

MEMORIA DE INVESTIGACIÓN

Título de la Memoria

Atención en equilibrio: Efecto de asientos dinámicos sobre la atención sostenida en niños con TDAH.

Nombre de la Autora

Fabiola Sánchez Riquelme

Profesor Patrocinante: Gonzalo Miguez (FACSO)

Profesor Guía: Paulo Barraza Rodríguez (CIAE)

Colaboran en este proyecto: Michael Esterman (Boston Attention and Learning Laboratory, VA Boston Healthcare System, Boston, MA 02130, USA; Department of Psychiatry, Boston University School of Medicine, Boston, MA 02118, USA).

Atención en equilibrio: Efecto de asientos dinámicos sobre la atención sostenida en niños con TDAH.

Fabiola Sánchez^{1,2}, Michael Esterman^{3,4}, Gonzalo Miguez¹, Paulo Barraza²

¹Escuela de Psicología, Universidad de Chile.

²CIAE, Centro de Investigación Avanzada en Educación, Universidad de Chile.

³Veterans Administration Boston Healthcare System, Neuroimaging Center for Veterans, Boston, Massachusetts.

⁴Boston University School of Medicine, Department of Psychiatry, Boston, Massachusetts.

Agradecimientos: Esta investigación fue financiada por el proyecto Basal FB0003 subvencionado por el Programa de Investigación Asociativa de CONICYT asignado PB. La autora e investigadores agradecen a Michael Esterman por compartir la tarea atencional realizada el gradCPT y por la ayuda para realizar los análisis. A Verónica Angulo por reforzar nuestro interés en el tema. A Ivo Leiva por su contribución a la recolección de datos y ejecución del experimento. A Pablo de la Fuente por su aporte a la ejecución del experimento y comentarios a una versión anterior de este manuscrito. Al Colegio Alberto Blest Gana y al Colegio San Damian de Molokai por su apoyo en la ejecución del experimento.

Declaración de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Resumen

Cada vez es más común en las escuelas el uso de pelotas de estabilidad para tratar problemas de atención en niños con TDAH. Contrario a la gran aceptación de estas intervenciones, la evidencia empírica que sustenta estas prácticas es escasa. En el presente estudio analizamos el rendimiento atencional de niños TDAH y un grupo Control, sentados en una silla tradicional y en una pelota de estabilidad, mientras realizan una tarea de atención sostenida. Como se esperaba, el rendimiento atencional en silla fue menor en el grupo TDAH comparado al grupo Control. Sin embargo, al evaluar al grupo TDAH sentado en una pelota de estabilidad, no observamos una mejoría en su rendimiento atencional. Es más, ambos grupos tienden a empeorar su rendimiento sentados en la pelota. En conjunto, nuestros resultados revelan que la atención sostenida en niños con TDAH no mejora por el uso de una pelota de estabilidad como asiento.

Palabras Claves: TDAH, atención sostenida, sistema vestibular, pelota, gradCPT.

Atención en Equilibrio: Efecto de asientos dinámicos sobre la atención sostenida en niños con TDAH

El déficit atencional con hiperactividad (TDAH) es el problema de salud mental más frecuente en niños, niñas y adolescentes chilenos en edad escolar. Es 2 a 4 veces más frecuente en hombres y se estima que uno de cada 80-100 escolares de enseñanza básica requiere tratamiento específico por este problema (MINSAL, 2001). En cuanto a su sintomatología, una de las características más salientes en personas con TDAH es el déficit en la atención sostenida (Wang et al., 2013), entendida como la capacidad del sujeto para mantener el foco atencional durante periodos prolongados de tiempo mientras se detectan señales infrecuentes (Clayton, Yeung, & Kadosh, 2015; Sarter, Givens, & Bruno, 2001). Comparado a personas sin dificultades atencionales, las personas con TDAH presentan una mayor tasa de error y mayores tiempos de reacción, junto con una mayor variabilidad de respuesta en pruebas que evalúan atención sostenida (Leth-Steensen, Elbaz & Douglas, 2000; Fortenbaugh, DeGutis, & Esterman, 2017; Wu et al., 2012). En cuanto a su efecto en contextos escolares, se ha reportado que el déficit en atención sostenida repercute negativamente sobre el rendimiento académico (Barry, Lyman, & Klinger, 2002; Biederman et al., 2004). Con respecto a su tratamiento, habitualmente el TDAH es tratado con medicamentos o en combinación con intervenciones psicológicas para el manejo conductual (para una revisión vea Alza, 2013). Se ha reportado que el tratamiento farmacológico tiene efectos positivos a corto plazo, mejorando la atención, la conducta hiperactiva e impulsiva, así como la motivación para realizar tareas académicas y relacionarse con su entorno social (para una revisión vea Vaughan, March y Kratochvil, 2012). No obstante, al evaluar los efectos del tratamiento farmacológico a largo plazo se reporta que las personas no mejoran significativamente el desempeño escolar, ni reducen los problemas de comportamiento tal como ocurre en la etapa inicial del tratamiento (e.g., Alza, 2013).

Buscando complementar y mejorar los resultados obtenidos con los métodos tradicionales, muchas escuelas han comenzado a intervenir la sala de clases con el uso de pelotas terapéuticas como asientos (en vez de la silla rígida tradicional). El supuesto a la base de esta intervención deriva principalmente de propuestas como la teoría de integración sensorial de Ayres (1972), desde donde se desprende que la estimulación vestibular y propioceptiva inducida por el uso de asientos dinámicos, mejoraría la atención sostenida,

la conducta orientada a la tarea y el rendimiento académico de escolares con TDAH (e.g., Illi, 1994; Schilling, Washington, Billingsley, & Deitz, 2003). Aun cuando el uso de pelotas terapéuticas como asientos (en adelante referido también como asientos dinámicos) está muy validado por los docentes, los estudios al respecto son escasos, poco rigurosos y en algunos casos anecdóticos (Fedewa & Erwin, 2011). El estudio con mayor sistematicidad realizado hasta ahora (Fedewa & Erwin, 2011), registró la conducta de 8 estudiantes con sintomatología TDAH, mientras usaban asientos dinámicos durante 12 semanas. Los resultados reportados indican que el uso de asientos dinámicos aumentó los niveles de atención, disminuyó los niveles de hiperactividad e incrementó el tiempo en la tarea y el tiempo que permanecían sentados. Para indagar si este promisorio efecto del uso de asientos dinámicos era extensivo a escolares sin TDAH, Fedewa, Davis y Ahn (2015) realizaron un estudio con ensayos controlados aleatorizados utilizando 2 escuelas como grupo experimental y 2 escuelas como grupo control durante 9 meses. Los resultados revelaron que no había diferencias entre grupo experimental y control en cuanto a la conducta orientada a la tarea y el rendimiento académico. Los investigadores concluyen que los asientos dinámicos no tienen un uso práctico en escolares sin TDAH y recomiendan el uso de diseños experimentales bien controlados que avalen el uso de pelotas terapéuticas en la educación general básica.

A nuestro leal saber y entender, existe solo un estudio controlado en laboratorio que mide respuesta conductual y electrofisiológica de niños con TDAH y un grupo de niños control (Wu et al., 2012) mientras realizan una tarea atencional sentados en un asiento rígido y uno dinámico. Sentados en silla tradicional, el grupo con TDAH mostró largos tiempos de reacción (TR) y una latencia retrasada del potencial relacionado a evento (ERP sigla en inglés) P300 comparado al grupo control. Sentados en pelota terapéutica, el grupo con TDAH mostró una reducción significativa de los TR y menor retraso en la latencia del ERP P300 comparado a la condición silla tradicional. Interesantemente no se encontraron diferencias en tiempos de reacción y en el ERP P300 en el grupo control comparando ambas condiciones de asientos. Además, no se observaron diferencias entre los grupos en cuanto a la tasa de aciertos en ambas condiciones de asiento. Estos resultados indicarían que el uso de asientos dinámicos solo afecta al grupo de escolares con TDAH, en particular su velocidad de respuesta, pero no su precisión. Aun cuando interesante, los resultados de este estudio presentan algunas limitaciones metodológicas importantes, por ejemplo, no se reporta el uso de doble ciego durante la investigación, lo cual resulta crucial para prevenir

el sesgo subjetivo del investigador y los participantes en estudios de este tipo. Otro aspecto a considerar es que tanto sujetos experimentales como control presentaron un alto porcentaje de aciertos (97% aprox.), no mostrando diferencias entre ellos ni tampoco entre condiciones de asiento. Esto revela que la tarea fue demasiado sencilla y que ambos grupos son igualmente eficaces en diferentes condiciones. Este último punto es un problema típico que surge al usar las pruebas tradicionales para evaluar atención sostenida, las cuales distorsionan el rendimiento conductual de ambos grupos.

