

## EVALUACIÓN DEL DESARROLLO NEUROCOGNITIVO IMPLEMENTADO MEDIANTE UN SISTEMA COMPUTARIZADO DE PRUEBAS PSICOMÉTRICAS

Autores: Niurka Carlos Pías, José Luis Fernández Yero, René Robaina Álvarez, Miguel Ángel Álvarez.

Centro de Inmunoensayo. Calle 134 y Ave 25 Reparto Cubanacan.  
Ciudad de la Habana. Cuba  
email: inprogram1@cie.sld.cu

### RESUMEN

El tamiz neonatal conduce a la evaluación ulterior del desarrollo neurocognitivo de los casos diagnosticados. Con vistas a facilitar la ejecución e interpretación de las pruebas psicométricas nuestro equipo desarrolló, para ese propósito, un sistema computarizado inicialmente orientado a la evaluación de los niños con Hipotiroidismo Congénito y más recientemente ampliado con pruebas orientadas a la evaluación de los niños afectados con Fenilcetonuria. El sistema está diseñado para lograr una fácil interrelación con el paciente, teniendo en cuenta su edad. Comprende actualmente nueve pruebas para evaluar: atención concentrada, atención sostenida (simple y compleja), tiempos de reacción (simple y complejo), estimación del movimiento anticipado, la memoria visual y dos pruebas de ejecutividad (Stroop y Wisconsin). Un estudio inicial de 220 niños sanos, permitió ajustar la metodología y establecer los criterios de normalidad. Este sistema se ha introducido al programa cubano de tamiz neonatal. La utilización de las pruebas en un formato automatizado ha demostrado una mayor confiabilidad dada una mayor objetividad en las mediciones y sensibilidad para la detección de alteraciones finas, no bien apreciables con los métodos tradicionales.

**Palabras Claves:** desarrollo neurocognitivo - sistemas de computación para evaluación del desarrollo neurocognitivo.

### ABSTRACT

The newborn screening implies the further evaluation of cognition in the diagnosed cases. With the objective of facilitating the execution and interpretation of these tests, our team developed a computer system initially guided to the evaluation of children with Congenital Hypothyroidism, and more recently extended to the evaluation of children affected with Phenylketonuria. The system was designed to facilitate the interrelation with the patient taking into account his age. The system comprises nine tests to evaluate the cognitive processes of high risk: visual memory span, concentrated attention, sustained attention, reaction time, estimation of movement, and two other executive tests (Stroop and Wisconsin). An initial study of 220 healthy children, allowed us to adjust the methodology and to establish the approaches of normality. The system has been in the national program of newborn screening. The use of the tests in an automated format has demonstrated a higher reliability because of a greater accuracy in measurements, and a better sensibility for the detection of changes which are not detected by traditional methods.

**KeyWords:** : cognitive development - computing systems for cognitive development.

## 1. INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios realizados en niños con hipotiroidismo congénito (HC) tratados precozmente demuestran que aunque los cocientes de inteligencia de estos niños están en rangos normales, existen dos tipos de factores de riesgo para el desarrollo intelectual óptimo de estos niños, los relacionados con la severidad de la enfermedad y con el tratamiento[1],[2]. Estos factores provocan déficit en áreas como los procesos de atención, percepción visuo-espacial, coordinación óculo motriz y algunas manifestaciones de memoria a corto plazo que no son detectadas fácilmente por el médico, familiares o maestros, lo que puede comprometer su rendimiento académico futuro.

Atendiendo a la necesidad de poseer un instrumento diagnóstico para la evaluación neurocognitiva de los déficit subclínicos en niños y adolescentes (de 7 a 13 años) con hipotiroidismo congénito que han sido tratados precozmente[3],[4], se ha diseñado la batería computarizada de pruebas psicológicas SESH, que está compuesta por siete pruebas para evaluar los siguientes procesos: "span" o amplitud de memoria visual, atención concentrada, atención sostenida (simple y compleja), tiempos de reacción (simple y complejo), estimación del tiempo, test de stroop y sorteo de cartas de wisconsi. Se ha pretendido que sea sencillo, flexible y de presentación agradable para los niños.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### *Descripción de las pruebas del SESH*

#### • **Atencion Concentrada**

Para evaluar la concentración de la atención, se decidió después de un análisis de la extensa literatura existente, seleccionar uno de los modelos más clásicos. El modelo de atención concentrada de Tolouse y Pieron ha probado ser una medida consistente de la capacidad para evaluar la concentración de la atención y con un alto poder discriminatorio entre grupos de interés clínico. La prueba "consiste en distinguir y tachar lo más rápidamente posible ciertos signos mezclados con otros con los cuales pueden confundirse fácilmente"

#### *Descripción de la tarea de atención concentrada.*

La versión que se ofrece el SESH ha normalizado tres fases: en la primera fase no se trata de tachar un solo tipo de símbolo sino dos, en la segunda fase se utilizan dos símbolos nuevamente, pero con la particularidad de que uno de esos símbolos se haya incluido en la primera fase de la prueba. Lo esencial

de la prueba es la comparación del trabajo cuantitativa y cualitativamente en ambas fases.

