

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE POSTGRADO**



**“FUNCION VESTIBULAR CORTICAL Y DE TRONCO ENCEFALICO
EN NIÑOS CON TRASTORNO DE DÉFICIT ATENCIONAL CON
HIPERACTIVIDAD”**

MARÍA VALERIA ISAAC GARCÍA

Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Médicas
con Mención Neurociencias

Directores de Tesis:

Dr. Paul H. Délano

Dr. Francisco Aboitiz

2017

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE POSTGRADO**

INFORME DE APROBACION TESIS DE MAGISTER

Se informa a la Comisión de Grados Académicos de la Facultad de Medicina, que la Tesis de Magister presentada por la candidata

MARÍA VALERIA ISAAC GARCÍA

ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al Grado de Magister en Ciencias Médicas y Biológicas con mención en Neurociencias en el Examen de Defensa de Tesis rendido el día 4 de Enero de 2017.

**Prof. Dr. Paul H. Délano
Director de Tesis
Laboratorio de Audición**

**Prof. Dr. Francisco Aboitiz
Co-Director de Tesis
Laboratorio de Neurociencias Cognitivas**

COMISION INFORMANTE DE TESIS

Prof. Dr. Hayo Breinbauer

Prof. Dra. Elizabeth Pavez

**Prof. Dr. Juan Cristóbal Maass
Presidente Comisión**

*A mi hija, Raphaella
Por su genuina paciencia
y apoyo incondicional*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer muy sinceramente a mi profesor Dr. Paul Délano, por haber confiado en mí y haberme dado la oportunidad de desarrollar este trabajo, agradecer por todo lo que me enseñó e inspiró para seguir aprendiendo acerca de este fascinante mundo del sistema vestibular. También agradecer a mi tutor Dr. Francisco Aboitiz por su disposición a colaborar y cariñosa acogida siempre.

A mis revisores, por todo el tiempo y dedicación otorgado para corregir y aconsejar, permitiendo que este trabajo resultara en su mejor versión posible. El Dr. Hayo Breinbauer, Dr. Juan Cristóbal Maass, y TM. Elizabeth Pavez.

Al TM. Diego Olmedo, por su colaboración y experticia en operar los equipos del Hospital, gracias por el compromiso y disposición a ayudar siempre.

A mi familia, por brindarme todos los espacios para dedicarle a este trabajo. A mi amiga y colega, TO. Claudia Muñoz, por su sincero apoyo en todo este proceso.

Y una mención muy especial a todas las familias que colaboraron en este estudio. Un profundo agradecimiento a todo el esfuerzo, la confianza y el compromiso de cada uno de los niños que participó, y a sus padres que nos acompañaron.

ÍNDICE DE MATERIAS

I. RESUMEN	7
II. ABSTRACT	8
III. INTRODUCCIÓN	9
IV. MARCO TEÓRICO	11
4.1 Cuadro de TDAH.....	11
4.2 Sistema Vestibular	11
4.3 Proyecciones desde los Órganos Otolítricos.....	12
4.4 Vías Vestibulares Tálamo-Corticales	13
4.5 Rol del Sistema Vestibular en Funciones Cognitivas.....	14
4.6 Evaluación de la Función Vestibular en la Población infantil	15
V. HIPÓTESIS.....	17
VI. OBJETIVOS.....	17
VII. METODOLOGÍA	18
7.1 Muestra	18
7.2 Indicador de Comportamiento	19
7.3 Vertical Visual Subjetiva	22
7.4 Índice de Marcha Dinámico.....	24
7.5 Posturografía Computarizada Estática.....	25
7.6 Potenciales Miogénicos Evocados Vestibulares Cervicales	27
7.7 Análisis Estadístico	29
VIII. RESULTADOS.....	30
8.1 SVV	30
8.2 DGI	31
8.3 Posturografía	34
8.4 cVEMP	40
8.5 Evaluación del Comportamiento	44
8.6 Correlaciones entre Pruebas.....	48

IX. CONCLUSIÓN	50
X. DISCUSIÓN	53
10.1 SVV	53
10.2 DGI	56
10.3 Posturografía	57
10.4 cVEMP	58
XI. REFERENCIAS	61
XII. INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	65
XIII. ABREVIATURAS	67
XIV. ANEXOS.....	68
14.1 Posturografía	68
1. Tablas con valores COP	68
2. Tabla con valores SW	70
14.2 cVEMP: Tabla con valores de Latencia P1	72
14.3 Cuestionario SPM	73
14.4 Hoja de registro SVV	75
14.5 DGI	76
14.6 Hoja de registro Posturografía	78

