



Revista Mexicana de Psicología
ISSN: 0185-6073
revista@psicologia.org.mx
Sociedad Mexicana de Psicología A.C.
México

Zulueta, Aitziber; Torrano, Fermín; López Fernández, Verónica; Crespo-Eguílaz, Nerea
Tiempo de reacción y variabilidad intraindividual en el tiempo de
reacción de niños con trastorno por déficit de atención y/o hiperactividad
Revista Mexicana de Psicología, vol. 36, núm. 1, 2019, Enero-Junio, pp. 17-29
Sociedad Mexicana de Psicología A.C.
México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243058940002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

TIEMPO DE REACCIÓN Y VARIABILIDAD INTRAINDIVIDUAL EN EL TIEMPO DE REACCIÓN DE NIÑOS CON TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN Y/O HIPERACTIVIDAD

REACTION TIME AND INTRA-INDIVIDUAL VARIABILITY IN REACTION TIME IN CHILDREN WITH ATTENTION-DEFICIT/HYPERACTIVITY DISORDER

AITZIBER ZULUETA

Facultad de Educación, Universidad Internacional de La Rioja, España

FERMÍN TORRANO¹

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Universidad Internacional de La Rioja, España

VERÓNICA LÓPEZ FERNÁNDEZ

Departamento de Psicología Educativa y Psicobiología, Universidad Internacional de La Rioja, España

NEREA CRESPO-EGUÍLAZ

Departamento de Neuropediatría, Clínica Universitaria de Navarra, España

Citación: Zulueta, A., Torrano, F., López Fernández, V., & Crespo-Eguílaz, N. (2019). Tiempo de reacción y variabilidad intraindividual en el tiempo de reacción de niños con trastorno por déficit de atención y/o hiperactividad. *Revista Mexicana de Psicología*, 36(1), 17-29.

Resumen: Los niños con trastorno por déficit de atención y/o hiperactividad (TDAH) se caracterizan por manifestar pautas persistentes de inatención, impulsividad e hiperactividad, así como por un deterioro en otras funciones cognitivas, como la velocidad de procesamiento, aunque esta cuestión no ha sido del todo clarificada. El objetivo de este estudio fue determinar si existían diferencias en el tiempo de reacción y la variabilidad intraindividual en éste (VTR) entre niños con y sin TDAH. A la muestra de 474 niños (209 con TDAH y 265 controles) se le aplicó la prueba AULA en un diseño cuasi-experimental, se empleó análisis no paramétricos. Los resultados revelaron que los niños con TDAH combinado manifestaban mayor tiempo de reacción en aciertos y errores por comisión, mientras que los subtipos combinado e inatento mostraban mayor VTR que el grupo de controles. Se evidencia que la VTR es un marcador fundamental del TDAH.

Palabras clave: trastornos del desarrollo neurológico, rapidez de respuesta, tareas de ejecución continua, diagnóstico del DSM, chicos.

Abstract: Children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) are characterized by persistent patterns of inattention and impulsivity-hyperactivity, besides deficits in other cognitive functions, such as processing speed, despite of not having been completely clarified. This study aimed to determine whether there are differences between children with and without ADHD in reaction time and in intra-individual variability in reaction time (VRT). Using a quasi-experimental design, 474 children (209 with ADHD and 265 controls) answered the AULA test; nonparametric analyses were used. Results revealed that children with ADHD combined subtype manifested a higher reaction time in targets and commission errors, while children with ADHD combined and inattentive subtypes showed greater VRT than the control group. Evidently, the VRT is a key marker of ADHD.

Keywords: neurodevelopmental disorders, response rapidness, continuous performance tasks, DSM diagnosis, kids.

¹ Dirigir correspondencia a: Fermín Torrano. Universidad Internacional de La Rioja, Avenida de la Paz, 137, Logroño, La Rioja, España. Correo electrónico: fermin.torrano@unir.net

A pesar de que un gran cuerpo de investigación pone de relieve que los niños con trastorno por déficit de atención y/o hiperactividad (TDAH) se caracterizan por manifestar síntomas de inatención y niveles inapropiados de impulsividad e hiperactividad, ulteriores investigaciones han evidenciado un deterioro significativo en otras funciones cognitivas, como la memoria de trabajo, las funciones ejecutivas o la velocidad de procesamiento (Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone y Pennington, 2005).

A este respecto, en la última década se ha llevado a cabo un gran número de investigaciones neuropsicológicas que ofrecen medidas precisas en diferentes áreas y funciones cognitivas, en particular, en el tiempo de reacción (Lezak, Howieson, Bigler y Tranel, 2012; Neğu, Jurma y David, 2017), entendido como el tiempo que transcurre entre un estímulo y la respuesta al mismo, es decir, la duración o lapso desde el inicio de una señal que solicita una respuesta hasta el comienzo de dicha respuesta. Las herramientas más utilizadas por estos estudios para medir el tiempo de reacción son las pruebas de ejecución continua o *continuous performance tests* (Epstein, Langberg et al., 2011; Moreno-García, Delgado-Pardo y Roldán-Blasco, 2015; Neğu et al., 2017; Tarantino, Cutini, Mogentale y Bisiacchi, 2013), que permiten estimaciones de la velocidad del tiempo de reacción más precisas y normalizadas. El uso de estas pruebas evidencia que los niños con TDAH experimentan tiempos de reacción más largos y un mayor número de errores en comparación con los niños sin TDAH (Geurts et al., 2008; Neğu et al., 2017; Tamm et al., 2012; Tarantino et al., 2013; Thaler, Bello y Etcoff, 2013). En el caso de niños con TDAH, los tiempos de reacción más largos se hacen aún más evidentes cuando se utilizan intervalos largos (más de 2 segundos) entre los estímulos, y se atenúan, e incluso llegan a desaparecer, cuanto más cortos son los intervalos (Epstein, Langberg et al., 2011; Sonuga-Barke, Wiersema, Van der Meere y Roeyers, 2010). Además de un aumento en el tiempo de reacción, asociado en gran medida con la regulación del esfuerzo (Andreou et al., 2007), los niños con TDAH también cometen más errores por comisión (relacionados con la impulsividad) que los controles, es decir, parecen también mostrar un control inhibitorio deficiente, reflejado por un mayor número de respuestas incorrectas (Klein, Wendling, Huettner, Ruder y Peper, 2006). Entre las personas con TDAH, el subtipo inatento (TDAH-I), formado por aquellos que no cumplen los criterios de hiperactividad-impulsividad, parece experimentar una velocidad de procesamiento cognitivo más reducida en comparación con los niños de tipo combinado (TDAH-C), subtipo que presenta tanto síntomas de inaten-

ción como de hiperactividad-impulsividad (Bioulac et al., 2012; Calhoun y Mayes, 2005). Por su parte, los niños con TDAH-C presentan déficit selectivos de atención sostenida y control de los impulsos (Mayes, Calhoun, Chase, Mink y Stagg, 2009; Sjöwall, Roth, Lindqvist y Thorell, 2013) en comparación con el grupo control. Por ello, conocer las causas concretas de estas diferencias en el tiempo de reacción de los niños con TDAH y, en concreto, entre los diferentes subtipos, permitiría mejorar el abordaje psicopedagógico y terapéutico.