Para evaluar atención sostenida habitualmente se usan las denominadas tareas de rendimiento continuo (CPT sigla en inglés). Existen distintas versiones de CPT, pero en general la tarea consiste en apretar un botón (e.g., en las tareas X-CPT y AX-CPT) o no apretar un botón (e.g., CPT-II) ante la aparición de un estímulo clave infrecuente, los cuales son presentados como parte de una secuencia de estímulos frecuentes que se proyectan por un largo periodo de tiempo (e.g., Riccio, Reynolds, Lowe, & Moore, 2002). De acuerdo con Esterman, Noonan, Rosenberg y DeGutis (2012), aun cuando útiles para hacer mediciones gruesas de la atención sostenida, los CPT tradicionales presentan algunos problemas como: i) se requiere realizar la tarea por tiempos muy prolongados para obtener una disminución de la vigilancia, ii) son exigentes pero no difíciles dado que la presentación abrupta de los estímulos frecuentes e infrecuentes opera como una clave de alerta que previene la caída de la vigilancia, iii) no permiten un monitoreo fino de los cambios atencionales a través del tiempo. Para hacer frente a estos problemas, entre los que se cuenta la presentación abrupta de los estímulos, la facilidad de la tarea y la imposibilidad de evaluar fluctuaciones momento-a-momento de la atención sostenida, Esterman et al., (2012) desarrollaron una nueva versión del CPT-II denominada tarea de rendimiento continuo con aparición gradual de los estímulos (gradCPT sigla en inglés). En particular, la innovación consiste en que no existe una pausa entre la aparición de un estímulo y el otro, sino que existe una transición rápida tipo "Fade in-Fade out" entre estímulos, es decir, un solapamiento entre la aparición gradual de uno y la salida de otro, lo cual genera una experiencia visual sin cortes. Esto hace que la tarea sea mucho más demandante en términos atencionales, generando disminución de la vigilancia en periodos experimentales más cortos y fluctuaciones espontáneas en la estabilidad de los tiempos de reacción (TR) de cada sujeto a través del tiempo. De acuerdo con Esterman et al., (2012), el patrón de fluctuaciones de los tiempos de reacción durante el experimento permite distinguir 2 estados atencionales relevantes, uno estable con menos propensión a errores que

denominaron estar “en la zona” (“in the zone” en inglés), y otro más errático con mayor propensión a cometer errores que llamaron estar “fuera de la zona” (“out the zone” en inglés).

Considerando tanto los recientes resultados que muestran los potenciales beneficios atencionales asociados al uso de asientos dinámicos en escolares con TDAH y el desarrollo de mejores experimentos para evaluar de forma fina y precisa la fluctuación momento-a-momento de la atención, la presente investigación se enfocó en analizar los efectos que el tipo de asiento (silla tradicional o pelota de estabilidad) puede tener sobre la atención sostenida en niños TDAH y Control. En particular, se analizaron las variables TR, porcentaje de error, Variabilidad de TR (Coeficiente de Variación, CV), Índice de Sensibilidad (D') y Criterión (C) de ambos grupos, en cada tipo de asiento. Se hipotetizó que i) en comparación al grupo Control, los escolares con TDAH sentados en una silla tendrían un rendimiento menor en el gradCPT; ii) Comparado al rendimiento sentados en la silla, los escolares con TDAH sentados en una pelota de estabilidad mejorarán su rendimiento, asemejándose al grupo control. Para evaluar la atención sostenida se utilizó la prueba gradCPT (Esterman et al., 2012). Para una caracterización general de la muestra se evaluó memoria de trabajo con el test span de dígitos (versión directa e inversa) y CI no-verbal con el test Raven (versión coloreada) (Raven, Court & Raven, 2012).

Método

Diseño.

Se utilizó metodología cuantitativa con un diseño experimental factorial mixto, con Grupo (experimental y control) como factor inter-sujeto y Tipo de Asiento como factor intra-sujeto (silla tradicional y pelota de estabilidad).

Participantes.

La muestra fue por conveniencia y estuvo compuesta por 37 escolares de educación básica de 2 colegios particular-subvencionados de la región metropolitana. Del total, 16 eran escolares con diagnóstico TDAH y 21 escolares control. Seis niños fueron excluidos de análisis posteriores (2 del grupo TDAH y 4 del grupo control) dado que presentaron una tasa de error total igual o mayor a dos desviaciones estándar por sobre o debajo la media grupal en el gradCPT (Ratcliff, 1993) o bien tenían más de 11 años 6 meses (criterio basado en las normas chilenas para la corrección del test Raven versión coloreada, [Ivanovic et al., 2000; Hazbún et al., 2003]). Los datos de los otros 31 sujetos, 14 del grupo TDAH (13 hombres, rango de edad: 9–11 años, media = 10.14 años) y 17 del grupo control (17

hombres, rango de edad: 9–11 años, media = 10.12 años) fueron analizados. Con respecto al grupo TDAH, el diagnóstico fue realizado por un neurólogo y trabajaban con los psicopedagogos de los colegios contactados, no recibían medicación para el TDAH y no tenían antecedentes de comorbilidad con otros trastornos (ej. dislexia). Los colegios fueron seleccionados por conveniencia. Por su parte, el grupo Control estuvo formado por niños con desarrollo cognitivo típico, sin diagnóstico de TDAH u otros antecedentes de patologías neurológicas y/o psiquiátricas, de los mismos colegios contactados. Todos los niños eran hablantes nativos de español, con audición normal y visión normal o corregida a normal. Para acceder a la muestra, los directores de ambos establecimientos autorizaron la realización del estudio. Tanto los padres (o tutores) como los niños de ambos grupos dieron su consentimiento/asentimiento informado para participar en el estudio.

Estímulos.

Evaluaciones neuropsicológicas

Se realizó la sub-prueba Span de Dígitos Directo e Inverso, de la Escala Wechsler de Inteligencia para Niños, con el objetivo de evaluar la memoria de trabajo. La tarea consistió en repetir una serie de números de forma verbal en la versión directa y, repetir una serie de números de atrás hacia adelante en la versión inversa.

También se llevó a cabo el Test de matrices progresivas de Raven versión coloreada, para una evaluación del CI no-verbal. Esta consiste en completar una secuencia de imágenes de forma lógica. Las pruebas se consideraron útiles para la caracterización de los grupos.

Test de rendimiento continuo con aparición gradual de estímulos (gradCPT).

La tarea consta de 20 imágenes, de ellas la mitad son ciudades y la otra mitad son montañas. Ambos grupos de imágenes están en escala de grises y son presentadas de forma aleatoria. Las imágenes de montañas tienen una frecuencia de aparición del 10% y la de ciudades de un 90%, evitando presentar la misma imagen en ensayos sucesivos (Esterman et al., 2012). La transición de las imágenes ocurre de forma gradual, utilizando interpolación lineal pixel por pixel, a una velocidad de 800 ms (Figura 1). Dado que el gradCPT fue realizado 2 veces (uno sentado en silla y el otro sobre la pelota de estabilidad), se programó una versión A y B del mismo experimento. La versión B es idéntica a la versión A, con la única diferencia que las imágenes utilizadas son perros como estímulo frecuente y gatos como estímulo infrecuente. Ambas versiones del gradCPT fueron programadas usando la herramienta Psychtoolbox de Matlab (Brainard, 1997). Las imágenes fueron

proyectadas en una pantalla Dell de 17" conectada a un macbook-pro o en un mini-mac. Los sujetos estaban a una distancia de 40 cm de la pantalla. Durante el experimento, los sujetos debían presionar un botón (barra espaciadora) cuando veían imágenes frecuente y no apretar el botón cuando veían la imagen infrecuente. Se les pidió a los sujetos que contestaran acertadamente, sin importar la velocidad con que lo hicieran. Sin embargo, debido a que un estímulo era reemplazado por el siguiente cada 800 ms, existía un plazo implícito de respuesta en la tarea. El orden en que se realizaban las versiones A y B del gradCPT fue contrabalanceado entre sujetos.