Los resultados finales se informan a través de las siguientes variables: Marcas correctas, Marcas incorrectas. Omisiones Tiempo empleado, Índice de Atención.

#### • **Atencion Sostenida**

La capacidad para mantener la atención durante un período prolongado de tiempo ante estímulos monótonos es una de las funciones principales de la atención. El déficit de esta función ha sido demostrado consistentemente en niños con hipotiroidismo congénito tratados precozmente así como en otras condiciones metabólicas en las que el Sistema nervioso central se encuentra afectado [6]. El sujeto debe monitorear una serie larga de estímulos y responder manualmente al estímulo diana que se ha determinado previamente. El SESH presenta dos formas de evaluar la atención sostenida: la simple y la compleja.

#### *Descripción de la tarea de Atención sostenida.*

Consiste en presentar una tarea eminentemente monótona de detección de un blanco distribuido al azar dentro de una secuencia de distractores, lo que se vivencia como aburrido. La naturaleza continua de la ejecución radica en que el sujeto tiene que monitorear constantemente la secuencia de estímulos para emitir o inhibir una respuesta.

Los resultados generales se muestran a través de las siguientes variables: Cantidad, Tiempo de reacción promedio, Reacciones no esperadas, Omisiones, Reacciones apresuradas, Índice de atención.

Los resultados por bloques se informan a través de las variables que se citan a continuación: Correctas, Incorrectas, Omisiones, Índice de atención.

#### • **Amplitud De Memoria Visual**

La amplitud de memoria visual es una de las medidas de memoria más estrechamente relacionadas con la atención. El "span" o amplitud de memoria visual es una de las medidas objetivas de la evocación en la memoria a corto plazo o memoria de trabajo por lo que es ampliamente empleada en la neuropsicología cognitiva. Suele definirse por el número de estímulos que somos capaces de repetir inmediatamente después de su presentación (Trápaga, M.,2002).

#### *Descripción de la tarea Amplitud de Memoria Visual.*

Consiste en una serie de ocho círculos distribuidos en la pantalla de igual forma que están distribuidos espacialmente los cuadrados de Wechsler.

Los círculos que se presentan se van iluminando progresivamente, en el ítem 1 se iluminan dos círculos en ambos ensayos, en el ítem 2 se iluminan tres círculos y así sucesivamente hasta llegar a completar en el ítem 7 los ocho círculos. La puntuación máxima es 14 como en la prueba original, pero con la diferencia que en la versión computarizada se obtiene el tiempo promedio de ambas secuencias (ms), que demora en responder el sujeto en cada ítem.

Los resultados se informan por las siguientes variables: Cantidad máxima recordada, Puntuación, Tiempo promedio, Puntuación de cada secuencia.

#### • Estimación Del Tiempo

Una de las formas más difundidas de evaluar la estimación del tiempo es a través del llamado Efecto Túnel, un conocido fenómeno dentro de los estudios de la percepción. Con esta prueba se evalúa la percepción de una duración a partir de criterios de velocidad y, por tanto, operaciones perceptuales elementales de organización espacio-temporal.

La razón por la que se incluye esta prueba en el SESH es debido a que el cerebelo es particularmente sensible a la deficiencia de hormonas del tiroides en su neurogénesis, y por lo tanto las funciones cognitivas reguladas por esta estructura cerebral deben ser evaluados en los niños con hipotiroidismo congénito.

#### *Descripción de la tarea Estimación del Tiempo.*

La prueba está basada en este fenómeno, simulando dicho efecto, pues el sujeto conserva la sensación de que el objeto continúa su movimiento aún cuando no lo percibe, pues se ha ocultado tras otro. Consiste en una flecha blanca que se mueve de izquierda a derecha en la pantalla, ocultándose detrás de una pared roja. El sujeto debe responder oprimiendo la barra espaciadora cuando considere que la flecha está a punto de salir por detrás de la pared.

Los resultados son informados a través de las siguientes variables: Cantidad de reacciones en rango, Cantidad de reacciones fuera de rango, Reacciones no esperadas, Omisiones.

#### • Tiempo de Reacción

El tiempo de reacción es una medida importante que ha sido empleada para estudiar numerosos procesos sensoriales o mentales.

Se distinguen básicamente dos tipos de tiempo de reacción: el tiempo de reacción simple (TRS) y el tiempo de reacción discriminativo o tiempo de reacción complejo (TRC).