Por otro lado, en la última década se ha puesto en marcha un gran número de investigaciones para comprender la naturaleza de la variabilidad intraindividual en el tiempo de reacción (VTR), por considerarse una característica definitoria de las personas con TDAH (p.ej., Seymour, Mostofsky y Rosch, 2016; Tamm, Epstein y Becker, 2018). La VTR es una de las variables principales de este estudio y se refiere a la fluctuación o lapso temporal (medido en segundos o milisegundos) que se produce entre dos momentos asociados a la realización de una tarea por parte de una persona (Kofler et al., 2013). Por ejemplo, el estudio de Epstein, Langberg et al. (2011), en consonancia con Seymour et al. (2016), Antonini, Narad, Langberg y Epstein (2013) y Karalunas, Huang-Pollock y Nigg (2012), señala que los niños con TDAH muestran una mayor VTR en comparación con los niños controles en la realización de tareas cognitivas rápidas, aunque no se encuentran diferencias significativas en dicha variable entre los distintos subtipos de TDAH. Sin embargo, en relación con esta última cuestión, los resultados de los estudios arrojan datos contradictorios. Mientras que un gran número de investigaciones no encuentran diferencias significativas en la VTR entre los distintos subtipos de TDAH (Shanahan, Pennington y Willcutt, 2008; Vaurio, Simmonds y Mostofsky, 2009), otros muestran una mayor VTR en el TDAH-C en comparación con el TDAH-I (Mullins, Bellgrove, Gill y Robertson, 2005; De Zeeuw et al., 2008), pero sólo en algunos tipos de tareas, no en todas (Epstein, Brinkman et al., 2011; Epstein, Langberg et al., 2011); mientras que otros afirman que el grupo con TDAH-I manifiesta mayor VTR que el grupo con TDAH-C (Desman, Petermann y Hampel, 2008).

A la luz de estos resultados, se considera necesario avanzar en el estudio de la relación existente entre los aspectos conductuales concretos que muestran los niños con TDAH y la VTR. Ello contribuiría a la puesta en marcha de intervenciones más precisas que podrían, como sugieren Castellanos y Tannock (2002) o Wood, Asherson, Van der Meere y Kuntsi (2010), dirigirse a la mejora de las posibles fluctuaciones momento a momento de la atención,

las limitaciones en la memoria de trabajo (Rapport et al., 2008), la desincronización en la inhibición motora (Rubia et al., 2001) o, como sugieren Hervey et al. (2006), a la mejora de las restricciones en la inhibición de la respuesta.

OBJETIVO E HIPÓTESIS

Bajo el marco de referencia descrito anteriormente, el objetivo de la presente investigación fue analizar el tiempo de reacción y la VTR de los niños con y sin TDAH al enfrentarse a tareas de presentación rápida de estímulos. Las principales hipótesis de partida fueron:

H1. Los niños con TDAH manifestarían mayor tiempo de reacción que los niños controles.

H2. El grupo con TDAH-I experimentaría mayor tiempo de reacción que el grupo con TDAH-C.

H3. Los niños con TDAH manifestarían mayor VTR que los niños controles.

H4. Existirían diferencias estadísticamente significativas en la VTR en función de los grupos diagnósticos del TDAH, siendo mayor para el TDAH-I.

MÉTODO

Muestra y procedimiento diagnóstico

La muestra productora (ver la tabla 1) la formaron 474 niños (310 niños y 164 niñas) de entre 6 y 16 años ($M = 9.73$, $DT = 2.64$). De ellos, 209 tenían un diagnóstico de TDAH (106 de TDAH-I y 103 de TDAH-C) mientras que 265 eran niños del grupo control.

La muestra de niños con TDAH se obtuvo en una clínica de neuropsicología y en una clínica de neurología pediátrica, mientras que el grupo control se recogió de un centro

educativo concertado. Todos los participantes son de un nivel sociocultural medio-alto, y pertenecen a la misma región demográfica del norte de España. El estudio cuenta con la aprobación ética para su realización por parte de la Comisión de Ética en Investigación de la Clínica Universidad de Navarra. Se obtuvo el consentimiento informado de los padres de los niños de la muestra y la aquiescencia de los menores participantes.

El diagnóstico de los niños con TDAH se realizó por un equipo clínico, que valoró los datos obtenidos de los padres (escala del *DSM-IV-TR* para TDAH) y de los profesores (escala *EDAH* para profesores), así como la información aportada por los niños y sus padres por medio de una entrevista clínica.

Escala del DSM-IV-TR para TDAH. Esta escala se administró con fines diagnósticos a todos los padres de los niños de la muestra. Dicha prueba incluye 18 criterios de síntomas para el diagnóstico del TDAH, según los criterios del *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales* (4ª. ed., texto revisado; *DSM-IV-TR*; American Psychiatric Association, 2000; DuPaul, Power, Anastopoulos y Reid, 1998). Nueve de los ítems están diseñados para detectar de manera explícita los síntomas de falta de atención, mientras que los nueve restantes están destinados a identificar los síntomas de hiperactividad, de los cuales tres están diseñados específicamente para identificar los síntomas de impulsividad. Para cuantificar la presencia y frecuencia de los síntomas, se utiliza una escala tipo Likert de cuatro puntos (0 = *nunca o raramente*, 1 = *a veces*, 2 = *a menudo* y 3 = *casi siempre*).

Escala EDAH para la evaluación del TDAH. Esta escala es la versión adaptada al contexto español de la *Conners Behavior Scale* (Conners, 2001), la cual posee unas adecuadas propiedades psicométricas y ha mostrado ser muy útil en la evaluación del TDAH (Farré i Riba y Narbona García, 2013). Como se ha señalado anteriormente, se aplicó a los profesores para detectar síntomas de TDAH en sus alumnos. Este instrumento permite recopilar información sobre el

Tabla 1. *Análisis descriptivo de la muestra*

Variable	Total (N = 474)	Controles (n = 265)	TDAH (n = 209)	
			TDAH-I (n = 106)	TDAH-C (n = 103)
Edad (6-16), M (DT)	9.73 (2.64)	9.37 (0.15)	9.62 (0.23)	10.78 (0.27)
Género, n (%)				
Niños	310 (65.40)	157 (50.64)	76 (24.53)	77 (24.83)
Niñas	164 (34.60)	108 (65.85)	30 (18.29)	26 (15.86)
Cociente intelectual total, M (DT)	—	100.91 (12.07)	97.89 (10.27)	101.59 (11.02)

comportamiento típico de un niño en la escuela, proporcionando una observación estructurada para el profesor compuesta por 20 ítems (derivados de los criterios de *DSM-IV*) agrupados en cuatro subescalas: inatención, hiperactividad/impulsividad, inatención e impulsividad, y trastornos de conducta.

Se consideró que los niños cumplían con los criterios diagnósticos de falta de atención y/o hiperactividad-impulsividad si la escala clínica aplicada a los padres y a los profesores informaba de al menos la presencia de seis síntomas. Los niños que cumplieron este criterio se inscribieron en el grupo de niños con TDAH-C, mientras que los niños con síntomas únicamente de inatención se incluyeron en el grupo con TDAH-I.

Los niños con TDAH que estaban recibiendo tratamiento farmacológico se incluyeron en el estudio, puesto que no habían tomado medicación durante las 48 horas previas a la prueba. Los niños controles mostraron síntomas mínimos de TDAH (≤ 3 síntomas) y no cumplieron los criterios para ningún otro trastorno de conducta. Únicamente, a seis participantes, con un cociente intelectual inferior a 74 en la Escala de inteligencia Wechsler para niños (4ª. ed.; *WISC-IV*; Wechsler, 2010), se les excluyó de los análisis.