Tipos de asiento.

Los sujetos respondieron a la tarea de atención sostenida sentados sobre diferentes tipos de asiento, uno dinámico y otro tradicional. El asiento dinámico consiste en una pelota de estabilidad. La pelota utilizada se ajustó al tamaño y peso de cada estudiante, con el objetivo de que sus pies tocaran el suelo y sus piernas quedaran en un ángulo de 90 grados. Para tal efecto contábamos con una pelota de 48 cm y otra de 65 cm de diámetro. Como asiento tradicional se utilizó una silla que no permite balanceos ni desplazamientos, similar a los asientos escolares tradicionales. Se resguardó que los estudiantes tuvieran los pies en el suelo y sus piernas estuvieran en un ángulo de 90 grados. Para controlar variables intervinientes que pudiesen confundir los resultados, la silla no tenía apoyabrazos y el respaldo no fue utilizado, resguardando que la única diferencia entre ambos asientos sea la dinámica de suaves movimientos de balance que permite la pelota terapéutica. El orden de los asientos fue contrabalanceado entre sujetos.

Procedimientos.

El estudio se realizó en una sala asignada especialmente para la investigación, en el mismo establecimiento educacional al que pertenecían los estudiantes. Una vez en la sala, los niños se sentaban por 20 min en uno de los asientos (silla o pelota). El objetivo fue que los escolares se familiarizaran con el tipo de asiento antes de comenzar el estudio. Los 20 min de aclimatación al asiento fueron aprovechados para hacer las evaluaciones neuropsicológicas. Luego de este tiempo, se les pidió a los niños que miraran la pantalla de computador y se le explicó detalladamente la tarea gradCPT. En primer lugar, se le mostraron las 20 imágenes en orden secuencial, es decir, primero las 10 imágenes frecuentes (ciudad o perro según la versión) y luego las 10 infrecuentes (montaña o gato). La idea era que los niños reconocieran como eran las imágenes que iban a ver en el estudio. Luego realizaron una práctica de 30 seg similar a la tarea que realizarían posteriormente.

El objetivo fue que se familiarizaran con el modo y la velocidad en que las imágenes van cambiando y con la manera de responder ante los estímulos infrecuentes. Luego de que los escolares estuvieron preparados y confiados para realizar la tarea comenzaba la primera sesión experimental, la cual tuvo una duración de 10 min. Al terminar la primera sesión experimental, se realizaba el cambio de asiento y se repitieron los procedimientos descritos previamente. Finalizada la segunda sesión experimental se terminaba el estudio y los estudiantes volvían a su sala de clases.

Análisis de datos.

Los análisis del rendimiento de los sujetos en la tarea gradCPT fueron conducidos según los trabajos previos del equipo de Michael Esterman (Esterman et al., 2015; Esterman et al., 2012; Esterman, Rosenberg, & Noonan, 2014).

Tiempos de reacción y coeficiente de variación (CV).

Los tiempos de reacción (TR) fueron calculados en relación al comienzo de cada transición de imagen, de tal manera que un TR de 800ms indica que el botón se apretó justo en el momento en que la imagen n era 100% visible y no estaba mezclada con otra imagen. Un TR corto indica que la imagen actual estaba aún en transición desde la imagen previa, y un TR largo indica que la imagen actual estaba en transición hacia la imagen subsecuente. Para controlar el efecto de ensayos con TR muy diferentes al resto (apriete de botón antes que el 70% de la imagen n sea completamente visible y después que el 40% de la imagen $n+1$ es visible) o con múltiples apriete de botón, se utilizó un algoritmo iterativo que maximiza la recolección de respuestas correctas. En primer lugar, el algoritmo detecta respuestas correctas precisas y ambiguas. Luego, las respuestas ambiguas son asignadas a un ensayo adyacente si uno de los dos no tiene respuesta. Si ambos ensayos adyacentes tienen respuesta, el apriete de botón se asigna al ensayo más cercano, a menos que este sea un ensayo que no recibe respuesta (montaña o gato), en cuyo caso se otorga el beneficio de la duda que tal ensayo ha sido correctamente omitido. Finalmente, si se dan múltiples respuestas, se selecciona la más rápida. Los TR de los ensayos correctos fueron usados para calcular el coeficiente de variación (CV) o variabilidad de los tiempos de reacción ($CV = \text{desviación estándar de TR} / \text{TR promedio}$).

Tasa de error, índice de sensibilidad (D') y criterio (C).

Se consideraron omisiones correctas, los ensayos en que las personas inhiben el apriete de botón ante estímulos infrecuentes. Los ensayos en que los sujetos aprietan el botón ante estímulos infrecuentes son considerados errores de comisión (EC). Se

consideraron comisiones correctas, los ensayos en que las personas aprietan el botón ante estímulos frecuentes. Los ensayos en que los sujetos no aprietan el botón ante estímulos frecuentes son considerados errores de omisión (EO). Haciendo uso de herramientas de detección de señales tomando aciertos (omisiones correctas) y falsas alarmas (errores de omisión), calculamos el índice de sensibilidad (D' , cuantifica la habilidad de una persona para discriminar entre un estímulo target y un estímulo no-target independiente de la estrategia usada para responder; valores altos indican mejor discriminación) y Criterion (C , cuantifica el sesgo al responder o la disposición a dar una respuesta ante la incertidumbre; valores altos indican una mayor disposición a dar una respuesta) (Riley, Esterman, Fortenbaugh, & DeGutis, 2017).

Variabilidad de la respuesta “en la zona” y “fuera de la zona”.

Para analizar estados atencionales de baja o alta variabilidad de respuesta, los TR derivados de respuestas correctas fueron convertidos a puntajes-z absolutos. Valores para ensayos sin respuesta (errores de omisión y omisiones correctas) fueron interpolados linealmente, tal que los valores perdidos sean linealmente estimados desde los TR de los 2 ensayos que lo rodean. El curso de variabilidad temporal (VTC sigla en inglés) fue suavizado usando una función Kernel Gaussiana con una ventana de 20 ensayos y una anchura a media altura (FWHM sigla en inglés) de 8 seg. A partir del VTC suavizado para cada sujeto, se definieron 2 estados atencionales usando una división de la mediana para separar ensayos con baja y alta variabilidad (ensayos “en la zona” o “fuera de la zona” respectivamente). De esta manera, el estado “en la zona” incluyen ensayos con TR cercanos a la media, mientras que el estado “fuera de la zona” incluye ensayos con TR muy distintos (incluyendo respuestas demasiado rápidas y excesivamente lentas) (Fortenbaugh et al., 2015).

Análisis estadístico.

Los datos demográficos y neuropsicológicos fueron analizados con pruebas t para muestras independientes. Los resultados del gradCPT fueron analizadas con un ANOVA mixto, con grupo como factor entre-sujeto y tipo de asiento como factor intra-sujeto. Análisis post-hoc fueron realizados con pruebas t para muestras independientes o pareadas según corresponda el tipo de comparación. El nivel de alfa fue fijado a .05 para todos los test.

Resultados

Datos demográficos y neuropsicológicos.

Los resultados son reportados en la Tabla 1. Una prueba t para muestras independientes reveló que el grupo TDAH y Control no difieren en edad ($t(29) = .085$, $p = .933$) y años de escolaridad ($t(29) = -1.287$, $p = .208$). En cuanto a los datos neuropsicológicos, no se observan diferencias entre los grupos ante la repetición directa de una secuencia de dígitos ($t(29) = .647$, $p = .523$), pero si ante la repetición inversa ($t(29) = -2.748$, $p = .01$). Finalmente, se encontraron diferencias entre ambos grupos en el test de Raven ($t(29) = -2.656$, $p = .013$). No obstante esta diferencia, ambos grupos se encuentran en el rango de inteligencia promedio (Raven et. al., 2012).

