENEGRO OD MSc PhD (c)

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA OPTOMETRÍA
BOGOTÁ D. C. AGOSTO 2013**

DEDICATORIAS

En primer lugar a Dios por darme fortaleza y acompañamiento a lo largo de mi vida. A mis padres por brindarme su amor incondicional y su apoyo en todo momento que lo necesité, a mis hermanos por su generosidad y su amor fraternal, y por último a mi mejor amiga y compañera de tesis Yenifer Castro por sus enseñanzas y acompañamiento a lo largo de mi carrera profesional.

Joana Ávila Tovar

En primer lugar a Dios y la Virgen María, por ser quienes guían e iluminan mi vida, por las todas bendiciones recibidas y las pruebas que pusieron en mi camino, a mis padres Milciades de Jesús Castro y Gladys Salinas, que gracias a su sabiduría, amor y dedicación hicieron que mi sueño de ser profesional hoy sea una realidad, a mi hermanita Diana por su apoyo y amor incondicional y a Juan David que es mi gran inspiración y el motor de mi vida.

A dos personas especiales que Dios puso en mi vida, Joana Ávila mi confidente y mejor amiga y Andrés Lizarazo mi gran amigo, que con su sabiduría ha guiado mi vida espiritual.

Yenifer Castro Salinas

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios, por ser nuestro guía en todo momento, por la oportunidad que nos brindó de conocernos en el transcurso de nuestra carrera y por darnos la fortaleza para culminar con éxito una etapa más de nuestra vida,

A nuestras familias, gracias por su amor y apoyo incondicional ya que sin ellos este sueño no hubiese sido posible.

A nuestros amigos y compañeros de carrera, que a lo largo de nuestro desarrollo profesional estuvieron con nosotras en los mejores momentos pero también en los más difíciles.

Y finalmente, al Dr. Elkin Sánchez por su amistad, comprensión, tiempo y dedicación en nuestro proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
1. DESARROLLO EMBRIONARIO DEL SISTEMA VISUAL	5
1.1 DESARROLLO DE LA PLACA NEURAL.	6
1.1.1 FORMACIÓN DEL TUBO NEURAL.	6
1.2 ORGANOGÉNESIS (Edificación de las estructuras del globo ocular).	8
1.2.1 FORMACIÓN DE LA VESÍCULA CRISTALINIANA.	9
1.2.2 FORMACIÓN DEL NERVIO ÓPTICO.	9
1.2.3 FORMACIÓN DE LA RED Y DEL VÍTREO PRIMITIVO.	10
1.2.4 CIERRE DE LA HENDIDURA EMBRIONARIA.	11
1.2.5 CRESTAS NEURALES.	11
1.3 DESARROLLO DE LA ÓRBITA.	13
1.3.1 ESBOZO PRIMITIVO DE LA CARA.	13
1.3.2 ESBOZO DE CONDUCTO NASOLAGRIMAL.	14
1.3.3 FORMACIÓN DE LA MUSCULATURA OCULAR EXTERNA.	14
1.3.4 NERVIOS OCULARES MOTORES.	15
1.3.5 FORMACIÓN DE LA VASCULARIZACIÓN ORBITARIA.	15
1.4 DESARROLLO DEL CEREBRO Y DE LAS VÍAS ÓPTICAS.	16
1.4.1 DESARROLLO DEL NERVIO ÓPTICO.	16
1.5 DESARROLLO DEL DIENCÉFALO Y DEL QUIASMA.	17
1.5.1 DIENCÉFALO.	17
1.5.2 QUIASMA.	18
1.5.3 CINTILLA.	19

1.6 DESARROLLO DE TELENCEFALO Y LAS RADIACIONES OPTICAS.	19
1.6.1 TELENCEFALO.	19
1.6.2 RADIACIONES OPTICAS.	20
1.6.3 CORTEZA OCCIPITAL.	20
1.7 MIELINIZACION DE LAS VIAS OPTICAS.	21
1.8 DESARROLLO MONOCULAR, BINOCULAR Y SENSORIAL EN INFANTES.	21
1.8.1 DESARROLLO DE LA FUNCION VISUAL MONOCULAR.	25
1.8.1.1 ACOMODACION.	25
1.8.1.2 AGUDEZA Y SENSIBILIDAD AL CONTRASTE.	26
1.8.1.3 FIJACION.	27
1.8.2 DESARROLLO DE LA VISION BINOCULAR Y SENSORIAL.	28
1.8.2.1 FUNCION BINOCULAR.	29
1.8.2.2 FUSION.	30
1.8.2.3 ESTEREOPSIS.	30
1.8.2.4 CONVERGENCIA.	31
1.8.2.5 VISION CROMATICA.	31
1.9 ANATOMIA Y DESARROLLO DEL SISTEMA OCULOMOTOR	31
1.9.1 ANATOMIA DE LOS MUSCULOS EXTRAOCULARES.	31
1.9.1.1 MUSCULO RECTO SUPERIOR.	32
1.9.1.2 MUSCULO RECTO INFERIOR.	32
1.9.1.3 MUSCULO RECTO LATERAL.	32
1.9.1.4 MUSCULO RECTO MEDIO.	33
1.9.1.5 OBLICUO SUPERIOR.	33
1.9.1.6 OBLICUO INFERIOR.	33
1.9.2 DESARROLLO OCULOMOTOR.	35
1.9.3 TIPOS DE MOVIMIENTOS OCULARES.	35
1.9.3.1 MOVIMIENTOS DE FIJACION.	35
1.9.3.2 MOVIMIENTOS SACADICOS.	36

1.9.3.3 MOVIMIENTOS DE SEGUIMIENTO.	39
1.9.3.4 MOVIMIENTO DE VERGENCIAS.	39
1.9.3.5 NISTAGMUS OPTOCINÉTICO.	40
1.9.3.6 REFLEJO OCULOVESTIBULAR.	40
1.10 EXAMEN BABY VISION.	41
1.10.1 TÉCNICA USADA PARA LA GRABACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES.	41
1.10.2 RECOMENDACIONES GENERALES.	43
1.10.3 ESCALA DE AGUDEZA VISUAL.	44
1.10.4 SELECCIÓN DEL ESTÍMULO.	45
1.10.5 CARACTERÍSTICAS DEL ESTÍMULO.	46
1.10.5.1 PATRÓN DE ESTÍMULO.	46
1.10.5.2 REJILLA DE ONDA SINUSOIDAL.	47
1.10.5.3 VENTANA GAUSSIAN.	47
1.10.5.4 FRECUENCIA ESPACIAL.	48
1.10.5.5 CONTRASTE.	49
1.10.5.6 FASE.	50
1.10.6 UBICACIÓN DEL PACIENTE.	50
1.10.7 OBTENCIÓN Y REGISTRO DE LAS RESPUESTAS.	51
1.10.7.1 ACCESO A LOS RESULTADOS.	52
1.10.7.2 GUARDAR RESULTADOS.	52
1.10.7.3 IMPRIMIR RESULTADOS.	53
1.10.7.4 FRECUENCIA DE MUESTREO.	53
1.10.8 EJEMPLOS DE CURVATURAS.	54
1.10.8.1 MODIFICACIONES DEL EXAMEN.	55
1.11 BIOSEGURIDAD.	58
1.11.1 BIOSEGURIDAD EN EL CONSULTORIO DE EXÁMENES ESPECIALES.	58
1.11.1.1 ELEMENTOS PARA EL PERSONAL CLÍNICO.	58
1.11.1.2 ELEMENTOS PARA EL CONSULTORIO.	58

1.11.2 NORMAS DE BIOSEGURIDAD DEL CONSULTORIO.	59
2. EQUIPO MONPACK3	59
2.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO MONPACK3.	59
2.1.1 ESTIMULACIÓN VISUAL.	60
2.1.2 DIMENSIONES Y PESO DEL EQUIPO.	60
2.1.3 CARACTERÍSTICAS.	60
2.2 CONSULTORIO PARA EL EXAMEN.	61
2.2.1 RECOMENDACIONES GENERALES.	61
2.3 PROGRAMA MONITOR VISION SYSTEM.	61
2.3.1 INICIO DEL SISTEMA.	62
2.3.2 BARRA DE CONTROL.	62
2.4 INFORMACIÓN DEL PACIENTE.	63
2.5 MENÚ DE EXAMINACIÓN.	63
2.5.1 CONTROL DE NAVEGACIÓN.	64
2.5.2 CONTROL DE CALIDAD.	64
2.6 INGRESO A LOS RESULTADOS DEL EXAMEN.	64
2.6.1 VISTA PREVIA DE LA IMPRESIÓN.	65
2.6.2 GUARDAR RESULTADOS.	65
2.6.3 IMPRESIÓN DE RESULTADOS.	66
3. PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS DE EXÁMENES ESPECIALES: EXAMEN BABY VISION DE LA CLÍNICA DE OPTOMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE	66
3.1 NORMAS DE BIOSEGURIDAD PARA LA REALIZACIÓN DEL EXAMEN BABY VISION.	66
3.1.1 MANEJO DEL INFANTE.	66
3.1.2 LAVADO DE MANOS.	67

3.1.2.1 TÉCNICA PARA EL LAVADO DE MANOS.	67
3.1.3 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.	68
3.1.3.1 INSTRUMENTOS.	68
3.1.3.2 INFANTE.	68
3.1.4 PASOS PRINCIPALES DE BIOSEGURIDAD PARA REALIZAR EL EXAMEN BABY VISION.	68
3.1.5 RESTRICCIONES.	68
3.2 PREPARACIÓN DEL PACIENTE BASADO EN METROVISION.	69
3.2.1 INDICACIONES GENERALES.	69
3.3 PREPARACIÓN PARA EL EXAMEN BABY VISION.	70
3.3.1 RECOMENDACIONES GENERALES.	70
3.3.2 LIMPIEZA Y MARCACIÓN DE LA FRENTE DEL PACIENTE.	70
3.3.3 COLOCACIÓN DEL PUNTO REFLECTANTE.	70
3.3.4 UBICACIÓN DEL PACIENTE.	71
3.3.5 FIJACIÓN.	72
3.4 OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS REGISTROS.	72
RESULTADOS	74
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	77
ANEXOS	78
ANEXO 1. MAPA RESUMEN “PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS DEL BABY VISION”	78
ANEXO 2. PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS DE LA CLÍNICA DE OPTOMETRÍA PARA EL EXAMEN BABY VISION	79
BIBLIOGRAFÍA	84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. EVOLUCIÓN EMBRIONARIA Y FETAL.	5
TABLA 2. CONDICIONES OCULARES EN NACIDOS A TÉRMINO Y PREMATUROS.	22
TABLA 3. PORCENTAJE DEL DESARROLLO DE LA ACOMODACIÓN SEGÚN LA EDAD.	25
TABLA 4. VALORES NORMATIVOS DE AGUDEZA VISUAL COMPARADOS.	27
TABLA 5. DESARROLLO DE LA FUNCIÓN OCULOMOTORA.	35
TABLA 6. RELACIÓN FRECUENCIA ESPACIAL-RESOLUCIÓN ESPACIAL.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ETAPAS DEL DESARROLLO DEL TUBO NEURAL .	7
FIGURA 2. CEREBRO DE 5 VESÍCULAS.	8
FIGURA 3. ORGANOGÉNESIS DEL GLOBO OCULAR.	9
FIGURA 4. VASCULATURA TEMPRANA DEL OJO.	11
FIGURA 5. CORTES TRANSVERSALES DEL EMBRIÓN.	12
FIGURA 6. VISUALIZACIÓN DE LAS COLUMNAS DE DOMINANCIA OCULAR SEGÚN LA EDAD.	23
FIGURA 7. VÍA MAGNOCELULAR Y PARVOCELULAR.	24
FIGURA 8. EJES DE FICKS Y PLANO ECUATORIAL DE LISTING QUE PASAN A TRAVÉS DEL CENTRO DE ROTACIÓN.	34
FIGURA 9. PATRÓN DE GABOR PATCH.	41
FIGURA 10. EJEMPLO DEL VIDEO DE LA CARA DEL BEBÉ.	42
FIGURA 11. GRABACIÓN DE UNA RESPUESTA DE SEGUIMIENTO VISUAL DE UN BEBÉ CON 1 SEMANA DE EDAD.	42
FIGURA 12. ESTADOS DE VIGILIA SEGÚN BRAZELTON.	43
FIGURA 13. POSICIÓN DEL BEBÉ EN EL EXAMEN.	43
FIGURA 14. SELECCIÓN DEL ESTÍMULO EN INFANTES MENORES DE 3 MESES.	45
FIGURA 15. SELECCIÓN DEL ESTÍMULO EN INFANTES MAYORES DE 3 MESES.	45
FIGURA 16. SELECCIÓN DEL NISTAGMUS OPTOCINÉTICO.	46
FIGURA 17. PATRÓN DE GABOR PATCH.	45
FIGURA 18. ONDA SINOIDAL .	47
FIGURA 19. FUNCIÓN DE ONDA SINOIDAL SUPERPUESTA EN EL GABOR PATCH.	47
FIGURA 20. VENTANA DE REJILLA NORMAL.	48
FIGURA 21. VENTANA GAUSSIAN.	48
FIGURA 22. ILUSTRACIÓN DE UN CICLO POR GRADO.	49
FIGURA 23. ILUSTRACIÓN DE DOS CICLOS POR GRADO.	49
FIGURA 24. DIFERENCIA DE INTENSIDAD DE CONTRASTE.	49
FIGURA 25. FASES DE UNA ONDA SINUSOIDAL.	50

FIGURA 26. VENTANA DE IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE.	50
FIGURA 27. VIDEO DE LA CARA DEL BEBE EN EL DESARROLLO DEL EXAMEN.	51
FIGURA 28. EJEMPLO DE REGISTRO OBTENIDO EN EL EXAMEN.	52
FIGURA 29. REGISTROS NORMALES SEGÚN EDAD.	54
FIGURA 30. REGISTROS DE MOVIMIENTOS SACÁDICOS.	54
FIGURA 31. REGISTRO DE NISTAGMUS.	54
FIGURA 32. VENTANA DE MODIFICACIONES.	55
FIGURA 33. VENTANA DE EDICIÓN DE PROCEDIMIENTOS.	56
FIGURA 34. VENTANA DE MODIFICACIÓN DE PARÁMETROS.	56
FIGURA 35. MENÚ EXAMEN.	57
FIGURA 36. DIMENSIONES DEL MONPACK3.	60
FIGURA 37. POSICIÓN DEL BEBÉ EN EL EXAMEN.	61
FIGURA 38. VENTANA PRINCIPAL DEL “VISION MONITOR”.	62
FIGURA 39. VENTANA DE ACCESO A RESULTADOS .	65
FIGURA 40. APARIENCIA INICIAL DE SOFTWARE VISION MONITOR ANTES DE INICIAR UNA PRUEBA CLÍNICA.	69
FIGURA 41. UBICACIÓN DEL PUNTO REFLECTANTE.	71
FIGURA 42. UBICACIÓN DEL PACIENTE, FRENTE AL MONITOR.	71
FIGURA 43. PATRÓN DE FIJACIÓN.	72

RESUMEN

La agudeza visual (AV) es una medida de la capacidad del sistema visual para detectar, reconocer o resolver detalles espaciales. En el momento del nacimiento la Agudeza Visual es muy deficiente, existe un mal control de los movimientos oculares, ópticos inmaduros, la retina cortical, la anatomía y arquitectura ocular limitan la vía visual y reducen la sensibilidad espacial. Las estimaciones de la agudeza visual se lograron en gran medida dependiendo de la prueba que se utiliza para tener acceso a esta información.

El examen Baby Vision proporciona un estimado de la agudeza visual de los infantes; Esto se logra mediante la grabación de los movimientos oculares mientras que ellos están observando un patrón de barras horizontales a través de la pantalla del MonPack3, donde el patrón de movimiento es una rejilla (Gabor patch) hecha de una manera tal que su luminancia media coincide con la iluminación de fondo; por lo tanto, solo se puede ver si el sujeto es capaz de discriminar el patrón espacial. Una secuencia de patrones con un aumento de las resoluciones espaciales se presenta y la agudeza visual se estima a partir de la resolución espacial más alta del patrón que fue seguido por él bebé.

Por consiguiente se creó el protocolo de procedimientos clínicos del Examen Baby Vision de la Clínica de optometría de la Universidad de la Salle, incluido en el portafolio de servicios de exámenes especiales, también se elaboró un instructivo de bioseguridad para la realización del examen, una descripción completa del equipo MonPack3, basado en el manual de uso y mantenimiento del MonPack3 proporcionado por Metrovision, 2013 y se describió el desarrollo visual y oculomotor. La metodología que se utilizó para la elaboración del protocolo de procedimientos clínicos del Examen Baby Vision, constó de varias fases, una fase de planificación en donde se delimitaron los temas y procedimientos de este protocolo, una fase de consenso para investigar, recolectar y seleccionar la información y la evidencia científica y una fase de revisión donde se realizó una prueba piloto con 20 pacientes, iniciando con el desarrollo de la historia clínica

pediátrica y posteriormente se tomó la agudeza visual con el examen Baby Vision en infantes de 0 y 18 meses, en esta fase se tuvo en cuenta los principios de la Declaración de Helsinki (*El principio básico es el respeto por el individuo (Artículo 8), su derecho a la autodeterminación y el derecho a tomar decisiones informadas (consentimiento informado) (Artículos 20, 21 y 22) incluyendo la participación en la investigación, tanto al inicio como durante el curso de la investigación*), luego de esto se realizaron los ajustes finales para la implementación en la Clínica de Optometría.

INTRODUCCIÓN

La Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle a la vanguardia de los últimos avances tecnológicos en equipos para el apoyo diagnóstico, incluyó en su portafolio de servicios de exámenes especiales, el examen Baby Vision. Este examen proporciona un estimado de la agudeza visual de los bebés mediante la grabación de los movimientos oculares; para que se proporcionen resultados confiables, es necesaria la construcción del protocolo, a fin de garantizar el uso adecuado del test y obtener precisión y fiabilidad en los resultados del examen.

Un protocolo de procedimientos clínicos podría definirse como el conjunto de recomendaciones sobre los procedimientos diagnósticos y/o terapéuticos más adecuados a utilizar en una institución y su ejecución debe ser de carácter obligatorio.

Los protocolos en salud responden a una descripción detallada y secuencial de los pasos y actividades necesarias para llevar a cabo adecuadamente un procedimiento, aplicado a un paciente para el manejo de una condición específica de salud. Incluye la relación y la descripción de los recursos humanos, técnicos, administrativos, equipos e instalaciones requeridas y los dispositivos médicos necesarios para el procedimiento (Secretaría Distrital de Salud, 2007).

La base de un protocolo clínico debe ser, realista, simple y breve, flexible a la decisión del profesional y que tengan sentido común.

Los protocolos de utilización de procedimientos, son un tipo de guías para la práctica, las cuales deben reunir unas características, tales como: ser completas, incluir todas las indicaciones del procedimiento a realizar, ser claras y manejables, con estructura y presentación sencilla, que permita su respectivo uso.

El protocolo de procedimiento clínico del examen Baby Vision para la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle, se elaboró en base a los protocolos de utilización de procedimientos, cumpliendo así con la normativa internacional

vigente, para ser presentado ante el personal responsable para la implementación en la Clínica de Optometría, con el fin de dar orientación y apoyar la toma de decisiones de los estudiantes y profesionales optómetras que se desempeñen en el programa de optometría de la Universidad de la Salle, y así obtener resultados confiables que lleven a correctos diagnósticos en circunstancias clínicas específicas.

