

Evaluación de procesos atencionales y funciones ejecutivas en niños con trastorno de la atención con hiperactividad

Guadalupe Morales Avendaño

Sergio Meneses Ortega*

*** Instituto de Neurociencias, Universidad de Guadalajara.**

Calz. San Juan 1521 - 8, Colonia Ciudad Granja, Zapopan, Jal.
04100, Guadalajara-México. Tel/Fax: (0133) 36-47-77-76,
E-Mail: smeneses@hotmail.com

Resumen

Evalúamos variaciones en el nivel de alertamiento, la atención dividida, la atención visoespacial y el control ejecutivo en un grupo de niños diagnosticados con trastorno de la atención con hiperactividad (TAH) y comparamos su ejecución con la de un grupo de niños sin trastornos de la atención. Los resultados revelan que los niños con TAH presentan alteraciones en el nivel de alertamiento, que se manifestaron por la presencia de un menor porcentaje de aciertos, un mayor número de errores y de omisiones. En la ejecución de la prueba Stroop, que evalúa procesos relacionados con la atención dividida, los niños con TAH también presentaron una menor cantidad de aciertos; en cambio, en la tarea de atención visoespacial no se presentaron diferencias entre los grupos. Finalmente, el control ejecutivo se encontró alterado en los niños con TAH, presentando un menor porcentaje de aciertos, un mayor número de errores, un mayor número de respuestas perseverativas y un bajo nivel de respuestas en lo conceptual.

Concluimos que los procesos de la atención que dependen del funcionamiento de los lóbulos frontales son los que se encuentran afectados en los pacientes con trastorno de la atención con hiperactividad, mientras que la atención visoespacial, cuyos mecanismos neuronales dependen de la integridad de los lóbulos parietales y de su relación con estructuras subcorticales, como el núcleo pulvinar y el colículo superior, se encuentran conservados.

Palabras claves:

Alertamiento, atención visuo-espacial, atención enfocada, atención dividida, prueba stroop, prueba de categorización Wisconsin, corteza prefrontal.

Summary

We have evaluated awareness level variations, divided attention, visuospatial attention and executive control of a group of children diagnosed with hyperactive attention deficit disorders (ADHD) and we have compared their execution with that of a group of children with no attention disorders. The results have revealed that the ADHD children show awareness level alterations, that resulted from the presence of a smaller percentage of successful trials, a greater number of errors and omissions. As we administered the Stroop test, that evaluated the process related to divided attention, the ADHD children also showed a smaller amount of successful trials; conversely, there were no differences between the groups as the visuospatial attention task was performed. Finally, it was found that executive control was altered in the ADHD children, who showed a smaller percentage of successful trials, a greater number of errors, a greater number of perseverative responses and a great number of failures to maintain set.

We have concluded that the attention processes that depend on the function of the frontal lobes are affected in hyperactivity-attention-

disorder patients, while visuospatial attention, whose neuronal mechanisms depend on the integrity of the parietal lobes and their relationship with sub-cortical structures, such as the pulvinar nucleus and the superior colliculus, is preserved.

Key words: Viso-spatial attention, focal attention, divided attention, Stroop's test, WCST, prefrontal cortex.

Introducción

Diversos autores han propuesto que la Atención está constituida por distintos subprocesos (Parasuraman, 1998; Pósnér, 1990; Mirsky, 1987), y con base en esto, se han desarrollado distintas clasificaciones. Una primera distinción que surge de este análisis nos permite diferenciar dos procesos: por una parte, el nivel de alertamiento, que determina la capacidad de responder a eventos ambientales, y por otra, un estado en el que la atención está claramente orientada hacia la selección y procesamiento de determinados estímulos del ambiente, denominado atención selectiva (Meneses, 2001).

Estos subprocesos dependen de circuitos neuronales que tienen componentes distribuidos en diversas regiones del sistema nervioso central. Por ejemplo, el nivel de alertamiento depende de grupos neuronales ubicados en regiones del tallo cerebral, así como también de sistemas talámicos que envían proyecciones difusas sobre amplias regiones corticales y subcorticales (Moruzzi, 1949; Marrocco, 1994). Por su parte, la atención selectiva

depende de mecanismos ubicados en los núcleos de relevo talámicos y en diversas estructuras corticales (LaBerge, 1990; Woldorff, 1993).

Los sistemas neuronales que se encuentran ligados a la atención están ampliamente distribuidos en el sistema nervioso central, lo cual origina que los procesos que la constituyen se vean alterados por lesiones que afectan distintas regiones cerebrales. Los trastornos de la atención dependen también de factores genéticos, los cuales subyacen en las alteraciones neuroanatómicas y neuroquímicas observadas en dichos pacientes (Pauls, 1991; Riccio, 1993). En virtud de lo anterior, se ha propuesto que los pacientes con trastornos de la atención pueden diferir entre sí, tanto en su etiología como en los síntomas conductuales que presentan, y por ello se ha propuesto su clasificación en distintos subtipos (Dykman, 1993).

En el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-IV) (American Psychiatric Association, 1994) se proponen tres subtipos del trastorno por déficit de atención con hiperactividad, tomando en consideración el patrón sintomático predominante durante los seis meses previos al diagnóstico:

- a) el tipo con predominio hiperactivo-impulsivo;
- b) el tipo con predominio del déficit de atención;
- y c) el tipo combinado.

El trastorno de la atención con predominio hiperactivo-impulsivo muestra una gran prevalencia y se caracteriza porque las personas afectadas presentan dificultades en mantener la atención, tienen un elevado nivel de actividad

en situaciones claramente inapropiadas, son incapaces de inhibir dicha actividad ante una solicitud expresa, y frecuentemente se acompaña por otros síntomas conductuales como impulsividad y baja autoestima. En conjunto, estos síntomas interfieren en el desempeño escolar, social y laboral propio del nivel de desarrollo del individuo (American Psychiatric Association, 1994).

En diversos trabajos se ha demostrado que los niños diagnosticados con trastornos de la atención con hiperactividad presentan una pobre ejecución en un amplio rango de funciones cognitivas (Gorenstein, 1989; Cáster, 1995; Ben-Artsy, 1996). Sin embargo, en varios de estos trabajos se han utilizado tareas que no fueron diseñadas específicamente para evaluar los subprocesos que constituyen la atención o éstas han sido aplicadas de manera aislada. Por tal motivo, en este trabajo nos interesó evaluar a niños diagnosticados con TAH, mediante tareas que nos permiten valorar distintos elementos que integran al proceso de la atención, con el fin de determinar cuáles son los subprocesos que se encuentran afectados y en qué grado se presentan las alteraciones.

En este trabajo nos enfocamos en la evaluación de cuatro subprocesos de la atención:

- 1) el nivel de alertamiento y la capacidad que presentan los niños para mantenerse en ese estado, conforme transcurre el tiempo;
- 2) la atención espacial hacia distintas regiones del campo visual, así como la capacidad para orientar y cambiar el foco de atención ante la presencia de pistas visuales;

3) la atención dividida, que revela dos operaciones disociables, la primera, relacionada con el procesamiento automático de la información, y la segunda, con el procesamiento no automático o controlado; y 4), las funciones ejecutivas, que nos permiten evaluar factores relacionados con la interferencia, la elaboración de estrategias, el mantenimiento de las mismas y la capacidad de cambio. Sería de esperar que el tipo de alteraciones de la atención que presentaran los pacientes diagnosticados con TAH dependiera de cuál o cuáles circuitos neuronales se encuentren afectados, o incluso, para un mismo proceso (e.g. el alertamiento), las alteraciones que se presenten tendrán manifestaciones particulares, dependiendo de cuál es el nodo de la red afectado. Esto ha sido propuesto y demostrado por Pósnér(1992) para el caso de la atención visoespacial.