Test de Atención Sostenida (gradCPT) .***Tiempo de reacción y porcentaje de error.***

Los resultados para cada grupo y condición son mostrados en la Tabla 2 y en la Figura 2. Un ANOVA mixto utilizando grupo como factor entre sujetos y tiempo de reacción total en la silla y en la pelota como factor intrasujeto, reveló un efecto del factor tipo de asiento ($F(1, 29) = 9.638$, $p < .004$, $\eta_p^2 = .249$) y del factor grupo ($F(1, 29) = 5.906$, $p = .022$, $\eta_p^2 = .169$). No se encontraron interacciones entre factores. Comparaciones planificadas revelaron que el grupo TDAH fue significativamente más lento que el grupo control sentado en silla ($t(29) = 2.653$; $p = .013$), mientras que el grupo control fue más lento sentado en la pelota que en silla ($t(29) = -2.459$; $p = .026$).

Se utilizó el mismo ANOVA para el análisis de porcentaje de error. En el caso de los errores de comisión no se observaron efectos del factor tipo de asiento, grupo, ni interacción entre los factores (todos los $p > 0.1$). En cuanto a los errores de omisión, se observó un efecto del factor tipo de asiento ($F(1, 29) = 6.597$, $p = .016$, $\eta_p^2 = .185$) y grupo ($F(1, 29) = 5.835$, $p = .022$, $\eta_p^2 = .168$). No se encontraron interacciones entre factores. Comparaciones planificadas revelaron que el grupo TDAH cometió más errores de omisión que el grupo control sentados en silla ($t(29) = 2.902$; $p = .007$), mientras que el grupo control tuvo más errores de omisión sentado en la pelota que en silla ($t(29) = -2.529$; $p = .022$). Finalmente, con respecto a la tasa de error total, se encontró un efecto del factor tipo de asiento ($F(1,$

29) = 6.911, $p = .014$, $\eta_p^2 = .192$) y grupo ($F(1, 29) = 8.617$, $p = .006$, $\eta_p^2 = .229$). No se encontraron interacciones entre factores. Comparaciones planificadas revelaron que el grupo TDAH cometió más errores total que el grupo control tanto sentados en la silla ($t(29) = 3.240$; $p = .003$), como sentado en la pelota ($t(29) = 2.503$; $p = .018$).

Coefficiente de Variación, Índice de Sensibilidad y Criterión.

Los resultados para cada grupo y condición son mostrados en la Tabla 3 y en la Figura 3. Un ANOVA mixto utilizando grupo como factor entre sujetos y coeficiente de variación total sentado en la silla y en la pelota como factor intrasujeto, reveló una interacción entre CV y grupo ($F(1, 29) = 6.042$, $p = .02$, $\eta_p^2 = .172$). No se observaron efectos del factor grupo, ni tipo de asiento (todos los $p > 0.3$). Comparaciones planificadas revelaron que el grupo TDAH obtuvo un mayor coeficiente de variación que el grupo control sentado en la pelota que en la silla ($t = -2.553$; $p = .024$).

Un ANOVA similar se realizó con respecto al índice de sensibilidad y el criterión. En el caso del índice de sensibilidad, se observó un efecto del factor grupo ($F(1, 29) = 8.07$, $p = .008$, $\eta_p^2 = .218$). No se encontraron efectos del factor tipo de asiento, ni interacción entre los factores (todos los $p > 0.4$). Comparaciones planificadas revelaron que el grupo TDAH obtuvo peores índices de sensibilidad que el grupo control tanto sentados en la silla ($t = -2.270$; $p = .031$), como sentado en la pelota ($t = -2.867$; $p = .008$). En cuanto al indicie criterión no se observaron efectos del factor grupo, tipo de asiento ni interacción entre los factores (todos los $p > 0.1$).

Rendimiento conductual “en la zona” y “fuera de la zona”.

Los resultados para cada grupo y condición son mostrados en la Tabla 4 y en la Figura 4. Un ANOVA mixto, utilizando grupo como factor entre sujetos y el TR “en la zona” y “fuera de la zona”, sentados en la silla y en la pelota, como factores intrasujeto, reveló un efecto marginal del factor zona ($F(1, 29) = 3.961$, $p = .056$, $\eta_p^2 = .120$) y un efecto del factor tipo de asiento ($F(1, 29) = 9.718$, $p = .004$, $\eta_p^2 = .251$) y Grupo ($F(1, 29) = 6.217$, $p = .019$, $\eta_p^2 = .177$). No se observaron interacciones entre factores zona-grupo, asiento-grupo y zona-asiento (todos los $p > 0.5$), aunque la interacción entre todos estos factores fue

marginalmente significativa ($F(1, 29) = 3.855, p = .059, \eta_p^2 = .117$). Comparaciones planificadas revelaron que el grupo TDAH fue significativamente más lento que el grupo control sentado en silla, tanto en la zona ($t(29) = 2.790; p = .009$) como fuera de esta ($t(29) = 2.305; p = .028$), mientras que también fue más lento sentado en la pelota estando fuera de la zona ($t(29) = 2.404; p = .023$).

Se utilizó el mismo ANOVA para el análisis de porcentaje de error. En el caso de los errores de comisión se observó un efecto del factor zona ($F(1, 29) = 4.736, p = .038, \eta_p^2 = .140$) y una interacción significativa entre factores zona-grupo ($F(1, 29) = 4.501, p = .043, \eta_p^2 = .134$). No se observó un efecto del factor grupo y tipo de asiento, ni tampoco interacciones entre factores asiento-grupo, zona-asiento o zona-asiento-grupo (todos los $p > 0.1$). Comparaciones planificadas revelaron que el grupo control cometió más errores de comisión fuera de la zona que en la zona sentados tanto en la silla ($t(29) = -2.554; p = .021$) como en la pelota ($t(29) = -2.477; p = .025$). Además se encontró que el grupo TDAH cometió significativamente más errores de comisión que el grupo control sentado en la pelota en la zona ($t(29) = 2.085; p = .046$). En cuanto a los errores de omisión se observó un efecto del factor zona ($F(1, 29) = 28.497, p < .001, \eta_p^2 = .496$), tipo de asiento ($F(1, 29) = 6.574, p = .016, \eta_p^2 = .185$), grupo ($F(1, 29) = 5.849, p = .022, \eta_p^2 = .168$) y una interacción entre factores zona-asiento marginalmente significativa ($F(1, 29) = 3.962, p = .056, \eta_p^2 = .120$). No se encontraron interacciones entre factores zona-grupo, asiento-grupo o zona-asiento-grupo (todos los $p > 0.3$). Comparaciones planificadas revelaron que el grupo TDAH y el grupo Control cometieron más errores de omisión fuera de la zona que en la zona sentados tanto en la silla (TDAH: $t(29) = -3.763; p = .002$; Control: $t(29) = -3.950; p = .001$) como en la pelota (TDAH: $t(29) = -2.254; p = .042$; Control: $t(29) = -5.194; p < .001$). Además se encontró que el grupo TDAH cometió significativamente más errores que el grupo control sentado en silla, tanto en la zona ($t(29) = 2.921; p = .007$) como fuera de esta (NZ: $t(29) = 2.775; p = .01$).