1. DESARROLLO EMBRIONARIO DEL SISTEMA VISUAL

Se admite que la vida embrionaria se extiende desde el término de la segunda semana hasta el final de la octava semana después de la concepción. Durante este periodo, el desarrollo del sistema nervioso central y el globo ocular son paralelos. Después se inicia la vida fetal. Las referencias para delimitar los diferentes estadios de la vida intrauterina son la fecha posconcepcional y la longitud del embrión o del feto en posición fetal. (Godde–Jolly, 2006)

Tiempo de gestación (días)	Longitud media	Formaciones Neurológicas	Formaciones Oftalmológicas
Periodo Embrionario 15-21 días.	1,5 - 3mm	<ul style="list-style-type: none"> • Placa neural. • Formación del conducto neural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de la foseetas ópticas.
26-35 días.	3,3 - 5mm	<ul style="list-style-type: none"> • Formación del tubo neural y las crestas neurales. • Cerebro de 3 vesículas. • Día 35: cerebro de 5 vesículas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de la vesícula óptica y después de la cúpula óptica. • Aparición de la placoda cristaliniána. • Formación de la hendidura embrionaria. • Aparición del vítreo primitivo.
36-56 días.	5 - 25mm	<ul style="list-style-type: none"> • Formaciones de la placodas olfatorias. • Formación de los nervios motores oculares. • Esbozo de la hipófisis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparición del vítreo secundario. • Cierre de la hendidura embrionaria, formación del Nervio Óptico. • Esbozo del conducto nasolagrimal.
Periodo fetal 57-150 días.	25-200mm	<ul style="list-style-type: none"> • Primeras cisuras cerebrales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esbozo del ganglio geniculado (estadio de 35 mm).
150-180 días.	200 - 230 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Surcos cerebrales secundarios, primeras mielinizaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esbozo de las radiaciones ópticas. • Mielinización de las cintillas ópticas.
Embarazo a término 280 días.	280 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Esbozo del lóbulo occipital. 	

Tabla 1. Evolución embrionaria y fetal. Adaptado de Goddé-Jolly, 1994.

1.1 DESARROLLO DE LA PLACA NEURAL.

Al término de la segunda semana el embrión, que tiene todavía una forma plana, está constituido por 3 capas celulares:

- Ectoblasto, futuro ectodermo con la placa neural.
- Mesoblasto, futuro mesodermo.
- Endoblasto, futuro endodermo.

Durante la tercera semana, la placa neural da lugar al conducto neural por medio de la formación de los dos pliegues paralelos al eje mayor del embrión, que forman los bordes.

En este estadio muy temprano (finales de la tercera semana, embrión de 2,5 a 3 mm), aparecen los esbozos oculares en la placa neural, cerca de su parte anterior, todavía abierta, en forma de dos depresiones pequeñas. Son simétricas en relación a la línea media. (Goddé-Jolly, 1994)

1.1.1 Formación del tubo neural.

Los bordes de conducto neural se reúnen en la parte medial o dorsal del embrión y su función prosigue primero hacia atrás y después hacia adelante para formar el tubo neural, que permanece abierto por amabas extremidades: neuroporos anterior y posterior.

Las células que formaban la parte externa de los bordes o crestas neurales se separan del tubo neural y constituyen una capa celular situada entre el tubo neural por dentro y el ectodermo por arriba y por fuera. Tras separarse el tubo neural, el ectodermo se cierra de nuevo. Se prolonga con la epidermis de la superficie del embrión, que se denomina en ocasiones epiblasto. Desde este estadio la cresta neural inicia sus migraciones.

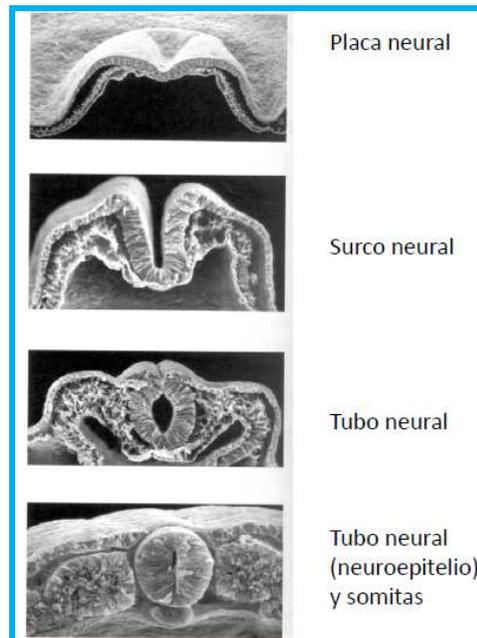


Figura 1. Etapas del desarrollo del tubo neural. Fuente: Freeman & Co, 2007

La parte anterior del tubo neural experimenta diversas dilataciones y transformaciones. De este modo se forma el cerebro primitivo, constituido por tres vesículas, que son de delante hacia atrás: el prosencéfalo, el mesencéfalo y el rombencéfalo.

Los neuroporos se cierran a los días. Debido al desarrollo rápido de la pared dorsal del embrión, el prosencéfalo sufre una inflexión sobre el mesencéfalo, mientras que el rombencéfalo y la médula están acomodados casi en un ángulo recto.

Más tarde (día 35)

- La vesícula anterior (prosencefalo) se desdobra y origina el telencefalo y el diencefalo.
- La vesícula medial o mesencefalo permanece inmodificada.
- La vesícula posterior se desdobra en mesencefalo y en mielencefalo.

Desde este momento se esbozan las cinco partes definitivas del cerebro. (Goddé-Jolly, 1994)

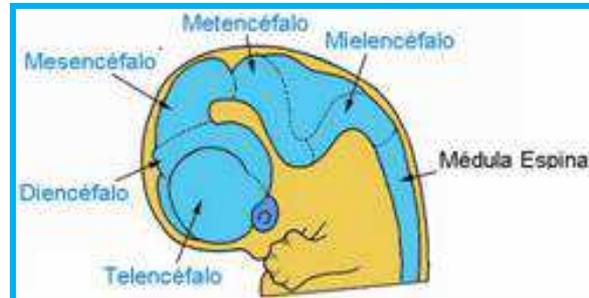


Figura 2. Cerebro de 5 vesículas. Fuente: Freeman & Co, 2007.

1.2 ORGANOGÉNESIS (Edificación de la estructuras del globo ocular).

Las *fosetas ópticas*, aparecidas en la placa neural desde la tercera semana, se transforman en vesículas ópticas. Son evaginaciones del tubo neural, formadas por una sola capa neural, en cuya superficie hacen prominencia. Están, como el tubo neural, formadas por una sola capa celular. Se ponen en contacto con el ectodermo epitelial de la superficie, donde inducen la formación de la placoda cristaliniiana. La vesícula óptica se transforma en cúpula por indentación de su parte anterior. Sin embargo, la cúpula hemisférica formada no es completamente esférica: por la parte inferior está aplanada y, de este modo, se forma la hendidura o fisura embrionaria. La cúpula óptica está formada por dos capas celulares:

- La externa seguirá siendo unicelular y originará el epitelio pigmentario.
- La interna, por lo contrario, experimentará una multiplicación celular y se convertirá en la retina.

El espacio que la separa llega a ser virtual. Estos pliegues solo se separan en caso de desprendimiento de la retina.

Después, el borde anterior de la cúpula se desarrolla y contribuye a formar el cuerpo ciliar y el iris. (Goddé-Jolly, 1994)

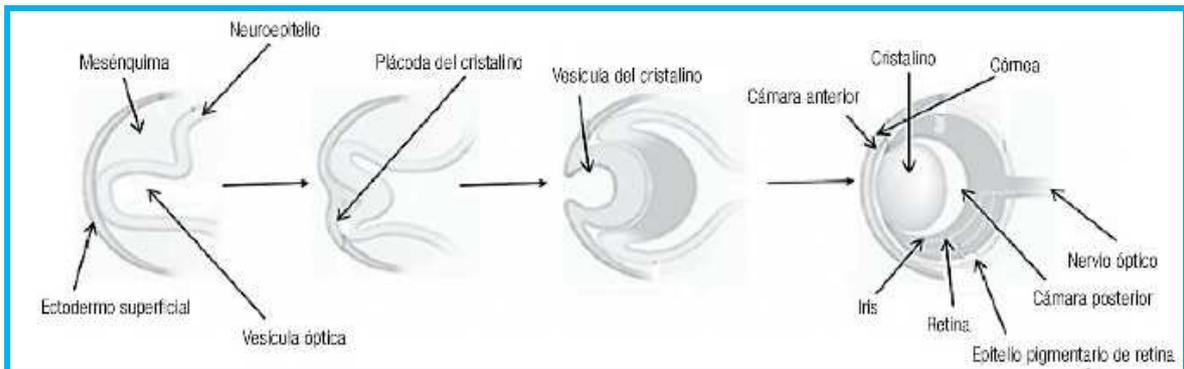


Figura 3. Organogénesis del globo ocular. Fuente: Revista Mexicana de Oftalmología, 2012.

1.2.1 Formación de la vesícula cristaliniana.

Paralelamente a la transformación de la vesícula óptica en cúpula, la placoda ectodérmica situada casi en contacto con ella se invagina para originar el cristalino. Éste tiene la forma de una vesícula redondeada, formada por una sola capa de células. Desde el momento de su formación penetra en la cúpula óptica, en la que proseguirá su desarrollo.

Cuando la vesícula cristaliniana se ha separado del epitelio de superficie, este se cierra delante de ella. Pronto se convertirá en el epitelio corneal.

En el curso del segundo mes, bajo la influencia de las células mesenquimatosas recién llegadas, el epitelio de superficie forma un pliegue circular en torno de la córnea. Las dos mitades superior e inferior de este pliegue se alargan: son los esbozos de los párpados, que se sueldan horizontalmente durante el tercer mes. (Goddé-Jolly, 1994)

1.2.2 Formación del nervio óptico.

A medida que la parte anterior de la vesícula óptica se aproxima al ectodermo de superficie, su parte posterior, al principio una simple evaginación de la placa y después del tubo neural, se convierte en un pedúnculo redondeado que comunica con la cavidad cerebral, por una parte, y con la cúpula óptica, por otra (estadio de 4mm). Es el esbozo del futuro nervio óptico. Cuando se forma la fisura

embrionaria, esta depresión se prolonga por una cara inferior, aunque sin alcanzar el cerebro. (Goddé-Jolly, 1994)

1.2.3 Formación de la red vascular y del vítreo primitivo.

En el estadio de 4 mm, por medio de la fisura embrionaria, la arteria hialoidea, rama de la arteria dorsal oftálmica primitiva, penetra en la cúpula. En este estadio esta arteria sólo comporta un endotelio desarrollado en una multitud de ramificaciones que alcanzan la cara posterior del cristalino donde forman la parte posterior de su túnica vascular.

La arteria hialoidea arrastra algunas células mesenquimatosas. Entonces, el vítreo primitivo llena la cúpula óptica entre su pared interna y la cara posterior del cristalino. Desde la sexta semana, el vítreo primitivo es reemplazado gradualmente por el vítreo secundario no vascularizado que rodea el vítreo primitivo y que, al término de la decimosegunda semana, llena los dos tercios de la cavidad. Una serie de ramas pequeñas de la arteria dorsal oftálmica primitiva termina en plexos en la cara dorsal de la cúpula hacia la sexta semana, y casi simultáneamente se produce un proceso análogo en la cara ventral a partir de las ramificaciones procedentes de la arterial oftálmica ventral. Desde estos plexos, una serie de ramificaciones finas se dirigen hacia el borde de la cúpula y contribuyen a formar el vaso anular.

Desde el estadio de 10 mm los finos vasos producen de la túnica posterior del cristalino pasan entre el borde del cristalino y el de la cúpula, y anastomosan ambos sistema uniendo el vaso anular. Los brotes de este último se dirigen hacia la cara anterior del cristalino y se ramifican para participar en la formación de la túnica anterior del cristalino: la membrana pupilar. Más adelante comprobaremos que esta solo existe de manera transitoria como el sistema hialoideo. (Goddé-Jolly, 1994)

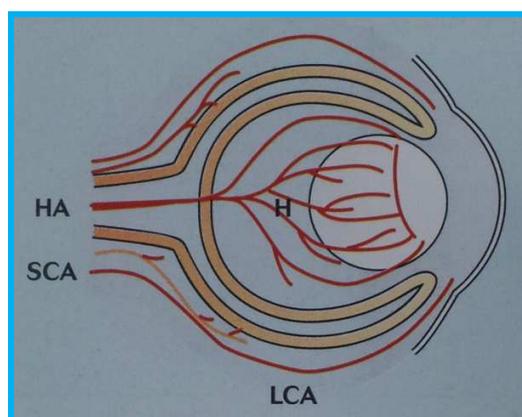


Figura 4. Vasculatura temprana del ojo. Fuente: Rudduck, 2004.

1.2.4 Cierre de la hendidura embrionaria.

La hendidura embrionaria tiene una existencia momentánea. Formada al mismo tiempo que la cúpula, en la cuarta semana (embrión de 4,5mm), su cierre se completa antes del término de la séptima semana y se extiende entre la quinta y la sexta semana.

Empieza por la parte media desde el momento en que la arteria hialoidea ha penetrado en el globo. Afecta ambas capas celulares que constituyen la cúpula y regresa simultáneamente hacia delante y hacia atrás.

Este tipo de fusión requiere una ausencia de diferenciación de las células limitantes y, por tanto, una gran precisión en el tiempo: si esto no se cumple, la fusión no se realizara o será incompleta en una parte de la hendidura, y su consecuencia será un coloboma. (Goddé-Jolly, 1994)

1.2.5 Crestas neurales.

De esta forma, al término del estadio embrionario la situación de las diversas estructuras oculares está ya muy avanzada. Son fundamentalmente de origen neuroectodérmico y de modo más accesorio, mesodérmico (arteria hialoidea). Las células procedentes de las crestas neurales desempeñan un papel importante en la edificación.

Las crestas neurales se desdoblán en cresta neural cefálica y cresta neural troncular hacia la cuarta semana. Las células de la cresta neural tienen dos características muy especiales: su posibilidad de diferenciación y su carácter migrador.

Los trabajos de *N. Le Douarin* y *C. Le Lievre* han demostrado que las células de la cresta neural originan una serie de grupos celulares de fenotipos bien diferenciados:

- Mesénquima craneofacial.
- Células nerviosas, ya sean neuroblastos bipolares como los ganglios raquídeos, los ganglios de los pares craneales (V, VII, X, XI), ya sean lemnoblastos que originan las leptomeninges (piamadre, aracnoides).
- Células pigmentarias: melanoblastos.
- Células endocrinas: Células C del tiroides, células paraganglionares y células neuroendocrinas de tubo digestivo, del timo, de la paratiroides y de la médula suprarrenal.

Estos descubrimientos se han podido llevar a cabo en el animal de experimentación gracias a la utilización de marcadores celulares (timidina tritiada) y sobre todo por el trasplante de un fragmento de la cresta neural de un embrión:

- En el mismo embrión, pero en un lugar distinto (homoinjerto).
- En un embrión de otra especie, cuyas células son distintas (heteroinjerto) (quimera codorniz-pollo).

Estos experimentos explican que una afectación de la cresta neural pueda tener manifestaciones fenotípicas muy diversas. (Goddé-Jolly, 1994)



Figura 5. Cortes transversales del embrión. Fuente: Henríquez, 2006.

1.3 DESARROLLO DE LA ÓRBITA.

El desarrollo de la órbita no puede separarse del desarrollo del globo. También en este caso las células de las crestas neurales desempeñan un papel primordial.

1.3.1 El esbozo primitivo de la cara.

Está constituido por 5 brotes que rodean el stomodaeum, boca primitiva del embrión.

De esta forma, en el estadio del cerebro de 3 vesículas las células de las crestas neurales anteriores o prosencefálicas siguen una corriente que se dirige hacia la cara y forman el ectomesénquima del brote nasofrontal, esbozo de las estructuras mediales y paramediales de la cara. Por tanto, participan en la elaboración del esqueleto de esta región: etmoides, frontal, unguis o lagrimal, paladar anterior, parte anterior del maxilar superior, con los cuatro incisivos superiores.

Las células de las crestas neurales mesencefálicas contribuyen a formar los brotes maxilares y parcialmente los brotes mandibulares derecho e izquierdo. Dan lugar a la parte lateral del maxilar superior, el paladar posterior, los dientes, la apófisis pterigoides, el cigoma y, en parte, el maxilar inferior y los músculos masticatorios.

Las células de las crestas rombencefálicas se superponen con las células mesencefálicas en la formación del brote mandibular que es la parte anterior del primer arco branquial. De este modo, aseguran las formaciones del yunque, el martillo, la caja del tímpano, el cartílago de la oreja y la dermis laterofacial. Su migración se extiende hacia los arcos bronquiales 2, 3 y 4. (Goddé-Jolly, 1994).

Brote nasofrontal. En el embrión de 6 mm aparecen en el brote naso frontal dos pequeñas prominencias: las placodas olfatorias. Estas placodas parecen hundirse y forman las fosetas, y después los conductos olfatorios mediante el desarrollo de un anillo del mesénquima vecino. Este último es especialmente claro por fuera y por dentro del conducto, donde dará lugar a los brotes nasal externo y nasal interno.

Los dos brotes nasales internos se sueldan en un brote medionasal que está enmarcado por las dos ventanas que derivan de los conductos olfatorios

El crecimiento preponderante de brote maxilar superior produce diversos fenómenos sustanciales por sus repercusiones oftalmológicas:

- El ojo, que hasta este momento era lateral, migra progresivamente para convertirse en frontal.
- El brote maxilar superior se suelda con el brote nasofrontal externo y por encima de la ventana nasal con el brote nasal interno.

1.3.2 Esbozo del conducto nasolagrimal.

Aparece en el embrión de 6 semanas (9 – 11 mm) en la depresión que separa los brotes maxilar y nasofrontal externo. Se trata de una proliferación de células epiteliales que forman un cordón compacto que se dirige hacia la mucosa nasal, a la cual alcanza sin penetrarla. Para algunos autores la comunicación se produce a partir del 6 mes; para otros, al nacer o algo después. En la extremidad superior de este cordón dos pequeños esbozos originan los canalículos lagrimales. El desarrollo anómalo de los brotes faciales y de sus suturas es responsable de numerosas malformaciones neurocraneofaciales susceptibles de afectar el ojo y la órbita.

1.3.3 Formación de la musculatura ocular externa.

La musculatura ocular externa deriva del mesodermo para-axial. Los esbozos musculares se desarrollan en tres condensaciones celulares, que aparecen sucesivamente en el embrión entre 6 y 10 mm, y están agrupadas por detrás de la vesícula óptica. Originan, respectivamente, los músculos inervados por los tres pares oculares motores.

Al término de la sexta semana se pueden ver completamente los cuatro músculos rectos. Se desarrollan hacia adelante paralelamente al nervio óptico, y las fibras

anteriores se funden en la parte anterior de la esclerótica en la séptima semana (embrión de 19 – 20 mm)

En su desarrollo los músculos restos preceden a los oblicuos. La tróclea aparece hacia el estadio de 21mm.

Las vainas y los tendones de los músculos extraoculares, así como la capsula de tendón, provienen, al contrario que las fibras musculares de células, derivadas de las crestas neurales.