Nuestros resultados tienen claras implicaciones sobre los datos que han sido reportados en niños con TAH.

Método

a) Sujetos

Nuestra muestra estuvo conformada por 15 niños con TAH (12 niños y 3 niñas), con un rango de edad entre 9 y 11 años, los cuales fueron captados de un consultorio privado, especializado en Neurología Pediátrica, donde fueron evaluados y diagnosticados por una pediatra, con base en los criterios diagnósticos del DSM-IV. Además, en

todos los casos se administró la escala Connors para padres y maestros, y el WISC-RM.

Los criterios de inclusión para el grupo de niños con TAH fueron: a) Cumplir con los criterios diagnósticos del DSM-IV para el trastorno de atención, con predominio de hiperactividad-impulsividad; b) tener un puntaje mayor de 15 en la escala Connors para padres y maestros; c) un cociente intelectual (CI) mayor o igual a 90, de acuerdo con la Escala del WISC-RM, y d) no haber recibido tratamiento farmacológico.

El grupo control estuvo constituido por 15 niños que cumplieron con los siguientes criterios: a) Presentar menos de 6 síntomas de inatención y menos de 6 síntomas en las áreas de hiperactividad-impulsividad; b) un puntaje menor de 15 en la escala Connors para padres y maestros; c) un CI mayor o igual a 90 en el WISC-RM, y d) no presentar problemas conductuales en la escuela.

Todos los niños eran diestros, sin antecedentes de haber sufrido traumatismos craneo-encefálicos y sin la presencia de alteraciones neurológicas.

Del número total de niños evaluados en el grupo con TAH, solamente 10 cumplieron con los criterios requeridos para nuestro estudio. Cada niño con TAH fue pareado con un sujeto normal, de acuerdo con su edad, sexo y CI. Las características de cada grupo se reportan en la *tabla 1*.

Tabla 1. Datos descriptivos de los grupos con TAH y control. Se ilustra la media y el error estándar de la edad, los puntajes en la escala Conners y en las subescalas del WISC-RM.

GRUPO	EDAD	ESCALA CONNERS		WISC-RM	Ejecución	Total
		Padres	Maestros	Verbal		
TAH n= 10	10.1 ± 0.3	16.5 ± 1	16.1 ± 0.9	121 ± 5	114 ± 4	119 ± 5
CONTROL n=10	10.3 ± 0.3	10 ± 2	9.2 ± 2.4	131 ± 6	119 ± 4	128 ± 4

b) Procedimiento

Para la aplicación de las tareas conductuales empleamos una computadora tipo PC. Los niños se colocaron a 50 cm de distancia del monitor en donde les fueron presentados los estímulos. Las respuestas se dieron en un ratón de computadora que consta de dos botones.

A los sujetos les indicamos que permanecieran relajados, con la mirada fija en un punto que se localizaba en el centro de la pantalla, que colocaran el dedo índice y medio de su mano derecha sobre los botones del ratón, y que dieran sus respuestas con la mayor precisión y rapidez posible.

Cada sujeto ejecutó seis tareas diferentes, las cuales fueron contrabalanceadas entre los distintos sujetos, manteniendo el mismo orden de presentación entre cada niño del grupo con TAH y su control.

Las tareas que aplicamos fueron las siguientes:

1. Pruebas de ejecución continua (CPT) (Rosvold y Mirsky, 1956).- Estas tareas las

empleamos para evaluar cambios en el nivel de alertamiento a lo largo del tiempo. Aplicamos dos variantes de estas tareas, denominadas CPT_X y CPT_{AX}.

En la prueba de ejecución continua CPT_X, presentamos 450 estímulos en el monitor de la computadora. Estos estímulos fueron los números del 0 al 9. Cada estímulo se presentó de manera aleatoria, con una duración de 100 msec, y un intervalo inter-estímulo variable entre 1 y 3 seg.

Ante la presentación del número 0, que se presentó con una probabilidad del 20%, los sujetos debían responder oprimiendo el botón del lado derecho del ratón, mientras que, ante la presentación de los otros números, debían de responder con el botón izquierdo del ratón.

La tarea tuvo una duración de 15 minutos.

Para el caso de la variante CPT_{AX}, presentamos las letras A a la Z, con la misma duración e intervalo descrito en el caso de la CPT_X. La respuesta del sujeto consistió en oprimir el botón izquierdo del ratón ante la presentación de la letra X, siempre y cuando ésta hubiera sido precedida por la letra A.

La secuencia de presentación de las letras fue aleatoria y la probabilidad de ocurrencia del estímulo-prueba fue del 20%. La duración de la tarea fue de 15 min.

Con el fin de evaluar las variaciones en el nivel de alertamiento durante el transcurso de las pruebas, analizamos la ejecución en 6 bloques de 2.5 min cada uno.

Las variables que analizamos en estas tareas fueron: a) El número de aciertos, que fueron las respuestas dadas al estímulo blanco; b) el número de errores, cuando el sujeto emitió la respuesta al estímulo con el botón contrario; c) el número de omisiones, cuando el sujeto no oprimió el botón después de la presentación del estímulo; d) el tiempo que tardó el sujeto en dar la respuesta, a partir de la presentación del estímulo (tiempo de reacción); e) el índice A', que refleja la habilidad para detectar el estímulo blanco; y f) el índice B', que refleja la tendencia o el sesgo en las respuestas del sujeto.

2. Prueba de Atención Visoespacial (Pósner, 1980).- En esta tarea los sujetos debían detectar y señalar el sitio en el que se presentó un estímulo sin significado lingüístico (un asterisco).

Cada ensayo inició con la presentación de un punto de fijación en el centro de la pantalla; posteriormente, se presentó un estímulo visual que le indicaba al sujeto el sitio en el que se presentaría el estímulo-prueba, y 800 mseg después

de la presentación de la pista, se presentó el estímulo-prueba. La respuesta del sujeto consistió en oprimir el botón izquierdo del ratón si el estímulo-prueba aparecía al lado izquierdo del punto de fijación, o el botón derecho si el estímulo se presentaba al lado derecho de la pantalla.

La duración de cada uno de los estímulos visuales fue de 100 mseg y el intervalo entre cada ensayo fue de 1.5 seg. La tarea estuvo constituida por la presentación de 200 ensayos.

A lo largo de la tarea presentamos de manera aleatoria tres tipos de ensayos: a) ensayos sin pista, en los cuales no se le informaba al sujeto el sitio en el que se presentaría el estímulo prueba; b) ensayos con pista válida, aquéllos en los que el estímulo-prueba se presentó en el sitio que fue señalado por la pista; y c) ensayos con pista no válida, cuando el estímulo-prueba se presentó en el lado contrario al que indicó la pista.

Los ensayos con pista válida se presentaron con una probabilidad del 80%, y los ensayos con pista no válida o sin pista se presentaron con una probabilidad del 10% cada uno de ellos.

La tarea de atención visoespacial tiene dos modalidades: la primera, denominada pista periférica, y la segunda, pista central. En la prueba con pista periférica, el estímulo que señala el sitio en que se presentará el estímulo-prueba consiste en un recuadro de color verde que se presenta en el

lugar donde aparecerá el estímulo-prueba (a 5 grados del punto de fijación). En el caso de la tarea con pista central, la pista consiste en una flecha que se presenta en el centro de la pantalla y cuya punta señala hacia el lado en donde aparecerá el estímulo-prueba.

En ambas tareas, las variables que evaluamos fueron el porcentaje de aciertos y el tiempo de reacción para cada tipo de ensayos.

3. Prueba de atención dividida. - Este tipo de atención lo evaluamos con la prueba Stroop (1935). Esta tarea consistió en la presentación individual de las palabras *verde*, *azul*, *rojo* y *amarillo*. Algunos estímulos estaban escritos con el mismo color que denominan, por ejemplo, la palabra *rojo* escrita en color *rojo* (estímulos congruentes), o con un color distinto al que denominan, por ejemplo, la palabra *rojo* escrita en color *azul* (estímulos incongruentes).