I. RESUMEN

Estudios recientes muestran que niños con trastorno de déficit atencional con hiperactividad (TDAH) presentan más dificultades en tareas de equilibrio estático y dinámico que niños de desarrollo normal. En la mayoría de estos estudios se han evaluado estas funciones utilizando la posturografía computarizada mostrando diferencias en el control del equilibrio entre niños TDAH y controles. Sin embargo, hasta la fecha no se conoce si estas alteraciones en el equilibrio se deben o no a una disfunción vestibular. En este trabajo se evaluaron las funciones vestibulares otolíticas en un grupo de niños con TDAH y controles a través de la vertical visual subjetiva (SVV), ejercicios de equilibrio dinámico sobre la marcha (DGI), control postural y equilibrio estático mediante la posturografía, y potenciales evocados miogénicos vestibulares cervicales (cVEMP). Los resultados muestran que no hubieron diferencias para la evaluación de la SVV. En el DGI los niños con TDAH obtuvieron un puntaje total menor. En la posturografía se evidenciaron diferencias significativas entre los límites de estabilidad entre grupos. Los cVEMP se midieron como respuesta a estímulos de 100 dB y 95 dB, y se observó que en niños con TDAH las amplitudes de las curvas P1 y N1 se encontraban muy reducidas y a veces incluso ausentes. Estos resultados muestran que el reflejo vestibular a nivel de tronco está alterado en un grupo de niños con TDAH, sugiriendo incluir a futuro una evaluación vestibular para el diagnóstico clínico de TDAH

II. ABSTRACT

Emerging evidence suggests that children with attention deficit and hyperactivity disorder (ADHD) present more difficulties in standing and walking balance than typically developing children. Most of previous studies have assessed these functions using postural and sensory organization tests showing differences in balance performance between control and ADHD children. However, to date it is unknown whether these balance alterations are due to vestibular dysfunction. In this study we assessed vestibular otolithic function in children with ADHD and controls using the subjective visual vertical (SVV) bucket test, gait balance, postural control using computerized posturography, and cervical vestibular evoked myogenic potentials (cVEMP). Results showed non-significant differences between groups were obtained in SVV evaluation. Dynamic gait index results show lower scores for overall test performance in children with ADHD, while computerized postural recordings showed significant differences for the limit of stability between groups. cVEMPs in response to 100dB and 95dB 500 Hz tone bursts were absent or reduced in children with ADHD, as revealed by differences in P1 and N1 peak-to-peak amplitudes between groups. These findings show that vestibular brainstem reflexes are altered in a subset of children with ADHD. We propose to include VEMP reflexes in the clinical evaluation of ADHD patients.

III. INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de trastorno de déficit atencional con hiperactividad (TDAH) es una condición neuropsiquiátrica caracterizada por la presencia crónica de una serie de conductas descritas en el manual diagnóstico DSM-5, y agrupadas en 3 categorías: inatención, hiperactividad, e impulsividad. En la actualidad, el TDAH se ha descrito como un trastorno asociado a un déficit en las funciones ejecutivas expresadas en una dificultad para la organización y autorregulación de la conducta (Carrasco et al., 2006). Este déficit en las funciones ejecutivas se le asocia a factores genéticos ligados a las vías dopaminérgicas (como al gen que codifica para el receptor de dopamina DRD4 y al gen del transportador de dopamina DAT1) proponiendo un déficit en los mecanismos de señalización dopaminérgica, afectando regiones de la corteza pre-frontal, cuerpo estriado, y amígdala, que participan en las funciones ejecutivas (Carrasco, Aboitiz, et al., 2004).

Estudios recientes muestran que niños diagnosticados con TDAH tienen más dificultades en tareas de equilibrio y control postural que niños controles (Zang et al, 2002; Wang et al, 2003; Shum & Pang, 2009; Bucci et al 2016) y asocian este bajo rendimiento con posibles alteraciones a nivel de cerebelo (Berquin et al, 1998).

Estudios de imagen del cerebro realizados por Castellanos et al (1996) revelaron que el cerebelo se encuentra significativamente reducido en volumen en niños con TDAH. En un trabajo de seguimiento, y utilizando la misma muestra, Berquin et al (1998) especifica que es la vermis de las áreas posterior-inferiores del cerebelo (lóbulos VIII – X) las que se encuentran disminuidas en tamaño. Por otra parte, Buderath et al (2009) realizó un estudio utilizando resonancia magnética, revelando atrofas en el volumen del cerebelo y a través de posturografías estática y dinámica revela también un bajo desempeño en habilidades posturales y equilibrio en niños con TDAH. Estos estudios, en conjunto, proponen que la disminución en el control del equilibrio observados en niños con TDAH tendrían un origen cerebeloso, evidenciado a través de estudios de imagen indicando atrofia en áreas posterior-inferiores del cerebelo asociadas justamente a dichas funciones.

Uno de los sistemas sensoriales que más aferencias envía al cerebelo, es el sistema vestibular, tanto desde los núcleos vestibulares a nivel de tronco como directamente desde los órganos vestibulares ubicados en el laberinto (Beck & Holmes, 2015). Las zonas posterior-inferiores del cerebelo se denominan también el “vestibulo-cerebelo” justamente por la cantidad de aferencias vestibulares que recibe.

Dado que el cerebelo es un principal receptor y procesador de estímulos vestibulares, sería lógico pensar que alteraciones en el sistema vestibular estarían interfiriendo con el desarrollo y función del cerebelo.

A pesar de los estudios que asocian disfunciones cerebelosas con alteraciones en el equilibrio en TDAH, a la fecha no existen trabajos que hayan evaluado específicamente la función vestibular en niños con TDAH.