Se utilizó el mismo ANOVA para el análisis del índice de sensibilidad y criterio. En el caso del índice de sensibilidad se observó un efecto del factor zona ($F(1, 29) = 40.077,$

$p < .001$, $\eta_p^2 = .580$), grupo ($F(1, 29) = 8.446$, $p = .007$, $\eta_p^2 = .226$) y una interacción significativa entre factores zona-grupo ($F(1, 29) = 7.622$, $p = .01$, $\eta_p^2 = .208$). No se observó un efecto del factor tipo de asiento, ni interacciones entre factores asiento-grupo, zona-asiento o zona-asiento-grupo (todos los $p > 0.3$). Comparaciones planificadas revelaron que el grupo control disminuyó su índice de sensibilidad fuera de la zona que en la zona, sentados tanto en la silla ($t(29) = -5.369$; $p < .001$) como en la pelota ($t(29) = 4.645$; $p < .001$). Además se encontró que el grupo TDAH tuvo un índice de sensibilidad significativamente menor que el grupo control sentado en la silla y en la pelota, tanto en la zona (silla: $t(29) = -2.235$; $p = .033$; pelota: $t(29) = -2.828$; $p = .008$) como fuera de esta (silla: $t(29) = -2.130$; $p = .042$; pelota: $t(29) = -2.502$; $p = .018$). En cuanto al índice criterio se encontró un efecto del factor zona ($F(1, 29) = 7.376$, $p = .011$, $\eta_p^2 = .203$) y una interacción significativa entre factores zona-asiento-grupo ($F(1, 29) = 4.649$, $p = .04$, $\eta_p^2 = .138$). No se observó un efecto del factor del tipo de asiento y grupo, ni tampoco interacciones entre factores zona-grupo, asiento-grupo o zona-asiento (todos los $p > 0.1$). Comparaciones planificadas revelaron que el grupo control sentado en silla disminuyó su índice criterio estando fuera de la zona que en la zona ($t(29) = 2.169$; $p < .045$), mientras que el grupo TDAH sentado en la pelota disminuyó su índice criterio estando fuera de la zona que en la zona ($t(29) = 4.470$; $p = .001$).

Discusión

El objetivo principal de este estudio fue indagar en los efectos que el tipo de asiento (silla tradicional o pelota de estabilidad) puede tener sobre la atención sostenida en niños TDAH y Control. En primer lugar, encontramos rendimientos menores en participantes TDAH que en sujetos control, sumando evidencia a la diferencia de procesamiento atencional en estas poblaciones. De manera más relevante, encontramos que el rendimiento atencional del grupo TDAH no mejora al realizar la tarea sentado en una pelota de estabilidad en comparación a los resultados obtenidos sentados en una silla tradicional. Además, observamos que ambos grupos tienden a empeorar su desempeño en la tarea

atencional sentado en la pelota de estabilidad. A continuación discutiremos nuestros principales hallazgos y sus implicaciones en más detalle.

Datos neuropsicológicos

Los datos recogidos para caracterizar la muestra, antes de la tarea de atención sostenida, entregaron resultados interesantes que revisaremos brevemente. Al evaluar memoria de trabajo con la tarea span de dígitos en su versión directa e inversa, nos encontramos que ante una tarea que demanda pocos recursos atencionales (dígitos directos) ambos grupos tienen un rendimiento conductual similar. Sin embargo, ante una tarea que requiere un mayor control ejecutivo de la atención y memoria de trabajo (dígitos inversos), el grupo TDAH muestran un rendimiento menor comparado al grupo Control. Estos resultados son concordante con otros reportados previamente (Hale, Hoepfner & Fiorello, 2002; Rosenthal, Riccio, Gsanger, & Jarratt, 2006), sugiriendo problemas en funciones ejecutivas derivadas del déficit atencional en el grupo TDAH. En cuanto a la evaluación de CI no-verbal con el test Raven, se obtuvo que el grupo TDAH se encuentra en el rango de inteligencia promedio tramo inferior, mientras que el grupo Control también se encuentra en el rango de inteligencia promedio, pero en el tramo superior. Este resultado no revelaría diferencias intrínsecas de CI entre ambos grupos, sino un efecto de interferencia del rendimiento en la prueba de CI no-verbal, modulada por el déficit atencional en el grupo TDAH (Jepsen, Fagerlund & Mortensen, 2009). Así, estos resultados revelan que ambos grupos, emparejados en edad y años de escolaridad, se diferenciaban principalmente en su rendimiento ante tareas que demandan control atencional.

Test de Atención Sostenida (gradCPT)

Tiempo de reacción y porcentaje de error. Tal como se esperaba, el grupo TDAH sentado en una silla tuvo mayores tiempos de reacción y mayor porcentaje de error (de comisión, omisión y total) que el grupo Control. Sin embargo, sentados en la pelota de estabilidad, el grupo TDAH no mejoró sus tiempos de reacción ni porcentaje de error. Es más, se observó una tendencia a empeorar el rendimiento en ambos grupos. Este resultado contradice los reportes previos (Illi, 1994; Schilling et al., 2003; Fedewa & Erwin, 2011; Wu et al., 2012), que indicaban un efecto positivo del uso de pelotas de estabilidad como asientos, sobre la respuesta conductual de niños con TDAH. Una posible explicación de la diferencia de resultados es que la mayoría de los estudios que reportan resultados

positivos, asociados al uso de pelotas de estabilidad en niños con TDAH, no son estudios experimentales, sino que son reportes de observaciones cualitativas que no utilizan test conductuales para medir el rendimiento atencional, sino que solo se basan en la observación conductual que puede ser subjetiva por parte de un observador externo o de los mismos profesores (Illi, 1994; Schilling et al., 2003; Fedewa & Erwin, 2011; Fedewa, Davis, & Soyeon, 2015). Otra posible explicación de la diferencia entre nuestros resultados y los publicados previamente, es que en el presente estudio utilizamos un test de rendimiento continuo modificado, que mide de forma más efectiva la fluctuación de la atención durante una tarea de atención sostenida (Esterman et al., 2012), evitando así el denominado “efecto techo” generado por tareas muy sencillas (Wu et al., 2012), y controlando de mejor manera posibles “falsos positivos” en el rendimiento ante tareas de atención sostenida.

Coefficiente de Variación, Índice de Sensibilidad y Criterión. En cuanto a la variabilidad en los tiempos de reacción o coeficiente de variación (CV) se encontró un aumento del CV en el grupo TDAH sentados en la pelota y un aumento del CV del grupo Control sentado en la silla. Con respecto al índice de sensibilidad, el grupo Control tuvo una mejor capacidad de discriminación de los estímulos relevantes que el grupo TDAH, tanto sentados en silla como en la pelota. En relación con la variable Criterión no se observaron claras diferencias entre grupos según tipo de asiento, sin embargo, existe una tendencia por parte del grupo Control a tener una mayor disposición a dar respuesta en la silla que en la pelota. Nuestros resultados están en línea con propuestas que plantean que el coeficiente de variación e índice de sensibilidad reflejarían la capacidad de atención sostenida de los sujetos (Fortenbaugh et al., 2015; Riley et al., 2017; Rosenberg, Finn, Scheinost, Constable & Chun, 2017). En concordancia con lo anterior, nosotros observamos que, en general, el grupo TDAH tuvo mayor variabilidad de respuesta y una menor capacidad de discriminación de estímulos relevantes que el grupo Control, reflejando el impacto del déficit atencional sobre el rendimiento conductual en la tarea de atención sostenida realizada. Además, se observó que el uso de una pelota de estabilidad como asiento no mejoró el rendimiento atencional del grupo TDAH, revelando que este tipo de asientos no ayudó a compensar el déficit en la atención sostenida del grupo TDAH, contradiciendo hallazgos previos (Illi, 1994; Schilling, Washington, Billingsley, & Deitz, 2003; Fedewa & Erwin, 2011; Wu et al., 2012).

En cuanto al índice Criterion, analizado junto al TR, sería un indicador de la estrategia utilizada durante la realización de la tarea (Fortenbaugh et al., 2015; Riley et al.,

2017). Tomando estos dos indicadores en consideración, se observó que el grupo Control mostró una tendencia a dar respuesta ante situaciones inciertas sentado en la silla. Interesantemente, observamos que este grupo cambió esa estrategia al realizar la tarea atencional sentado en la pelota, tornándose más insegura y con una tendencia a no responder ante situaciones inciertas. Este cambio en la estrategia sugeriría que la pelota podría tornarse un estímulo distractor para este grupo, incrementando el control cognitivo para mantener el equilibrio sobre ella y demandando más recursos atencionales para realizar la tarea, lo cual iría en desmedro de su rendimiento. En el caso del grupo TDAH se observó una tendencia a no responder ante situaciones inciertas tanto sentado en la silla como en la pelota, aunque con una leve inclinación a tornarse más inseguro en su estrategia de respuesta sentado en pelota. Esta estrategia insegura y conservadora expresada en este grupo, podría ser signo de una sobrecompensación de las dificultades de base en atención sostenida, la cual tiende a agudizarse al sentarse en la pelota, lo que tendría un efecto distractor como se propuso previamente para el grupo Control.