El TRS consiste en la presentación al sujeto de un estímulo simple al cual debe responder presionando

una tecla lo más rápidamente posible cada vez que él aparezca, se programan generalmente entre veinticinco y treinta ensayos. En el caso del TRC se demandan dos operaciones más, una discriminación entre estímulos y una selección entre respuestas.

#### *Descripción de la tarea Tiempo de Reacción Simple.*

La prueba para medir tiempo de reacción simple en SESH, se trata de una serie de 30 círculos blancos que aparecen y desaparecen en la pantalla. El sujeto debe oprimir la barra espaciadora lo más rápido que le sea posible, cada vez que se presente un círculo. Se trata evidentemente de una tarea de estímulo - respuesta en la que se mide el tiempo en que es llevada a cabo la respuesta una vez presentado el estímulo.

#### *Descripción de la tarea Tiempo de Reacción Complejo.*

La prueba consiste en una serie de 30 círculos rojos y verdes presentados en pantalla aleatoriamente de acuerdo al color y al tiempo de presentación entre un estímulo y otro. El sujeto debe responder oprimiendo una tecla para un tipo de estímulo (círculo rojo - tecla Alt) y otra tecla para el otro estímulo (círculo verde - tecla Ctrl).

Los resultados se informan a través de las siguientes variables: Cantidad de reacciones en rango, Cantidad de reacciones fuera de rango, Reacciones no esperadas, Omisiones, Reacciones invertidas (para la prueba compleja).

#### • Test de Stroop

Esta prueba mide la capacidad de un sujeto para abolir un tipo de respuesta ante un estímulo y dar la respuesta apropiada según el contexto.

Los colores no tienen un acceso privilegiado a la información semántica pero sí a un sistema independiente de procesamiento de colores. Se ha señalado que la facilitación y la interferencia pueden estar causadas por diversos mecanismos y que los elementos de distracción se procesan de forma diferente según estén lejanos o cercanos al punto de fijación.

#### *Descripción de la tarea Test de Stroop.*

Durante la ejecución de esta prueba se muestra y oculta un texto en el centro de la pantalla. Este texto se mantiene visible durante un tiempo determinado y oculto un tiempo aleatorio para evitar la preparación del sujeto mediante una estimación del tiempo. El sujeto debe reaccionar presionando una tecla tan rápido como pueda cada vez que se muestre el texto con alguno de los colores preestablecidos.

Los resultados se informan a través de las siguientes variables: Cantidad de reacciones correctas, Tiempo Promedio. Desviación Standard. Reacciones no esperadas,. Omisiones.

#### • Sorteo de Cartas de Wisconsin

Esta prueba mide la capacidad de un sujeto para identificar categorías abstractas y su capacidad para dar una respuesta adecuada según el contexto.

Los resultados deficientes en este test pueden ser debidos a diferentes tipos de déficit intelectuales; la dificultad para formar conceptos es habitual en pacientes con lesiones de los lóbulos frontales, especialmente si la lesión está localizada en la región dorsolateral prefrontal.

*Descripción de la tarea Sorteo de cartas de Wisconsin.*

Durante la ejecución de esta prueba se van presentando en la pantalla unas cartas consecutivamente. También en dicha pantalla se presentan 4 cartas patrones fijas. El sujeto debe agrupar las cartas de acuerdo a una categoría (número, color o figura). El examinado debe deducirlo por las respuestas que da el sistema. Por ejemplo: si el principio de agrupamiento es color, al mostrarse cualquier tarjeta con figuras en rojo se debe dar clic sobre la tarjeta patrón que presenta el triángulo rojo.

Los resultados se informan a través de las siguientes variables: Cantidad, Tiempo Promedio, Desviación Estándar, Errores, Errores por Perseveración, Categorías alcanzada, Omisiones.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso y configuración de las pruebas

#### • Amplitud de Memoria Visual

La prueba es ejecutada mediante un interfaz de fácil comprensión, tal como muestra la figura 1.

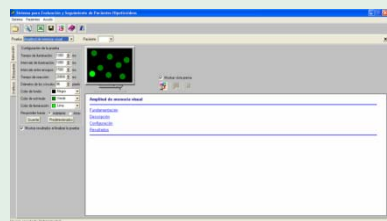


Figura 1. Prueba de amplitud de memoria visual

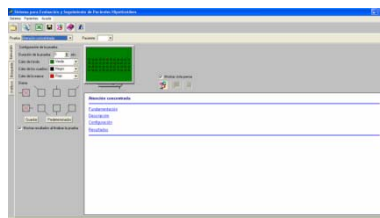


Figura 2. Prueba de atención concentrada.