1.3.4 Nervios oculares motores.

Nacidos prematuramente del mesencéfalo (III y IV) y del metencéfalo (IV), alcanzan directamente el esbozo muscular que inervan con rapidez, la formación de estos últimos, el motor ocular común en el estadio de 7 – 8 mm, el motor externo en el estadio de 8-9mm y el patético en el 10 – 12 mm.

1.3.5 Formación de la vascularización orbitaria.

En el estadio de 4mm la carótida interna primitiva finaliza con la división de tres ramas: las arterias cerebrales anterior y media, por delante, y la arteria oftálmica primitiva dorsal, por detrás. Esta origina la arteria hialoidea, que penetra en la hendidura embrionaria. Después de varias anastomosis complejas la arteria oftálmica primitiva dorsal, ocupa su posición final por detrás de la vesícula óptica y próxima a la bolsa de Rathke (estadio de 16 -18 mm). Originara no solo la hialoidea, que ya estaba formada antes de transformaciones, sino también las arterias ciliares largas temporal y nasal. Es la principal aportación vascular, cuyo destino es sobre todo ocular. En el estadio de 20 mm la arteria oftálmica se anastomosa con la arteria supraorbitaria, rama de la arteria estapediana, y se apodera de esta forma de las ramas con un destino orbitario de esta última: desde este momento la órbita esta únicamente vascularizada por la oftálmica.

El desarrollo de las venas se efectúa a partir de los plexos venosos que rodean el cerebro anterior y la vesícula óptica es la vena maxilar, que es ventral y que posteriormente se convierte en la vena oftálmica inferior. Después aparece la vena

oftálmica superior. Tras complejas modificaciones ambas venas se anastomosan para formar la vena oftálmica común, que, en último término, será tributaria del seno cavernoso.

1.4 DESARROLLO DEL CEREBRO Y DE LAS VÍAS ÓPTICAS.

1.4.1 Desarrollo del nervio óptico.

El péndulo óptico que une la vesícula óptica al tubo neural es el esbozo del nervio óptico. Por consiguiente, está constituido originalmente por una sola capa de células neuroectodérmicas. Cuando la vesícula se transforma en la cúpula, esta capa celular prolonga el epitelio pigmentario, mientras que en la capa interna, la futura retina, empiezan a multiplicarse las células. La hendidura embrionaria de la retina se prolonga sobre el pedúnculo óptico sin alcanzar el cerebro. Desaparecerá rápidamente después de la penetración de la arteria hialoidea.

Las primeras fibras visibles en la retina (estadio de 7 mm) proceden de las células ganglionares. Los axones que se dirigen hacia el polo posterior del globo, para penetrar en la luz del pedúnculo óptico, han de atravesar la capa retiniana interna, porque después del cierre de la hendidura está completamente reconstruida y rodeada de la arteria hialoidea circundada por algunas células. El trayecto de las fibras nerviosas efectúa un ángulo de 90°.

Los axones de las células ganglionares han llegado por completo el interior del pedúnculo óptico en el estadio de 25 mm (octava semana).

Las células del pedúnculo óptico, que tapizan el fondo de la hendidura y, por tanto, están aprisionadas por su cierre, formaran el armazón glial del nervio óptico. Inicialmente dispuestas de manera irregular, se ordenan de forma gradual en columnas longitudinales que circundan los fascículos de fibras nerviosas. En el cuarto mes los astrocitos y los oligodendrocitos empiezan a diferenciarse. Paralelamente, las células neuroectodérmicas que forman en la envoltura periférica glial. Algunas células penetran en el nervio y contribuyen a la

constitución de la red neuroglial, que está compuesta totalmente por astrocitos. Antes de que termine el segundo mes, estas células empiezan a formar la lámina cribosa.

La arteria hialoidea, que ha penetrado en la hendidura embrionaria con algunos elementos del mesodermo, se convertirá después en la parte intraneural de la arteria central del nervio óptico. Una serie de vasos sanguíneos que proceden del mesodermo próximo penetran también en la periferia del nervio. En el estadio de 45 o 55 mm (decima semana) se forman sus envolturas. La piamadre, formada por células de las crestas neurales, es en este estadio completamente visible. La duramadre, cuyo origen mesodérmico este en general admitido, se desarrolla en el quinto mes. La aracnoides aparece entre la piamadre y la duramadre en el sexto-séptimo meses.

En este estadio, cuando todos los elementos están distribuidos, es esencial la prolongación del nervio para alcanzar los 20 mm aproximadamente en el momento de nacer.

1.5 DESARROLLO DEL DIENCÉFALO Y DEL QUIASMA.

Llegado al estadio de 5 vesículas, el encéfalo se diferencia en cerebro propiamente dicho por el desarrollo del telencéfalo y el del diencéfalo al mismo tiempo que las otras 3 vesículas las forman el tronco cerebral.

1.5.1 Diencéfalo.

Representa la parte primitivamente posterior del prosencéfalo, y su cavidad se convertirá en el tercer ventrículo.

La pared superior o techo está formado por una sola capa de células endimarias, revestida por las meninges, y origina los plexos coroideos. En su parte más posterior, en la unión con el mesencéfalo, se desarrolla la epífisis. La pared inferior es la sede de numerosas transformaciones.

Por detrás de la fosetas ópticas que han dado lugar a las vesículas ópticas, en la línea media, desde el estadio de 8 mm, aparece el esbozo del quiasma que más tarde será el alojamiento de las fibras del nervio óptico.

Más hacia atrás, el suelo del tercer ventrículo forma una depresión: la fosa infundíbular frente al esbozo nervioso de la hipófisis. Se sabe que esta conlleva también un esbozo glandular que nace de la pared superior del *stomadaeum*, la bolsa de Rathke, que migra secundariamente para unirse al esbozo nervioso.

Más posteriormente, en la cara inferior del suelo, aparecen aun los tubérculos mamilares. Las paredes laterales originan tres formaciones superpuestas:

- El tálamo en el medio, estación polisensorial de la corteza. El ganglio geniculado externo, engarzado en su parte posterior, constituye una estación de las vías visuales.
- El hipotálamo por debajo, que incluye diversos núcleos vegetativos.
- El epitálamo por encima.

1.5.2 Quiasma.

Los axones de las células ganglionares progresan en el interior del nervio óptico y alcanzan el esbozo primitivo del quiasma en la parte anterior del suelo del diencefalo (estadio 18 mm). El esbozo en sí mismo solo da lugar a la neuroglia. Las fibras cruzadas sufren una decausación hacia la séptima semana (estadio de 22 mm) y las fibras directas terminan la disposición definitiva del quiasma entre semanas 11 y 13 (70 – 80 mm).

Sin embargo, el número creciente de fibras nerviosas del nervio óptico y su decausación parcial aumentan considerablemente el volumen del quiasma, que no sigue siendo como el esbozo primitivo fino y adherido al suelo del tercer ventrículo, sino que sobresale por delante.

De este modo, en el estadio definitivo la cara superior del quiasma está separada en dos partes para la lámina terminal o pared anterior del prosencefalo:

- Una parte anterior extraventricular relacionada con la cisterna optoquiasmática.
- Una parte posterior, intraventricular, que forma la parte inferior de la fosa supraóptica.

Su cara inferior se relaciona con la tienda de la hipófisis.

1.5.3 Cintilla.

Después de haber formado el quiasma y haber experimentado parcialmente una decausación, las fibras nerviosas se dirigen hacia atrás a la parte inferior del tercer ventrículo para alcanzar el núcleo celular situado en la parte posterior e inferior del tálamo que se convertirá en el ganglio geniculado lateral donde termina el primer eslabón de la vía óptica.

Ganglio geniculado lateral. El esbozo del ganglio aparece hacia el estadio de 35mm. Sin embargo, la división en seis capas destinadas a recibir las fibras directas y cruzadas de la cintilla no existe antes de sexto mes. (Goddé-Jolly, 1994)

1.6 DESARROLLO DEL TELENCEFALO Y LAS RADIACIONES ÓPTICAS.

1.6.1 Telencéfalo.

Esta vesícula, cuya parte anterior corresponde a la zona de cierre de neurólogo anterior, que origina, (estadio de 11 mm) dos evaginaciones laterales: las vesículas hemisféricas que se presentan un crecimiento considerable. Ambos hemisferios se desarrollan hacia delante, hacia arriba y sobre todo hacia atrás, arrollándose en torno al diencéfalo y recubriendo el mesencéfalo y el metencéfalo. Lateralmente, desbordan las caras laterales del diencéfalo, sus cavidades se convierten en los ventrículos laterales, que siguen comunicándose con el tercer ventrículo por el agujero de Monro. El futuro de las caras internas de los hemisferios, que se unen al diencéfalo en su parte media, donde se formaran los núcleos estriados, y siguen

estando separados por debajo, mientras que por arriba y por delante del diencefalo, entre la cara interna de ambos hemisferios, se forma las comisuras interhemisféricas.

- El trígono se desarrolla en el curso del tercer mes.
- El cuerpo calloso es, con mucha diferencia, la comisura más importante. Aparece en la parte superior de la lámina terminal en el tercer mes y se extiende progresivamente de delante hacia atrás hasta el sexto mes, paralelamente al desarrollo encéfalo .En este estadio desborda el diencefalo y recubre el mesencefalo e incluso el mesencefalo.

Entre el trígono y el cuerpo calloso la placa comisural, notablemente delgada, forma el septum lucidum. Por encima del cuerpo calloso la pared interna de los dos hemisferios origina en el curso de su crecimiento los diversos cerebrales. (Goddé-Jolly, 1994)

1.6.2 Radiaciones ópticas.

Emergen de la parte media y dorsal del ganglio geniculado después del sexto mes. La unión del diencefalo y del hemisferio lateral les permite penetrar en este, dirigiéndose primero hacia arriba y hacia afuera y después hacia atrás, en dirección a la corteza, bordeando el cuerno posterior del ventrículo lateral. (Goddé-Jolly, 1994).

1.6.3 Corteza occipital.

Es una de las últimas estructuras en diferenciarse (estadio de 50 mm) La pared del hemisferio está formada primero por una sola capa de células endodermarias. La multiplicación lateral rápida de estas células permite el crecimiento considerable del tamaño del hemisferio. Solo más tarde la proliferación de los neuroblastos de esta capa germinativa y sus migraciones sucesivas hacia la superficie continuaran las diferentes capas de la sustancia gris de la corteza. Las últimas células atraviesan las capas ya formadas para situarse más superficialmente. De esta forma se instaura una organización de columnas

verticales. Esta llega a ser menos clara cuando se produce la sinaptogénesis, que lleva a cabo un importante sistema de asociación. La diferenciación en seis capas de la corteza occipital se alcanza antes del nacimiento, pero la maduración prosigue durante mucho tiempo después. (Goddé-Jolly, 1994)

1.7 MIELINIZACIÓN DE LAS VÍAS ÓPTICAS.

La responsabilidad de la mielinización de las vías ópticas recae en los oligodendrocitos, células derivadas del tubo neural. Para las vías visuales progresa desde la cintilla hacia el nervio óptico. La mielinización es visible en la cintilla óptica en la semana 32 y alcanza rápidamente el quiasma. Aparece en el nervio óptico en el octavo mes y alcanza la lámina cribosa hacia el momento del nacimiento. Magoon y Robb, en un estudio de microscopía convencional y electrónica, confirma estos datos, pero incluso a término han demostrado mielina en algunas fibras de nervio óptico intraorbitario hasta el globo. Según estos autores, la mielinización sigue aumentando desde el nacimiento hasta los dos años y prosigue después con más lentitud. (Goddé-Jolly, 1994)

1.8 DESARROLLO MONOCULAR, BINOCULAR Y SENSORIAL EN INFANTES

El sistema visual es relativamente maduro y completo en el momento del nacimiento. El primer año es un proceso muy dinámico y maleable, crucial para el buen desarrollo por la plasticidad tanto del sistema visual y motor como del crecimiento del sistema nervioso (Edwards, 1993). El desarrollo del sistema del control oculomotor depende de la madurez visual y sensorial del sistema (Albert, 1994), así como la combinación entre el error refractivo y el desarrollo de la acomodación (Tondel, 2007).

La mayoría de los medios ópticos se han desarrollado en gestación y en el momento del nacimiento son transparentes; sin embargo, en ese momento

empiezan a desarrollarse cambios posnatales importantes para la función visual (Borras, 2000; Wright, 2000).

	Recién Nacido	Prematuro
Diferenciación anatómica.	17 mm	15 mm
Vascularización retinal.	Completa	31-34 semanas
Densidad conos por área.	20/670 mayor segmento externo	20/1000 menor segmento externo
Mielinización	2-4 mes	Edad corregida
C. corneal	51 Dpts	53 Dpts
P.cristalino	34,4 Dpts	37 Dpts
Refracción	Hipermetropía	Hipermetropía o Miopía
Agudeza visual	20/800 a 20/400	Inferior 20/800

Tabla 2. Condiciones oculares en nacidos a término y prematuros.

(Adaptado de Wright, et al, 2000)

La inmadurez retinal es la responsable de la baja agudeza visual y de la falta de fijación central, ya que en el momento del nacimiento de la retina no se ha desarrollado por completo y posee todos los elementos neurales no diferenciados: fotorreceptores, células gliales, amacrinas, ganglionares, bipolares y horizontales. La mácula se va diferenciando en la retina a medida que aumenta la densidad y el crecimiento del segmento externo de los conos por migración de estos hacia la fovea y por la disminución del grosor. Las células ganglionares y demás células migran en sentido contrario, alejándose de la mácula para lograr la foseta foveal más o menos a los cuatro meses de vida (Albert, 1994).

La retina alcanza la madurez del adulto entre los 11 y 15 meses, y la longitud y densidad de los conos a los 45 meses aproximadamente, o sea 3.5 años (Borras, 2000 Edwards, 1993; Wrigth, 2000).

Las células corticales están presentes en el momento del nacimiento en zonas ventriculares bajo la corteza; las fibras del nervio óptico se distribuyen en capas

del cuerpo geniculado lateral (la mala distribución de fibras puede ser causa de estrabismos congénitos); las células del cuerpo geniculado lateral en arborización dendrítica para conseguir conexiones sinápticas de los axones geniculocorticales del área de Brodmann. Después del nacimiento, las células corticales empiezan a entrar en contacto con terminaciones nerviosas de ambos ojos y se organizan en columnas verticales en forma de competición; el proceso termina hacia los 6 meses (Albert, 1994). Este proceso de mielinización tiene dos partes: una motora que va hasta el segundo mes de vida y una sensorial que va hasta el cuarto mes. En este periodo crítico no se debe ocluir al bebé; sin embargo, este proceso continúa aumentando llamativamente durante los dos primeros años. El periodo máximo de sensibilidad dura aproximadamente hasta los 10 meses de vida (Von Noorden, 1995).

La visión binocular se desarrolla en el mismo periodo que la maduración de las columnas de dominancia ocular; por lo tanto, se altera si se bloquea la llegada de fibras aferentes binoculares en la corteza estriada (Moguel- Ancheita et al. 2007) La privación de una experiencia visual en esta etapa provocará consecuencias en el desarrollo neural; por ejemplo, la oclusión o privación del estímulo (catarata) para un ojo causará un desequilibrio competitivo entre las fibras geniculocorticales rivales y potenciará las sinapsis con células corticales procedentes del ojo no afectado (Von Noorden, 1995, Wright, 2000).

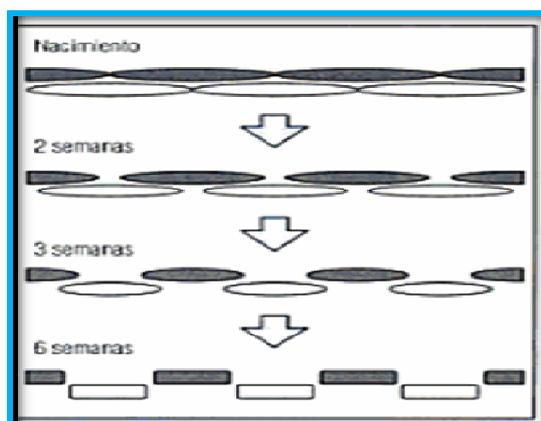


Figura 6. Visualización de las columnas de dominancia ocular según la edad.

Fuente: Jessell, 2007.

1.8.1 DESARROLLO DE LA FUNCIÓN VISUAL MONOCULAR.

1.8.1.1 Acomodación.

Los primeros estudios de la acomodación por retinoscopia dinámica sugiere que los recién nacidos tenían un foco de fijación y sin acomodación. Estudios más recientes han demostrado que, para resolver imágenes, los niveles adultos de precisión de la acomodación están presentes en los 2 a 3 meses; con los recién nacidos se logra un enfoque preciso sobre distancias menores a 75cm.

Las inexactitudes acomodativas en los 1 a 3 meses son en realidad la profundidad estimada del foco del sistema visual. Esta profundidad de foco es mayor en los bebés a causa de que el ojo y la pupila son mas pequeñas, y por lo tanto, parece que el bebé tiene un menor estímulo sensorial para controlar con precisión la acomodación. (Rudduck, 2004)

En el desarrollo posnatal ocurren cambios que disminuyen el error refractivo y la profundidad de foco generando una respuesta más precisa; razón por la cual al primer mes de vida aparece la acomodación, aproximadamente a las cinco semanas de vida posparto para un ojo y las siete semanas para los dos ojos, de forma binocular, que se estabiliza hacia los dos meses de vida (Edwards, 1993). A las diecinueve semanas (cuatro o cinco meses) logran una acomodación comparable a la del adulto con mioptrías, medibles con fotorretinoscopia a las diferentes distancias o con lente negativo y potenciales visuales evocados (Borras 2000). Después del cuarto mes de vida, también puede medirse con retinoscopia dinámica monocular debido a que ya existe tono muscular. Según un estudio realizado por Banks en 1980, la acomodación aumenta de forma progresiva y precisa.

EDAD	ACOMODACIÓN (%)
1 mes	0.5
2 meses	0.75
3 meses	0.8
4 meses = Adulto	0.95

Tabla 3. Porcentaje del desarrollo de la acomodación según la edad. Adaptado de Banks, 1980.

Tondel, 2007, demuestra en su investigación que a los infantes, antes de ocho semanas de vida, pueden generar resultados de acomodación binocular con igual velocidad y duración de un adulto.

Los defectos refractivos altos de miopía, hipermetropía (ambliopía refractiva) o astigmatismos (ambliopías meridionales) pueden retrasar el proceso de respuestas acomodativas porque el estímulo acomodativo no consigue mejorar la nitidez de la imagen, lo cual lo lleva a disminuir.

1.8.1.2 Agudeza visual y sensibilidad al contraste.

La agudeza visual es muy deficiente al nacer debido a la inmadurez de los centros visuales encefálicos (por ejemplo, el cuerpo geniculado lateral y la corteza estriada), al poco desarrollo de los fotorreceptores y la conformación anatómica de la retina (Wright, 2000).

A medida que se forma la fosa foveal, madura el sistema nervioso, se mielinizan las fibras y se desarrollan las conexiones corticales, mejora la agudeza visual en ausencia de errores refractivos o patologías que impidan una estimulación normal del sistema visual. Cuando el nivel de la agudeza no está suficientemente maduro es probable que los mecanismos celulares básicos se encuentren ausentes o no dispongan de la sofisticación adecuada, por lo que la agudeza visual depende de la nitidez sensorial que alcancen estos circuitos.