Les presentamos a los sujetos 200 de éstos estímulos en el monitor de la computadora, centrados y de manera individual. La duración de cada estímulo fue de 200 mseg y el intervalo inter-estímulos fue de 1.5 seg. La secuencia de presentación de estímulos congruentes e incongruentes fue de manera aleatoria, y la probabilidad de ocurrencia de cada uno fue de 0.5.

La respuesta del sujeto consistió en oprimir el botón derecho del ratón, si el estímulo era una palabra congruente, o en oprimir el botón izquierdo si era una palabra incongruente.

Las variables conductuales que evaluamos fueron: el número de aciertos, el número de errores, el número de omisiones y el tiempo de reacción para las palabras congruentes e incongruentes.

4. Tarea de categorización (Wisconsin Card Sorting Test). - Las funciones ejecutivas las evaluamos mediante la prueba de categorización de cartas de Wisconsin (Heaton, 1981). En esta tarea presentamos cuatro cartas en la parte superior de la pantalla, colocadas de izquierda a derecha en el siguiente orden: una carta con un triángulo de color rojo, una carta con dos estrellas de color verde, la tercera fue una carta con tres cruces de color amarillo, y la última, una carta con cuatro círculos de color azul.

En cada ensayo aparecía, en la parte inferior del monitor, una carta que el sujeto podía clasificar de acuerdo con tres características: el color (rojo, verde, amarillo o azul), el número (uno, dos, tres o cuatro símbolos), y el tipo de símbolo (triángulos, círculos, cruces o estrellas).

Después de que el sujeto daba su respuesta, colocando el cursor sobre la carta seleccionada recibía realimentación auditiva y visual sobre su ejecución. Si la respuesta no era la correcta, se le presentaron tres equis (XXX) en la parte superior de la pantalla, acompañadas de un estímulo auditivo consistente en un tono de 4 kHz. En caso de que la selección fuese correcta se presentaron tres símbolos de acierto (VVV), acompañados por un tono de 2 kHz.

A los niños no les proporcionamos información acerca del criterio de clasificación, sino que ellos debían deducirlo a partir de la realimentación que recibían. Cuando el sujeto emitía 10 respuestas correctas en uno de los criterios (color, número o símbolo), el criterio de clasificación se cambiaba automáticamente sin informarle al sujeto. Los criterios de clasificación correctos se presentaron en el siguiente orden: color, forma, número, color, forma y número.

La tarea terminaba cuando el sujeto completaba las 60 respuestas correctas o cuando se alcanzaban 120 ensayos.

Las variables conductuales que analizamos en esta tarea fueron: a) el número total de ensayos necesarios para terminar la tarea; b) el número de respuestas correctas; c) el número de errores; d) el número de respuestas perseverativas (cuando el niño persiste en responder a un estímulo que es incorrecto; e) el número de respuestas de tipo conceptual (cuando se presentaron tres o más respuestas correctas consecutivas en una categoría); f) el número de fracasos en mantener la organización (cuando el sujeto, después de realizar cinco respuestas correctas, cometió un error).

Análisis estadístico

Con el propósito de determinar si los datos tenían una distribución normal y con ello el tipo de prueba estadística que se debía utilizar, a cada una de las variables analizadas le aplicamos la prueba de Lilliefors. En las variables que presentaron

una distribución normal, utilizamos pruebas paramétricas, y en las variables que no presentaron distribución normal, empleamos pruebas no paramétricas.

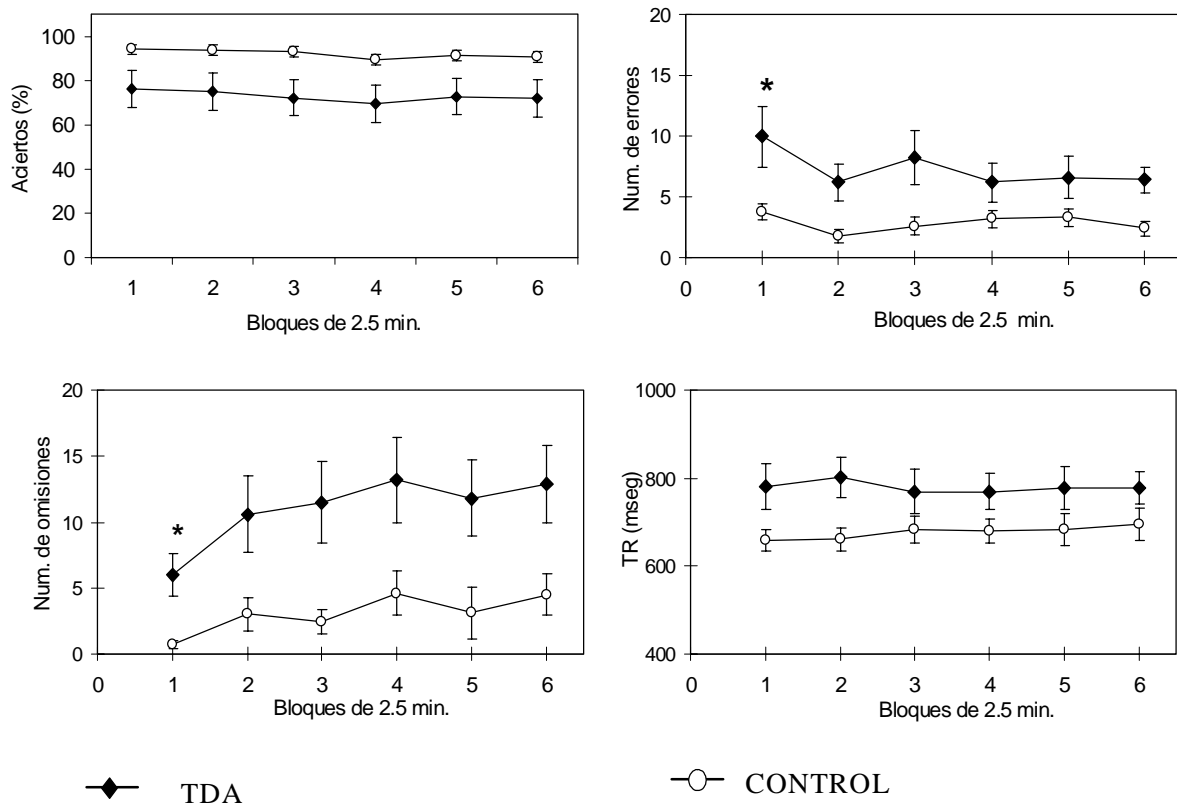
Las variables aciertos, tiempo de reacción, errores y omisiones presentaron una distribución normal y la prueba estadística que utilizamos consistió en un análisis de varianza de parcelas divididas de dos factores (grupos / bloques o tipo de estímulo). Los índices A' y B' no tuvieron una distribución normal y por ello utilizamos la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación entre grupos en cada uno de los bloques, y la prueba de Friedman, para comparar a cada grupo a través de los bloques.

Resultados

Nivel de alertamiento.

En el caso de la tarea de atención sostenida (CPT_x), a excepción del tiempo de reacción, en las otras variables que evaluamos se presentaron diferencias entre los grupos. Los niños con TAH presentaron un menor porcentaje de aciertos ($F[1,18] = 15.39, p = 0.001$), un mayor número de errores ($F[1,18] = 6.27, p < 0.05$) y de omisiones ($F[1,18] = 8.17, p < 0.05$). Además, encontramos diferencias significativas entre los bloques de 2.5 minutos; el análisis *a posteriori* reveló que en el primer bloque de 2.5 minutos fue donde se presentaron el mayor número de errores ($F[5,90] = 20.81, p < 0.005$), y el menor número de omisiones ($F[5,90] = 9.66, p < 0.001$). La interacción grupos – bloques no fue significativa en ninguna de las variables (Figura 1).