Instrumentos

Para evaluar la velocidad de procesamiento y la variabilidad en los procesos atencionales, se administró la prueba de realidad virtual AULA. En los participantes clínicos (muestra con TDAH) se realizó adicionalmente un procedimiento de evaluación estándar, que consistía en una entrevista clínica abierta con los padres y una evaluación cognitiva más exhaustiva y completa que incluía la *WISC-IV* (Wechsler, 2010) y la prueba d2 de atención (Brickenkamp, 2012).

La prueba de realidad virtual AULA es una prueba neuropsicológica que posee unas adecuadas propiedades psicométricas, como una alta fiabilidad *test-retest* (Fernández-Fernández, Morillo-Rojas y Alonso-Romero, 2012), una sensibilidad y especificidad (Rufo-Campos, Cueto, Iriarte y Rufo-Muñoz, 2012), y un valor del coeficiente alfa de Cronbach $> .97$, lo que revela una alta consistencia interna. Dicha prueba se orienta a la evaluación integral de los procesos atencionales, se utiliza como apoyo en el proceso de diagnóstico del TDAH en niños entre 6 y 16 años (Díaz-Orueta et al., 2014; Zulueta, Iriarte, Díaz-Orueta y Climent, 2013). Es una prueba basada en el paradigma de pruebas de ejecución continua, que se compone de diferentes tareas apoyadas

en estímulos visuales y auditivos, y condiciones de distracción. Se presenta el escenario virtual de un aula escolar y permite realizar estimaciones del tiempo de reacción precisas y normalizadas (Climent y Banterla, 2011).

Se compone de dos ejercicios principales de tipo *go/no-go*: un ejercicio basado en el paradigma no X (“presione el botón cuando *no* vea o escuche la manzana”) y un ejercicio basado en el paradigma X (“presione el botón cada vez que vea u oiga 7”). Los estímulos se presentan tanto de forma visual (un dibujo a lápiz proyectado en la pizarra del aula) como auditivamente (el niño escucha la voz del profesor en realidad virtual con los auriculares). Al mismo tiempo, los distractores visuales, auditivos o combinados de naturaleza ecológica (es decir, similares a los que pueden aparecer en un ambiente real de un aula, como una ambulancia que pasa, un niño tosiendo o el maestro caminando) se presentan aleatoriamente distribuidos a lo largo de la administración de la prueba. Cuando el niño responde al objetivo diana, se considera respuesta correcta, mientras que en caso de no hacerlo, se tipifica como error por omisión. La respuesta a cualquier estímulo que no sea el objetivo se denomina error por comisión o falsa alarma.

Las principales variables que mide la AULA son las siguientes: errores por omisión (falta de atención), es decir, el paciente *no* presiona el botón cuando debería; errores por comisión (impulsividad), el paciente presiona el botón cuando *no* debería; tiempo de reacción (velocidad de procesamiento), medido para las respuestas correctas y los errores por comisión; variabilidad (desviación estándar) en el tiempo de reacción (atención sostenida), esto es, cambios en los patrones del tiempo de reacción durante la prueba; y actividad motora (hiperactividad), movimiento de la cabeza, seguido por un sensor de movimiento colocado en unas gafas 3D.

En esta investigación se han considerado únicamente las siguientes variables: 1) el tiempo de reacción, asociado a la velocidad de procesamiento, que se mide tanto para el tiempo de reacción transcurrido desde la aparición del estímulo diana hasta la respuesta del participante al mismo (tiempo de reacción en aciertos) como para el tiempo de reacción transcurrido desde que aparece un estímulo al que el participante no debe responder responde (tiempo de reacción en errores por comisión), y 2) la VTR, que se estima como la desviación o fluctuación temporal que se produce entre dos momentos asociados a la realización de la tarea.

Análisis de datos

Los resultados se obtuvieron mediante la aplicación comparativa de técnicas no paramétricas univariadas, que son las más seguras en situaciones de fuerte no normalidad (Rochon, Gondan y Kieser, 2012), sin necesidad de remover valores extremos en los datos (Bakker y Wicherts, 2014). Esta decisión limitó el uso de estadística multivariada, y se tomó porque los grupos comparados (grupo control y grupo con TDAH) presentaron fuertes diferencias estadísticas en las variables de interés, asociadas con las presunciones que condicionan la aplicación de técnicas estadísticas multivariadas paramétricas, para comparar las medias o incluso las medianas. Esto ocurrió en relación con: 1) la normalidad distribucional, 2) la forma distribucional específica, 3) la varianza y 4) la presencia de puntajes extremos. Dado que la transformación de datos originales a rangos (*rankings*) está implícita en la estadística no paramétrica, se tiende a producir resultados que controlan eficientemente el error tipo I y tipo II (Conover y Iman, 1981; Zimmerman y Zumbo, 1989, 1993), y en especial, en condiciones relevantes al presente estudio, es decir, donde está involucrado el tiempo de reacción (Zumbo y Coulombe, 1997) y existen valores extremos que deterioran la sensibilidad de la estadística paramétrica (Zimmerman, 1994).

La prueba estadística de normalidad de Shapiro y Wilk se conoce por su buena potencia estadística (Alizadeh Noughabi y Arghami, 2011; Yap y Sim, 2011) y sirvió como información para caracterizar las distribuciones de los puntajes comparados, junto con los coeficientes de asimetría y curtosis. Se usaron dos pruebas de significancia: primero, la prueba *U* de Mann y Whitney se empleó para comparar dos grupos independientes (es decir, grupo control versus grupo con TDAH), mientras que, segundo, para las variables independientes que describían más de dos grupos se usó la prueba de Kruskal y Wallis. En la situación que la prueba de Kruskal y Wallis evidenció diferencias estadísticamente significativas, se realizaron comparaciones *post hoc* mediante la prueba de Dwass, Steel, Critchlow y Fligner (Critchlow y Fligner, 1991). Estos resultados, basados en las pruebas estadísticas de significancia, se complementaron con indicadores de magnitud de las diferencias, para obtener una medida del tamaño de la diferencia de los grupos contrastados (B. H. Cohen, 2008; Tomczak y Tomczak, 2014). Para este fin, se utilizó la evidencia de tipo correlacional (Open Science Collaboration, 2015), en que se hace uso de coeficientes de correlación. De este modo, en la comparación entre dos grupos se usó la correlación biserial puntual por rangos, el r_{Glass} (Glass, 1965),

esto es, entre una variable continua (el puntaje de interés) y una variable dicotómica (los dos grupos comparados). En la comparación de más de dos grupos, la estimación de las diferencias se calculó con eta cuadrada (B. H. Cohen, 2008; Tomczak y Tomczak, 2014). Antes de aplicar estos análisis de comparación de grupos, se evaluó si la edad y el cociente intelectual, como covariables, tenían efectos importantes. Todos los análisis se realizaron con el programa SPSS, versión 19.