La sensibilidad al contraste, que aparece a los dos meses de edad, aumenta y se desplaza hacia la frecuencia espacial más alta conforme mejora la agudeza (Wright, 2000) su desarrollo ocurre porque el sistema visual tiene dos canales que llevan información: el de las altas frecuencias o parvocelular y el de las bajas frecuencias o magnocelular. Esta capacidad cambia de acuerdo con el desarrollo de los fotorreceptores, pues a medida que el cono se vuelve más grande y más estrecho en la fovea mejora la capacidad para captar la luz y, por tanto, aumenta la sensibilidad al contraste. Esta relación se logra entre el nacimiento y las diez semanas de vida para todas las frecuencias (Carulla, 2008), los valores de la

agudeza visual del bebé dependen de cómo se definan y se evalúe, ya que cada método valora aspectos diferentes de la función visual y no define variables que puedan ser comparadas con Snellen. La tabla tres presenta valores normativos aproximados, resultados de la unión de varios conceptos, con los métodos más utilizados en neonatos y menores de un año de vida. Se recomienda evaluar para tener una idea completa de dicha funciones.

EDAD	TAMBOR OPTOCINÉTICO	MIRADA PREFERENCIAL	POTENCIALES VISUALES EVOCADOS
RN	20/400 – 20/600	20/700	20/800
1 mes	20/400 – 20/500	20/580	20/400
2 meses	20/400	20/250	20/200
3 meses	20/300 – 20/250	20/200	20/150
4 meses	20/225 – 20/200	20/160	20/70
5 meses	20/150	20/140	20/50
6 meses	20/100 – 20/80	20/120	20/40 – 20/30
9 meses	20/70	20/90	20/20
11 meses	20/50 – 20/40	20/50	20/20
12 meses	20/30 – 20/25	20/40	20/20

Tabla 4. Valores normativos de agudeza visual comparados con agudeza Snellen.
Fuente: Terapia y Entrenamiento Visual: Una visión integral, 2009

En los bebés prematuros, debe tenerse en cuenta las semanas de prematuridad para generar la edad corregida y comparar con los bebés nacidos a término

1.8.1.3 Fijación.

El bebé nacido a término presenta ausencia del reflejo de fijación foveolar. Se observa un nistagmus discreto muy leve de amplitud muy pequeña y frecuencia muy alta, que debe durar máximo hasta la segunda o tercera semana, ya que en este momento aparece la fijación, debido a la conformación de la fosa foveolar y la interacción de los centros corticales con los centros inferiores (tronco cerebral y núcleos de los pares craneanos).

Los movimientos de fijación se inicia desde el segundo mes de nacimiento; al tercer mes ya se puede mostrar movimientos fusionales gruesos (Moguel-ancheita et. al, 2007). Por tanto, si el nistagmus continúa presentándose, podemos considerar la presencia de una patología: generalmente el nistagmus pendular está asociado a patologías oculares; y el nistagmus en resorte, a patologías periféricas (Sheiman, 1994; Wright, 2000).

Reflejos presentes en los bebés prematuros y en los nacidos a término (Press, 1993).

Prematuros:

- Reflejo de muñeca (desaparece a los 2 meses).
- Tambor Optocinético solo en respuesta a la evacuación temporal-nasal.

Recién nacidos a término:

- Reflejo óptico palpebral.
- Parpadeo reflejo.
- Óptico de Paiper (aparece al mes de vida y desaparece aproximadamente a los 3 meses, dependiendo de la maduración psicomotora).
- Cierre brusco de párpados o apertura forzada de párpados (desaparece a los 3 meses aproximadamente)
- Oculovestibular

1.8.2 DESARROLLO DE LA VISIÓN BINOCULAR Y SENSORIAL.

El desarrollo de la visión binocular es paralelo al perfeccionamiento monocular. Los dos ojos deben colaborar para hacer posible la visión binocular (Von Nooden, 1995). La visión binocular es un proceso complejo sobre el cual están fundamentadas las bases de las funciones psicofisiológicas y motoras que se convertirán en destrezas, habilidades y conocimientos procesados en forma de memoria a corto y largo plazo (Moguel-Ancheita, 2007); exige una gran precisión de los movimientos de seguimiento, sacádicos de fijación y, especialmente, los de vergencia. Es un proceso de integración de las imágenes retinianas de los ojos para originar una sola percepción visual tridimensional.

Las fibras de nervio óptico procedentes de la porción nasal de la retina cruzan al otro lado en el quiasma para unirse a las fibras temporales procedentes del otro ojo; ambos grupos de fibras se proyectan hasta el núcleo geniculado lateral y la corteza estriada. Sin embargo, algunas fibras nasales de la fóvea se proyectan a la corteza ipsilateral y algunas cruzan a la corteza contralateral (Wright, 2000).

En la corteza, la vía aferente conecta células corticales binoculares que responde a estimulación procedente de cualquier ojo con células corticales monoculares que solo responden a estimulación de uno de los ojos. Las células corticales binoculares y las neuronas de las áreas de asociación visual de encéfalo hacen posible la visión binocular única con estereopsis. La visión binocular se ha demostrado en recién nacidos de hasta 18 horas de vida puesto que la células corticales binoculares están presentes en el momento del nacimiento, pero requieren perfeccionamiento de conexiones neuroanatómicas para definirse como tal (Noorden, 1995).

Los requisitos para el desarrollo de la visión binocular son:

- La estimulación retiniana igual en ambos ojos.
- Alineación ocular correcta.
- Puntos retinianos correspondientes.
- Agudeza visual.
- Fijación foveolar.
- Integridad anatómica.
- Semejanza en las imágenes.
- Percepción simultánea.
- Correspondencia sensorial.

1.8.2.1 Función Binocular.

El desarrollo de la función binocular se ha evaluado ampliamente. La función binocular se puede clasificar en 3 niveles, fijación bifoveal, fusión y estereopsis. La presencia de estas funciones se puede utilizar para describir la función binocular,

pero no están presentes en el nacimiento. Establecer su presencia puede proporcionar información útil en cuanto al desarrollo de la función binocular.

La fijación bifoveal es un requisito para la función binocular. La alineación imprecisa de los ojos da como resultado la degradación de estereopsis y la fusión. La fijación bifoveal solo puede ocurrir en un estado de orthoforia, que los niños más normales alcanzan entre 3 y 6 meses de edad. (Rudduck, 2004)

1.8.2.2 Fusión.

La fusión se refiere a la capacidad del sistema visual para combinar información similar y quizás no idéntica de los dos ojos en una sola imagen.

El desarrollo de la fusión ha sido investigado usando dos técnicas, mirada preferencial (MP) y potencia visual evocada (PVE), y se observa la aparición en un curso de tiempo similar a la de estereopsis. Sin fusión puede ser demostrado antes de 3,5 meses, pero se demostró consistentemente a los 6 meses. Este desarrollo paralelo de la estereopsis y la fusión se piensa que es una función del desarrollo de la corteza visual. (Rudduck, 2004)

1.8.2.3 Estereopsis.

La estereopsis se refiere a la capacidad del sistema visual para procesar información acerca de la percepción de profundidad como consecuencia de la simultánea, pero ligeramente disparidad, de las imágenes presentadas a los dos ojos.

Estudios de estereopsis usan una variedad de técnicas que dan resultados comparables. Las respuestas de comportamiento a las técnicas de estereograma de puntos y de líneas al azar, el PVE y el análisis de movimientos oculares han sido todas usadas para investigar el desarrollo de la estereopsis. Los resultados consistentes a través de todas las técnicas colocan el desarrollo de la estereopsis entre 2 y 6 meses. Los bebés tienen respuestas evocadas visualmente binoculares con estereogramas de puntos aleatorios a los 3 a 4 meses. (Rudduck, 2004)

Held, et al, ha evaluado el desarrollo de la estereopsis con disparidades no cruzadas (detrás del plano de fijación) y cruzadas (al frente del plano de fijación) y mostró que los cruzados surgieron a principios de (las 12 semanas) que las no cruzadas (a las 17 semanas). El desarrollo de la estereopsis parece ser casi totalmente completa a los 6 meses, pero esto parece tardar un poco más cuando se evaluó por métodos conductuales. Una vez la estereopsis emerge, el curso de tiempo para la mejora en la estereoagudeza es muy rápido, y alcanza niveles adultos de alrededor de 1 minuto de arco dentro de las 5 semanas de inicio. (Rudduck, 2004)

1.8.2.4 Convergencia.

Hay dos tipos de convergencia, los impulsados por desenfoque (acomodativo) y los impulsados por diplopia (fusional). La convergencia acomodativa para un objeto cercano esta presente al mes de edad, pero mejora la precisión a los 2 meses. La convergencia fusional es intermitente a los 2 meses, y mejora la precisión con la edad.

Ambos mecanismos de convergencia, acomodativo y detección de disparidad, involucra las vías entre la corteza y de los centros oculomotores. La inmadurez de las vías dentro del sistema visual subyace un bajo rendimiento. (Rudduck, 2004)

1.8.2.5 Visión cromática.

La aparición de la visión cromática entre las edades de 1 y 3 meses ha sido demostrado usando dos técnicas, MP y PVE.

Bebés de tan sólo 2 meses de edad pueden discriminar algunas longitudes de onda en la ausencia de información de luminancia y desarrollan tricromacia a los 3 meses. (Rudduck, 2004)

1.9 ANATOMÍA Y DESARROLLO DEL SISTEMA OCULOMOTOR

1.9.1 ANATOMÍA DE LOS MÚSCULOS EXTRAOCULARES.

El ojo puede hacer diferentes movimientos gracias a la acción de 3 pares de músculos extraoculares, que constituyen la parte activa del sistema oculomotor, tanto para los movimientos como para la fijación.

- **Rectos Horizontales:** Recto lateral o temporal y Recto medio o nasal.
- **Rectos Verticales:** Recto superior y Recto inferior.
- **Músculos Oblicuos:** Oblicuo superior y Oblicuo inferior.}

Todos estos músculos, a excepción del oblicuo inferior, tienen su origen en el vértice de la órbita alrededor del canal por donde sale el nervio óptico de la misma, formando un anillo tendinoso alrededor del agujero óptico llamado anillo de Zinn. El oblicuo inferior es el único músculo extraocular que nace en la parte anterior e inferior de la órbita. (Borras, 2000)

1.9.1.1 Músculo recto superior.

Todo su recorrido pasa por debajo del elevador del párpado, y a nivel del globo pasa por encima del tendón reflejo del oblicuo superior. Está innervado por una rama del III par craneal y se inserta a 7,7 mm del limbo esclerocorneal. (Borras, 2000)

1.9.1.2 Músculo recto inferior.

Nace en el vértice de la órbita, dirigiéndose hacia adelante arriba y afuera para ir a insertarse a 7 mm del limbo esclerocorneal. Este músculo, cursa en su parte posterior directamente sobre el piso de la órbita. Hacia adelante está separado de este por grasa orbitaria y por el músculo oblicuo inferior, que lo cruza transversalmente. Se halla innervado por una rama del III par craneal. (Borras, 2000)

1.9.1.3 Músculo recto lateral.

Se extiende paralelamente a la pared externa de la órbita y se inserta a 7mm del limbo esclerocorneal; está innervado por el VI par craneal o motor ocular externo. Debido a su localización, es uno de los músculos oculomotores más asequible a los traumas externos. (Borras, 2000)

1.9.1.4 Músculo recto medio.

Bordea la pared interna de la órbita. Se inserta a 5,5 mm del limbo y se halla inervado por una rama del III par o motor ocular común. Es el músculo más corto de los rectos. Está separado de la pared interna de la órbita por lóbulos de grasa (dato anatómico que no ocurre con el recto lateral). (Borras, 2000)

1.9.1.5 Oblicuo superior.

Es el más largo de los músculos extraoculares. Nace por un tendón en el ala menor del esfenoides y avanza superomedialmente al globo ocular hacia la fosa troclear situada en el hueso frontal. En este punto se encuentra una lámina cartilaginosa que forma una polea en forma de u, a través de la cual pasa el tendón del músculo. De aquí al tendón gira bruscamente hacia atrás y afuera por encima del globo ocular para insertarse en la esclerótica, exactamente detrás del ecuador y posterior al centro de rotación del globo, mediante un tendón muy ancho. Así, al oblicuo superior se le reconoce una porción directa y una porción indirecta. La porción directa se extiende desde el vértice de la órbita y al salir de la tróclea comienza la porción refleja.

Este músculo se halla inervado por el IV par craneal o patético. (Borras, 2000)

1.9.1.6 Oblicuo inferior.

Es el único músculo que se origina en la parte anterior de la órbita. Nace por un corto tendón en el ángulo inferointerno, a pocos milímetros por detrás del reborde orbitario e inmediatamente por fuera del orificio del conducto lagrimal. Desde su origen se dirige hacia afuera, atrás y arriba situándose entre el recto inferior y el piso de la órbita, del cual está separado por grasa orbitaria. Tras cruzar casi perpendicularmente al recto inferior, va a insertarse en la parte posterolateral del globo ocular. Está inervado por la rama del III par. Es importante recalcar que la mácula se halla entre 1 o 2 mm por encima de la extremidad posterior de su inserción.

Los movimientos del ojo producidos por las contracciones de los músculos extraoculares se efectúan alrededor de un punto teórico denominado centro de rotación, que se encuentra a una distancia de 13,5 mm por detrás del vértice de la córnea en el eje anteroposterior del globo.

Los movimientos del globo ocular se describen por medio de un sistema de coordenadas, llamadas de Fick, con tres ejes de giro perpendiculares entre sí que se interceptan en el eje de rotación; estos ejes son: vertical (y), horizontal (x) y anteroposterior (z). (Borras, 2000)

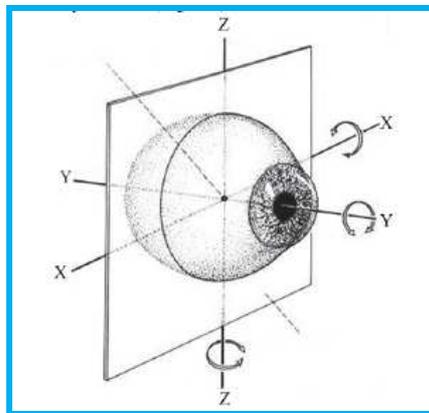


Figura 8. Ejes de Ficks y plano ecuatorial de Listing que pasan a través del centro de rotación.

Adaptado de Freixas, et al., 2010.

Una serie de sistemas son responsables de producir y controlar los movimientos del ojo, rápidos (sacádicos), lentos (seguimiento), disyuntivos (vergencial) y movimientos involuntarios (vestibulares). El sistema del movimiento ocular utilizado, depende de la naturaleza de la entrada visual recibida y la respuesta requerida para el estímulo visual. La información visual alcanza la corteza visual estriada (área visual primaria 17, V1) a través de la vía visual y los atributos de la información visual tales como las características finas, color, localización espacial y movimiento, son procesados en distintas áreas visuales secundarias. (Rowe, 2003)

1.9.2 DESARROLLO OCULOMOTOR.

El desarrollo oculomotor depende del desarrollo sensorial del sistema visual. El bebé recién nacido presenta ausencia de movimientos de seguimiento, mala precisión en la fijación mono y binocular, y mal control de vergencias (Borras, 2000; Edwards, 1993; Wright, 2000)

Los movimientos oculares normales indican un desarrollo visual normal; niños con deficiencias visuales demuestran movimientos anormales como primer signo. Un niño es capaz de demostrar una gama de movimientos oculares, aunque estos son menos sofisticados que los de un adulto. Dependiendo de su nivel de interés, los niños pueden fijarse en objetos estacionarios, seguir un objeto en movimiento o mover los ojos hacia un estímulo en el campo periférico. (Rudduck, 2004)

Movimientos	Edad que se demostró por primera vez
Sacádicos:	
✓ Horizontales	Nacimiento
✓ Verticales hacia arriba	4 a 6 semanas
✓ Verticales hacia abajo	3 meses
Seguimiento	6 a 8 semanas
Nistagmus Optocinético	Nacimiento
Reflejo Oculovestibular	Nacimiento

Tabla 5. Desarrollo de la función oculomotora. Adaptado de Rudduck, 2004.

1.9.3 TIPOS DE MOVIMIENTOS OCULARES.

1.9.3.1 Movimientos de fijación.

El recién nacido no fija con fovea, sino que utiliza puntos extrafoveales de retina temporal. A medida que se desarrolla su sistema, maduran la fovea y el córtex visual; el bebé fija. Cuando desarrolla movimientos de seguimiento, logra centrar, fijar y seguir los objetos. La capacidad de seguir con la mirada aparece a los dos meses aproximadamente (Carulla, 2008). A los cuatro meses de edad puede

desprender su atención de objeto de fijación para lograr la evaluación del "fija, centra, sigue y desprende", porque ya ha logrado desarrollo visomotor que se lo permita y el sistema ya no trabaja a nivel de colículo superior (estación de relevo), sino del cuerpo geniculado lateral y una corteza visual madura. De esa forma se obtiene una respuesta retino-geniculado-cortical.

1.9.3.2 Movimientos sacádicos.

Son movimientos rápidos que permiten fijar de nuevo los objetos; son imprecisos, de pequeña amplitud y elevado tiempo de latencia. Son movimientos más rápidos que el aparato oculomotor puede realizar (Prieto, 1980). Se observan en sueño y vigilia en los recién nacidos. Son reflejos debidos al estímulo de un objeto en el campo visual para ser detectado o fijado. Pueden estar sometidos a control voluntario o reflejo (Prieto, 1980), La madurez de los movimientos del tallo cerebral que por las vías aferentes (Carulla, 2008).

La latencia de los movimientos sacádicos de fijación es 1 segundo, a los 1 o 2 meses de edad; 5 veces mayor que los del adulto. El niño efectúa una serie de movimientos de amplitud establecida hasta poder fijar el objeto deseado emitiendo órdenes a los músculos extraoculares con márgenes de error (Borras, 2000). Los movimientos oculares sacádicos horizontales se desarrollan antes que los movimientos oculares verticales, que no se ven sino hasta la 4 a 6 semana. (Rudduck, 2004)

Los movimientos reflejos incluyendo los sacádicos en la dirección de un nuevo estímulo que puede ser visualmente guiados (prosacádico) o en respuesta a un estímulo auditivo. Estas sacadas pueden estar acompañadas por movimientos de cabeza en la misma dirección. El estímulo visual para la generación del movimiento sacádico ocular es el desplazamiento en el espacio de un objetivo. Las decisiones del control del tamaño del movimiento y la velocidad son elaboradas en base a un flujo continuo de información visual desde la retina. (Rowe 2003). Las sacadas están bajo un sistema de control adaptativo con el fin

de mantener el control binocular y para compensar los cambios a corto o largo plazo en el sistema visual. Este control adaptativo monitorea el rendimiento y los parámetros de ajuste, para mejorar la precisión y el comportamiento en caso de ser necesario. Un proceso de aprendizaje se requiere para la adaptación sacádica, debido a la naturaleza de las sacadas balísticas haciendo imposible la retroalimentación en curso. (Griffiths, 2007).

El periodo de latencia es el intervalo desde la aparición de un estímulo al inicio de un movimiento ocular en respuesta. El sistema motor ocular para las sacadas responde después de un tiempo de latencia o retraso de 100-300 ms. El pico de velocidad y la duración de la sacada son dependientes del tamaño o la amplitud del movimiento ocular. Las latencias son menores cuando el objetivo de fijación se apaga antes de que el objetivo periférico aparece (intervalo de estímulo) y más cuando el objetivo de fijación permanece iluminado después de que el objetivo periférico aparece (superposición de estímulo).