Esta tesis busca evaluar particularmente función vestibular otolítica, tanto en niños controles como diagnosticados con TDAH, utilizando potenciales evocados vestibulares cervicales (cVEMP) que evalúan respuestas reflejas saculares junto a evaluación de la visual vertical subjetiva (SVV), que dependen en gran medida de la función vestibular utricular, además del control de la postura y equilibrio a través de la posturografía computarizada e índice de la marcha, para luego comparar entre grupos.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Cuadro Clínico de TDAH:

El diagnóstico de TDAH está basado en la presencia de una serie de conductas descritas y divididas en 3 categorías (según en DSM-5): Inatención, Hiperactividad, Impulsividad. Como resultado de la combinación de estos síntomas el DSM-5 establece 3 subgrupos o subtipos dentro del TDAH, que son: TDAH combinado, TDAH con predominio de inatención, TDAH con predominio de hiperactividad-impulsividad.

En la actualidad, el TDAH se ha descrito como un trastorno asociado a un déficit en las funciones ejecutivas expresadas en una dificultad para la organización y autorregulación de la conducta (Carrasco et al 2006). Este déficit en las funciones ejecutivas se le asocia a factores genéticos ligados a las vías dopaminérgicas (como al gen que codifica para el receptor de dopamina DRD4 y al gen del transportador de dopamina DAT1) proponiendo un déficit en los mecanismos de señalización dopaminérgica, afectando regiones de la corteza pre-frontal, cuerpo estriado, y amígdala, que participan en las funciones ejecutivas (Carrasco, Aboitiz, et al 2004).

4.2. Sistema Vestibular:

Los sensores gravitacionales de los tetrápodos permiten detectar cambios de aceleración lineal del cuerpo y angular de la cabeza a través células mecano-receptoras especializadas localizadas en el oído interno en ambos lados de la cabeza. Estas células se ubican en el laberinto vestibular (óseo y membranoso), organizadas en cinco epitelios (en cada lado de la cabeza) que se clasifican en dos categorías: las ampollas de los tres canales semicirculares (superior, posterior, y horizontal) y las máculas de los órganos otolíticos (utrículo y sáculo) (Kandel, Schwartz, & Jessel, 2000).

Los **canales semicirculares** detectan aceleración angular, y se encuentran casi perpendicular entre sí, representando aceleraciones de la cabeza en cada uno de los tres ejes del espacio. Por otra parte, el **utrículo y el sáculo** detectan aceleraciones lineales de los desplazamientos del cuerpo. Con la cabeza en su posición normal, la mácula en cada utrículo es aproximadamente horizontal (leve inclinación de 15 a 30°). Las fibras aferentes de cada utrículo provee una representación de la magnitud

y orientación de cualquier aceleración en el plano horizontal. Las máculas del sáculo están orientadas verticalmente, por lo que son especialmente sensibles a la aceleración vertical.

El nervio vestibular posee dos ramas, una superior que inerva a las ampollas del canal superior y horizontal y a la mácula del utrículo (y en menor cantidad el sáculo) y una rama inferior que inerva a la ampolla del canal posterior y a la mácula del sáculo.

4.3. Proyecciones desde los Órganos Otolíticos:

A nivel del tronco encefálico se han descrito cuatro **núcleos vestibulares** principales (superior, lateral, medial, inferior) y otros menores asociados (grupo Y, L, F, X, Z, e intersticial de Cajal). Las aferencias provenientes de los órganos otolíticos se integran y procesan principalmente en los núcleos vestibulares medial, lateral e inferior, proyectando fibras hacia el cerebelo y médula espinal (tracto vestibulo-espinal), influenciando funciones relacionadas al control de la postura, mantención del equilibrio, y tono muscular (también hay influencias otolíticas a núcleos oculomotores para los reflejos vestibulo-oculares) (Jackler & Brackmann, 2005).

Las proyecciones hacia médula espinal, para los reflejos vestibulo-espinales (contribuciones para la mantención del equilibrio y estabilidad de la postura con respecto a la gravedad), se dividen en dos vías, **tracto vestibuloespinal medial (TVEM) y lateral (TVEL)**. El TVEL es una proyección ipsilateral originada del núcleo vestibular lateral. Este tracto se dirige a las astas anteriores de la médula espinal (láminas VIII, VII y IX) ejerciendo influencia en motoneuronas extensoras desde la zona cervical hasta la lumbosacra. La actividad del TVEL es excitatoria para los músculos extensores de los miembros, pero inhibitoria para músculos flexores (a través de circuitos neuronales locales). Los niveles superiores, cervicales y torácicos, del TVEL están fuertemente conectado con los órganos otolíticos.

El TVEM nace de núcleos mediales, laterales e inferiores, y se proyecta bilateralmente a niveles cervicales y torácicos de la médula (láminas VIII y VII). Su acción es tanto excitatoria como inhibitoria. Las aferencias que recibe el TVEM en su mayor parte provienen de los canales semicirculares y en menor grado del utrículo.

Las proyecciones hacia el **cerebelo** se extienden desde los 4 núcleos vestibulares (en particular del medial e inferior) y se dirigen a los lóbulos anterior y posterior del vermis y al vestibulo-cerebelo (o también llamado lóbulo floculonodular). Estas proyecciones pueden ser primarias (principalmente desde los canales semicirculares) o secundarias que salen desde los núcleos vestibulares que reciben principalmente fibras de las máculas. El nódulo (lóbulo X del vermis) y la úvula (lóbulo IX) cerebelosa particularmente reciben aferencias de los órganos otolíticos (Walker et al 2010).