RESULTADOS

Análisis preliminar

Se verificó el posible efecto covariante de la edad y el cociente intelectual. Para ello, se aplicó una regresión lineal simple, utilizando como predictores la edad y el cociente intelectual total, y como variable dependiente, por separado, el tiempo de reacción en aciertos, el tiempo de reacción en errores por comisión y la VTR. El modelo con tiempo de reacción en aciertos ($R^2_{\text{ajustado}} = .012$), aquel con tiempo de reacción en errores por comisión ($R^2_{\text{ajustado}} = .012$) y aquel con VTR ($R^2_{\text{ajustado}} = .010$) mostraron pequeños impactos y estadísticamente no significativos ($F [2, 258] < 2.70$). Por tanto, se excluyó de los análisis ambas variables.

Análisis de comparación

Grupo control versus grupo con TDAH. En la tabla 2 se presentan los estadísticos descriptivos de los grupos comparados, así como los resultados de la comparación entre grupos. Se observaron, en general, grandes desvíos de la normalidad estadística en las distribuciones de los puntajes; este desvío de la normalidad fue muy grande en el grupo control, reflejado en los coeficientes de asimetría y curtosis, y en la prueba estadística de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk $> .150$ en el grupo control y $> .55$ en el grupo con TDAH). También, la diferencias en la variabilidad (desviación estándar) fueron grandes entre los grupos, aproximadamente, 2.5 veces mayor en la variabilidad del grupo con TDAH frente al grupo control.

Respecto a los resultados de la comparación entre grupos en la tabla 2, se muestra que existieron diferencias significativas en tiempo de reacción en aciertos, tiempo de reacción en errores y VTR al comparar ambos grupos, donde el grupo con TDAH obtuvo mayores rangos en VTR y menores en el tiempo de reacción en aciertos y tiempo

Tabla 2. Estadísticos descriptivos y de comparación: controles versus TDAH

Grupo	M	Md	DT	As	Cu	SW	Comparación de grupos			
							Suma de rangos	Z_{U-MW}	p	r_{Glass}
Tiempo de reacción en aciertos								-2.105	.035	.11
Controles	3,601	938	15,297	5.71	31.74	0.171 **	59,821			
TDAH	24,899	953	40,224	1.17	-0.44	0.612 **	52,754			
Tiempo de reacción en errores por comisión								-3.068	.002	.16
Controles	2,638	904	12,284	7.74	62.71	0.140 **	58,394.50			
TDAH	20,174	946	36,173	1.58	0.90	0.589 **	54,180.50			
Variabilidad intraindividual en tiempo de reacción								-9.181	<.001	.49
Controles	1,439	356	6,594	6.12	36.58	0.161 **	49,343			
TDAH	11,735	465	19,562	1.34	0.16	0.619 **	63,232			

Nota: Grupo de controles, $n = 265$; grupo con TDAH, $n = 209$. As = coeficiente de asimetría; Cu = coeficiente de curtosis; SW = estadístico de normalidad de Shapiro-Wilk; Z_{U-MW} = estadístico de la prueba U de Mann-Whitney.

** $p < .01$.

de reacción en errores. Considerando la clasificación propuesta por J. Cohen (1992), el tamaño de estas diferencias se puede considerar pequeño en el tiempo de reacción en aciertos y en errores por comisión, y de magnitud moderada en la VTR.

Grupos diagnósticos. Los resultados respecto de los grupos diagnósticos se muestran en la tabla 3. Como se observa, los resultados revelaron que no existían diferencias significativas entre los tres grupos en la variable tiempo de reacción en aciertos (ji cuadrada de Kruskal y Wallis estadísticamente no significativa), pero sí en la variable tiempo de reacción en errores por comisión y VTR (χ^2 de Kruskal y Wallis > 10.0). De acuerdo con la magnitud de la eta cuadrada, la diferencia entre los grupos fue más grande en la VTR.

Para profundizar entre qué grupos se encontraban las diferencias detectadas, se procedió a aplicar un análisis *post hoc* mediante la prueba de Dwass, Steel, Critchlow y Fligner entre grupos pareados (ver la tabla 4). En primer lugar, se compararon las dos variables que habían ofrecido diferencias significativas, en función de si era el grupo control o el de TDAH-C. Los resultados pusieron de relieve que existían diferencias significativas entre ambos grupos en la variable tiempo de reacción en errores por comisión. Esto es, atendiendo al promedio de rangos (tabla 3), los niños con TDAH-C tenían mayores tiempos de reacción en los errores por comisión y mostraban mayor VTR que los niños que no

tienen TDAH. Lo mismo ocurre con la variable TDAH-I y el grupo control en ambas variables, con mayores tiempos en el grupo con TDAH.

En la variable tiempo de reacción en aciertos, al llevar a cabo comparaciones *post hoc* (tabla 4) tras la realización de los análisis previos, se hallaron diferencias significativas entre el grupo control y aquel con TDAH-C, donde estos últimos mostraron mayor rango promedio, al igual que en el caso del grupo con TDAH-I. Finalmente, el grupo control fue claramente diferente frente a ambos grupos con TDAH, al exhibir un menor rango promedio.

DISCUSIÓN

La presente investigación evidencia la existencia de diferencias significativas en el tiempo de reacción y en la VTR entre los niños con TDAH y el grupo control, a la hora de ejecutar tareas cognitivas de tipo *go/no-go*. La primera hipótesis se confirma parcialmente, ya que los niños con TDAH manifestaron un menor tiempo de reacción en los aciertos y a la hora de cometer errores por comisión que los niños del grupo control. No obstante, al realizar comparaciones *post hoc* mediante la prueba de Dwass, Steel, Critchlow y Fligner, los resultados evidenciaron que efectivamente existían diferencias en el tiempo de reacción en aciertos y errores entre los grupos analizados, siendo mayores en el grupo

Tabla 3. Estadísticos descriptivos y de comparación: grupos diagnósticos

Grupo	M	Md	DT	As	Cu	sw	Comparación de grupos			
							Media de rangos	χ^2_{KW} (gl = 2)	p	η^2
Tiempo de reacción en aciertos							5.67	.059	.003	
Controles	3,601	938	15,297	5.72	31.75	0.171	225.74			
TDAH-I	23,298	944	39,000	1.26	−0.23	0.597	242.00			
TDAH-C	26,546	983	41,571	1.11	−0.62	0.624	263.13			
Tiempo de reacción en errores por comisión							10.35	.006	.013	
Controles	2,638	904	12,284	7.75	62.71	0.140	220.36			
TDAH-I	18,941	925	34,716	1.70	1.51	0.585	250.18			
TDAH-C	21,443	1,004	37,742	1.50	0.49	0.586	268.55			
Variabilidad intraindividual en tiempo de reacción							85.02	< .001	.17	
Controles	1,439	356	6,594	6.12	36.58	0.161	186.20			
TDAH-I	11,888	468	20,390	1.40	0.35	0.605	310.46			
TDAH-C	11,576	464	18,769	1.27	−0.09	0.629	294.40			

Nota: Grupo de controles, $n = 265$; grupo con TDAH-I, $n = 106$; grupo con TDAH-C, $n = 103$. As = coeficiente de asimetría; Cu = coeficiente de curtosis; sw = estadístico de normalidad de Shapiro-Wilk; χ^2_{KW} = estadístico de la prueba de Kruskal-Wallis.