La respuesta sacádica consta de un periodo de aceleración al pico de velocidad seguido de una deceleración de los ojos cuando se acercan a la posición del objetivo. Los músculos extraoculares usan una tensión relativa para mantener el nuevo ojo en una posición junto con ligamentos de verificación y el tejido graso de la órbita. Las sacadas horizontales son naturalmente no conjugadas, resultando más rápida y ligeramente mayor las sacadas abductando en comparación con las sacadas adduciendo.

Un mecanismo de pulso a paso es el proceso que genera el movimiento sacádico ocular. Las células burts y de pausa, son los componentes críticos de este mecanismo. El impulso sacádico es una explosión de actividad, que genera una fuerza necesaria para superar la resistencia de los contenidos del tejido orbital y producir el movimiento ocular. El número de picos en una explosión es proporcional a la amplitud de la sacada y la tasa de disparo es proporcional a la velocidad del ojo. Las células de burts se encienden, mientras que las células de omnipausa inhiben el movimiento constituyendo así la señal de impulso. El

movimiento ocular sacádico se produce y el integrador neural es activado para la nueva posición del ojo, que a su vez retroalimenta a las células tónicas que activan para mantener el ojo en la nueva posición. Esto constituye la señal de paso.

Hay unas interconexiones fuertes entre los lóbulos frontal y parietal. Los campos oculares frontales en el surco precentral están involucrados con pizca volitiva, guiados visualmente, sacadas intencionales y el lóbulo parietal está involucrado con un cambio en la atención cuando aparece un nuevo objetivo en el campo visual. El lóbulo parietal inferior está involucrado con las sacadas de planificación y los campos oculares frontales con exploración visual intencional. Otras áreas involucradas en el sistema sacádico incluyendo el área motora suplementaria dorsomedial, que es importante en el aprendizaje del comportamiento motor ocular, y la corteza frontal dorsomedial, que está involucrado en la programación de las sacadas y la atención se desplaza a posiciones de objetivos recordados.

Las fibras pasan a partir de las áreas corticales a través de la cápsula interna. Bajo este nivel, hay diferentes vías, incluyendo los ganglios basales (núcleo caudado), núcleo talámico, colículo superior, substancia negra, núcleo vestibular y pontino y la vía pedunculopontino al cerebelo (vermis y núcleo fastigial) y al núcleo del tronco cerebral. Hay decausación probable al nivel de los núcleos del tercer nervio en el mesencéfalo. El colículo superior (capas superficiales e intermedias) son estructuras claves en la generación de sacadas. La capa intermedia contiene neuronas de entrada visual, auditiva y sensorial, que son combinadas para las sacadas guiadas. Hay un mapa de movimientos sacádicos de la capa intermedia que se enlaza con el mapa retinotópico de la información visual de la capa superficial del colículo superior. El ganglio basal ayuda al control de las sacadas por prevención de movimientos sacádicos no deseados. Durante una sacada, el umbral visual se eleva sobre 0.5 log unidades (supresión) de modo que no hay conciencia del entorno visual inestable durante el movimiento ocular. (Rowe, 2012)

1.9.3.3 Movimientos de seguimientos.

Son movimientos de persecución de los objetos en desplazamiento; son breves, intermitentes e interrumpidos, y automáticos. Tienen por finalidad mantener en la fóvea la imagen de un objeto que ha llamado la atención y que se desplaza a una velocidad no mayor de $45^\circ/s$ (Prieto, 1980). Son susceptibles al desarrollo de la fóvea y de la sensibilidad al contraste.

Los movimientos de seguimiento, generalmente no se piensan que están presentes, sino hasta los 2 meses de edad, ya que el infante es dependiente en el uso de una serie de pequeños movimientos sacádicos antes de los de seguimiento. Estudios han demostrado que este no es el caso y los recién nacidos pueden producir movimientos de seguimiento bajo ciertas condiciones. La velocidad del objetivo debe ser lo suficientemente baja y con un objetivo de 12° o más, de lo contrario el seguimiento del bebé se descompone en una serie de movimientos sacádicos. La velocidad máxima en la que el objeto en movimiento puede ser seguido por movimientos de seguimiento aumenta con la edad. A las 10 semanas de edad la capacidad para seguir un objeto en movimiento con una precisión razonable se ha desarrollado (Rudduck, 2004). Exigen una maquinaria cortical que se basa en el sistema óptico accesorio subcortical y en el mecanismo del reflejo oculovestibular.

1.9.3.4 Movimientos de vergencias.

Movimientos disyuntivos que responden a los cambios de profundidad del objeto. Vinculados a la acomodación, están sometidos a control visual continuo. El primero de los componentes de vergencia que se estabiliza al nacer es la vergencia tónica; las siguientes semanas se producen movimientos de convergencia gruesos y esporádicos, paralelos al desarrollo de la acomodación y la Agudeza Visual. Relación Acomodación Convergencia Acomodativa (ACA).

Tondel, 2009, reporta que la relación y la dependencia entre la acomodación y la convergencia aparecen desde los 2 meses de edad. Está demostrado en varios estudios que lo sugieren. Sin embargo, las verdaderas repuestas fusiónales aparecen entre los 4 y 6 meses de edad, de acuerdo con la madurez binocular cortical. Es la última función oculomotora en desarrollarse (Borras, 2000).

1.9.3.5 Nistagmus Optocinético.

Movimiento de seguimiento estereotipado inducido por el desplazamiento del campo visual (Pret, 1993). Esto evalúa la integridad de ambas vías, las sacádicas y las de seguimiento por movimiento repetitivo de objetos de alto contraste (negro y blanco) a través del campo de visión.

Las fases de lento (seguimiento) y rápido (sacádico) del nistagmus Optocinético (OKN) puede ser inducido visualmente en los bebés desde el nacimiento, pero una inmadurez se puede demostrar en un OKN monocular. En un OKN monocular hay una asimetría en la dirección del OKN de tal manera que los bebés menores a 2 meses de edad sólo pueden ser provocados en dirección temporal a nasal. La simetría de ambas direcciones no se logra hasta los 5 meses de edad.

La persistencia de una respuesta asimétrica más allá de esta edad indica un problema en el desarrollo visual. (Rudduck, 2004)

1.9.3.6 Reflejo Oculovestibular.

Cuando un objeto se presenta inesperadamente en el campo visual, los movimientos oculares sacádicos alinean el ojo con el objeto y la cabeza rota hacia el objeto. Como la cabeza rota, los canales semicirculares del sistema vestibular detectan un movimiento e inicia una rotación refleja del ojo en la dirección opuesta para mantener la fijación. Este es el reflejo vestíbulo-ocular y está presente desde el nacimiento. (Rudduck, 2004)

1.10 EXAMEN BABY VISION.

El propósito, es proporcionar un estimado de la agudeza visual de los infantes. Esto se logra mediante la grabación de los movimientos oculares mientras que ellos están observando un patrón de barras horizontales a través de la pantalla del MonPack3.

El patrón de movimiento es una rejilla (Gabor patch) hecha de tal manera que su luminancia media coincide con la iluminación de fondo. Por lo tanto, solo se puede ver si el sujeto es capaz de discriminar el patrón espacial.

Una secuencia de patrones con un aumento de las resoluciones espaciales se presenta y la agudeza visual se estima a partir de la resolución espacial más alta del patrón que fue seguido por él bebé. (Metrovision, 2013)

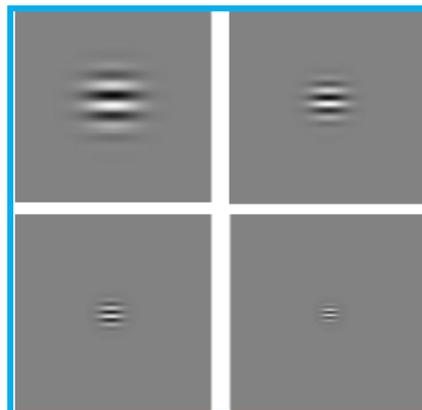


Figura 9. Patrón de Gabor patch. Fuente: Metrovision, 2013.

1.10.1 Técnica usada para la grabación de los movimientos oculares.

La imagen en video de la cara del infante es analizada en tiempo real. Un punto reflectante es posicionado sobre la frente y se utiliza para determinar los movimientos de la cabeza. La posición de las pupilas en relación con este punto reflectante se utiliza para medir los movimientos de mirada.

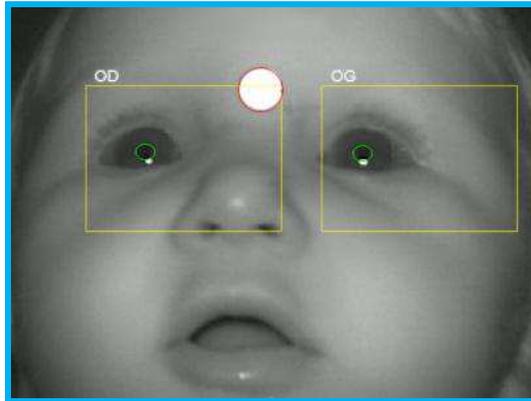


Figura 10. Ejemplo del video de la cara del bebé. Fuente: Metrovision 2013

Es bien sabido que la búsqueda es inmadura al nacer. Sin embargo, los sujetos más jóvenes son capaces de seguir un objeto en movimiento siempre que su velocidad sea lenta.

Esta técnica presenta muchas ventajas:

- Gracias a la grabación de los movimientos oculares, proporciona medidas objetivas que no dependen de un experimentador.
- El seguimiento visual depende de la visión “central” mientras que otras técnicas tales como la mirada preferencial involucra la detección de estímulos con visión periférica
- Proporciona una evaluación de la maduración y asimetrías de la búsqueda visual, así como un registro objetivo de un movimiento ocular anormal tal como el nistagmus.

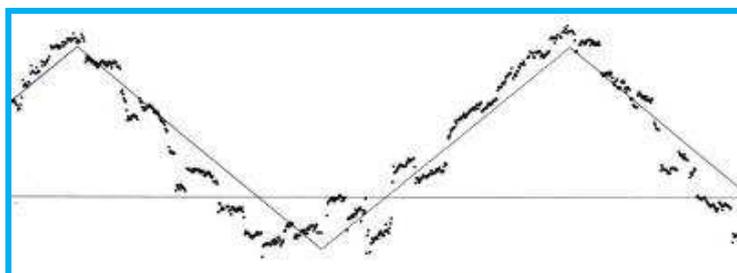


Figura 11. Grabación de una respuesta de seguimiento visual de un bebé con 1 semana de edad.

Fuente: Metrovision 2013

1.10.2 RECOMENDACIONES GENERALES.

Los exámenes se deben de realizar en una habitación oscura y tranquila, para que el infante no se distraiga de la prueba visual.

El infante debe ser evaluado en estado de alerta (Brazelton, 1984: estados de vigilia 4 y 5). Se recomienda altamente ofrecer las instalaciones, con el fin de satisfacer las necesidades especiales de los niños (cambio de pañal, tomar una siesta, caminar, jugar, etc) hasta que el niño este en un óptimo estado para ser evaluado.

Estado 1: sueño profundo

Estado 2: sueño ligero

Estado 3: somnolencia

Estado 4: alerta tranquila

Estado 5: alerta activa

Estado 6: llanto



Figura 12. Estados de vigilia según Brazelton
Fuente: Metrovision. 2013

Las diferentes soluciones son viables para la instalación del bebe. Los infantes tienen un control de la cabeza pobre y pueden limitar su capacidad para producir una respuesta óptima durante el test (Grenier, 1981.). Por lo tanto se recomienda mantener la cabeza en una buena posición, usando un “sentado en espera” o “acostado sobre a espalda”.



Figura 13. Posición del bebé en el examen. Fuente: Metrovision. 2013.

Los niños mayores pueden ser evaluados mientras están sentados en el regazo de un adulto o incluso mientras está de pie.

1.10.3 ESCALA DE AGUDEZA VISUAL.

La resolución espacial es el ángulo visual cubierto por una barra (oscura o clara) de la rejilla, esto se obtiene en minutos de arco.

La rejilla de la agudeza visual se define como la menor resolución de la rejilla que percibe el sujeto, este es el número de ciclos de la rejilla con un grado de ángulo visual. Un ciclo corresponde a un patrón que hace la rejilla cuando repite una y otra vez, es decir, una combinación de una barra oscura y una barra clara, se obtiene en ciclos por grados o CPG. Si la rejilla tiene una resolución espacial de R minutos de arco, la combinación de una barra clara y una barra oscura cubre $2 \times R$ en minutos de arco.

Un grado de ángulo visual corresponde a 60 minutos de arco y contiene $60/(2 \times R)$ barra.

La frecuencia espacial de la rejilla está relacionada con su resolución espacial mediante la siguiente ecuación:

SF: $30/R$ con

- SF la frecuencia espacial en cpg
- R resolución espacial en arcos de minutos.

Resolución espacial (arco de minuto)	Frecuencia espacial (CPG)	Agudeza visual
1	30	1.0 – 20/20
2	15	0.5 – 20/40
3	7.5	0.25 – 20/80
4	3	0.10 – 20/200

Tabla 6. Relación Frecuencia espacial-Resolución espacial. Adaptado de Metrovision, 2013.

1.10.4 SELECCIÓN DEL ESTÍMULO.

Agudeza visual menores a 3 meses.

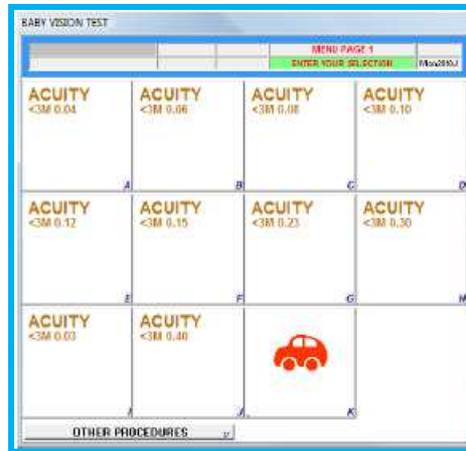


Figura 14. Selección del estímulo en infantes menores de 3 meses.

Distancia de trabajo: 33-45 cm.

Velocidad del test: 8 grados/seg.

Los diferentes test corresponden a los diferentes niveles de agudeza visual.

Agudeza visual mayores a 3 meses.

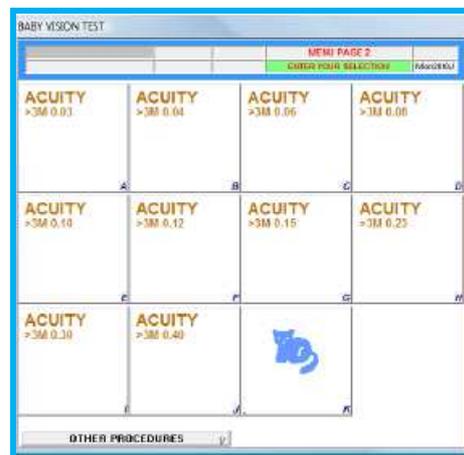


Figura 15. Selección del estímulo en infantes mayores de 3 meses.

Distancia de trabajo: 33-45 cm.

Velocidad del test: 16 grados/seg.

En esta edad, los infantes son usualmente capaces de seguir el test con una velocidad alta.

Los diferentes test corresponden a los diferentes niveles de agudeza visual.

Nistagmus optocinético.

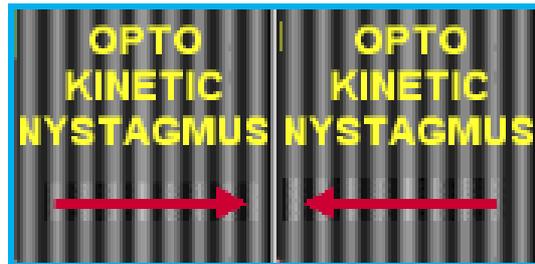


Figura 16. Selección del Nistagmus Optocinético.

1.10.5 CARACTERÍSTICAS DEL ESTÍMULO.

1.10.5.1 Patrón de estímulo.

El patrón es una rejilla en movimiento (Gabor patch) hecha de tal manera que su luminancia media coincide con la iluminación de fondo. Por lo tanto, solo se puede ver si el sujeto es capaz de discriminar el patrón espacial. (Metrovision, 2013)

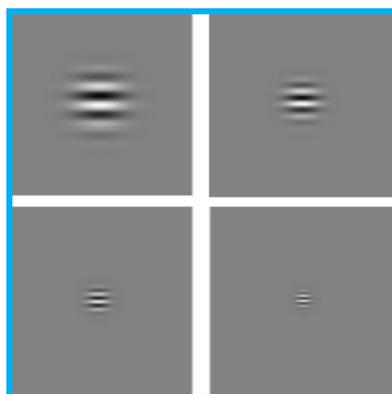


Figura 17. Patrón de Gabor patch. Fuente Metrovision, 2013.

1.10.5.2 Rejilla de onda sinusoidal.

Una red de onda sinusoidal es una imagen en la que se alterna la intensidad de luz entre sus valores más brillantes y más oscuras según una función sinusoidal. Los ciclos de intensidad de su valor más brillante (blanco en una rejilla de alto contraste) a través de una serie de grises intermedios, hasta su valor más oscuro (negro en una rejilla de alto contraste), y luego de nuevo a blanco de nuevo. (Wolfe, 2010)

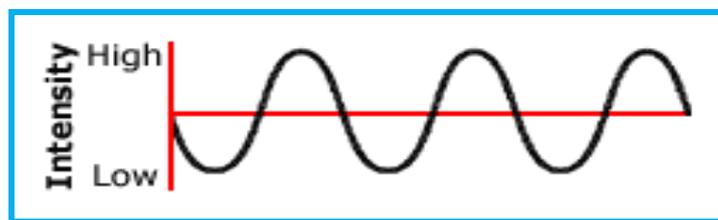


Figura 18. Onda sinusoidal. Fuente: Sensation & Perception, 2010.

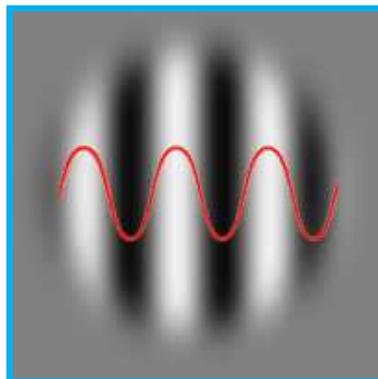


Figura 19. Función de onda sinusoidal superpuesta en el Gabor patch. Fuente: Sensation & Perception, 2010.

1.10.5.3 Ventana Gaussiana.

Los bordes afilados se forman donde la rejilla se encuentra con el fondo, en estudios realizados se encontró, que estos bordes afilados podrían "confundir" a una neurona. Los bordes pueden ser eliminados mediante la multiplicación de la rejilla por una "ventana gaussiana," que permite que la rejilla se difumine con el fondo.

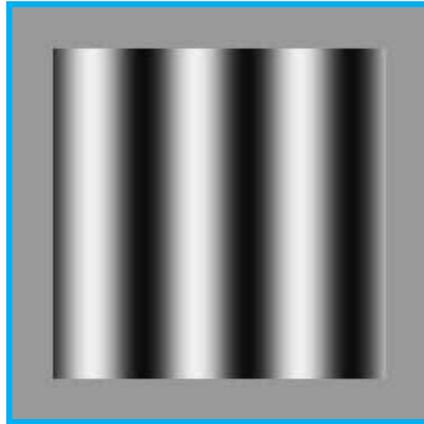


Figura 20. Ventana de rejilla normal. Fuente: Sensation & Perception, 2010.