Figura 1. Estas gráficas muestran el promedio (± 2 ES) del porcentaje de aciertos, el número de errores y de omisiones, así como el tiempo de reacción que obtuvieron los grupos con TAH y control en la tarea de ejecución continua CPT_x. Con excepción del tiempo de reacción, en las otras variables se presentó un deterioro en la ejecución en el grupo con TAH.



El índice de detección A' , que representa la capacidad de discriminación del estímulo blanco, fue menor en el grupo de niños con TAH. Esta diferencia se presentó en los seis bloques de 2.5 min:

- [Bloque 1 ($P(H) = 7.50$, $gl = 1$) $p < 0.01$),
- Bloque 2 ($P(H) = 7.50$, $gl = 1$) $p < 0.001$),
- Bloque 3 ($P(H) = 2.0$, $gl = 1$) $p < 0.0001$),
- Bloque 4 ($P(H) = 13.0$, $gl = 1$) $p < 0.005$),
- Bloque 5 ($P(H) = 9.50$, $gl = 1$) $p < 0.005$),
- Bloque 6 ($P(H) = 11.50$, $gl = 1$) $p < 0.005$].

En ninguno de los grupos se presentaron diferencias entre los bloques.

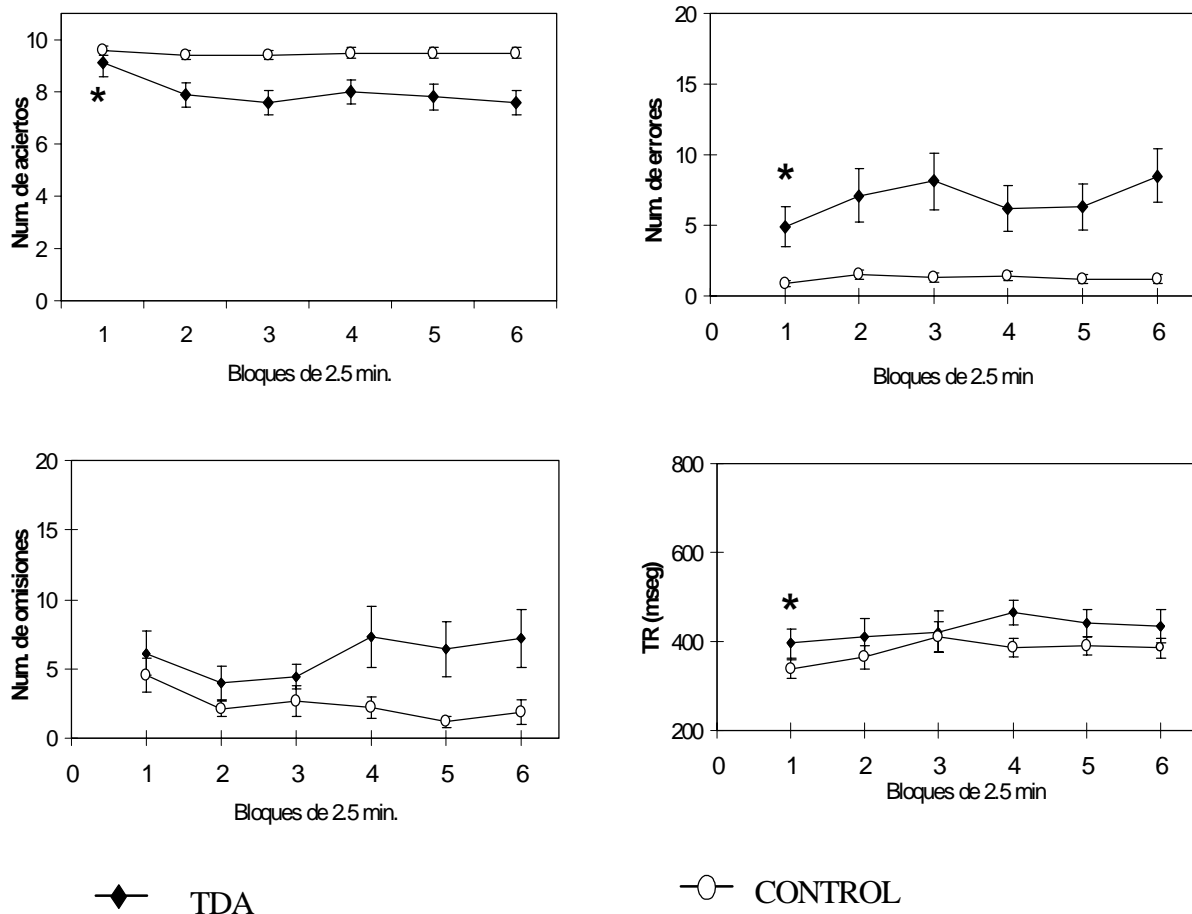
En la variable B' los niños con TAH presentaron puntajes menores que los niños del grupo control, siendo las diferencias estadísticamente significativas en los bloques 3 ($P(H) = 18.0$, $gl = 1$), $p < 0.05$) y 4 ($P(H) = 20.50$, $gl = 1$) $p < 0.05$). En ambos grupos se observó un incremento del índice B' a lo largo de la tarea. El análisis estadístico reveló que el bloque 1 es el que presenta el menor valor de B' ($P(\chi^2) = 11.13$, $gl = 5$, $p < 0.05$, en el grupo TAH y $P(\chi^2) = 13.75$, $gl = 5$), $p < 0.05$ en el grupo control).

Con respecto al tiempo de reacción, no se presentaron diferencias en ninguno de los factores.

En la tarea de atención sostenida (CPT_{AX}), los niños con TAH presentaron un menor número de aciertos (F[1,18] = 9.07, p < 0.005); además, conforme transcurrió la tarea, éstos fueron disminuyendo (F[5,90]

= 5.21, p = 0.0005); una prueba a posteriori reveló que el número de aciertos en el bloque 1 fue mayor al que se presentó en los otros bloques. La interacción fue significativa (F[5,90] = 3.20, p = 0.01); una prueba a posteriori reveló que a excepción del bloque 1, en los otros bloques existen diferencias entre los grupos (figura 2).

Figura 2. Estas gráficas muestran el promedio (± 2 ES) del número de aciertos, errores y omisiones, así como el tiempo de reacción que obtuvieron los grupos con TAH y control en la tarea de ejecución continua CPT_{AX}. El grupo con TAH presentó un menor número de aciertos y un mayor número de errores y omisiones con respecto a la ejecución del grupo control. En el tiempo de reacción no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.



El número de errores fue mayor en los niños con TAH ($F[1,18] = 11.17, p < 0.05$), y conforme transcurrió la tarea, éstos fueron en aumento ($F[5,90] = 3.50, p < 0.005$). Una prueba *a posteriori* reveló que en el bloque 1 hay un menor número de errores con respecto al bloque 6. La interacción también resultó significativa ($F[5,90] = 2.62, p < 0.05$); al igual que en la variable número de aciertos, se presentaron diferencias entre los grupos en todos los bloques, exceptuando al bloque 1 (figura 2).

Las omisiones, al igual que los errores, fueron mayores en los niños con TAH ($F[1,18] = 5.12, p < 0.05$), no presentando diferencias durante el transcurso de la tarea. La interacción no fue significativa (figura 2).

En el tiempo de reacción no hubo diferencias entre los grupos, pero sí se presentaron diferencias en el transcurso de la tarea ($F[5,90] = 3.21, p < 0.05$). Una prueba *a posteriori* reveló que el bloque 1 presentó el menor tiempo de reacción. La interacción no fue significativa.