Tabla 4. Comparaciones post hoc (prueba de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner, DSCF)

Grupo 1	Grupo 2	W_{DSCF}	p
Tiempo de reacción en aciertos			
Controles	TDAH-I	1.36	.335
Controles	TDAH-C	3.42	.016
TDAH-I	TDAH-C	1.37	.333
Tiempo de reacción en errores por comisión			
Controles	TDAH-I	2.58	.068
Controles	TDAH-C	4.38	.002
TDAH-I	TDAH-C	1.16	.411
Variabilidad intraindividual en el tiempo de reacción			
Controles	TDAH-I	11.30	< .001
Controles	TDAH-C	9.47	< .001
TDAH-I	TDAH-C	-0.89	.529

con TDAH-C (en comparación con el grupo control) en el tiempo de reacción en aciertos y en errores. Estas diferencias se deben a que, en un caso, se empleó la suma de rangos y, en la otra, los promedios, siendo esta segunda opción la recomendada, esto es, analizando las comparaciones *post hoc* en aras de reducir los márgenes de los diferentes tipos

de error, ya que la transformación de datos originales a rangos controla ambos tipos de errores, especialmente, cuando se analizan los tiempos de reacción (Zumbo y Coulombe, 1997). Por lo tanto, tomando en consideración los análisis con la prueba de Dwass, Steel, Critchlow y Fligner, se evidencia que las personas con TDAH-C muestran mayores

tiempos de reacción en aciertos y errores que los controles, por lo que esa hipótesis se cumple de forma parcial, ya que esto no ha ocurrido con el TDAH-I.

Con respecto a la comparación del tiempo de reacción entre los distintos subtipos de TDAH, el grupo con TDAH-I no experimentó mayor tiempo de reacción (ni en aciertos ni en errores) que el grupo con TDAH-C, por lo que no se puede dar por probada la segunda hipótesis, ya que no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos grupos.

En relación con la tercera hipótesis, que establecía que las personas con TDAH mostrarían mayor VTR que el grupo control, los resultados revelan que el grupo con TDAH mostró mayor VTR que el grupo control, tanto comparando ambos subtipos de TDAH con el grupo control de forma conjunta como por separado. Por tanto, esta hipótesis se cumple de forma completa.

Por último, en relación con la cuarta hipótesis, que predecía una mayor VTR en el TDAH-I versus el TDAH-C, cabe señalar que no se cumple, ya que no se han encontrado diferencias entre ambos grupos en ninguna de las comparaciones efectuadas.

Los resultados hallados coinciden, en parte, con aquellas investigaciones que evidencian que los niños con TDAH experimentan tiempos de reacción más largos en comparación con los controles (Geurts et al., 2008; Neguț et al., 2017; Tamm et al., 2012; Tarantino et al., 2013; Thaler et al., 2013; De Zeeuw et al., 2008). Sin embargo, al mismo tiempo, difieren de algunos estudios, en los que se muestra que los niños con TDAH responden más rápido que los controles, es decir, obtienen un tiempo de reacción medio más rápido (Hervey et al., 2006), quizás, debido a un control inhibitorio limitado o a la presencia de impulsividad. En este sentido, los niños con TDAH parecen mostrar un control inhibitorio deficiente, reflejado en este estudio por un mayor tiempo de reacción a la hora de cometer errores por comisión, lo que coincide con otras investigaciones realizadas en este campo (Klein et al., 2006). Por otra parte, nuestros resultados no apoyan la idea de que el TDAH-I experimente una velocidad de procesamiento cognitivo más reducida (mayor tiempo de reacción) en comparación con los niños con TDAH-C, tal como ponen de manifiesto los estudios de Bioulac et al. (2012) o Calhoun y Mayes (2005). Así, en el presente estudio se aprecian mayores diferencias entre el grupo con TDAH-C y el grupo control, y entre los subtipos del TDAH, cuestión que no permite confirmar que los niños con TDAH-I se caractericen por un *tempo* cognitivo lento como sugieren Desman et al. (2008).

Por otro lado, y en línea con los hallazgos encontrados en estudios previos (Antonini et al., 2013; Epstein, Langberg et al., 2011; Karalunas et al., 2012; Seymour et al., 2016), se evidencia que los niños con TDAH manifiestan mayor VTR que los niños sin TDAH. Aunque existen distintas teorías explicativas para este fenómeno, la naturaleza de esta mayor variabilidad en este tipo de procesamiento cognitivo sigue debatiéndose (Hervey et al., 2006; Karalunas et al., 2012). En este sentido, se supone que la VTR es una característica principal del procesamiento cognitivo de las personas con TDAH (Seymour et al., 2016). No obstante, es preciso realizar nuevas investigaciones en este campo que permitan defender planteamientos relacionados con fluctuaciones momento a momento de la atención (Castellanos y Tannock, 2002; Wood et al., 2010), con limitaciones en procesos cognitivos superiores, como la memoria de trabajo (Rapport et al., 2008), con la desincronización en la inhibición motora (Rubia et al., 2001) o con posibles restricciones en la inhibición de la respuesta (Hervey et al., 2006; Ridderinkhof, 2002). Además, es fundamental que se lleven a cabo futuros estudios psicofisiológicos que permitan identificar los correlatos neurológicos de la VTR, para poder concretar la atribución de dicha naturaleza a factores como una disminución en el *arousal* (James, Cheung, Rijdsdijk, Asherson y Kuntsi, 2016), al control descendente (Castellanos et al., 2005) o a un estado concreto de regulación subcortical (Geurts et al., 2008). Estos procesos neuropsicológicos implicados en el TDAH requieren, asimismo, de una mejor comprensión de la asociación entre las medidas neuroanatómicas y cada dimensión sintomatológica (Albert et al., 2016).

En síntesis, nuestros resultados muestran que los niños con TDAH manifiestan mayor tiempo de reacción en aciertos y errores por comisión (en concreto, el TDAH-C) y en la VTR (en ambos subtipos del TDAH) que las personas sin TDAH, lo cual contribuye a apoyar la hipótesis de que una VTR es un marcador fundamental del TDAH, que se materializa en una mayor lentitud a la hora de cometer errores por comisión (Antonini et al., 2013; Barkley, 2014; Castellanos y Tannock, 2002; Epstein, Brinkman et al., 2011; Epstein, Langberg et al., 2011; Seymour et al., 2016; Tamm et al., 2014; Wood et al., 2010). El hecho de no haber apreciado diferencias en cuanto al tiempo de reacción en aciertos, a excepción del grupo con TDAH-C versus el control, puede ser debido a que, aun afirmando que la mayor lentitud y la VTR de la ejecución de los niños con TDAH es comúnmente aceptada, esto no refleja un déficit cognitivo estable, sino que depende de factores energéticos o motivacionales (Andreou et al., 2007). Asimismo, este

resultado podría relacionarse con el hecho de que las tareas *go/no-go* sin señales de advertencia y presentación rápida de estímulos, como parte de las tareas utilizadas en este estudio, conducen a un estilo de respuesta impulsiva, tanto en los niños con TDAH como sin él (Hervey et al., 2006). No obstante, como sugieren Epstein, Langberg et al. (2011), para profundizar en el esclarecimiento de las variables que atenúan o aumentan la VTR es importante manipular factores contextuales relacionados con la tarea, como el tipo, la tasa de eventos o el refuerzo, o las características individuales de los niños (ver también Andreou et al., 2007; Geurts et al., 2008; Klein et al., 2006; Sonuga-Barke et al., 2010). En este sentido, como señalan Epstein, Langberg et al. (2011), la VTR que muestran los niños con TDAH sugiere la existencia de disfunciones en los procesos cognitivos centrales que se utilizan en diferentes habilidades cognitivas que no quedan afectadas de manera consistente cuando se manipulan experimentalmente variables relacionadas con el *arousal*. A este respecto, las elevadas tasas de variabilidad intraindividual también quedan patentes en otras patologías como el espectro autista, la esquizofrenia, el daño cerebral adquirido o el trastorno bipolar (Tamm et al., 2012), por lo que cabe cuestionarse acerca de qué aspecto específico de la atención refleja esta variable.