A pesar de que la mayor parte de la información que reciben los núcleos vestibulares proviene del laberinto vestibular, existen otras aferencias que influyen la actividad en estos núcleos, como lo son proyecciones somatosensoriales (tracto espino-vestibular proveniente de niveles lumbo-sacras) y cerebelosas (desde el vestibulo-cerebelo y espino-cerebelo) (Jackler & Brackmann, 2005). Las proyecciones cerebelosas son ipsilaterales y terminan en los 4 nucleos vestibulares.

4.4. Vías Vestibulares Tálamo-Corticales:

Se conocen 4 vías que transmiten información vestibular (desde los núcleos vestibulares) hacia el tálamo: el fascículo longitudinal medial, el tracto de Deiter, el tracto tegmental ventral, y el tracto vestibulo-talámico ipsilateral (Zwergal et al 2009).

Desde el tálamo, específicamente la región ventral posterior del tálamo, se proyectan fibras hacia cortezas parietales, entorrinal, y perirrinal, para luego dirigirse al hipocampo. Esta vía está asociada con el procesamiento de la información espacial. Una segunda vía, que recorre desde el núcleo tegmental dorsal, el núcleo mamilar, hacia el núcleo anterodorsal del tálamo, se proyecta a la corteza entorrinal; ésta ha sido asociada con la transmisión de información referente a la posición de la cabeza. Se menciona una posible vía a través del cerebelo al núcleo ventral lateral del tálamo que probablemente transmite hacia la corteza parietal, asociada con el aprendizaje espacial (Hitier, Besnard, Smith 2014).

La corteza parieto-insular vestibular (PIVC) se considera la principal corteza vestibular porque un tercio de sus neuronas responde a estimulación vestibular (Grusser et al 1982) en conjunto a la zona temporo-parietal (Lopez & Blanke 2011). Las neuronas de la PIVC también reciben aferencias visuales y propioceptivas, lo cual permi-

te una integración multi-sensoriales en esta zona (Robinson & Burton 1980; Shinder & Newlands 2014). En humanos, la zona temporo-parietal también integra información vestibular involucrada en tareas de rotación mental en un marco egocéntrico (Falconer & Mast 2012).

4.5. Rol del sistema vestibular en funciones cognitivas

Las señales vestibulares juegan un rol importante en regular movimientos oculares y funciones de control postural y del equilibrio. La pérdida de la función vestibular bilateral cerca del nacimiento resulta en alteraciones del desarrollo motor (Rine et al 2000). Pero además de su rol motor, se ha descrito recientemente cómo las señales vestibulares contribuyen a funciones cognitivas dentro del sistema nervioso, como aquellas relacionadas a navegación espacial. Por ejemplo, estudios de imágenes funcionales durante estimulación vestibular en seres humanos han demostrado modulación de la actividad de los hipocampos (Bottini et al 1994). Esto se debe a que los receptores de los canales semicirculares detectan principalmente cambios de posición y giros de la cabeza, mientras que el utrículo y sáculo detectan cambios del cuerpo en el espacio, por lo que son fundamentales en la navegación espacial con referencia egocéntrica (Borel et al 2008). De esta forma, se postula que la falta de función vestibular puede alterar la capacidad de detectar y discriminar los movimientos del propio cuerpo en contraste a otros movimientos en el entorno a través de los sistemas visual y propioceptivo (Wiener-Vacher et al 2013). La falta o distorsión de la información vestibular va a requerir de un mayor esfuerzo por procesar señales visuales y propioceptivas (entre otras) para lograr sustituir este déficit, y lograr mantener el equilibrio, postura, y mirada estable. Esto reduce capacidad de atención, limita la concentración, y reduce habilidad en otros procesos mentales (Smith et al 2010).

Más aún, adultos con lesiones vestibulares bilaterales presentan atrofia hipocámpica bilateral y sufren alteraciones cognitivas de tipo memoria espacial (Brandt et al 2005). Hanes & McCollum (2006) asociaron déficits cognitivos tales como pérdida de la memoria a corto plazo y disminuida capacidad de concentración a disfunción vestibular. Existe evidencia en chinchillas de que el bloqueo de los receptores vesti-

bulares provoca una alteración en el patrón de descarga de las neuronas de posición del tálamo (Smith et al 2010) e hipocampo (Muir et al 2009).

Como conclusión vemos que debido a la capacidad del sistema vestibular de detectar cambios de aceleración lineal y angular de cabeza en tres dimensiones, no sólo contribuye a la generación reflejos vestibulo-oculares (estabilizar la imagen visual en la retina) y reflejos vestibulo-espinales responsables de la postura y el equilibrio, sino también tiene un fuerte rol en procesos cognitivos, como aquellos relacionados a la percepción y procesamiento de movimientos y ubicación del cuerpo en el espacio.