El índice de detección A' , presentó diferencias entre grupos en los bloques de 2.5 min.; en todos ellos los niños con TAH presentaron un índice de detección menor que los niños del grupo control. En ninguno de los grupos se presentaron variaciones entre los seis bloques.

En la variable B' no encontramos diferencias entre grupos. En ambos grupos observamos que el bloque 1 presenta un menor índice, el cual se incrementó en el bloque 2, y a partir de ese momento se mantuvo estable en el

resto de la tarea ($P(\chi^2) = 15.98, gl = 5, p < 0.005$, en el grupo con TAH y $P(\chi^2) = 17.16, gl = 5, p < 0.005$, en el grupo control).

Atención visoespacial

En el caso de la tarea de atención visoespacial, en la que se empleó una pista periférica, encontramos que el grupo de niños con TAH presentó un porcentaje de aciertos y un tiempo de reacción similar al del grupo control. La interacción entre grupos y tipos de pista no fue significativa (figuras 3 y 4).

Figura 3. Se presenta el promedio (± 2 ES) del porcentaje de aciertos en la tarea de atención visoespacial. En el panel de la izquierda se presenta la ejecución de la tarea en que se empleó una pista periférica, mientras que en el panel de la derecha se presenta la ejecución de la tarea con pista central. En la tarea con pista periférica no se presentaron diferencias entre los grupos, mientras que en la tarea con pista central el grupo de niños con TAH presentó un menor porcentaje de aciertos en todos los tipos de ensayos (sin pista, con pista válida y con pista no válida).

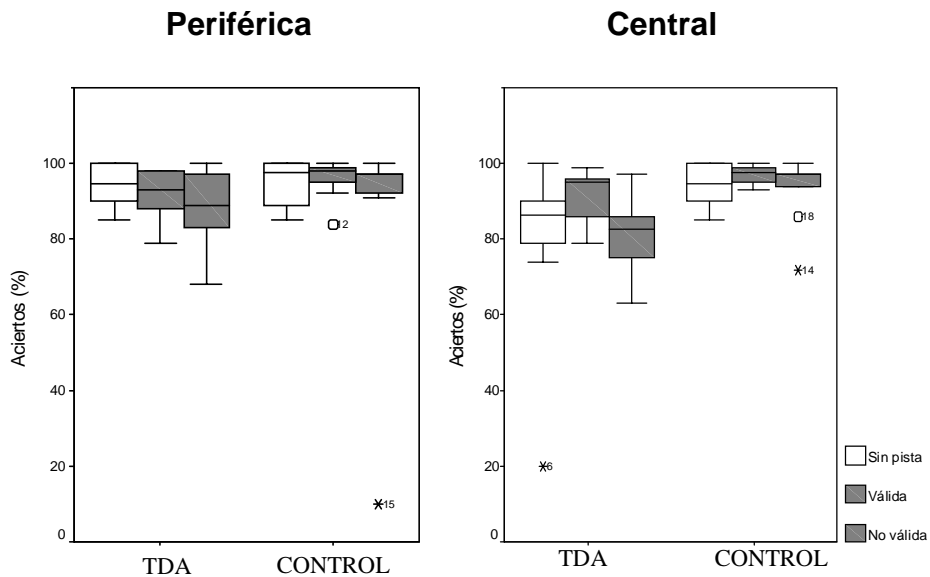
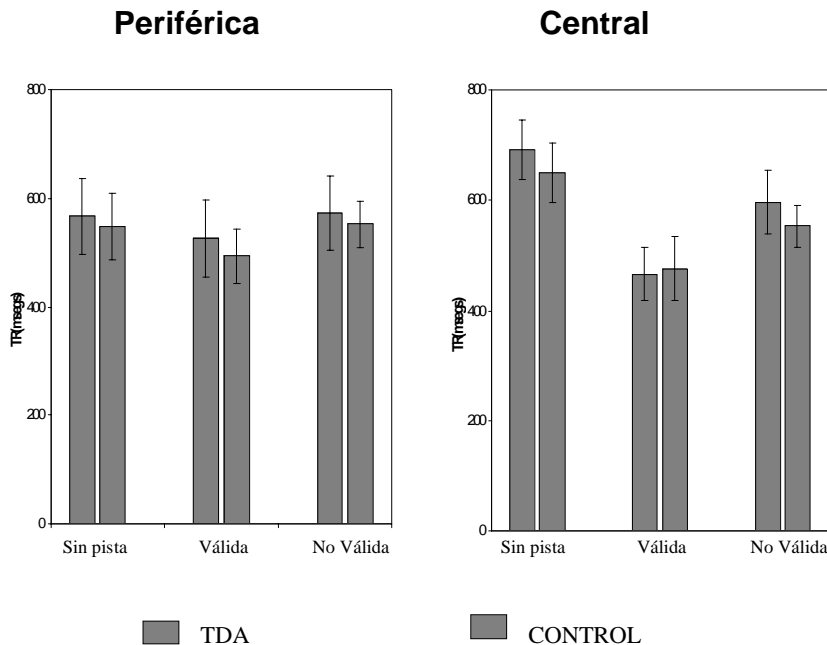


Figura 4. Se presenta el promedio (± 2 ES) del tiempo de reacción en la tarea de atención visoespacial. En el panel de la izquierda se presenta la ejecución de la tarea en que se empleó una pista periférica, mientras que en el panel de la derecha se presenta la ejecución de la tarea con pista central. En ninguna de las condiciones se presentaron diferencias entre los grupos. En el caso de la tarea con pista central, en ambos grupos se observó que ante los ensayos con pista válida se presentó un menor tiempo de reacción.



En cambio, en la tarea donde utilizamos una pista central, los niños con TAH presentaron un menor porcentaje de aciertos en todos los tipos de ensayos [pista válida ($P(H) = 23.50$, $gl = 1$), $p < 0.05$); pista no válida ($P(H) = 16.0$, $gl = 1$), $p < 0.05$); y sin pista ($P(H) = 20.0$, $gl = 1$), $p < 0.05$] (figuras 3 y 4). En ninguno de los grupos se presentaron diferencias entre los tipos de pistas.

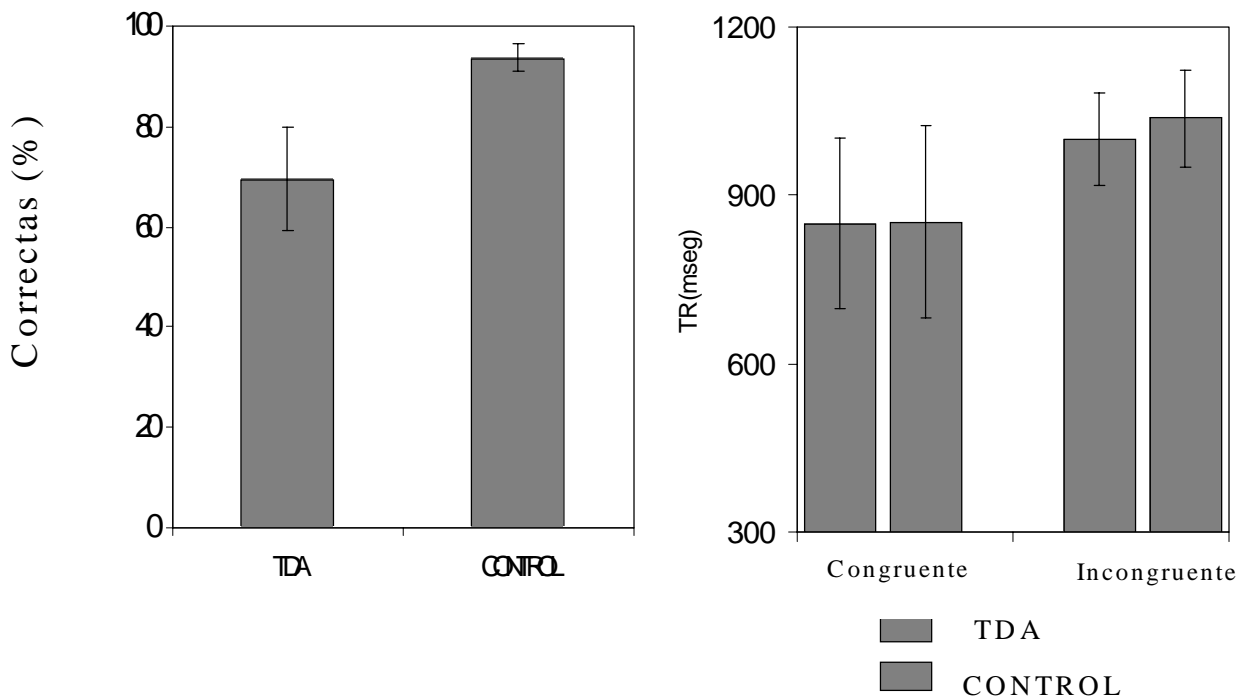
En el tiempo de reacción no se presentaron diferencias entre los grupos pero sí entre los tipos de pistas ($F[2,36] = 73.89$, $p < 0.0005$). Un análisis a posteriori reveló que el tiempo de