Por último, existe una serie de limitaciones que nos hacen ser prudentes a la hora de interpretar y generalizar los resultados. En primer lugar, existen limitaciones inherentes a la muestra: el grupo con TDAH incluyó solo dos de los tres subtipos de TDAH diferenciados en la literatura, es decir, el subtipo TDAH hiperactivo-impulsivo no se tuvo en cuenta, sino que se integró con el subtipo combinado dada su baja prevalencia (Epstein, Langberg et al., 2011; Karalunas et al., 2012; Tamm et al., 2014; Willcutt, 2012). En segundo lugar, se utilizó una muestra incidental o no probabilística. Naturalmente, la muestra así obtenida no permite referirse a ella, en sentido estricto, como estadísticamente representativa del conjunto de personas con TDAH, ya que su selección se ha basado en criterios de conveniencia y no aleatorios, cuestión que habría hecho difícilmente viable la recogida de datos. Pese a ello, se puede afirmar que el conjunto de participantes constituye un amplio grupo dentro del conjunto que interesa estudiar y permite tener una cierta visión del tiempo de reacción y su variabilidad entre los distintos subtipos de TDAH y de control considerados. Asimismo, existe otro conjunto de limitaciones referidas al grupo control. En concreto, en nuestro estudio sólo consideramos (dentro de este grupo) a aquellos niños sin patologías conocidas y con un desarrollo evolutivo adecuado. Como resultado, no podemos garantizar que las diferencias

entre grupos se deban sólo a la condición de TDAH o a otras condiciones de aprendizaje o potenciales del desarrollo neurológico no identificadas previamente, al menos parcialmente, para las personas comprendidas en el grupo control.

Por otro lado, existen distintas limitaciones derivadas de las técnicas estadísticas utilizadas. En concreto, los análisis realizados sólo nos permiten inferir el grado y la dirección en que las variables del estudio covarían, pero no permiten, como ya es sabido, establecer un nexo de causalidad de una variable respecto de otra. Finalmente, en cuanto a los instrumentos de evaluación empleados, cabe destacar que, aunque los avances actuales en las pruebas de ejecución continua han mejorado enormemente su utilidad clínica en el TDAH, hay que ser prudentes en la aplicación e interpretación de dichas pruebas, ya que existen personas con TDAH que puntúan con normalidad (falsos negativos), mientras que otros pueden presentar irregularidades en el test (falsos positivos; Gualtieri y Johnson, 2005). A pesar de lo anterior, se hace evidente que el uso de las nuevas tecnologías y, en concreto, de las pruebas de ejecución continua (basadas en escenarios de realidad virtual) en la evaluación neuropsicológica de los procesos atencionales conduce a un diagnóstico más preciso y a programas de prevención e intervención más adaptados a estas dificultades (Climent y Banterla, 2011; Neşet et al., 2017).

Según distintos autores (Bioulac et al., 2012; Díaz-Orueta et al., 2014), este tipo de pruebas aumentan significativamente el interés y la motivación del niño hacia la tarea, y hacen que la evaluación sea más agradable. Además, permiten un control del tiempo más preciso (tanto en lo que se refiere a la presentación del estímulo como en la obtención de la respuesta) y el efecto del experimentador se reduce al mínimo. Estas pruebas informatizadas ahorran tiempo, mejoran significativamente la precisión y la velocidad en la obtención de puntuaciones y permiten registrar variables y puntuaciones que superan las capacidades humanas (Etchepareborda, Paiva-Barón y Abad-Mas, 2009). Como señalan Parsey y Schmitter-Edgecombe (2013) y Nolin et al. (2016), la aplicación clínica de la realidad virtual también ha proporcionado nuevas oportunidades para la evaluación, como la adecuación o personalización a poblaciones específicas, a dominios cognitivos específicos y a configuraciones únicas.

Los escenarios de realidad virtual permiten medir tareas cotidianas simuladas en un entorno seguro y controlado, representan el mundo real de manera eficaz y ofrecen la oportunidad de evaluar la influencia de estímulos ambientales (esto es, distracciones, interrupciones) en el rendimiento cognitivo (Parsons, Carlew, Magtoto y Stonecipher, 2017).

Todo ello contribuye a proporcionar una evaluación del rendimiento en tareas cotidianas con una mayor validez ecológica que, sin duda, supera las limitaciones asociadas a la evaluación tradicional.