Rendimiento conductual “en la zona” y “fuera de la zona”. En cuanto al rendimiento en estos 2 estados atencionales, no se encontraron diferencias en TR (en ambos grupos, en ambos tipos de asientos), aunque se observó una leve tendencia a aumentar el TR estando “fuera de la zona”, principalmente sentados en la pelota. Esto puede ser interpretado como un efecto marginal del estado atencional sobre la velocidad de respuesta en los sujetos. Con respecto a los errores de comisión (apretar erróneamente el botón ante la aparición de un estímulo infrecuente), encontramos que solo el grupo Control aumentó su porcentaje de error estando “fuera de la zona” sentado en silla y en la pelota. En el caso de los errores de omisión (no apretar el botón ante la aparición de un estímulo frecuente), encontramos que ambos grupos aumentaron su porcentaje de error estando “fuera de la zona” sentado en silla y en la pelota. Para el caso del índice de sensibilidad D' (capacidad de discriminar entre un estímulo target y un estímulo no-target), observamos que solo el grupo Control empeoró su capacidad de discriminación estando “fuera de la zona” sentado en la silla y en la pelota, mientras que en el caso del Criterión (tendencia a dar una respuesta ante la incertidumbre) se encontró que el grupo TDAH disminuyó su tendencia a dar una respuesta estando “fuera de la zona” sentado en la pelota, mientras que el grupo Control manifestó esta diferencia “fuera de la zona” sentado en la silla.

De acuerdo con Esterman et al., (2012), estar “en la zona” o “fuera de la zona” representa 2 estados atencionales que fluctúan momento a momento, el primero representa un estado atencional estable, concentrado, mientras que el segundo da cuenta de un estado atencional errático, desenfocado. En línea con esta propuesta, observamos que en general, tanto el grupo TDAH como el grupo Control mostraron una disminución del rendimiento atencional estando “fuera de la zona”. Además, se observó un empeoramiento del rendimiento atencional de ambos grupos estando “en la zona” y “fuera de la zona” sentados en la pelota. Junto a lo anterior, llama la atención el hecho que el grupo TDAH tenga un pobre rendimiento tanto en el estado atencional “en la zona” como “fuera de la zona” (sentado en la silla y en la pelota), al punto de no observarse diferencias en aspectos como errores de comisión e índice de sensibilidad entre ambos estados atencionales. Este interesante resultado podría estar revelando diferencias en la eficiencia de estos dos sistemas atencionales en el grupo TDAH comparado al grupo Control (Castellanos & Proal, 2012; Rosenberg et al., 2017). Específicamente, no se observan mayores beneficios conductuales al estar “en la zona” en el caso del grupo TDAH. Esto podría interpretarse como que el estado atencional “en la zona” del grupo TDAH es algo más inestable o que varía más en el tiempo, en comparación al estado “en la zona” del grupo Control (Vaurio, Simmonds & Mostofsky, 2009).

En su conjunto, los resultados de nuestro estudio revelan que el uso de pelotas de estabilidad como asientos no fue efectivo para mejorar la respuesta conductual y atencional de niños con TDAH. Aun cuando se requiere de más investigaciones para poder confirmar este hallazgo, nuestros resultados constituyen un llamado de atención ante la inclusión de nuevos dispositivos en sala de clases, sin un soporte empírico suficiente que avale su utilización. Futuras investigaciones deben ser dirigidas para i) evaluar el efecto del uso de pelotas de estabilidad a largo plazo sobre la atención sostenida, ii) comparar el efecto diferencial del uso de pelotas de estabilidad en niños TDAH con y sin problemas de estabilidad/equilibrio (Isaac, Olmedo, Aboitiz & Delano, 2017) y iii) evaluar experimentalmente la efectividad del uso de otros tipos de asientos dinámicos como los pupitres interactivos (ej. mesas con pedales) que ya se están empezando a usar en escuelas chilenas (EligeEducar, 2017).

Referencias

- Alza, C. (2013). Intervenciones actuales en el trastorno por déficit atencional con/sin hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes, *Memoria para optar al Título de Psicólogo*. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Ayres, A. J. (1972). *Sensory integration and learning disorders*. Western Psychological Services. U.S.A.
- Barry, T. D., Lyman, R. D., & Klinger, L. G. (2002). Academic underachievement and attention-deficit/hyperactivity disorder: The negative impact of symptom severity on school performance. *Journal of School Psychology, 40*(3), 259-283.
- Biederman, J., Monuteaux, M. C., Doyle, A. E., Seidman, L. J., Wilens, T. E., Ferrero, F., ... & Faraone, S. V. (2004). Impact of executive function deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 72*(5), 757.
- Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial vision, 10*, 433-436.
- Castellanos, F. X., & Proal, E. (2012). Large-scale brain systems in ADHD: Beyond the prefrontal–striatal model. *Trends in cognitive sciences, 16*(1), 17-26.
- Clayton, M. S., Yeung, N., & Kadosh, R. C. (2015). The roles of cortical oscillations in sustained attention. *Trends in Cognitive Sciences, 19*(4), 188-195.
- EligeEducar (2017). Los primeros pupitres interactivos llegaron a esta escuela para fortalecer el aprendizaje. *Actualidad*. Recuperado de <http://www.eligeeducar.cl/para-fortalecer-el-aprendizaje>
- Esterman, M., Liu, G., Okabe, H., Reagan, A., Thai, M., & DeGutis, J. (2015). Frontal eye field involvement in sustaining visual attention: Evidence from transcranial magnetic stimulation. *Neuroimage, 111*, 542-548.
- Esterman, M., Noonan, S. K., Rosenberg, M., & DeGutis, J. (2012). In the zone or zoning out? Tracking behavioral and neural fluctuations during sustained attention. *Cerebral Cortex, 23*(11), 2712-2723.
- Esterman, M., Rosenberg, M. D., & Noonan, S. K. (2014). Intrinsic fluctuations in sustained attention and distractor processing. *The Journal of Neuroscience, 34*(5), 1724-1730.
- Fedewa, A. L., & Erwin, H. E. (2011). Stability balls and students with attention and hyperactivity concerns: Implications for on-task and in-seat behavior. *American Journal of Occupational Therapy, 65*(4), 393-399.

- Fedewa, A., Davis, M. A., & Ahn, S. (2015). Effects of stability balls on children's on-task behavior, academic achievement, and discipline referrals: a randomized controlled trial. *American Journal of Occupational Therapy*, 69(2), 6902220020p1-6902220020p9.
- Fortenbaugh, F. C., DeGutis, J., & Esterman, M. (2017). Recent theoretical, neural, and clinical advances in sustained attention research. *Annals of the New York Academy of Sciences*.
- Fortenbaugh, F. C., DeGutis, J., Germine, L., Wilmer, J. B., Grosso, M., Russo, K., & Esterman, M. (2015). Sustained attention across the life span in a sample of 10,000: Dissociating ability and strategy. *Psychological science*, 26(9), 1497-1510.
- Hale, J. B., Hoepfner, J. A. B., & Fiorello, C. A. (2002). Analyzing digit span components for assessment of attention processes. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 20(2), 128-143.
- Hazbún, J., Forno, H., Ivanovic, D., Durán, M. C., Castro, C., & Ivanovic, R. (2003). Estudio de la capacidad intelectual (Test de matrices progresivas de Raven) en escolares chilenos de 5 a 18 años.: I. Antecedentes generales, normas y recomendaciones. *Iberpsicología: Revista Electrónica de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*, 8(1), 1579-4113.
- Illi, U. (1994). Balls instead of chairs in the classroom. *Swiss Journal of Physical Education*, 6, 37-39.
- Isaac, V., Olmedo, D., Aboitiz, F., & Delano, P. H. (2017). Altered cervical Vestibular-evoked Myogenic Potential in children with attention deficit and hyperactivity disorder. *Frontiers in Neurology*, 8.
- Ivanovic Marincovich, R., Forno Sparosvich, H., Durán Santana, M. C., Hazbún Game, J., Castro Gómez, C., & Ivanovic Marincovich, D. (2000). Estudio de la capacidad intelectual (test de matrices progresivas de Raven) en escolares chilenos de 5 a 18 años I. Antecedentes generales, normas y recomendaciones. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 53(1), 5-30.
- Jepsen, J. R., Fagerlund, B., & Mortensen, E. L. (2009). Do attention deficits influence iq assessment in children and adolescents with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 12(6), 551-562.