Las posibles anomalías de las aferencias vestibulares en el sistema nervioso alterarían procesos sensorio-motores (como estabilización de la mirada, mantención del equilibrio, coordinación de movimientos relativos entre partes del cuerpo, navegación en el espacio, etc.) y como consecuencia de esto contribuir a errores en la construcción de representaciones cognitivas de dichos dominios sensorio-motores (Wiener-Vacher et al 2013). Esto podría interferir en capacidades para organizar la conducta, es decir lograr coordinar y realizar los movimientos y acciones necesarias para lograr objetivos

4.6. Evaluación de la función vestibular en la población infantil:

La batería de pruebas comúnmente utilizadas en la actualidad para evaluar función vestibular en adultos incluye: prueba calórica, prueba rotatoria, prueba de impulso cefálico, posturografía computarizada (estática y dinámica), y potenciales miogénicos evocados vestibulares o VEMP (cervicales y oculares), entre otros. Para evaluar a la población infantil aparecen algunos obstáculos, particularmente relacionados a la tolerancia y períodos de atención que se requieren para completar algunas de estas pruebas. En especial para la prueba calórica, la mayoría de los niños no logra tolerar irrigaciones calóricas bitermales, por lo que no se sugiere someter a los niños a este examen (Valente 2007). Este autor describe 3 pruebas vestibulares que puedan ser eficientemente utilizadas y toleradas por la población infantil (desde los 3

años de edad). Estas son: la silla rotatoria, la posturografía computarizada, y los VEMPs.

Para este trabajo de investigación se seleccionaron 4 pruebas para evaluar la función vestibular otolítica, adecuadas para la población infantil, que serán descritas en la metodología:

- 1) Vertical visual subjetiva
- 2) Índice de marcha dinámica
- 3) Posturografía computarizada estática
- 4) Potenciales evocados miogénicos vestibulares cervicales

V. HIPÓTESIS

“Niños con diagnóstico de TDAH presentarían diferencias significativas en los resultados de pruebas que miden función vestibular otolítica en comparación con niños de desarrollo normal.”

VI. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar función vestibular otolítica, a nivel de tronco encefálico (cVEMP) y a nivel de centros de procesamiento superior (SVV, DGI, Posturografía), en niños que cumplen con el criterio diagnóstico de TDAH mediante pruebas vestibulares objetivas y comparar resultados con niños del grupo control.

Objetivos Específicos:

1. Reclutar y objetivar niños controles y niños con diagnóstico de TDAH otorgado por un neurólogo o psiquiatra infantil.
2. Evaluar percepción de verticalidad visual subjetiva (SVV), posturografía estática, índice de marcha dinámico (DGI), y potenciales miogénicos evocados vestibulares cervicales (VEMP) en niños controles.
3. Evaluar percepción de verticalidad visual subjetiva (SVV), posturografía estática, índice de marcha dinámico (DGI), y potenciales miogénicos evocados vestibulares cervicales (VEMP) en niños diagnosticados con TDAH.
4. Comparar los resultados de las diferentes mediciones de la función vestibular otolítica entre los grupos control y TDAH.

VII. METODOLOGÍA

Las evaluaciones a los niños se realizaron en el sector de otorrinolaringología del Hospital Clínico de la Universidad de Chile, tras recibir la aprobación del comité de ética del propio hospital. Todos los padres y los niños que han participado en el estudio han firmado un documento de consentimiento informado aprobado por el comité de ética del Hospital Clínico de la Universidad de Chile (número de aprobación: OAIC 785/16).

7.1 Muestra

Un total de 13 niños con TDAH y 13 niños controles participaron de este estudio. Los niños para el grupo control llegaron a través de contactos personales (hijos o sobrinos de conocidos y colegas que quisieron participar), de diferentes comunas de la ciudad de Santiago. Para los niños con TDAH, la mayoría de la muestra se obtuvo del centro de consulta médica CERIL (Las Condes), siendo pacientes que llegaron derivados de un neurólogo o psiquiatra infantil para evaluación de terapia ocupacional. Se realizó una entrevista personal con los padres en la que se les invita a participar. Los otros niños fueron contactos de colegas que también trabajan en el área infantil, y los padres accedieron a participar.

Los criterios para poder participar en el estudio para todos los niños fueron:

- Edades entre 5 y 10 años
- Período de gestación desde las 37 semanas
- Asistencia regular al colegio

Grupo control:

- Desarrollo normal en todas las áreas

Grupo TDAH:

- Tener un diagnóstico clínico de TDAH (de neurólogo o psiquiatra infantil)
- Sin otras patologías asociadas
- Sin tratamiento farmacológico

GRUPO CONTROL

SUJETO	SEXO	EDAD	SECTOR
1	F	5	Vitacura
2	M	6	Peñalolen
3	M	6	Vitacura
4	F	7	Santiago
5	F	7	La Reina
6	M	7	Quinta Normal
7	F	8	Santiago
8	F	8	La Reina
9	F	9	Vitacura
10	F	9	Vitacura
11	F	10	Chicureo
12	F	10	La Reina
13	F	10	La Reina

GRUPO TDAH

SUJETO	SEXO	EDAD	SECTOR
1	F	5	Las Condes
2	M	5	Las Condes
3	F	6	Vitacura
4	M	6	Lo Barnechea
5	F	7	Las Condes
6	F	7	Las Condes
7	M	8	Las Condes
8	M	8	La Granja
9	M	8	Providencia
10	M	8	Maipú
11	M	8	Vitacura
12	M	9	La Reina
13	M	10	Las Condes

Tabla 1. Tabla de niños que conforman la muestra. Ambos grupos, grupo control y grupo TDAH, están conformados por 13 niños/as en total. En la tabla se indica el sexo y la edad para cada niño, además del sector de Santiago en el que residen. El promedio de edad para ambos grupos es de 7 años.