reacción de los ensayos sin pista fue mayor que los ensayos con pista válida y no válida. La interacción no fue significativa.

Atención dividida..

En la ejecución de la prueba Stroop, los niños con TAH presentaron un menor porcentaje de aciertos; esta diferencia fue estadísticamente significativa ($t[10.26] = -4.40$, $p < 0.001$). Además, los niños con TAH tuvieron un mayor número de errores ($t[10.25] = 3.68$, $p < 0.005$) y un mayor número de omisiones, aunque en este último caso no se alcanzó el nivel de significancia (figura 5).

Figura 5. En el panel del lado derecho se observa que el grupo de niños con TAH presentó un menor número de aciertos en la ejecución de la prueba Stroop. En el panel de la derecha se observa que ambos grupos presentaron un incremento en el tiempo de reacción ante los ensayos en los cuales se presentaron estímulos incongruentes (cuando el color de la tinta en que era escrita una palabra no concordaba con la palabra que denominaba).



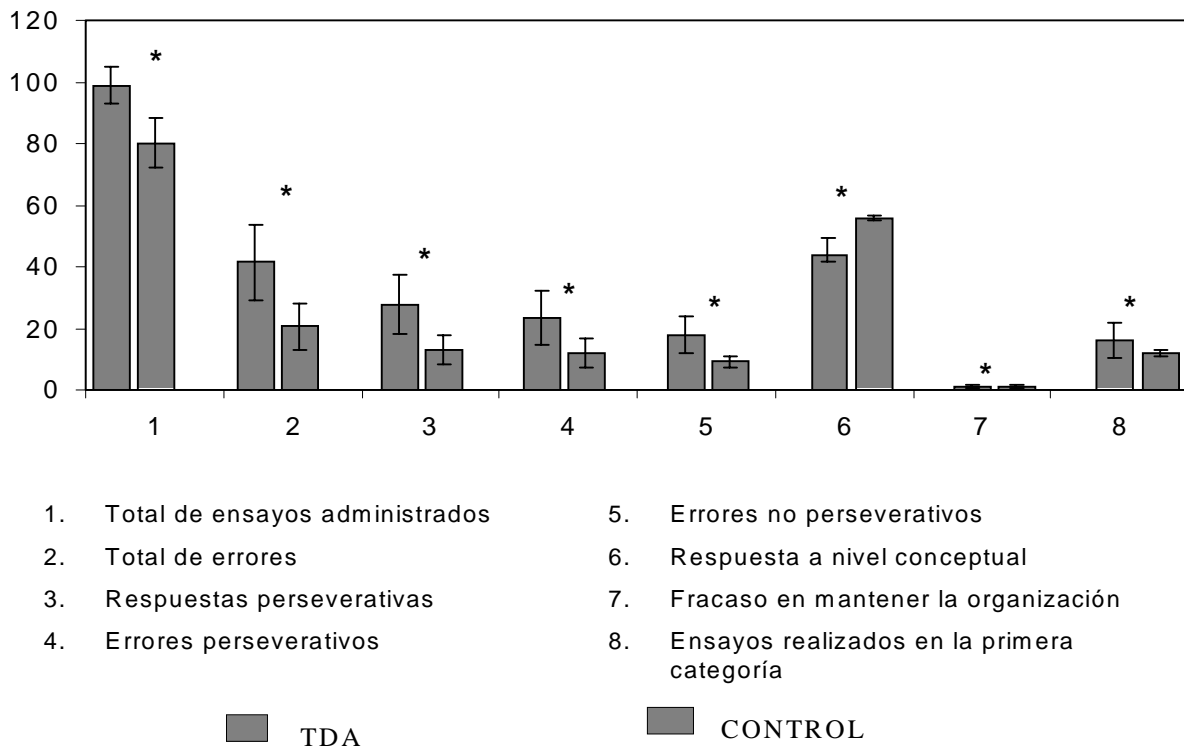
También encontramos que ante las palabras congruentes se presentó un menor porcentaje de aciertos con respecto a las palabras incongruentes; esta diferencia fue estadísticamente significativa y el mismo efecto se presentó en ambos grupos ($F_{[1,1]} = 20.74, p = 0.0002$).

En el tiempo de reacción no se presentaron diferencias significativas entre grupos; sin embargo, al comparar los tipos de estímulos encontramos que ante las palabras congruentes se presentó un menor tiempo de reacción que ante las palabras incongruentes, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($F_{[1,36]} = 20.74, p < 0.001$).

Funciones ejecutivas

En todas las variables que evaluamos en la prueba de categorización de cartas de Wisconsin el análisis de varianza reveló diferencias significativas entre grupos. Los niños con TAH necesitaron más ensayos para completar la tarea ($t_{[18]} = 2.93, p < 0.05$), tuvieron un mayor número de errores ($t_{[18]} = 2.81, p < 0.05$), más respuestas perseverativas ($t_{[13.42]} = 2.69, p < 0.05$), más errores perseverativos ($t_{[13.83]} = 2.35, p < 0.05$), más errores no perseverativos ($t_{[18]} = 2.90, p < 0.05$) y menos respuestas de tipo conceptual ($t_{[10.72]} = -3.83, p < 0.005$) (figura 6).

Figura 6. Esta gráfica muestra las variables que analizamos en la tarea de categorización de Wisconsin. En todas las variables se presentaron diferencias entre los grupos. Los niños con TAH muestran una peor ejecución en todas las variables evaluadas.



Además, los niños con TAH presentaron un mayor número de fracasos en mantener la organización y requirieron de un mayor número de ensayos para completar la primera categoría.

Discusión

El objetivo de este estudio fue evaluar algunos de los elementos que se integran al proceso de la atención en niños con TAH, para así determinar cuáles son los subprocesos que se encuentran afectados en esta población.

Nuestros resultados muestran que en las tareas de ejecución continua, que evalúan cambios en el nivel de alertamiento a través del tiempo, los niños con TAH presentan un deterioro en el nivel de ejecución, que se manifiesta por un menor número de aciertos y un incremento en el número de errores y omisiones. Estos datos apoyan la hipótesis de que los niños con TAH presentan dificultades en sostener la atención, o sea, conforme pasa el tiempo los niños tienden a disminuir su nivel de alertamiento a una tasa mayor que los niños normales. Estos resultados son consistentes con los datos reportados por otros autores (Holcomb et al., 1985 y 1986; Schachar et al., 1988; Seidel y Joschko, 1990; y Strándburg et al., 1996).