- Leth-Steensen, C., Elbaz, Z. K., & Douglas, V. I. (2000). Mean response times, variability, and skew in the responding of ADHD children: A response time distributional approach. *Acta psychologica*, *104*(2), 167-190.
- MINSAL (2001). Plan Nacional de Salud Mental y Psiquiatría. Ediciones Unidad de Salud Mental. 2ª Edición, Chile. Recuperado de <http://web.minsal.cl/portal/url/item/71e6235bf06c7770e04001011f017ac5.pdf>
- Ratcliff, R. (1993). Methods for dealing with reaction time outliers. *Psychological Bulletin*, *114*, 510–532. doi:10.1037/0033-2909.114.3.510
- Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. (2012). *Test de matrices progresivas. Escala coloreada, general y avanzada*. Buenos Aires: Paidós.
- Riccio, C. A., Reynolds, C. R., Lowe, P., & Moore, J. J. (2002). The continuous performance test: a window on the neural substrates for attention?. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *17*(3), 235-272.
- Riley, E., Esterman, M., Fortenbaugh, F. C., & DeGutis, J. (2017). Time-of-day variation in sustained attentional control. *Chronobiology International*, 1-9.
- Rosenberg, M. D., Finn, E. S., Scheinost, D., Constable, R. T., & Chun, M. M. (2017). Characterizing attention with predictive network models. *Trends in Cognitive Sciences*, *21*(4), 290-302
- Rosenthal, E. N., Riccio, C. A., Gsanger, K. M., & Jarratt, K. P. (2006). Digit Span components as predictors of attention problems and executive functioning in children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *21*(2), 131-139.
- Sarter, M., Givens, B., & Bruno, J. P. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: Where top-down meets bottom-up. *Brain Research Reviews*, *35*(2), 146-160.
- Schilling, D. L., Washington, K., Billingsley, F. F., & Deitz, J. (2003). Classroom seating for children with attention deficit hyperactivity disorder: Therapy balls versus chairs. *American Journal of Occupational Therapy*, *57*(5), 534-541.
- Vaughan, B., March, J., Kratochvil, J. (2012). The evidence-based pharmacological treatment of paediatric ADHD. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, *15*, 27-39.
- 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.
- Wang, S., Yang, Y., Xing, W., Chen, J., Liu, C., & Luo, X. (2013). Altered neural circuits related to sustained attention and executive control in children with ADHD: An event-related fMRI study. *Clinical Neurophysiology*, 124(11), 2181-2190.
- Wu, W. L., Wang, C. C., Chen, C. H., Lai, C. L., Yang, P. C., & Guo, L. Y. (2012). Influence of therapy ball seats on attentional ability in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Physical Therapy Science*, 24(11), 1177-1182.

Tabla 1

Datos demográficos y neuropsicológicos

	Edad	Años Escolaridad	Span DD	Span DI	Percentil Raven
Grupos					
TDAH	10.14 (.86)	4.57 (.85)	4.79 (0.42)	2.86 (1.09)	37,5 (24.86)
Control	10.12 (.78)	4.94 (.74)	4.65 (0.70)	3.71 (0.58)	63,8 (29.39)
p valores	.933	.208	0.523	0.01	0.013

Nota: Se muestran las medias, desviación típica entre paréntesis y p valores. Span DD = Dígitos Directos; Span DI = Dígitos Inversos. Los p valores fueron calculados con pruebas t para muestras independientes. P valores en negrita muestra diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 2

Tiempos de reacción y porcentaje de error para cada grupo en ambos tipos de asientos.

		Silla	Pelota	p valores
TR	TDAH	781 (.03)	806 (.06)	.072
	Control	741 (.04)	766 (.04)	.026
	p valores	.013	.067	
EC	TDAH	57.7 (17.3)	58.7 (22.5)	.876
	Control	52.9 (18.7)	46.9 (19.9)	.313
	p valores	.471	.133	
EO	TDAH	8.5 (6.7)	13.2 (14.5)	.116
	Control	3.4 (2.6)	5.6 (5.1)	.022
	p valores	.007	.055	
ET	TDAH	13.5 (5.7)	17.6 (11.4)	.082
	Control	8.3 (2.9)	9.9 (4.9)	.072
	p valores	.003	.018	

Nota: Se muestran las medias, desviación típica entre paréntesis y p valores. TR = Tiempo de Reacción en milisegundos; EC = Porcentaje de Errores de Comisión; EO = Porcentaje de Errores de Omisión; ET = Porcentaje de Errores Total. Los p valores de las filas fueron calculados con pruebas t para muestras independientes y los valores p de las columnas con t para muestras relacionadas. P valores en negrita muestra diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 3

Coefficiente de variación, Índice de sensibilidad y criterio para cada grupo en ambos tipos de asientos.

		Silla	Pelota	p valores
CV	TDAH	.238 (.03)	.251 (.03)	.024
	Control	.245 (.03)	.240 (.03)	.322
	p valores	.543	.372	
D'	TDAH	1.333 (.66)	1.168 (.58)	.236
	Control	1.862 (.63)	1.858 (.72)	.979
	p valores	.031	.008	
C	TDAH	.879 (.40)	.801 (.66)	.599
	Control	1.012 (.33)	.839 (.39)	.115
	p valores	.329	.843	

Nota: Se muestran las medias, desviación típica entre paréntesis y p valores. CV = Coeficiente de Variación; D' = Índice de Sensibilidad; C = Índice Criterión. P valores en negrita muestra diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 4

Rendimiento “en la zona” o “fuera de la zona” para cada grupo en ambos tipos de asientos.

		Silla			Pelota		
		Z	NZ	<i>p</i>	Z	NZ	<i>p</i>
TR	TDAH	779 (38.62)	781 (36.20)	.627	803 (80.70)	817 (71.29)	.160
	Control	737 (45.30)	746 (46.62)	.094	766 (50.06)	766 (47.77)	.982
	<i>p</i>	.009	.028		.129	.023	
EC	TDAH	56.02 (22.99)	59.12 (16.86)	.561	60.20 (23.68)	57.32 (22.42)	.365
	Control	49.98 (20.83)	56.32 (17.76)	.021	41.61 (25.48)	52.91 (18.00)	.025
	<i>p</i>	.449	.658		.046	.548	
EO	TDAH	7.38 (6.23)	9.81 (7.38)	.002	10.77 (15.06)	15.69 (15.13)	.042
	Control	2.48 (2.74)	4.40 (2.90)	.001	3.86 (4.09)	7.46 (6.39)	<.001
	<i>p</i>	.007	.010		.079	.051	
D'	TDAH	1.49 (.91)	1.19 (.56)	.103	1.30 (.86)	1.06 (.42)	.178
	Control	2.18 (.80)	1.64 (.58)	<.001	2.33 (1.10)	1.51 (.54)	<.001
	<i>p</i>	.033	.042		.008	.018	
C	TDAH	.91 (.46)	.85 (.41)	.386	.90 (.68)	.70 (.67)	.001
	Control	1.09 (.37)	.98 (.31)	.045	.84 (.47)	.84 (.42)	.983
	<i>p</i>	.238	.324		.779	.485	

Nota: Se muestran las medias, desviación típica entre paréntesis y *p* valores. TR = Tiempo de Reacción en milisegundos; EC = Porcentaje de Errores de Comisión; EO = Porcentaje de Errores de Omisión; D' = Índice de Sensibilidad; C = Índice Criterión. Los *p* valores de las filas fueron calculados con pruebas *t* para muestras independientes y los valores *p* de las columnas con *t* para muestras relacionadas. *P* valores en negrita muestra diferencias estadísticamente significativas.