La función de Gauss también se conoce como la "curva normal" o la "curva de campana" y muestra que la intensidad de la imagen es más alta en el centro y disminuye hacia los bordes.

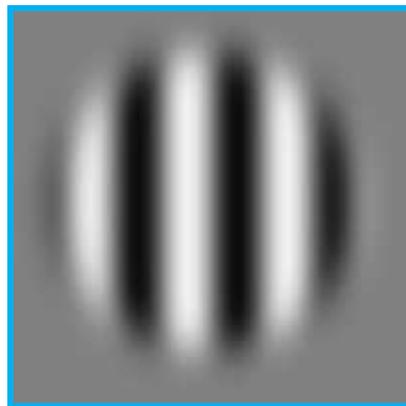


Figura 21. Ventana Gaussian. Fuente: Sensation & Perception, 2010.

1.10.5.4 Frecuencia Espacial.

La Frecuencia espacial se mide en ciclos por grado: el número de veces que se repite la onda sinusoidal en un grado de ángulo visual. El ángulo visual se determina por el tamaño de un objeto y la distancia del objeto a partir de su ojo.

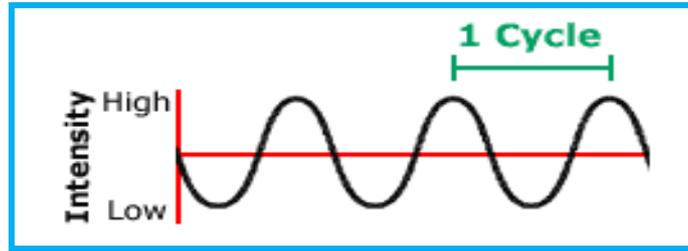


Figura 22. Ilustración de un Ciclo por grado. Fuente Sensation & Perception, 2010.

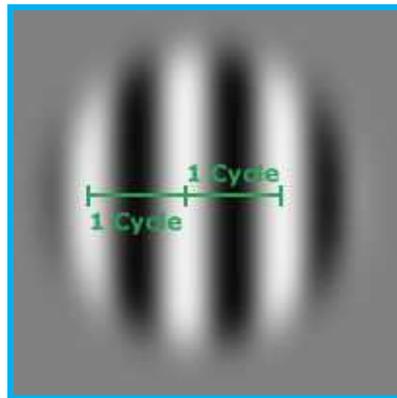


Figura 23. Ilustración de dos Ciclos por grado. Fuente Sensation & Perception, 2010.

1.10.5.5 Contraste.

El contraste de la rejilla de la onda senoidal del Gabor patch, se refiere a la diferencia de intensidad entre las porciones claras y oscuras del Gabor patch. En un Gabor patch de alto contraste, las regiones más claras de la imagen son de color blanco y las regiones más oscuras son de color negro. En un Gabor patch de bajo contraste, las regiones más claras son de color gris claro y las regiones más oscuras son de color gris oscuro.

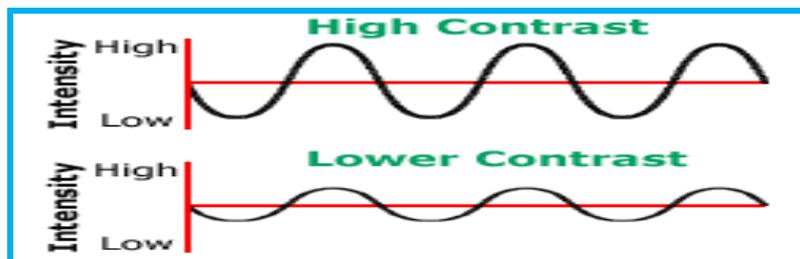


Figura 24. Diferencia de intensidad de contraste. Fuente Sensation & Perception, 2010.

1.10.5.6 Fase.

La fase de un Gabor patch se refiere a la posición relativa, o desplazamiento, de la onda sinusoidal de izquierda a derecha. Fases de una onda sinusoidal, de 0 grados a 90, 180, 270, y de nuevo a 0 grados.

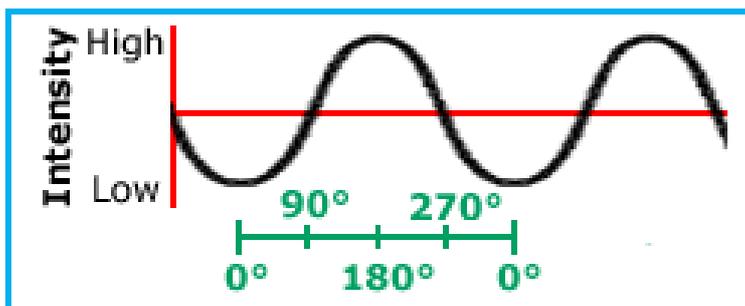


Figura 25. Fases de una onda sinusoidal.
Fuente Sensation & Perception, 2010.

1.10.6 UBICACIÓN DEL PACIENTE.

- I. Ingrese la identificación del paciente y el ojo que va a ser estimulado, accesible en el menú haciendo click sobre Patient's ID/eye

Figura 26. Ventana de identificación del paciente. Fuente: Metrovision 2013.

- II. A continuación, el punto reflectante se debe ubicar sobre la frente del paciente, a igual distancia de ambos ojos y aproximadamente a 10mm por encima de la posición vertical de los ojos.
- III. La distancia desde los ojos a la pantalla del monitor debe estar entre el rango de 35 a 45 cm.

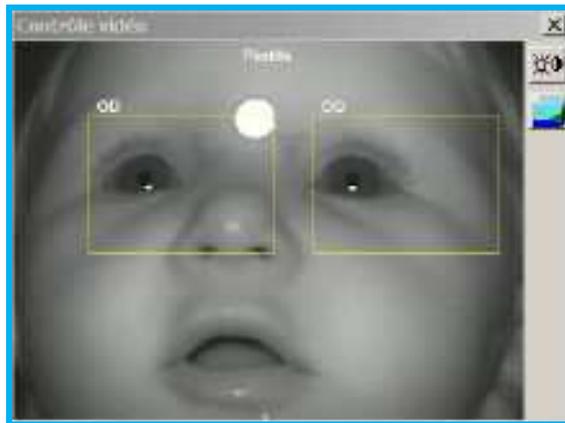


Figura 27. Video de la cara del bebé en el desarrollo del examen.

Fuente: Metrovision 2013

- IV. Para iniciar el procedimiento, haga click en uno de los botones del menú de exploración.
- V. El programa inicia con la pagina "installation" y presenta el estímulo vacilante en el centro de la pantalla para atraer la atención del infante. Una barra indica la calidad de los resultados del análisis de imagen de la cabeza y se muestra en el monitor de control.

1.10.7 OBTENCIÓN Y REGISTRO DE LAS RESPUESTAS.

Tan pronto como la calidad de los resultados sea satisfactoria, hacer click sobre el botón  or  o presione la tecla ENTER para iniciar la obtención de las respuestas. El estímulo comenzara a moverse a lo largo de la dirección horizontal en el monitor de estimulación. La posición horizontal del estímulo y la mirada son presentados en tiempo real.

A continuación ingrese a la página “análisis” con los comandos para imprimir o guardar el resultado.

La obtención se puede detener por uno de los siguientes comandos: ingrese “S” en el teclado, haciendo click sobre el botón  or .

1.10.7.1 Acceso a los resultados.

Los resultados son de acceso directo, al final de cada obtención o por memoria se almacenan en el disco.

Los colores de las curvaturas en el gráfico son: la **curva gris** muestra los movimientos del estímulo visual en comparación con el tiempo. La **curva azul** en la parte superior muestra los movimientos del ojo y la **curva negra** en la parte inferior muestra los movimientos de la cabeza. El color de la curva de los estímulos visuales es verde cuando el programa detecta un seguimiento visual.

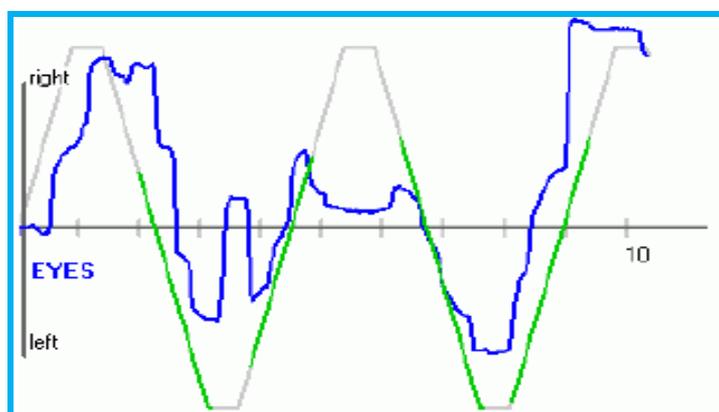


Figura 28. Ejemplo de registro obtenido en el examen. Fuente: Metrovision 2013

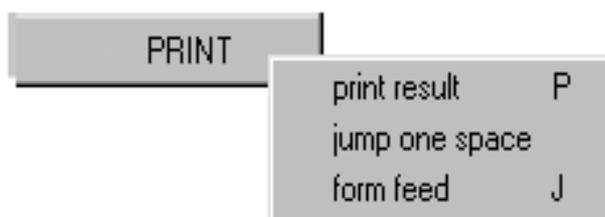
1.10.7.2 Guardar resultados.

Click en el botón  para guardar los resultados en el disco duro. El número de referencia del registro aparece en la parte superior de la pantalla. El signo verde cruzado sobre el botón indica que el resultado ha sido memorizado.

1.10.7.3 Imprimir resultados.

El comando de impresión permite la impresión de los resultados. Cada hoja impresa puede incluir hasta 6 resultados de los exámenes. La hoja es expulsada automáticamente cuando esté llena o después de un cambio de nombre del paciente.

Utilizar la orden "salto de página" para imprimir la hoja antes de que esté llena. Utilizar la orden " saltar un espacio " si desea saltar un espacio, por ejemplo, para alinear los resultados cuando se tienen sólo 4 resultados.



INDICACIÓN : Usted también puede imprimir los resultados directamente desde el menú de resultados.

1.10.7.4 Frecuencia de muestreo.

La frecuencia de muestreo depende del tipo de imagen del sensor montado en el instrumento. El modelo estándar tiene una frecuencia de muestreo de 30 Hz (30 imágenes por segundo).

Un modelo avanzado esta también disponible (una opción) con un muestreo de frecuencia de 120 Hz.

1.10.8 EJEMPLOS DE CURVATURAS.

Resultado normal de un infante.

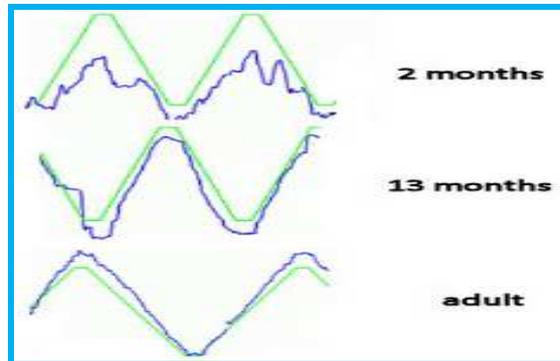


Figura 29. Registros normales según edad. Fuente: Metrovision 2013

Seguimientos sacádicos (búsqueda inmadura).

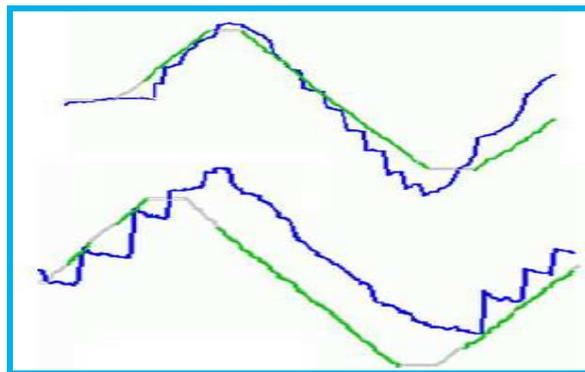


Figura 30. Registros de movimientos sacádicos. Fuente: Metrovision 2013

Seguimientos con nistagmus.

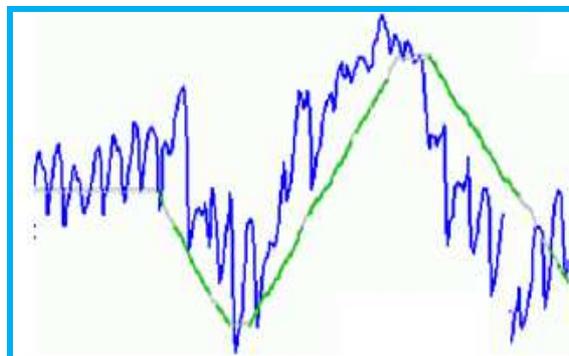


Figura 31. Registro de nistagmus. Fuente: Metrovision 2013

1.10.8.1 Modificaciones del examen.

Este programa permite modificaciones permanentes de los exámenes.

- I. En el menú principal, haga clic en el icono amarillo para acceder a las preferencias. Una pequeña ventana se abre con un mensaje "Introduzca la contraseña para los procedimientos".



Figura 32. Ventana de modificaciones. Fuente: Metrovision 2013

- II. Enter en la contraseña y click en el botón "OK".
- III. Click en el icono para el examen baby vision.
- IV. Click en botón "edición de los procedimientos"
- V. Abrir el menú de edición de procedimientos, hacer click en el botón "read procedure" para leer el procedimiento de prueba, modificarlo y, a continuación, guardarlo con un nombre nuevo.

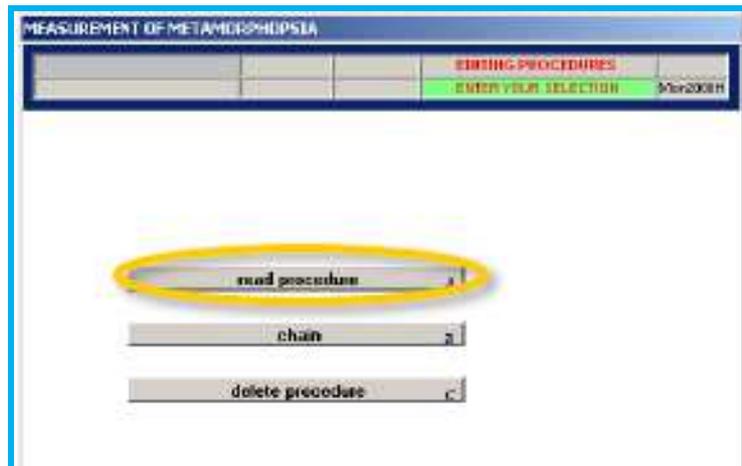


Figura 33. Ventana de edición de procedimientos. Fuente Metrovision 2013.

- VI.** Hacer click en el botón correspondiente de la página y el menú que usted quiera seleccionar, el menú de procedimientos está organizado en páginas,
- VII.** Ahora dar click en el icono de procedimientos que usted quiera trabajar.
- VIII.** Se obtiene una nueva página con una lista de parámetros del procedimiento.

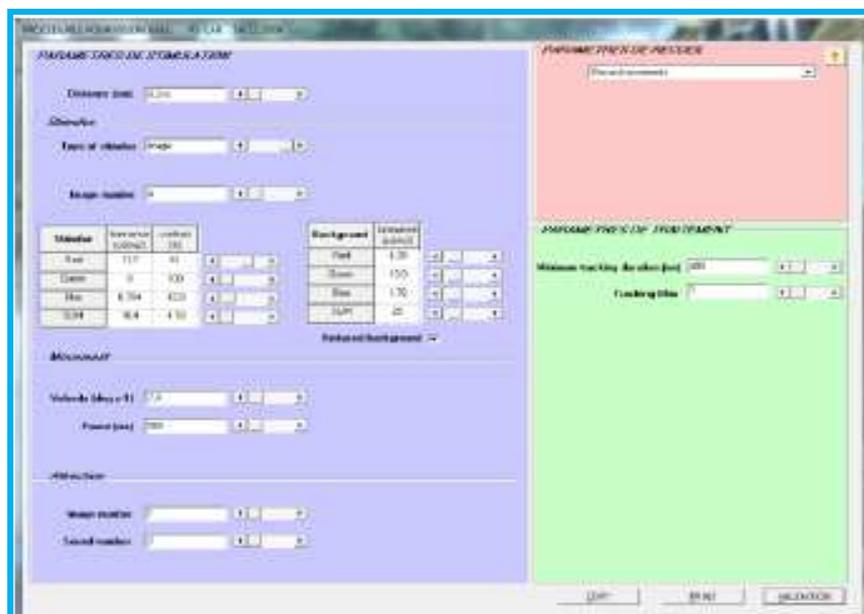


Figura 34. Ventana de modificación de parámetros. Fuente: Metrovision 2013.

- IX. Si se cambia uno de los parámetros de la estimulación, se podría ver el resultado en la unidad de estimulación.
- X. Realizado los cambios que se solicitaron, hacer click en el botón "validación" en la parte inferior derecha de la página. También puede utilizar el botón "Copiar" para hacer una copia de la página en el portapapeles o el botón "Imprimir" para imprimir la misma página.
- XI. Hacer click en el boton correspondiente para guardar los nuevos procedimientos.
- XII. El programa muestra una lista de las pruebas disponibles en esa página, en cual se abre ventana que permite introducir el nombre de la prueba. Si desea crear un nuevo test, introduzca un nombre nuevo (limitado a 8 caracteres, letras mayúsculas, sin caracteres). Después inserte en nombre, y dar click en el botón OK.
- XIII. Después de guardar el nuevo procedimiento, el programa vuelve a al menú de edición. Desde allí, se puede repetir el procedimiento para crear/modificar otro procedimiento o se puede volver al menú del examen haciendo clic en "MENÚ DE EXAMEN".



Figura 35. Menú Examen. Fuente: Metrovision 2013

1.11 BIOSEGURIDAD

La *BIOSEGURIDAD*, se define como el conjunto de medidas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgo laborales procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos, logrando la prevención de impactos nocivos, asegurando que el desarrollo o producto final de dichos procedimientos no atenten contra la salud y seguridad de trabajadores de la salud, pacientes, visitantes y el medio ambiente. (Ministerio de Salud, Colombia. 1997)

Las normas generales de bioseguridad en los consultorios, así como la clasificación de residuos hospitalarios y similares y el mantenimiento adecuado de los medicamentos diagnósticos, se encuentran en el manual de la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle.

1.11.1 BIOSEGURIDAD EN EL CONSULTORIO DE EXÁMENES ESPECIALES.

1.11.1.1 Elementos para el personal clínico:

- Bata.
- Tapabocas.

1.11.1.2 Elementos para el consultorio:

- Micropore.
- Pañuelos desechables.
- Toallas de papel.
- Pañitos húmedos para bebés.
- Jabón líquido antibacterial.
- Alcohol.
- Caneca roja y verde con pedal.
- Lavamanos.

1.11.2 NORMAS DE BIOSEGURIDAD DEL CONSULTORIO:

- El consultorio debe estar en óptimas condiciones higiénicas.
- Las condiciones de temperatura, iluminación y ventilación del consultorio debe ser confortables y adecuados.
- Evitar deambular con los elementos de protección personal fuera de su área de trabajo.
- Todo equipo que requiera reparación técnica debe ser llevado a mantenimiento, previa desinfección y limpieza por parte del personal encargado del mismo.
- Poseer ventilación indirecta mediante rejilla laterales, que tenga función de antiempañantes
- No es permitido fumar, ni ingresar alimentos al interior del consultorio.