REFERENCIAS

- Albert, J., Fernández-Jaén, A., Martín Fernández-Mayoralas, D., López-Martín, S., Fernández-Perrone, A. L., Calleja-Pérez, B.,... Recio-Rodríguez, M. (2016). Neuroanatomía del trastorno por déficit de atención/hiperactividad: Correlatos neuropsicológicos y clínicos. *Revista de Neurología*, 63(2), 71-78. Recuperable de <https://www.neurologia.com/articulo/2015223>
- Alizadeh Noughabi, H., & Arghami, N. R. (2011). Testing exponentiality based on characterizations of the exponential distribution. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 81(11), 1641-1651. doi:10.1080/00949655.2010.498373
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4ª. ed., texto rev.). Washington, DC, EE.UU.: Autor.
- Andreou, P., Neale, B. M., Chen, W., Christiansen, H., Gabriels, I., Heise, A.,... Kuntsi, J. (2007). Reaction time performance in ADHD: Improvement under fast-incentive condition and familial effects. *Psychological Medicine*, 37(12), 1703-1715. doi:10.1017/s0033291707000815
- Antonini, T. N., Narad, M. E., Langberg, J. M., & Epstein, J. N. (2013). Behavioral correlates of reaction time variability in children with and without ADHD. *Neuropsychology*, 27(2), 201-209. doi:10.1037/a0032071
- Bakker, M., & Wicherts, J. M. (2014). Outlier removal, sum scores, and the inflation of the type I error rate in independent samples *t* tests: The power of alternatives and recommendations. *Psychological Methods*, 19(3), 409-427. doi:10.1037/met0000014
- Barkley, R. A. (2014). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (4ª. ed.). Nueva York, NY, EE.UU.: Guilford Press.
- Bioulac, S., Lallemand, S., Rizzo, A., Philip, P., Fabrigoule, C., & Bouvard, M. P. (2012). Impact of time on task on ADHD patient's performances in a virtual classroom. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5), 514-521. doi:10.1016/j.ejpn.2012.01.006
- Brickenkamp, R. (adaptación española: Seisdedos Cubero, N.). (2012). *d2, test de atención. Manual* (4ª. ed. revisada). Madrid, España: TEA.
- Calhoun, S. L., & Mayes, S. D. (2005). Processing speed in children with clinical disorders. *Psychology in the Schools*, 42(4), 333-343. doi:10.1002/pits.20067
- Castellanos, F. X., Sonuga-Barke, E. J. S., Scheres, A., Di Martino, A., Hyde, C., & Walters, J. R. (2005). Varieties of attention-deficit/hyperactivity disorder-related intra-individual variability. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1416-1423. doi:10.1016/j.biopsych.2004.12.005
- Castellanos, F. X., & Tannock, R. (2002). Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: The search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), 617-628. doi:10.1038/nrn896
- Climent, G., & Banterla, F. (2011). *AULA Nesplora. Evaluación ecológica de los procesos atencionales*. San Sebastián, España: Nesplora.
- Cohen, B. H. (2008). *Explaining psychological statistics* (3ª. ed.). Hoboken, NJ, EE.UU.: John Wiley & Sons.
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98-101. doi:10.1111/1467-8721.ep10768783
- Conners, C. K. (2001). *Conners' Rating Scales—Revised. Technical manual*. Toronto, Canadá: Multi-Health Systems.
- Conover, W. J., & Iman, R. L. (1981). Rank transformations as a bridge between parametric and nonparametric statistics. *The American Statistician*, 35(3), 124-129. doi:10.1080/00031305.1981.10479327
- Critchlow, D. E., & Fligner, M. A. (1991). On distribution-free multiple comparisons in the one-way analysis of variance. *Communications in Statistics—Theory and Methods*, 20(1), 127-139. doi:10.1080/03610929108830487
- Desman, C., Petermann, F., & Hampel, P. (2008). Deficit in response inhibition in children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Impact of motivation? *Child Neuropsychology*, 14(6), 483-503. doi:10.1080/09297040701625831
- Díaz-Orueta, U., García-López, C., Crespo-Eguílaz, N., Sánchez-Carpintero, R., Climent, G., & Narbona, J. (2014). AULA virtual reality test as an attention measure: Convergent validity with Conners' Continuous Performance Test. *Child Neuropsychology*, 20(3), 328-342. doi:10.1080/09297049.2013.792332
- DuPaul, G. J., Power, T. J., Anastopoulos, A. D., & Reid, R. (1998). *ADHD Rating Scale-IV: Checklists, norms, and clinical interpretation*. Nueva York, NY, EE.UU.: Guilford Press.
- Epstein, J. N., Brinkman, W. B., Froehlich, T., Langberg, J. M., Narad, M. E., Antonini, T. N.,... Altaye, M. (2011). Effects of stimulant medication, incentives, and event rate on reaction time variability in children with ADHD. *Neuropsychopharmacology*, 36(5), 1060-1072. doi:10.1038/npp.2010.243
- Epstein, J. N., Langberg, J. M., Rosen, P. J., Graham, A., Narad, M. E., Antonini, T. N.,... Altaye, M. (2011). Evidence for

- higher reaction time variability for children with ADHD on a range of cognitive tasks including reward and event rate manipulations. *Neuropsychology*, 25(4), 427-441. doi:10.1037/a0022155
- Etchepareborda, M. C., Paiva-Barón, H., & Abad-Mas, L. (2009). Ventajas de las baterías de exploración neuropsicológica en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista de Neurología*, 48(supl. 2), S89-S93. Recuperable de <https://www.neurologia.com/articulo/2009073>
- Farré i Riba, A., & Narbona García, J. (2013). *EDAH. Escalas para la evaluación del trastorno por déficit de atención con hiperactividad. Manual* (7ª. ed. revisada). Madrid, España: TEA.
- Fernández-Fernández, M., Morillo-Rojas, M., & Alonso-Romero, L. (2012, mayo-junio). *Utilidad del estudio Aula Nesplora en la valoración del TDAH*. Comunicación presentada en la XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurología Pediátrica, Santander, España.
- Geurts, H. M., Grasman, R. P. P. P., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H., van Kammen, S. M., & Sergeant, J. A. (2008). Intra-individual variability in ADHD, autism spectrum disorders and Tourette's syndrome. *Neuropsychologia*, 46(13), 3030-3041. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2008.06.013
- Glass, G. V. (1965). A ranking variable analogue of biserial correlation: Implications for short-cut item analysis. *Journal of Educational Measurement*, 2(1), 91-95. doi:10.1111/j.1745-3984.1965.tb00396.x
- Gualtieri, C. T., & Johnson, L. G. (2005). ADHD: Is objective diagnosis possible? *Psychiatry*, 2(11), 44-53.
- Hervey, A. S., Epstein, J. N., Curry, J. F., Tonev, S., Arnold, L. E., Conners, C.K.,... Hechtman, L. (2006). Reaction time distribution analysis of neuropsychological performance in an ADHD sample. *Child Neuropsychology*, 12(2), 125-140. doi:10.1080/09297040500499081
- James, S.-N., Cheung, C. H. M., Rijdsdijk, F., Asherson, P., & Kuntsi, J. (2016). Modifiable arousal in attention-deficit/hyperactivity disorder and its etiological association with fluctuating reaction times. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 1(6), 539-547. doi:10.1016/j.bpsc.2016.06.003
- Karalunas, S. L., Huang-Pollock, C. L., & Nigg, J. T. (2012). Decomposing attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)-related effects in response speed and variability. *Neuropsychology*, 26(6), 684-694. doi:10.1037/a0029936
- Klein, C., Wendling, K., Huettner, P., Ruder, H., & Peper, M. (2006). Intra-subject variability in attention-deficit hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 60(10), 1088-1097. doi:10.1016/j.biopsych.2006.04.003
- Kofler, M. J., Rapport, M. D., Sarver, D. E., Raiker, J. S., Orban, S. A., Friedman, L. M., & Kolomeyer, E. G. (2013). Reaction time variability in ADHD: A meta-analytic review of 319 studies. *Clinical Psychology Review*, 33(6), 795-811. doi:10.1016/j.cpr.2013.06.001
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Bigler, E. D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment* (5ª. ed.). Nueva York, NY, EE.UU.: Oxford University Press.
- Mayes, S. D., Calhoun, S. L., Chase, G. A., Mink, D. M., & Stagg, R. E. (2009). ADHD subtypes and co-occurring anxiety, depression, and oppositional-defiant disorder: Differences in Gordon diagnostic system and Wechsler working memory and processing speed index scores. *Journal of Attention Disorders*, 12(6), 540-550. doi:10.1177/1087054708320402
- Moreno-García, I., Delgado-Pardo, G., & Roldán-Blasco, C. (2015). Attention and response control in ADHD. Evaluation through Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test. *The Spanish Journal of Psychology*, 18, art. E1. doi:10.1017/sjp.2015.2
- Mullins, C., Bellgrove, M. A., Gill, M., & Robertson, I. H. (2005). Variability in time reproduction: Difference in ADHD combined and inattentive subtypes. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(2), 169-176. doi:10.1097/00004583-200502000-00009
- Neguş, A., Jurma, A. M., & David, D. (2017). Virtual-reality-based attention assessment of ADHD: ClinicaVR: Classroom-CPT versus a traditional continuous performance test. *Child Neuropsychology*, 23(6), 692-712. doi:10.1080/09297049.2016.1186617
- Nolin, P., Stipanovic, A., Henry, M., Lachapelle, Y., Lussier-Desrochers, D., Rizzo, A. "S.", & Allain, P. (2016). *ClinicaVR: Classroom-CPT: A virtual reality tool for assessing attention and inhibition in children and adolescents. Computers in Human Behavior*, 59, 327-333. doi:10.1016/j.chb.2016.02.023
- Open Science Collaboration. (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science*, 349(6251), art. aac4716. doi:10.1126/science.aac4716
- Parsey, C. M., & Schmitter-Edgecombe, M. (2013). Applications of technology in neuropsychological assessment. *The Clinical Neuropsychologist*, 27(8), 1328-1361. doi:10.1080/13854046.2013.834971
- Parsons, T. D., Carlew, A. R., Magtoto, J., & Stonecipher, K. (2017). The potential of function-led virtual environments for ecologically valid measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(5), 777-807. doi:10.1080/09602011.2015.1109524
- Rapport, M. D., Alderson, R. M., Kofler, M. J., Sarver, D. E., Bolden, J., & Sims, V. (2008). Working memory deficits in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD):