#### • Atencion Sostenida

La figura 3 muestra la interfaz para esta prueba con un diseño que cumple los requerimientos generales de las anteriores.

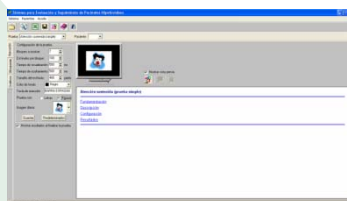


Figura 3. Prueba de atención sostenida simple.

#### • Estimación del Tiempo

La figura 4 muestra la interfaz para esta prueba, puede observarse el área roja (denominada pared) y la flecha blanca que estará en movimiento en el momento de la ejecución de la prueba.

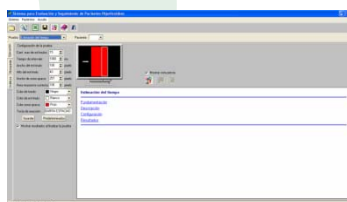


Figura 4. Prueba de estimación del tiempo.

#### • Tiempo de Reacción

La interfaz para esta opción es mostrada en la figura 5 donde puede apreciarse el uso de un solo estímulo de color blanco (círculo).

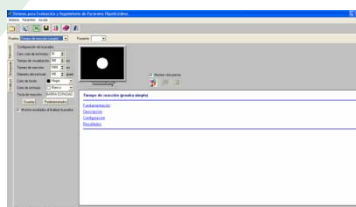


Figura 5. Prueba de tiempo de reacción simple.



• **Validación:**

La capacidad discriminatoria del SESH se validó contra dos grupos contrastantes: Grupo 1 : De alto rendimiento cognitivo atencional . Estudiantes de excelente rendimiento académico. Grupo 2 : Niños con déficit de atención con y sin hiperactividad . Los resultados de ambos grupos presentaron valores contrastantes significativamente diferentes.

• **Confiabilidad:**

Se hizo el cálculo de la confiabilidad test retest en 30 niños sanos, durante un período de 90 días. Todos los coeficientes obtenidos fueron significativos.

• **Uso clínico:**

Se utiliza en las siguientes enfermedades, síndromes y condiciones: Hipotiroidismo congénito, Síndrome de inatención con y sin Hiperactividad, Epilepsia, Efecto de la enfermedad y del tratamiento sobre la cognición, Efecto de cirugía estereotáxica sobre procesos cognitivos, Evaluación de la cognición para el diagnóstico diferencial del aprendizaje.

El SESH Ver 1.1 ha sido registrado en el Centro de Control Estatal de Equipos Médicos [5] bajo el número de inscripción I 0010232761200.

#### 4. CONCLUSIONES

El SESH constituye una herramienta adecuada para la exploración de las áreas básicas cognitivas y la evaluación del desarrollo del sistema nervioso de los niños detectados en el programa nacional de niños con hipotiroidismo congénito. Se aplica a la evaluación de niños con otras enfermedades que comprometen el normal desarrollo del sistema nervioso. El sistema controla la eficiencia del pesquiasaje y tratamiento al monitorear regularmente algunos indicadores del desarrollo del sistema nervioso. El SESH se encuentra instalado en la red nacional de atención a niños con posible afectación del desarrollo neurocognitivo, con laboratorios en todas las provincias de Cuba.

#### REFERENCIAS

[1] Álvarez MA, Guell R, Pérez H, Robaina R, Fdez Yero JL. Evaluación neuropsíquica de niños diagnosticados en el programa nacional de Detección precoz del Hipotiroidismo Congénito. Rev. End. 1989; 1:68-72

[2] Álvarez MA, Guell R, González J, Seuc A, Pérez H, Robaina R, Fdez Yero JL. Neuropsychological development during the first two years in children with congenital hypothyroidism screened at birth: the Cuban experience screening 1992; 1:167-173.

[3] Álvarez MA, Carvajal F, Renón A, Pérez C, Olivares A, Rodríguez G, Álvarez V. Differecnial effect of fetal, neonatal and treatment variables on neurodevelopment in infants with congenital hypothyroidism. Horm Res. 2004; 61(1):17-20.

[4] Álvarez MA, Carvajal F, Pérez C, Olivares A, Fernández JL, Robaina R, Bencomo F, Álvarez R. Pronóstico de la cognición en el hipotiroidismo congénito tratado precozmente. Hipótesis del doble efecto. Rev. Neurol, 38(6):513-517, 2004.

[5] Centro Control Estatal de equipos Médicos CCEEM <http://www.eqmed.sld.cu>. Último acceso: 10 diciembre 2009

[6] Kooistra L, Van der Meer JJ, Vulsma T, Kalverboer AF,. Sustained attetion problemns in children with early treated congenital hypothyroidism. Act Pediatr 1996; 85:425-9