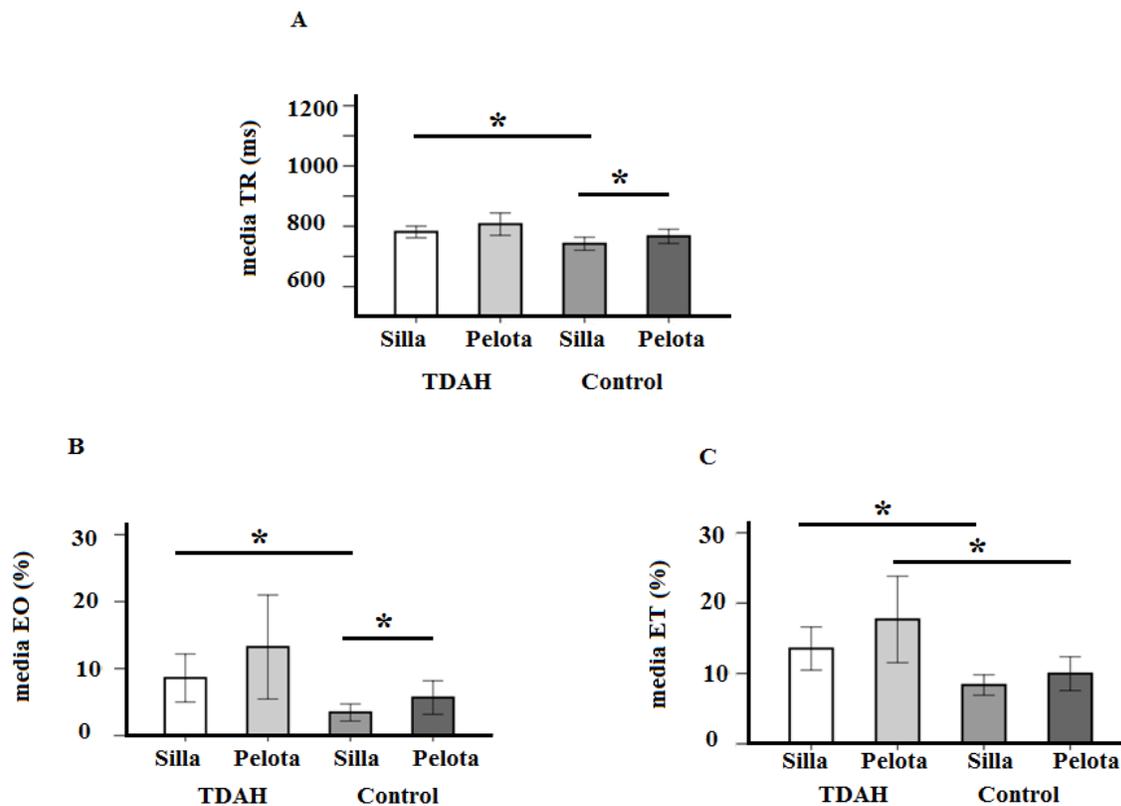


Figura 2. Tiempo de reacción y porcentaje de error para cada grupo y tipo de asiento. (A) TR promedio de los ensayos correctos. (B) Porcentaje de EO. (C) Porcentaje de ET. TR = tiempo de reacción; EO = errores de omisión; ET = error total. Las barras de error representan ± 2 errores estándar. Los asteriscos muestran diferencias significativas entre condiciones ($p < .05$).

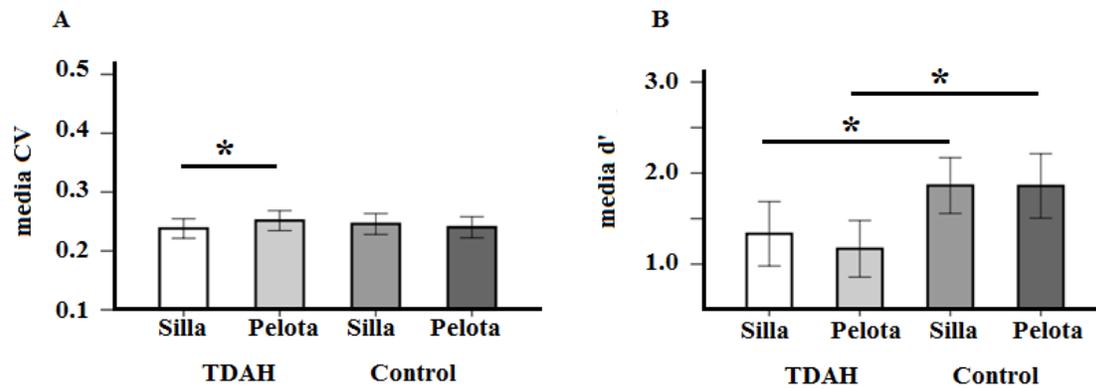


Figura 3. Coeficiente de variación e índice de sensibilidad para cada grupo y tipo de asiento. (A) Media del CV de los ensayos correctos. (B) Media de d' CV = coeficiente de variación; d' = índice de sensibilidad. Las barras de error representan ± 2 errores estándar. Los asteriscos muestran diferencias significativas entre condiciones ($p < .05$).

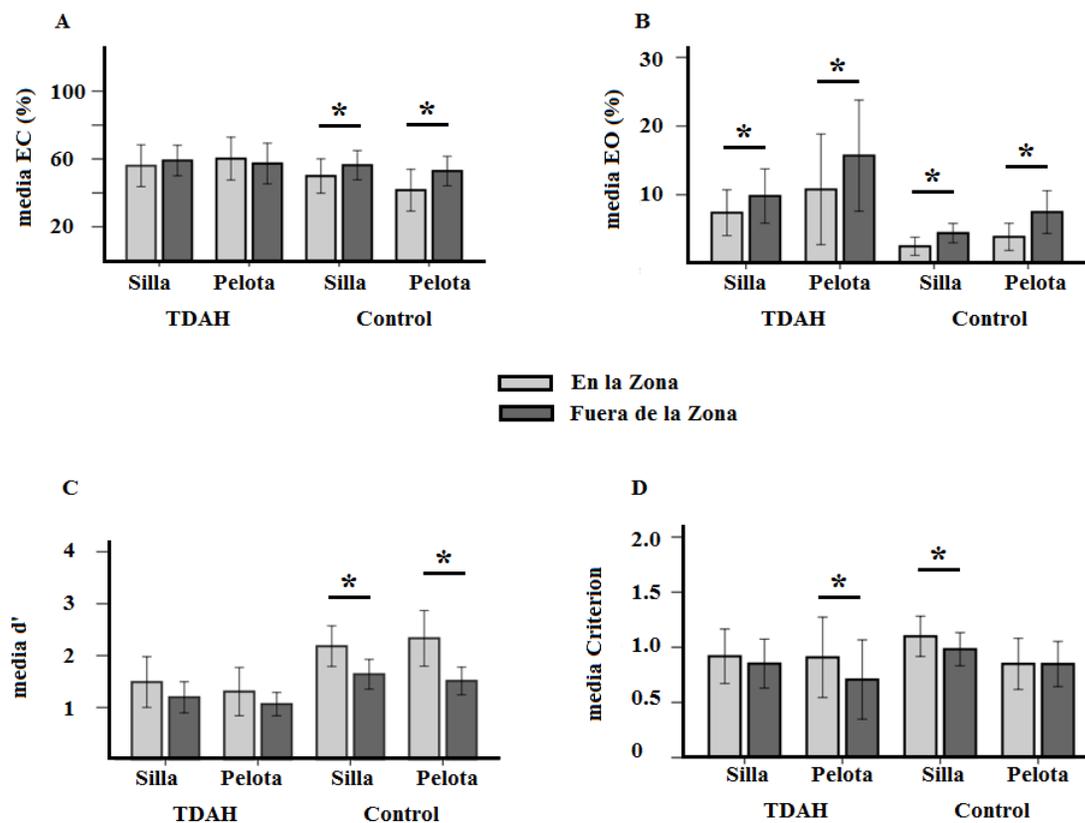


Figura 4. Porcentaje de error, índice de sensibilidad y criterio como medida del estado atencional para cada grupo y tipo de asiento. (A) EC promedio en la zona y fuera de la zona. (B) Media de los EO en la zona y fuera de la zona. (C) Media de d' en la zona y fuera de la zona. (D) Media de Criterion en la zona y fuera de la zona. EC = Errores de comisión; EO = errores de omisión; d' = índice de sensibilidad. Las barras de error representan ± 2 errores estándar. Los asteriscos muestran diferencias significativas entre condiciones ($p < .05$).