7.2 Indicadores de Comportamiento

Para describir los comportamientos observados en los niños con TDAH se utilizaron preguntas seleccionadas de la pauta “*Sensory Processing Measure (SPM) Main Classroom Form*” que consiste en un sistema integrado de escalas de puntaje que permite la evaluación objetiva de dificultades en el comportamiento social, funciones ejecutivas, y adaptación al entorno, dentro la sala de clases. El SPM está diseñado para evaluar a niños de entre 5 y 12 años de edad que asisten al colegio (cursos kinder a sexto básico).

La pauta SPM consiste en un total de 62 preguntas, cada una estandarizada de manera individual (cada pregunta tiene su media y desviación estándar de acuerdo a lo evaluado en niños de desarrollo normal) (Miller-Kuhaneck et al, 2007). Esta pauta se desarrolló y validó en los EEUU, no ha sido validada en Chile.

Para este trabajo se seleccionaron 16 preguntas del SPM que evalúan conductas en las categorías de inatención, hiperactividad, impulsividad, control postural, y funciones ejecutivas. El profesor principal de cada niño con TDAH completó el cuestionario.

Las preguntas fueron las siguientes:

Inatención	1. Al estar dando las instrucciones de la clase, el niño está mirando a su alrededor o a los otros niños, en lugar de estar mirando al profesor que está hablando o a la pizarra.
Impulsividad	2. Maneja su frustración sin arranques de rabia o comportamiento agresivo 3. Emite ruidos, canta, o grita durante la clase 4. Habla demasiado fuerte o hace ruido excesivo durante transiciones de actividad
Hiperactividad	5. Corre, salta, o rebota en lugar de caminar 6. Salta sobre las sillas o las golpea con los pies 7. Se balancea en la silla cuando está sentado frente al escritorio 8. Se retuerce cuando está sentado frente al escritorio
Control Postural	9. Se apoya sobre la mesa /escritorio o afirma su cabeza con las manos estando sentado a la mesa 10. Cuando está sentado en el suelo, no se puede sentar derecho sin apoyo. 11. Tiene poca coordinación, parece torpe
Función Ejecutiva	12. No tiene un desempeño consistente en las actividades diarias, la calidad de su trabajo varía ampliamente 13. Incapaz de resolver problema efectivamente 14. No logra completar tarea de múltiples pasos 15. Tiene dificultades para imitar demostraciones correctamente (ejemplo: canciones con gestos y movimientos, juegos de movimiento) 16. Muestra dificultad es para organizar sus materiales (en o sobre su escritorio).

Cada pregunta se responde en base a la frecuencia en la que se ha observado cada comportamiento (descrito en la pauta) escogiendo entre las alternativas: nunca – ocasional – frecuente – siempre. Luego cada respuesta recibe un puntaje de 1 a 4 (nunca:1 – ocasional: 2 – frecuente: 3 – siempre:4) y se suman los puntos para un total. Mientras mayor sea el puntaje obtenido, más desadaptado está el niño y alejado de lo normal (es decir, menos favorable).

De acuerdo a la estandarización descrita en el manual, niños con desarrollo normal obtendrían un puntaje total de 19 puntos. Los puntajes para cada pregunta esperados para niños de desarrollo normal aparecen en la siguiente tabla.

Numero de Pregunta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	total
Medianas	2	2	1	1	1	1	1	2	1	19							

Tabla 2. Puntajes estandarizados para cada pregunta seleccionada del SPM. En la parte superior aparece el número de pregunta del cuestionario SPM que se utilizó para enviar a los profesores, y la mediana establecida para cada pregunta. Un puntaje total de 19 puntos se considera como normal.

Luego de recibir los cuestionarios con las respuestas de los profesores, obtuvimos los siguientes resultados.

		Número de Pregunta																
	Edad niño	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	total
1	5	3	2	1	3	1	1	2	3	2	4	2	3	2	2	2	2	35
2	5	4	3	1	2	1	1	4	3	4	3	3	2	2	3	4	3	43
3	6	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	1	2	25
4	6	2	3	2	2	2	1	2	1	3	1	2	2	2	3	4	2	34
5	7	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	2	25
6	7	4	2	1	1	3	1	2	3	3	4	4	3	3	3	4	3	44
7	8	3	3	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	28
8	8	4	4	4	4	2	2	3	3	4	1	1	1	1	1	2	2	39
9	8	4	3	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	29
10	8	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	1	1	1	1	2	2	36
11	8	3	3	3	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	2	2	28
12	9	2	4	2	2	2	1	3	3	1	2	1	1	1	1	2	2	30
13	10	2	3	2	2	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2	2	26
	Mediana	3	3	2	2	2	1	2	3	3	1	1	1	1	1	2	2	30

Tabla 3. Tabla de puntajes para cada pregunta de la pauta SPM en el grupo TDAH. En esta tabla aparecen los 13 sujetos del grupo estudio (TDAH), y el puntaje recibido para cada una de las 16 preguntas respondidas por el profesor de cada niño (en la parte superior de la tabla aparece el número de pregunta). A la izquierda aparece el puntaje total obtenido.

Todos los niños del grupo TDAH obtienen un puntaje total superior a los 19 puntos (rango de puntajes obtenidos fue desde los 25 hasta los 44 puntos). Al comparar (U-Mann Whitney) la mediana obtenida de los puntajes totales de los niños TDAH (30) con los valores estandarizados establecido en el manual (19) resulta una diferencia significativa entre ambos grupos ($p=0.0001$). Esto muestra que las conductas observadas de los niños TDAH en la sala de clases se alejan significativamente del comportamiento observado en niños normales.