2. EQUIPO MONPACK3



BASADO EN EL MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO DEL MONPACK3.

(Metrovision, 2013)

2.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO MONPACK3.

Es un estimulador multifuncional que combina un único sistema compacto, para la evaluación de la función visual. El único estimulador con un diseño innovador, que

utiliza el sistema Ganzfield para realizar ERG, VEP, ERG patrón, Baby Vision y mfERG.

2.1.1 Estimulación visual.

Este equipo incluye un sistema único de estimulación visual:

En el centro alta resolución, alta luminancia, alta frecuencia y en la periferia 4 paneles de iluminación con luz blanca.

Parámetros del estímulo Ganzfield: luminancia de fondo: 0, 1, 10, 30, 100 cd/m² e intensidad máxima: 2.0 cd·s m².

2.1.2 Dimensiones y peso del equipo.

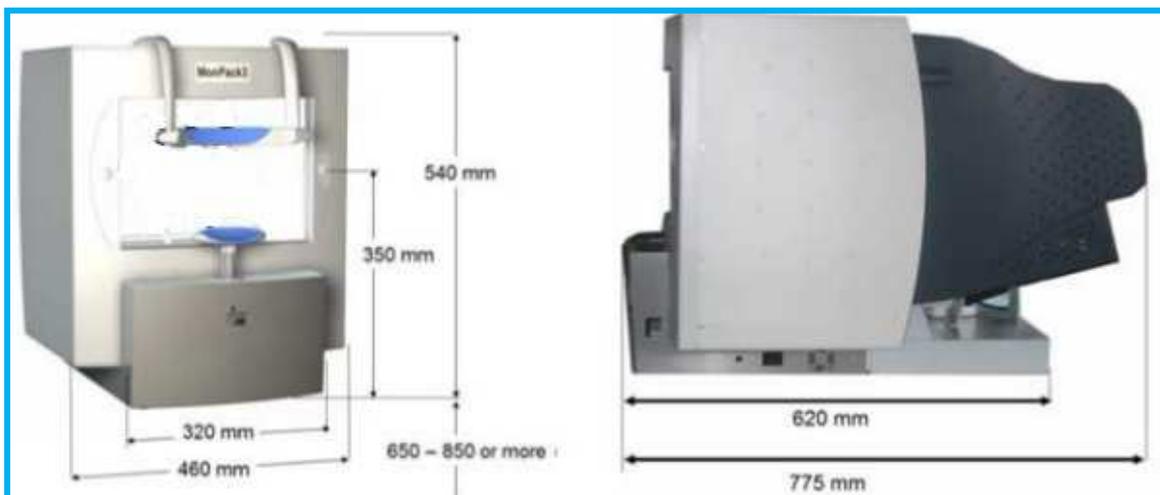


Figura 36. Dimensiones del MonPack3. Fuente: Metrovision 2013.

El peso del equipo es de 41,8 kilos.

2.1.3 Características.

Alta iluminación 400 cd/m² que permite obtener respuestas de gran amplitud, calidad óptima y tiempos reducidos de examinación. Control de la luminancia periférica, la cual elimina la contaminación de la señal en la toma de los registros con adaptación a la oscuridad.

Distancia de estimulación ojo-pantalla de 35 a 45 cm.

Video: El MonoPack3 incluye 2 cámaras de video infrarrojo, de alta resolución.

2.2 CONSULTORIO PARA EL EXAMEN.

2.2.1 Recomendaciones Generales.

El monitor debe ser usado en un ambiente fresco, libre de polvo y seco.

El consultorio debe tener buena ventilación, con aire acondicionado en temperaturas altas, debe ser oscuro y tranquilo, para que la atención del infante sea buena y no se presenten distracciones durante la prueba visual.

Las diferentes soluciones son viables para la instalación del bebé. Los infantes tienen un control de la cabeza pobre y pueden limitar su capacidad para producir una respuesta óptima durante el examen (Grenier, 1981). Por lo tanto se recomienda mantener la cabeza en una buena posición, usando un “sentado en espera” o “acostado sobre la espalda”.



Figura 37. Posición del bebé en el examen. Fuente: Metrovision. 2013.

Los niños mayores pueden ser evaluados mientras están sentados en el regazo de un adulto o incluso mientras está de pie.

2.3 PROGRAMA VISION MONITOR SYSTEM

A continuación se mostrará en detalle toda la información necesaria para operar el Programa del MonPack 3, sus programas y las opciones de uso.

2.3.1 Inicio del sistema:

- I. Luego de encender el computador se debe hacer click en el icono “Vision Monitor” que aparecerá en el escritorio.
- II. Se abrirá la ventana principal, del “Vision Monitor” donde se mostrarán los diferentes test representados por su icono correspondiente.

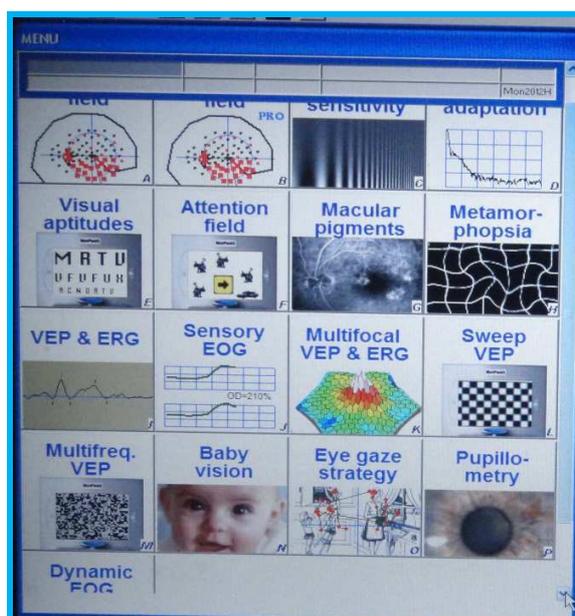


Figura 38. Ventana principal del “Vision Monitor”.

2.3.2 Barra de control

En la parte superior de la ventana principal, está la barra de control de la visión monitor.



Los 3 botones de la derecha, permiten abrir 3 ventanas con información adicional:

2.4 INFORMACIÓN DEL PACIENTE

Información del paciente

Contiene toda la información personal del paciente. Para ingresar información adicional antes del examen, hacer click en  en el comando de la barra de navegacion.

Para modificar la informacion personal del paciente, cuando el resultado aparece en la pantalla, hacer click en “Analysis” e “Information on patient”.

Vigilancia de la posicion ocular por video

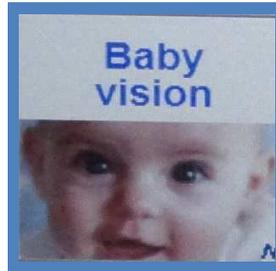
Muestra en video la posición de los ojos del paciente, al hacer doble click en la pantalla el tamaño de la imagen sera amplificada, si el MonPack3 cuenta con mas de 1 cámara, al hacer click en el boton  permite cambiar de una cámara a otra.

Los botones que están ubicados en la zona izquierda tienen las siguientes funciones:

-  Ingresa a los resultados de exámenes previos.
-  Copia la imagen de una ventana seleccionada al portapapeles.
-  Cambia las preferencias.
-  Escribe un reporte de la examinación.
-  Importa una fotografía en la base de datos de los resultados.

2.5 MENÚ DE EXAMINACIÓN

Hacer click en el icono Baby Vision, que se muestra en la ventana principal de Windows, para iniciar el examen.



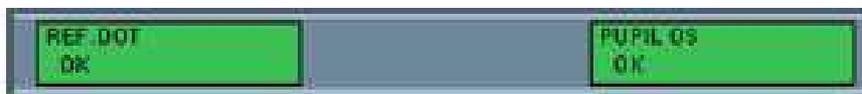
2.5.1 Control de navegación



Para ubicar los diferentes pasos del programa use la barra de navegación localizada en la parte inferior de la ventana principal.

- ✓ La ventana seleccionada aparecerá de color amarillo.
- ✓ Las ventanas que pueden ser seleccionadas aparecerán de color verde.

2.5.2 Control de calidad



El programa ofrece un resumen con respecto a la calidad del examen. Las respuestas registradas, son controladas para garantizar la mayor precisión del equipo. La información se muestra en diferentes colores:

- ✓ Verde si la calidad es satisfactoria.
- ✓ Rojo si se detectó algún problema.
- ✓ Gris si la evaluación de la calidad no se realizó.

2.6 INGRESO A LOS RESULTADOS DEL EXAMEN

Es importante que durante la realización del examen no se entre a los resultados, ya que esto puede provocar interferencia o alterar los resultados del examen.

Para ingresar a los resultados guardados en el disco, hacer click en el botón  en la barra de control del “Vision Monitor”. El menú que aparecerá en pantalla será el siguiente:

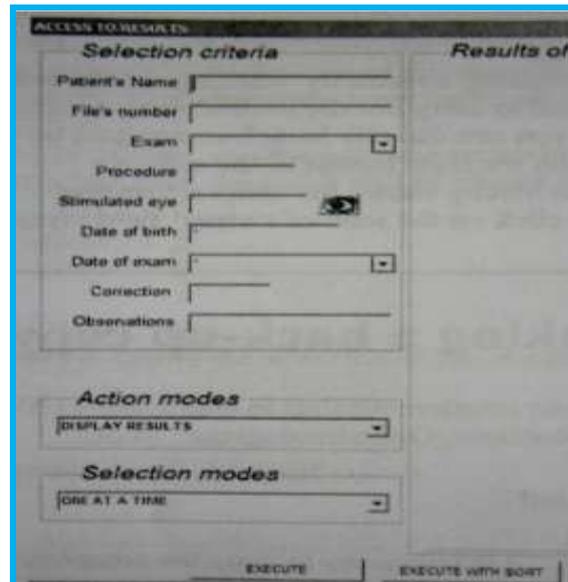


Figura 39. Ventana de acceso a resultados.

2.6.1 Vista previa de la impresión

La vista previa puede ser usada para definir el contenido de las páginas a imprimir. La vía mas fácil para definir el contenido de la página a imprimir es utilizar la herramienta arrastrar y soltar. Se arrastran los resultados deseados de la ventana “Results of search” a la ventana “Printer preview”

2.6.2 Guardar resultados

Click en el botón  para guardar los resultados en el disco duro.

El número de referencia del registro aparece en la parte superior de la pantalla. El signo verde cruzado sobre el botón indica que el resultado ha sido guardado.

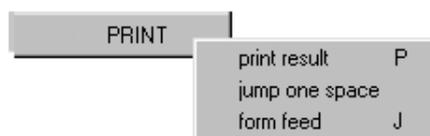
2.6.3 Impresión de resultados

El comando de impresión permite la impresión de los resultados.

Cada hoja impresa puede incluir hasta 6 resultados de los exámenes. La hoja es expulsada automáticamente cuando esté llena o después de un cambio de nombre del paciente.

Utilizar la orden "Form feed" para imprimir la hoja antes de que esté llena.

Utilizar la orden " Jump one space " si desea saltar un espacio, por ejemplo, para alinear los resultados cuando se tienen sólo 4 resultados.



INDICACIÓN: Usted también puede imprimir los resultados directamente desde el menú de resultados.

3. PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS DE EXÁMENES ESPECIALES: EXAMEN BABY VISION DE LA CLÍNICA DE OPTOMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE

3.1 NORMAS DE BIOSEGURIDAD PARA LA REALIZACIÓN DEL EXAMEN BABY VISION.

3.1.1 Manejo del Infante:

- Es importante que el padre y/o el adulto responsable, conozca el procedimiento que se le va a realizar al infante, para obtener una mayor colaboración por parte de infante.

- Procurar estar pendiente del procedimiento que se le realizará al infante, por ejemplo si está observando el patrón de rejilla, presentado al momento del examen.

3.1.2 Lavado de manos:

Es indispensable y/o necesario el lavado de manos antes y después de realizar el procedimiento, con el fin de disminuir el riesgo de infecciones que puedan afectar la salud no solo del infante, sino del personal en ejecución. Por ejemplo:

- Antes de iniciar el examen.
- Antes y después de atender a cada infante.
- Antes y después de manipular heridas.
- Después de estar en contacto con secreciones.
- Al finalizar el examen.

3.1.2.1 Técnica para el lavado de manos

- a. Retirar todos los objetos que se tengan en las manos como por ejemplo anillos, relojes, pulseras, etc.
- b. Humedecer las manos y aplicar 5 c.c. de jabón antiséptico; frotando vigorosamente dedo por dedo, haciendo énfasis en los espacios interdigitales.
- c. Frotar palmas y dorso de las manos, cinco (5) cm por encima de la muñeca.
- d. Enjuague las manos con abundante agua para que el barrido sea efectivo.
- e. Finalice secando con toalla desechable.
(Ministerio de Salud, Colombia. 1997).

3.1.3 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN:

3.1.3.1 Instrumentos

Es indispensable limpiar con un pañuelo húmedo con alcohol la mentonera del MonPack 3, con el fin de evitar el polvo, antes y después de realizar el examen. La limpieza se debe realizar al terminar el examen con cada infante.

3.1.3.2 Infante

Se debe realizar una limpieza de la frente del infante, mediante una toalla húmeda para bebés antes de colocar el micropore con el punto reflectante que estará en contacto con la piel.

3.1.4 PASOS PRINCIPALES DE BIOSEGURIDAD PARA REALIZAR EL EXAMEN BABY VISION

- Tener puesta la bata.
- Lavarse las manos antes y después del procedimiento con jabón antibacterial líquido y secarse con una toalla desechable frente al paciente.
- En caso de que el optómetra presente una enfermedad contagiosa, este deberá utilizar tapabocas y guantes.
- A la mentonera se le debe realizar desinfección antes y después de realizar el examen, frente al infante y al padre o adulto responsable.

3.1.5 RESTRICCIONES

Cuando el personal de salud presente abrasiones, quemaduras, laceraciones o dermatitis en la piel de manos y brazos, se deberá mantener cubierta la lesión con material adecuado y se evitará el contacto directo con fluidos, tejidos corporales y manipulación de equipos contaminados, hasta que exista curación completa de la herida. (Ministerio de Salud Colombia, 1997).

3.2 PREPARACIÓN DEL PACIENTE BASADO EN METROVISION.

Para la realización del procedimiento clínico y la preparación del paciente se tuvo en cuenta el manual de usuario de Metrovision N° 0459 (2013) con certificación ISO13485. El procedimiento comienza encendiendo el equipo MonPack3, posteriormente se prende el computador para iniciar el programa "Vision Motor", se ingresa los datos personales del paciente y se elige el test clínico a realizar.

3.2.1 Indicaciones generales.

El examen se debe realizar en un consultorio oscuro y tranquilo, para que la atención del infante sea buena y no se presenten distracciones durante la prueba visual.

El infante debe ser evaluado en estado de alerta (Brazelton, 1984: estados de vigilia 4 y 5). Las instalaciones adecuadas deben satisfacer las necesidades especiales de los niños (cambio de pañal, tomar una siesta, caminar, jugar, etc.) para que el niño este en un óptimo estado para ser evaluado.

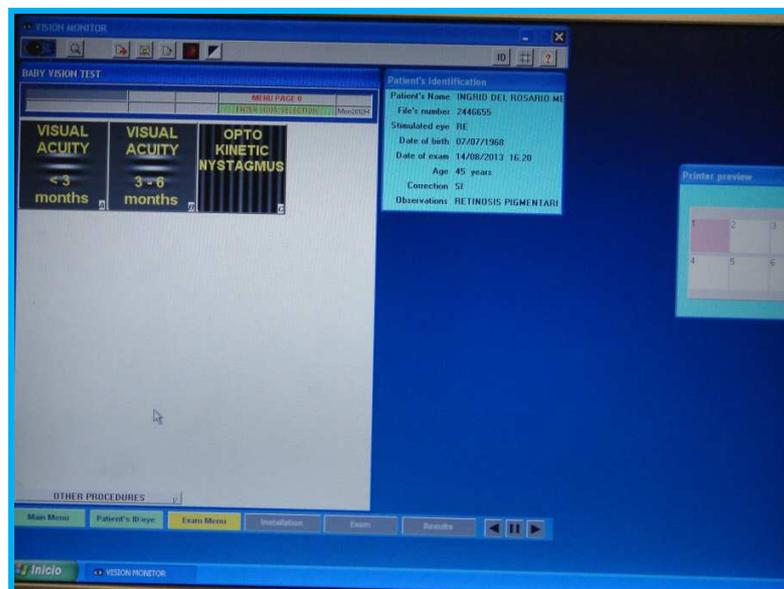


Figura 40. Apariencia inicial de software Vision Monitor antes de iniciar una prueba clínica.

3.3 PREPARACIÓN PARA EL EXAMEN BABY VISION.



3.3.1 Recomendaciones generales.

Se le explica al padre o acudiente que este test no es invasivo, que solo se ubica un punto reflectante en la frente del infante.

El infante debe de estar acompañado por un adulto responsable y si usan corrección visual deben llevarlas para el desarrollo del examen.

3.3.2 Limpieza y marcación de la frente del paciente.

Se toma un toalla húmeda para bebé y se limpia la frente para retirar la grasa y permitir una mejor adherencia del punto reflectante; se toma un marcador con el cual se indicara en la frente la ubicación del punto.

3.3.3 Colocación del punto reflectante.

La ubicación del punto es aproximadamente a 10mm por encima de la posición vertical de los ojos y a igual distancia de ambos ojos.



Figura 41. Ubicación del punto reflectante.

3.3.4 Ubicación del paciente.

Se ubica al paciente, cómodamente sentado en el regazo de un adulto, mirando de frente a la pantalla del sistema “MonPack3”.

La distancia desde los ojos a la pantalla del monitor debe estar entre el rango de 35 a 45 cm.



Figura 42. Ubicación del paciente, frente a la pantalla.

3.3.5 Fijación.

El programa inicia con la ventana "Installation" y presenta el estímulo vacilante en el centro de la pantalla para atraer la atención del paciente.

La fijación del paciente, los movimientos de la cabeza y la abertura palpebral debe ser monitoreada durante la prueba.



Figura 43. Patrón de fijación.

3.4 OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS REGISTROS.

Una barra indica la calidad de los resultados del análisis de la imagen de la cabeza y se muestra en el monitor de control.

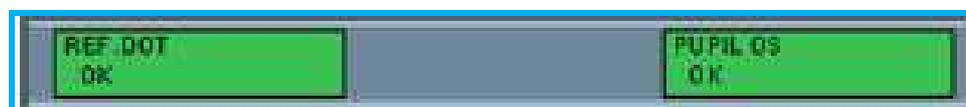


Figura 44. Barra de control de calidad.

- I. Tan pronto como la calidad de los resultados sea satisfactoria, hacer click sobre el botón  or  , o presione la tecla ENTER para iniciar la obtención de los resultados. El estímulo comenzara a moverse a lo largo de la dirección horizontal en el monitor de estimulación. La

posición horizontal del estímulo y la mirada son presentadas en tiempo real.

- II. La obtención se puede detener por uno de los siguientes comandos: ingrese “S” en el teclado, haciendo click sobre el botón  or .
- III. A continuación ingrese a la ventana “Analysis” con los comandos para imprimir o guardar el resultado.