Las diferencias observadas entre el grupo de niños con TAH y los niños del grupo control a través del tiempo, parecen estar relacionadas con la habilidad de detectar el estímulo (aciertos

y A'). Estos resultados son importantes en este contexto, porque sugieren que la disminución en la ejecución obtenida por el grupo de niños con TAH refleja un deterioro en mantener la atención y no se asocia con cambios en la estrategia de la respuesta.

En la prueba CPT_x observamos un incremento en el número de omisiones conforme transcurrió la tarea. Este aumento se ha relacionado con la disminución del nivel de alertamiento, por ejemplo, Míchael et al., (1981) y Strándburg et al., (1996) aplicaron esta prueba a una muestra de niños con TAH y a un grupo de niños sin el trastorno, encontrando que los niños con TAH presentan más errores y omisiones que sus controles normales.

En cuanto al tiempo que tardaron en dar la respuesta no se presentaron diferencias entre el grupo de niños con TAH y el grupo control. Esto no es consistente con lo reportado en la literatura, en la cual se encuentra que los niños con TAH presentan un aumento del tiempo de reacción conforme pasa el tiempo (Holcomb et al., 1985, 1986; Klorman et al., 1979; Schachar et al., 1988; Seidel y Joschko, 1990; y Strándburg et al., 1996). Posiblemente este efecto se encuentra asociado con el tipo de instrucción que recibieron los niños, en el que enfatizamos que dieran su respuesta con la mayor precisión y rapidez posible.

Con respecto a la atención visoespacial uno de los aspectos que más se ha estudiado en niños con TAH, es el papel de las representaciones visuales, encontrándose patrones clínicos que se

caracterizan por problemas de lectura, escritura y deletreo; estos trastornos han sido relacionados con un problema denominado "inatención de la página" (Fischer, 1998). La presencia de esta alteración semeja la que se presenta cuando hay un daño en zonas parietales, denominada hemi-inatención o agnosia espacial unilateral.

En la prueba visoespacial con pista periférica, no se presentaron diferencias entre los grupos en ninguna de las variables evaluadas; en cambio en la prueba con pista central los niños con TAH presentaron un porcentaje de aciertos menor que los controles.

Se ha reportado que en la prueba con pista periférica el procesamiento visoespacial es más automático; en cambio, la tarea con pista central se caracteriza por requerir de un procesamiento controlado. Una de las estructuras que lleva a cabo el proceso de control es el lóbulo frontal, el cual participa en la decisión de lo que va a atender o va a responder el sujeto.

Uno de los datos reportados con mayor consistencia en la literatura, plantea que los niños con TAH presentan alteraciones en procesos asociados con el funcionamiento de los lóbulos frontales (Fischer, 1998; Pineda et al., 1998). De manera que las alteraciones que observamos en la tarea con pista central pudiera reflejar un déficit en los procesos de control, más que en los mecanismos de atención visoespacial. Con respecto a los tipos de pistas (válida,

no válida y sin pista), encontramos que ambos grupos, en los ensayos con pista válida presentaron un menor tiempo de reacción, que refleja el efecto de beneficio o facilitación descrito por Pótsner et al., (1980) quienes proponen que una de las consecuencias de la atención espacial es que facilita el procesamiento de información que se presenta en la localización atendida.

Por otra parte, una de las hipótesis que se han propuesto acerca de la etiología de los trastornos de la atención, propone la presencia de alteraciones en los patrones de maduración del sistema nervioso como la causa que subyace en los trastornos de la atención (Callaway et al., 1983). Esta hipótesis es apoyada por dos observaciones: a) Los niños con TAH presentan un nivel de hiperactividad mayor que a los niños de su edad, y b) la hiperactividad tiende a desaparecer conforme pasan los años.

Si los niños con TAH presentan un retardo en la maduración, esto se verá reflejado en la ejecución de pruebas que tienen un alto nivel de complejidad; tal es el caso de la tarea de atención visoespacial con pista central, cuyo mayor nivel de exigencia tuvo como consecuencia que el grupo de niños con TAH fuera menos preciso que el de los niños controles.

En la ejecución de la prueba Stroop, que evalúa procesos relacionados con la atención enfocada o dividida, los niños con TAH no presentan diferencias en el tiempo de reacción con respecto al grupo de niños sin trastorno de atención.

Esto quiere decir que el nivel de procesamiento de los dos grupos es similar al realizar este tipo de prueba.

La prueba Stroop revela dos operaciones disociables, la primera, relacionada con una forma de procesamiento automático, y la segunda, con el procesamiento no automático o controlado. La idea básica es que el procesamiento de algunas dimensiones del estímulo requiere el empleo de mayores recursos de atención que el procesamiento de otras; por ejemplo, nombrar el color de la tinta con que está impresa una palabra requiere más recursos atencionales que la lectura de una palabra (MacLeod, 1991). Por ello se afirma que la lectura de palabras es un proceso automático, en cambio nombrar el color de la tinta impresa es un proceso controlado.

Presumiblemente este desbalance deriva de nuestra historia extensiva de lectores de palabras, opuesto a nombrar la tinta de un color. Bajo este punto de vista la característica fundamental de la prueba Stroop (la interferencia), ocurre porque las palabras son leídas automáticamente; en cambio, la denominación del color no ocurre de una manera automática, sino que el procesamiento de esta dimensión requiere de un sistema de control que es ejercido por los mecanismos ligados a la atención selectiva (MacLeod, 1991).

Cuando estas dos dimensiones (color y palabra) se presentan en un mismo estímulo, o sea la palabra se encuentra escrita con un color distinto a la palabra que denomina (estímulos incongruentes), y se le pide al sujeto que

nombre el color de la tinta, obtendrá un tiempo de reacción mayor. A este efecto sobre el tiempo de reacción se le denomina interferencia (Shiffrin y Schnéider, 1977).

La inhibición de la interferencia es un proceso que también ha sido asociado con el funcionamiento de los lóbulos frontales. El control ejecutivo es un componente crítico del proceso atencional; este se refiere a un conjunto de procesos que involucran la generación de planes y la dirección de respuestas hacia un objetivo, los cuales dependen de la habilidad de inhibir las respuestas ante estímulos irrelevantes y facilitar las respuestas hacia un blanco apropiado, así como un mecanismo para cambiar el tipo de respuesta de acuerdo con los requerimientos de la tarea.

Nuestros resultados indican que los niños con TAH presentan un menor número de aciertos en la ejecución de la prueba Stroop, lo cual concuerda con lo reportado en la literatura (Ánderson et al., 1973; Barkley et al., 1992; Cárter et al., 1995; Gorenstein et al., 1989; Hopkins et al., 1979), lo que confirma la hipótesis de que los niños con TAH presentan alteraciones en el lóbulo frontal.

De acuerdo a esta hipótesis, las personas que presentan alteraciones frontales manifiestan déficits en controlar la atención, dificultades en resolver un problema, en el uso de realimentación externa, en la generación, empleo y mantenimiento de estrategias. Los pacientes son más susceptibles a la interferencia, lo que provoca que se distraigan fácilmente cuando se presentan estímulos distractores; tienen problemas en inhibir respuestas impulsivas (Greénham, 1998).

Perrine (1993), propuso que en la prueba Wiscosin se presentan dos tipos de procesos: por una parte, requiere de la capacidad para extraer rasgos comunes de los estímulos, los cuales son categorizados y codificados conceptualmente (a este proceso lo denominan "identificación de atributos"; por otra parte, requiere establecer la relación de dos o más atributos en una regla lógica, tales como una conjunción (ambos x ó y), o una disyunción (x ó y ó ambos); este proceso tardío ha sido denominado "regla de aprendizaje".

Con respecto a la identificación de atributos y la regla de aprendizaje, observamos que los niños con TAH de nuestro estudio presentaron más errores perseverativos y más errores no perseverativos; esto quiere decir que este tipo de niños presentan problemas en la deducción de un principio de clasificación o en la deducción de un concepto, o no detectan de manera eficaz el cambio de una categoría. Las reglas lógicas que utilizan los niños normales para poder realizar este tipo de tareas no son aplicadas por ellos.