- The contribution of central executive and subsystem processes. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 36(6), 825-837. doi:10.1007/s10802-008-9215-y
- Ridderinkhof, K. R. (2002). Activation and suppression in conflict tasks: Empirical clarification through distributional analyses. En W. Prinz y B. Hommel (Eds.), *Common mechanisms in perception and action* (pp. 494-519). Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Rochon, J., Gondan, M., & Kieser, M. (2012). To test or not to test: Preliminary assessment of normality when comparing two independent samples. *BMC Medical Research Methodology*, 12, art. 81. doi:10.1186/1471-2288-12-81
- Rubia, K., Russell, T., Overmeyer, S., Brammer, M. J., Bullmore, E. T., Sharma, T.,... Taylor, E. (2001). Mapping motor inhibition: Conjunctive brain activations across different versions of go/no-go and stop tasks. *Neuroimage*, 13(2), 250-261. doi:10.1006/nimg.2000.0685
- Rufo-Campos, M., Cueto, E., Iriarte, Y., & Rufo-Muñoz, M. (2012, mayo-junio). *Estudio de sensibilidad de un nuevo método diagnóstico para el TDAH: Aula Nesplora*. Comunicación presentada en la XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurología Pediátrica, Santander, España.
- Seymour, K. E., Mostofsky, S. H., & Rosch, K. S. (2016). Cognitive load differentially impacts response control in girls and boys with ADHD. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 44(1), 141-154. doi:10.1007/s10802-015-9976-z
- Shanahan, M. A., Pennington, B. F., & Willcutt, E. W. (2008). Do motivational incentives reduce the inhibition deficit in ADHD? *Developmental Neuropsychology*, 33(2), 137-159. doi:10.1080/87565640701884238
- Sjöwall, D., Roth, L., Lindqvist, S., & Thorell, L. B. (2013). Multiple deficits in ADHD: Executive dysfunction, delay aversion, reaction time variability, and emotional deficits. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(6), 619-627. doi:10.1111/jcpp.12006
- Sonuga-Barke, E. J. S., Wiersema, J. R., van der Meere, J. J., & Roeyers, H. (2010). Context-dependent dynamic processes in attention deficit/hyperactivity disorder: Differentiating common and unique effects of *state regulation deficits* and *delay aversion*. *Neuropsychology Review*, 20(1), 86-102. doi:10.1007/s11065-009-9115-0
- Tamm, L., Epstein, J. N., & Becker, S. P. (2018). A preliminary investigation of reaction time variability in relation to social functioning in children evaluated for ADHD. *Child Neuropsychology*. Publicación anticipada en línea. doi:10.1080/09297049.2018.1523379
- Tamm, L., Epstein, J. N., Denton, C. A., Vaughn, A. J., Peugh, J., & Willcutt, E. G. (2014). Reaction time variability associated with reading skills in poor readers with ADHD. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(3), 292-301. doi:10.1017/s1355617713001495
- Tamm, L., Narad, M. E., Antonini, T. N., O'Brien, K. M., Hawk, L. W., Jr., & Epstein, J. N. (2012). Reaction time variability in ADHD: A review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 500-508. doi:10.1007/s13311-012-0138-5
- Tarantino, V., Cutini, S., Mogentale, C., & Bisiacchi, P. S. (2013). Time-on-task in children with ADHD: An ex-Gaussian analysis. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(7), 820-828. doi:10.1017/s1355617713000623
- Thaler, N. S., Bello, D. T., & Etcoff, L. M. (2013). WISC-IV profiles are associated with differences in symptomatology and outcome in children with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 17(4), 291-301. doi:10.1177/1087054711428806
- Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited: An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, 21(1), 19-25. Recuperable de http://tss.awf.poznan.pl/files/3_Trends_Vol21_2014_no1_20.pdf
- Vaurio, R. G., Simmonds, D. J., & Mostofsky, S. H. (2009). Increased intra-individual reaction time variability in attention-deficit/hyperactivity disorder across response inhibition tasks with different cognitive demands. *Neuropsychologia*, 47(12), 2389-2396. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2009.01.022
- Wechsler, D. (2010). *WISC-IV. Escala de inteligencia de Wechsler para niños-IV: Manual técnico y de interpretación* (4ª. ed.). Madrid, España: TEA.
- Willcutt, E. G. (2012). The prevalence of DSM-IV attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Neurotherapeutics*, 9(3), 490-499. doi:10.1007/s13311-012-0135-8
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention-deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1336-1346. doi:10.1016/j.biopsych.2005.02.006
- Wood, A. C., Asherson, P., van der Meere, J. J., & Kuntsi, J. (2010). Separation of genetic influences on attention deficit hyperactivity disorder symptoms and reaction time performance from those on IQ. *Psychological Medicine*, 40(6), 1027-1037. doi:10.1017/s003329170999119x
- Yap, B. W., & Sim, C. H. (2011). Comparisons of various types of normality tests. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 81(12), 2141-2155. doi:10.1080/00949655.2010.520163
- Zeeuw, P. de, Aarnoudse-Moens, C., Bijlhout, J., König, C., Post Uiterweer, A., Papanikolaou, A.,... Oosterlaan, J. (2008). Inhibitory performance, response speed, intraindividual variability, and response accuracy in ADHD. *Journal of the*

- American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 47(7), 808-816. doi:10.1097/chi.0b013e318172eee9
- Zimmerman, D. W. (1994). A note on the influence of outliers on parametric and nonparametric tests. *The Journal of General Psychology*, 121(4), 391-401. doi:10.1080/00221309.1994.9921213
- Zimmerman, D. W., & Zumbo, B. D. (1989). A note on rank transformations and comparative power of the Student *t*-test and Wilcoxon-Mann-Whitney test. *Perceptual and Motor Skills*, 68(3, parte 2), 1139-1146.
- Zimmerman, D. W., & Zumbo, B. D. (1993). Rank transformations and the power of the Student *t* test and Welch *t'* test for non-normal populations with unequal variances. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 47(3), 523-539. doi:10.1037/h0078850
- Zulueta, A., Iriarte, Y., Díaz-Orueta, U., & Climent, G. (2013). AULA Nesplora: Avance en la evaluación de los procesos atencionales. Estudio de la validación convergente con el test de percepción de diferencias "caras" (versión ampliada). *ISEP Science*, 4, 4-10.
- Zumbo, B. D., & Coulombe, D. (1997). Investigation of the robust rank-order test for non-normal populations with unequal variances: The case of reaction time. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue Canadienne de Psychologie Expérimentale*, 51(2), 139-150. doi:10.1037/1196-1961.51.2.139

Recibido: 10 de abril de 2018.

Aceptado: 4 de enero de 2019.