RESULTADOS

- Se creó el protocolo de procedimientos clínicos del Examen Baby Vision de la Clínica de optometría de la Universidad de la Salle, incluido en el portafolio de servicios de exámenes especiales.
- Se realizó una descripción completa del equipo MonPack3, basado en el manual de uso y mantenimiento del MonPack3 suministrado por Metrovision, 2013.

CONCLUSIONES

- Se propuso inicialmente elaborar el protocolo de procedimientos clínicos de exámenes especiales: Baby Vision, en base a la normatividad vigente internacional (Guías de ISCEV), pero durante el desarrollo de la investigación, se hizo una actualización del software y de la técnica para la obtención del registro de los movimientos oculares (Cambio de electrodos a punto reflectante) registrados en el manual de usuario de Metrovision N° 0459 (2013) con certificación ISO13485, por lo cual se modificó uno de los objetivos específicos del anteproyecto presentado ante el Comité de investigación de la facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de la Salle.
- La creación de este protocolo establece reglas estándares a cerca de la realización del Examen Baby Visión, que deben ser tenidas en cuenta por los estudiantes y profesionales que se desempeñen en el programa de Optometría - Universidad de la Salle, con el fin de dar orientación en el desarrollo del examen y brindar ayuda en la toma de decisiones.
- Para analizar los resultados del examen Baby Vision, se deben tener buenos conocimientos acerca del desarrollo visual y oculomotor en los infantes, así se asegura una correcta interpretación de los resultados.
- Este proyecto contiene la información completa para la aplicación del examen Baby Vision, iniciando desde la preparación del infante, características de los estímulos, registros, la descripción completa de MonPack3, e instructivo de bioseguridad, lo que hace que este protocolo clínico sea una herramienta útil para la aplicación y análisis de la agudeza visual en infantes.
- En la fase de revisión del protocolo, donde se realizó la prueba piloto con 20 infantes, se encontró que el protocolo funciona de manera correcta y si se aplica de forma correcta los resultados serán confiables.

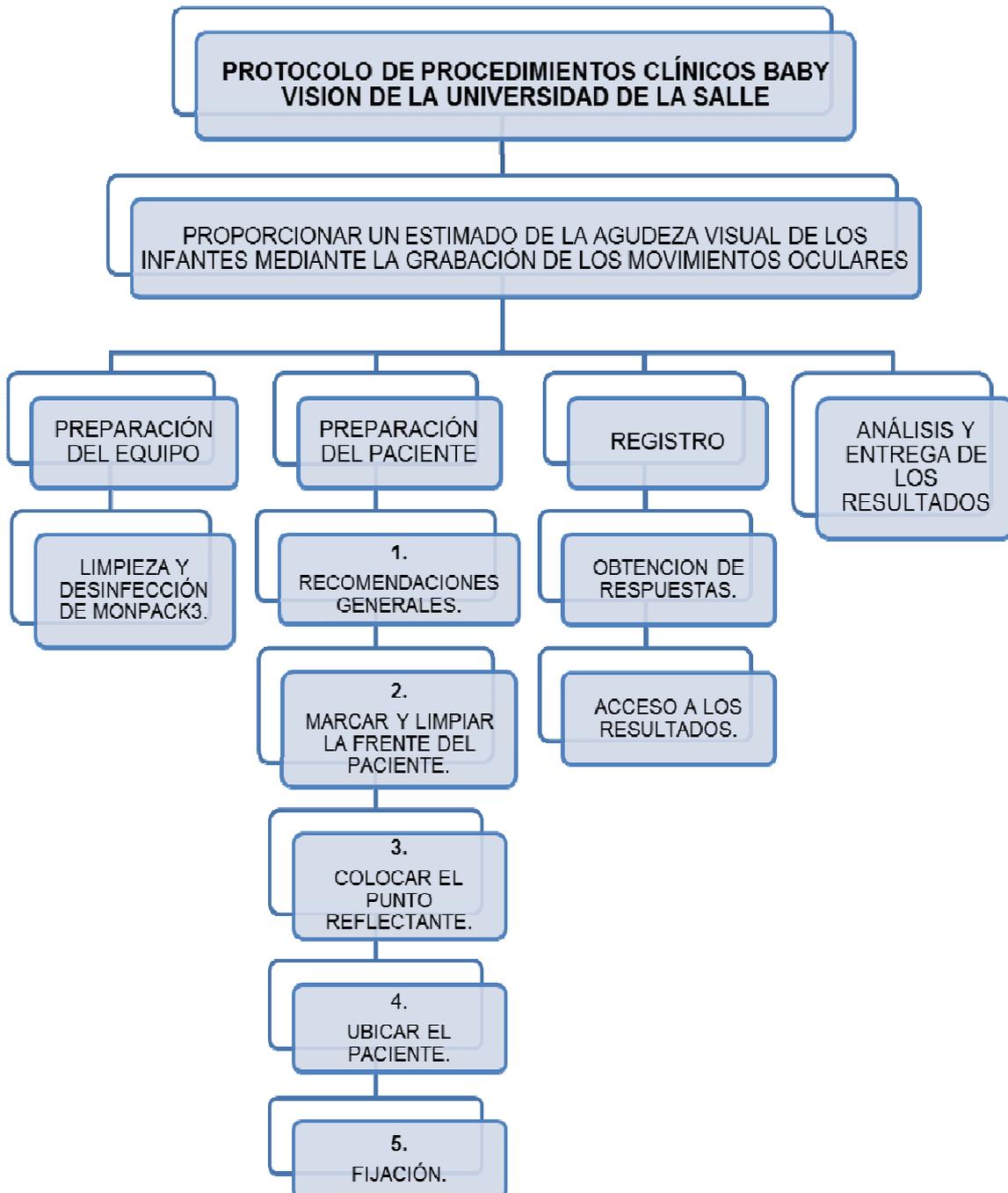
- El costo y la adquisición de los puntos reflectantes, utilizados en la Clínica de Optometría es bastante alto, debido a que el distribuidor se encuentra ubicado en el país de Francia, por esta razón se tuvo que rediseñar a tipo “no desechable” con el fin de disminuir el costo en el examen Baby Vision, para el beneficio del paciente y de la clínica de optometría

RECOMENDACIONES

- Leer detenidamente el instructivo de bioseguridad de la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle para prevenir infecciones o riesgos biológicos para el paciente, depende de la correcta aplicación de este instructivo.
- Se recomienda ofrecer las instalaciones adecuadas, con el fin de satisfacer las necesidades especiales de los niños (cambio de pañal, tomar una siesta, caminar, jugar, etc.) hasta que el niño este en un óptimo estado para ser evaluado.
- Se recomienda usar un regulador de intensidad lumínica en el consultorio, para tener un mayor control de la iluminación en el desarrollo del examen.
- También es importante tener en cuenta que los infantes tienen un control de la cabeza muy pobre y pueden limitar su capacidad para producir una respuesta óptima durante el test (Grenier, 1981.). Por lo tanto se recomienda mantener la cabeza en una buena posición, usando un “sentado en espera” o “acostado sobre a espalda” o que el padre o adulto responsable sostenga con sus manos la cabeza del bebé para minimizar los movimientos de esta.
- Antes de iniciar el examen revisar que todos los materiales para realizar el examen Baby Vision tales como: el punto reflectante, cinta adhesiva micropore, jabón líquido antibacterial, toallas húmedas para bebé, alcohol, se encuentren a la mano en el consultorio para facilitar la realización del examen.

ANEXOS

ANEXO 1. MAPA RESUMEN “PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS DEL BABY VISION”



ANEXO 2. PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS CLINICOS DE LA CLÍNICA DE OPTOMETRÍA PARA EL EXAMEN BABY VISION

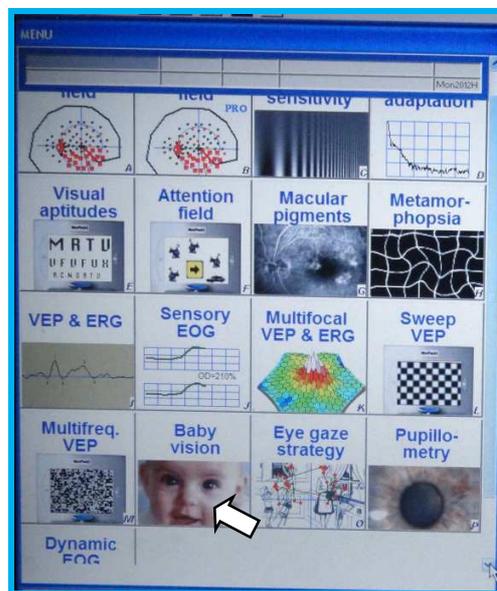


Clinica de Optometría

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CLÍNICA DE OPTOMETRÍA
 Institución Prestadora de Servicios de Salud
 Carrera 5 No. 59-A-44 Tel: 3488000 ext. 1537/38/42/43/56

PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS – BABY VISION	
MACROPROCESO: Atención a Usuarios	
PROCESO: Examen especial	
ACTIVIDAD: Electrofisiología	
PROCEDIMIENTO	Baby Vision
DEFINICIÓN	Test objetivo de mirada preferencial, que permite dar un estimado de la agudeza visual por medio del seguimiento visual.
POBLACIÓN OBJETO	Todo paciente infante que ingrese a la Unidad de Exámenes Especiales y sea menor a 18 meses de edad.
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Esta actividad la realiza personal capacitado como Optómetras y Estudiantes de Optometría que estén rotando en la Unidad de Optometría Pediátrica.
JUSTIFICACIÓN	Ayuda al examinador a orientar el procedimiento a realizar en el Examen Baby Vision para la toma de la agudeza visual, lo que permitirá tener fiabilidad y precisión en los resultados dando así un diagnostico confiable y certero También es una herramienta para investigaciones en epidemiología.
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	

1. Antes de iniciar el examen Baby Vision leer el manual de bioseguridad.
2. Verificar que los elementos sugeridos en el manual de bioseguridad, estén disponibles en el consultorio a la hora de realizar el examen Baby Vision.
3. Explicar de forma detallada y concisa al padre o el adulto responsable y al infante, sobre el procedimiento que se va a realizar.
4. Encender el equipo y hacer click en el icono de "Vision Monitor".
5. Se abrirá la ventana principal, del "Vision Monitor" donde se mostrarán los diferentes test representados por su icono correspondiente.



6. Hacer click en el icono Baby Vision.



7. Ingresar la identificación del paciente y el ojo que va a ser estimulado, haciendo click en
8. Limpiar con una toalla húmeda para bebé la frente del paciente.
9. Tomar un marcador con el cual se indicará en la frente la ubicación del punto reflectante.

10. Ubicar el punto reflectante con cinta micropore, aproximadamente a 10mm por encima de la posición vertical de los ojos y a igual distancia de ambos ojos.
11. Ubicar al paciente, cómodamente sentado en el regazo de un adulto, mirando de frente a la pantalla del sistema "MonPack 3".
12. La distancia desde los ojos a la pantalla del monitor debe estar entre el rango de 35 a 45 cm.
13. El programa inicia con la ventana "Installation" y presenta el estímulo vacilante en el centro de la pantalla para atraer la atención del paciente.
14. La fijación del paciente, los movimientos de la cabeza y la abertura palpebral debe ser monitoreada durante todo el examen.
15. Verificar la barra que indica la calidad de los resultados del análisis de la imagen de la cabeza.
16. Cuando la calidad sea satisfactoria, hacer click sobre el botón  or  o presione la tecla ENTER para iniciar la obtención de las respuestas.
17. El estímulo comenzara a moverse a lo largo de la dirección horizontal en el monitor de estimulación.
18. La obtención se puede detener por uno de los siguientes comandos: ingrese "S" en el teclado, haciendo click sobre el botón  or .
19. A continuación ingrese a la ventana "análisis" con los comandos para imprimir o guardar el resultado.
20. Los resultados son de acceso directo, al final de cada obtención o por memoria se almacenan en el disco.
21. Para guardar los resultados en el disco duro hacer click en el botón  el número de referencia del registro aparece en la parte superior de la pantalla. El signo verde cruzado sobre el botón indica que el resultado ha sido guardado.
22. El comando de "Print" permite la impresión de los resultados.
23. La hoja es expulsada automáticamente cuando esté llena o después de un cambio de nombre del paciente.
24. Utilizar la orden "Form feed" para imprimir la hoja antes de que esté llena.
25. Utilizar la orden " jump one space " si desea saltar un espacio, por ejemplo, para alinear los resultados cuando se tienen sólo 4 resultados.

PRINT

print result P
jump one space
form feed J

INDICACIÓN: Usted también puede imprimir los resultados directamente desde el menú de resultados.

ANOTACIÓN

Referencia de la escala visual.

Resolución espacial (arco de minuto)	Frecuencia espacial (CP.)	Agudeza visual
1	30	1.0 – 20/20
2	15	0.5 – 20/40
3	7.5	0.25 – 20/80
4	3	0.10 – 20/200

TABLA DE CONVERSIÓN DE AGUDEZA VISUAL

Agudeza Visual menores a 3 meses

Decimal	Pies (Snellen)
0,03	20/630
0,04	20/500
0,6	20/320
0,8	20/250
0,10	20/200
0,12	20/160
0,15	20/125
0,23	20/80
0,30	20/60
0,40	20/50

	<p>Agudeza Visual mayores a 3 meses</p> <table border="1" data-bbox="730 344 1200 931"> <thead> <tr> <th>Decimal</th> <th>Pies (Snellen)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,03</td><td>20/630</td></tr> <tr><td>0,04</td><td>20/500</td></tr> <tr><td>0,6</td><td>20/320</td></tr> <tr><td>0,8</td><td>20/250</td></tr> <tr><td>0,10</td><td>20/200</td></tr> <tr><td>0,12</td><td>20/160</td></tr> <tr><td>0,15</td><td>20/125</td></tr> <tr><td>0,23</td><td>20/80</td></tr> <tr><td>0,30</td><td>20/60</td></tr> <tr><td>0,40</td><td>20/50</td></tr> <tr><td>0,63</td><td>20/30</td></tr> <tr><td>0,80</td><td>20/25</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>20/20</td></tr> </tbody> </table>	Decimal	Pies (Snellen)	0,03	20/630	0,04	20/500	0,6	20/320	0,8	20/250	0,10	20/200	0,12	20/160	0,15	20/125	0,23	20/80	0,30	20/60	0,40	20/50	0,63	20/30	0,80	20/25	1,00	20/20
Decimal	Pies (Snellen)																												
0,03	20/630																												
0,04	20/500																												
0,6	20/320																												
0,8	20/250																												
0,10	20/200																												
0,12	20/160																												
0,15	20/125																												
0,23	20/80																												
0,30	20/60																												
0,40	20/50																												
0,63	20/30																												
0,80	20/25																												
1,00	20/20																												
<p>RECOMENDACIONES</p>	<p>Explicar al adulto responsable que este test no es invasivo, que se pone un punto reflectante en la frente del infante.</p> <p>El infante debe de estar acompañado por una persona adulta responsable.</p> <p>Si usa corrección óptica debe llevarla para el desarrollo del test.</p> <p>El infante debe ser evaluado en un estado de alerta. (Estados de vigilia 4 y 5. Brazelton, 1984).</p>																												
<p>OBSERVACIONES</p>	<p>No se encontraron evidencias.</p>																												
<p>BIBLIOGRAFÍA</p>																													
<p>BORRAS, R <i>et al.</i> Visión binocular. Diagnóstico y tratamiento. 2000.</p> <p>BUQUET, C <i>et al.</i>, Evaluation des capacites de discrimination spatiale des enfants nouveau-nes par la poursuite visuelle de stimulus structures.1992.</p> <p>BUQUET C. <i>et al.</i>, Evaluation of sensory visual development based on measures of oculomotor responses.1992.</p> <p>CAMACHO, M. Terapia y Entrenamiento Visual: Una visión integral. 2009.</p> <p>HARVEY, W. Peadiatric Optometry. 2004.</p>																													

KAUFMAN, P. Fisiología del ojo: aplicación clínica. España. 2003.

LENGYEL, D *et al.* Comparison between grating acuity measured by visual tracking and preferential looking in infants. 2003.

LENGYEL, D *et al.* The development of visual pursuit during the first months of life. 1998.

MERCHAN, M *et al.*, Agudeza visual de Snellen versus frecuencia espacial del test de mirada preferencial. 2010.

METROVISION. User's Manual Baby Vision. 2013.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL COLOMBIA. Conductas Básicas en bioseguridad. Resolución 02183 de 2004.

MINISTERIO DE SALUD COLOMBIA. Manual de Conductas Básicas en bioseguridad. 1997.

ROWE, F. Clinical Orthoptics. 2012.

RÜTSCHKE, A *et al.* Development of visual pursuit in the first 6 years of life. 2006.

WEINACHT, S *et al.* Visual development in preterm and full-term infants: A prospective masked study. 1999.

WRIGHT, K *et al.*, Handbook of pediatric Neuro-Ophthalmology. 2006

WOLFE, J *et al.* Sensation & Perception. 2010.

ELABORADO POR: Joana Ávila Tovar, Yenifer Castro Salinas. Agosto de 2013

REVISADO POR:

Elkin Sánchez Montenegro. Agosto de 2013
Director Clínica
Msc. en Epidemiología
Msc. en Salud Pública Visual
Especialista en Optometría Pediátrica

Coordinador Unidad
I.P.S. Clínica de Optometría. Agosto de 2013

APROBADO POR:

Elkin Sánchez Montenegro. Agosto de 2013
Director Clínica
Msc. en Epidemiología
Msc. en Salud Pública Visual
Especialista en Optometría Pediátrica

Firma y Sello

FECHA DE ELABORACIÓN: AGOSTO DE 2013

FECHA DE PRÓXIMA REVISIÓN: DICIEMBRE DE 2013

BIBLIOGRAFÍA

BORRAS, R *et al.* Visión binocular. Diagnóstico y tratamiento. 2000.

BUQUET, C *et al.*, Evaluation des capacites de discrimination spatiale des enfants nouveau-nes par la poursuite visuelle de stimulus structures.1992.

BUQUET C. *et al.*, Evaluation of sensory visual development based on measures of oculomotor responses.1992.

CAMACHO, M. Terapia y Entrenamiento Visual: Una visión integral. 2009.

HARVEY, W. Peadiatric Optometry. 2004.

KAUFMAN, P. Fisiología del ojo: aplicación clínica. España. 2003.

LENGYEL, D *et al.* Comparision between grating acuity measured by visual tracking and preferential looking in infants. 2003.

LENGYEL, D *et al.* The development of visual pursuit during the first months of life. 1998.

MERCHAN, M *et al.*, Agudeza visual de Snellen versus frecuencia espacial del test de mirada preferencial. 2010.

METROVISION. User's Manual Baby Vision. 2013.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL COLOMBIA. Conductas Básicas en bioseguridad. Resolución 02183 de 2004.

MINISTERIO DE SALUD COLOMBIA. Manual de Conductas Básicas en bioseguridad. 1997.

ROWE, F. Clinical Orthoptics. 2012.

RÜTSCHKE, A *et al.* Development of visual pursuit in the first 6 years of life. 2006.

WEINACHT, S *et al.* Visual development in preterm and full-term infants: A prospective masked study. 1999.

WRIGHT, K *et al.*, Handbook of pediatric Neuro-Ophthalmology. 2006

WOLFE, J *et al.* Sensation & Perception. 2010.