7.3 Vertical Visual Subjetiva (SVV)

Estudios indican que señales otolíticas graviceptivas presentan un rol predominante en el sistema multisensorial (visual, propioceptiva, y vestibular) de la percepción de la vertical ([Baier et al 2012](#)). La percepción de la verticalidad está dada principalmente por los órganos otolíticos (máculas) capaces de detectar la aceleración lineal y el vector de la gravedad (lo que contribuye a identificar lo que está vertical con respecto a la superficie de la Tierra). Las estructuras que constituyen la vía anatómica para la percepción de la vertical son los órganos otolíticos, nervio vestibular (VIII par), núcleos vestibulares en el bulbo raquídeo (medial) y fascículo longitudinal medial que tiene proyecciones hacia mesencéfalo, tálamo, y luego corteza parieto-insular ([Baier et al 2012](#), [Zwergal et al 2009](#)).

Para evaluar la SVV se utilizó el test del balde. Esta prueba es un indicador de una alteración en la percepción de la orientación espacial en pacientes con trastornos vestibulares tanto periféricos como centrales ([Cohen et al 2012](#)). Ha sido descrita como un test confiable para determinar la vertical visual subjetiva monocular y binocular ([Zwergal et al 2009](#)). Consiste en mirar a través de un balde y estimar la verdadera verticalidad alineando una franja visible al final del balde que está siendo rotada aleatoriamente por el examinador. Se estima que el ser humano adulto es capaz de identificar visualmente lo que está vertical con una precisión de $\pm 2^\circ$ de error ([Freidman 1970](#)).

El balde utilizado consiste en un cilindro metálico de 40 cm de largo y 25 cm de diámetro colocado sobre una base que permite que sea rotado manualmente. Por dentro al fondo del balde se ve una línea recta negra, y por el otro lado (base externa) está colocado un medidor digital que marca los grados de inclinación de la línea.



Figura 1. Instrumento utilizado para la prueba de la SVV. El balde utilizado, **a)** vista lateral del balde sobre su base, **b)** vista interior donde aparece la línea, **c)** vista exterior del inclinómetro.

Los niños se colocan de pie frente al balde mirando hacia el interior. Para eliminar claves visuales del entorno durante los ensayos, se colocó ligeramente una sábana blanca cubriendo el balde y la cabeza a los niños.

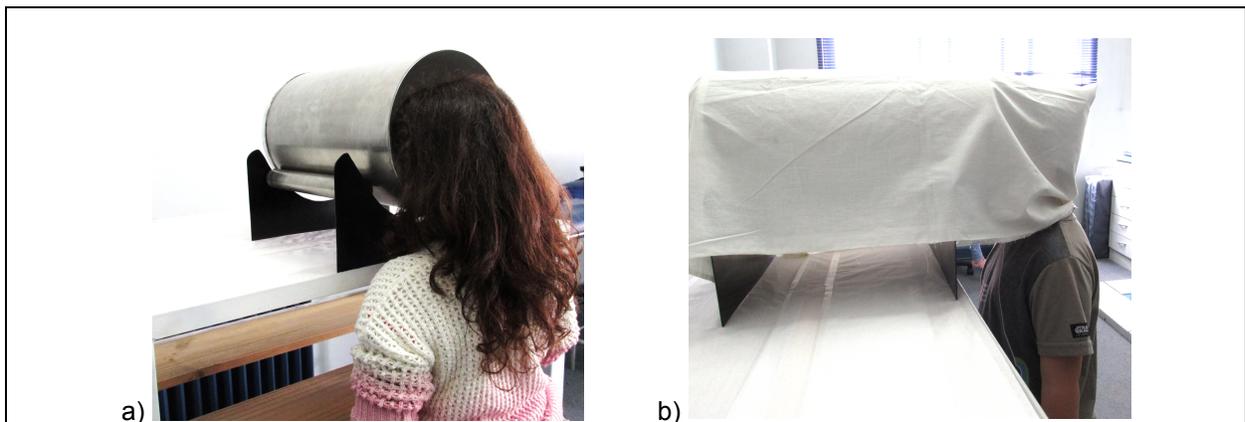


Figura 2. Posición de los niños para la prueba de la SVV. Aparecen los niños en posición, **a)** primero la niña se coloca de pie mirando hacia el interior del balde, **b)** luego se cubre el balde y la cabeza del niño/a con una sábana para eliminar claves visuales externas durante la prueba.

Para los ensayos el balde era rotado manualmente por el evaluador, comenzando desde los 40° de inclinación aproximadamente, acercando gradualmente la línea a la posición vertical cero. Los niños debían avisar con un “ya” cuando estimaran que la línea había alcanzado la vertical absoluta. Luego se registraban los grados de inclinación de la línea. Se realizó un total de 6 ensayos para cada sujeto, alternando entre movimientos de la línea hacia izquierda y derecha.