También, los niños con TAH presentaron más respuestas perseverativas. Conceptualmente, la perseveración se refiere a la repetición o continuación de un acto; más concretamente, la perseveración se refiere al hecho de continuar respondiendo a la dimensión de un estímulo después de recibir realimentación que le indica que su respuesta es incorrecta (Grevee, 1993). Esto quiere decir que este tipo de niños presentan fallas en abandonar un principio de categorización que antes fue correcto, o sea en el cambio de reglas.

Una de las características que reporta la literatura es que los niños con TAH presentan más respuestas perseverativas que sus controles (Barkley et al., 1992; Cáster et al., 1995); estos mismos resultados fueron obtenidos en nuestro estudio.

Las características mencionadas también se presentan en pacientes con traumatismo cerebral, pacientes epilépticos, con desorden de la atención o problemas de aprendizaje (Heaton, 1981).

En un estudio realizado por Rezai en sujetos normales (1993), empleando la técnica de tomografía computarizada por emisión de fotón único, encontraron que al realizar esta tarea se produce una activación en la corteza prefrontal en el área dorsolateral izquierda; este hallazgo indica que la activación regional del lóbulo frontal depende de cambios cognitivos producidos por determinadas pruebas que evalúan la planeación, organización, conceptualización y cambios en el mantenimiento de la organización.

Conclusión

En este estudio encontramos que los niños con TAH 1) presentan dificultades en mantener su atención a lo largo del tiempo, 2) exhiben alteraciones en la habilidad de seleccionar un estímulo blanco en un campo visual, cuando su atención es controlada por pistas centrales, y 3) presentan alteraciones en los procesos de atención enfocada y en las funciones ejecutivas, pero mantienen íntegros los procesos de atención visuespacial.

Si el componente de alertamiento depende de la integridad de la formación reticular, de los núcleos intralaminares del tálamo y de la corteza frontal, como ha sido propuesto por Pósnér (1990), entonces los pacientes con TAH presentan alteraciones en alguna de estas regiones o en las vías responsables de su activación sostenida.

En el caso de las alteraciones observadas en la atención dividida y en las funciones ejecutivas, evaluadas mediante la prueba Stroop y la prueba de categorización de Wisconsin, se pensaría que estarían asociadas con disfunciones en la corteza frontal.

En cambio, los procesos de atención visoespacial que dependen del sistema de atención posterior, que incluye al colículo superior, el núcleo pulvinar del tálamo y la corteza parietal (Pósnér, 1990), se encuentran conservados en los niños con TAH.

Bibliografía

Anderson R., Halcombe C., & Doyle R. (1973) The measurement of attention deficits. *Exceptional Child*, 39, 534-539.

Asociación Médica Psiquiátrica (1995) *Diagnóstico Médico Psiquiátrico* (DSM IV), cuarta edición.

Barkley R., Grodzinsky G., & Dupaul J. (1992) Frontal lobe functions in attention deficit disorder with and without hyperactivity: A review and research report. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 20, 163-188.

Ben-Artsy A., & Glicksohn J. (1996) An assessment of hemineglect in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Neuropsychology*, 12, 271-281.

Bowen S., & Hynd G. (1988) Do children with learning disabilities outgrow deficits in selective auditory attention? Evidence from dichotic listening in adults with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 21, 623-631.

Brumaghim J., Klorman R., & Strauss J. (1987) Does methylphenidate affect information processing? Findings from two studies on performance and P3b latency. *Psychophysiology*, 24, 361-373.

Callaway E., Halliday R., & Naylor H. (1983) Hyperactive children's event-related potentials fail to support underarousal and maturational-lag theories. *Archives of General Psychiatry*, 40, 1243-1248.

Carter, Krener, Chaderjian, Northcutt, & Wolfe (1995) Abnormal processing of irrelevant information in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry Research*, 56,59-70.

Casey J., Rurke B., & Del Dotto J. (1996) Learning disabilities in children with attention deficit disorder with and without hyperactivity. *Child neuropsychology*. 2:83-98.

Fisher B. (1998) *Parietal lobe functioning. Attention Deficit Disorder Misdiagnosis: Approaching ADD from a brain-behavior/neuropsychological perspective for assessment and treatment.* Boca Raton: CRS Press.

Fletcher J. (1998) Attention in children: Conceptual and methodological issues. *Child Neuropsychology*. 4, 81-87.

Gorenstein E., Mammato C., & Sandy J. (1989) Performance of inattentive-overactive children on selective measures of prefrontal type functioning. *Journal Clinical Psychology* 45, 619-632.

Greenham S. (1998) Attention-deficit hyperactivity disorder and event-related potentials: evidence for deficits in allocating attentional resources to relevant stimuli. *Child Neuropsychology*. 4, 67-80.

Grevee K. (1993) Can perseverative responses on the Wisconsin Card Sorting Test be scored accurately? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 8, 511-517.

Heaton R., Chelune G., Talley J., Kay G., C & urtiss G. (1981) *Wisconsin Card Sorting Test Manual.* Psychological Assessment Resources, Inc.

Holcomb P., Ackerman P., & Dykman R. (1985) Cognitive Event-Related Brain Potentials in Children with Attention and Reading Deficits. *Psychophysiology*, 22, 656-667.

Holcomb P., Ackerman P., & Dykman R. (1986) Auditory Event-related Potentials in Attention and Reading Disabled Boys. *International Journal of Psychophysiology*, 3,263-273.

Hopkins J., Perlman T., Hechtman L., y Weiss G. (1979) Cognitive style in adults originally diagnosed as hyperactives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 20,209-216.

Jonkman L., Kemner C., Verbaten M., Koelega H., Canfferman G., Gaag R., Buitelaar J., y Engeland H. (1997) Event-related potentials and performance of attention-deficit hyperactivity disorder children and normal controls in auditory and visual selective attention task. *Biological Psychiatry*,41,595-611.

Klorman R., Salzman L., Pass H., Borgstedt A., Dainer K. (1979) Effects of methylphenidate on hyperactive children ´s evoked responses during passive and active attention. *The society for Psychophysiological Research*, 16, 23-29.

Macleod C. (1991) Half acentury of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*. 109,163-203.

- Michael R., Klorman R., Salzman L., Borgstedt A., Dainer K. (1981) Normalizing effects of methylphenidate on hyperactive children's vigilance performance and evoked potentials. *Psychophysiology*, 18, 665-677.
- Perrine K. (1993) Differential aspects of conceptual processing in the category test and Wisconsin card sorting test. *Journal of clinical and Experimental Neuropsychology*, 15, 461-473.
- Posner M., Snyder C., y Davidson B. (1980) Attention and detection of signals. *Journal of Experimental Psychology*, 109, 160-174.
- Posner M., y Petersen S. (1990) The attentional system of the human brain. *Annual Review Neuroscience*, 13, 25-34.
- Rezaei K., Andreasen N., Alliger R., Cohen G., Swayze V., y O'leary D. (1993) The neuropsychology of the prefrontal cortex. *Archives of Neurology*, 50, 636-642.
- Schachar R., Logan G., Wachsmuth R., y Chajczyk D. (1998) Attaining and maintaining preparation: A comparison of attention in hyperactive, normal, and disturbed control children. *Journal Abnormal Child Psychology*, 16, 361-378.
- Seidel W., y Joschko M. (1990) Evidence of difficulties in sustained attention in children with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 18, 217-229.
- Shiffrin P., y Schneider W. (1977) Controlled and automatic human information processing II: Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Strandburg R., Marsh J., Brown W., Asarnow R., Higa J., Harper R., y Guthrie D. (1996) Continuous-processing-related event-related potentials in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*. 40, 964-980.