7.4 Índice de Marcha Dinámico (DGI)

El DGI es una prueba de desempeño desarrollada por Shumway-Cook y Woollacott para evaluar habilidades de equilibrio dinámico sobre la marcha, y capacidades para modificar la marcha en respuesta a demandas externas. El equilibrio en la marcha se logra a través de una compleja integración de múltiples sistemas corporales que incluyen el sistema vestibular, propioceptivo, visual, motor, y centros premotores de niveles cerebrales superiores (Mancini & Horak 2010). Estudios muestran una detectable relación funcional entre señales otolíticas y la actividad muscular de miembros inferiores durante la marcha normal. La información otolítica aparece dominando particularmente las influencias propioceptivas del cuello y visión durante la marcha normal (Zangemeister et al, 1991).

En estudios anteriores, el DGI ha resultado ser una prueba sensible y eficiente en adultos (Hall & Herdman 2006) y una prueba factible, fácil de administrar y válida para la población infantil (Lubetzky-Vilnai et al 2011).

Esta prueba consiste en 8 ejercicios que debe realizar el niño, cada uno evalúa habilidades de equilibrio dinámico en torno a la marcha. Estos 8 ítems, cuidadosamente descritos para su correcta administración, incluyen:

1.	Marcha normal (en línea recta)
2.	Cambios en la velocidad de la marcha
3.	Giros de cabeza horizontales durante la marcha
4.	Giros de cabeza verticales durante la marcha
5.	Caminar y giro completo en el lugar

6.	Caminar y pasar por sobre un obstáculo
7.	Caminar alrededor de obstáculos
8.	Subir y bajar escaleras

Los ejercicios se realizaron en el pasillo del piso 4 del hospital, sector D. El niño ejecuta cada ítem y recibe un puntaje de 3 a 0 por su desempeño (3: normal, 2: discapacidad leve, 1: discapacidad moderada, 0: discapacidad severa). Los criterios para cada puntaje están descritos en la pauta, se toma en consideración que no varíe el patrón de marcha durante la ejecución de los ejercicios (velocidad y direccionalidad) y no haya pérdida del equilibrio en ningún momento. El puntaje total máximo posible es de 24 puntos. Todos los ítems son explicados y demostrados, excepto el 1 (caminar a paso normal) y el 8 (subir y bajar escaleras) ya que éstos se basan en el desempeño normal y espontáneo del niño.



7.5 Posturografía Computarizada Estática

Otra función otolítica importante es la habilidad para mantener el cuerpo en una posición erguida al estar de pie o al estar caminando sobre superficies inestables (Beule y Allum, 2006). La estabilidad y control postural (tanto estático como dinámico)

co) ocurre mediante vías reflejas vestibulo-espinales, que permiten la contracción automática de musculatura agonista y antagonista que favorece el control y desarrollo de estrategias de equilibrio. El objetivo principal de los sistemas encargados de mantener el equilibrio es lograr que el centro de gravedad corporal se mantenga dentro de la base de sustentación, sin sobrepasar los límites de estabilidad (evitando las caídas) (Mancini y Horak, 2010). Esto ocurre por la integración de información sensorial vestibular, propioceptiva y visual a nivel de cerebelo y corteza vestibular parieto-insular, entre otros.

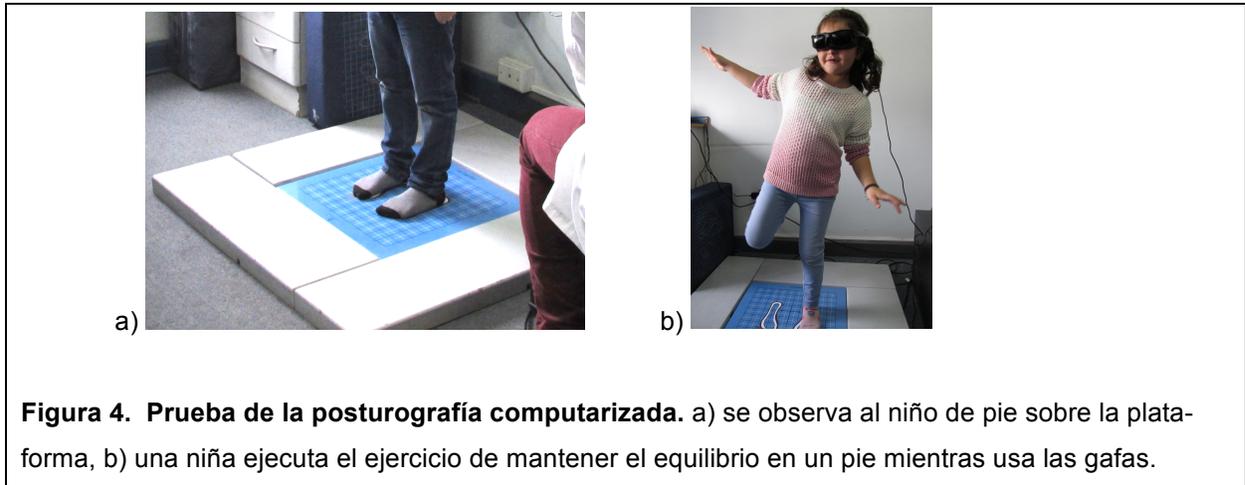
Para evaluar el control postural y habilidad para mantener el equilibrio se utilizó la posturografía computarizada estática (equipo BRU™ 425, MEDICAA), que consiste en una plataforma estable capaz de registrar el centro de presión del cuerpo, el área y la velocidad en la que éste fluctúa. Los niños debían ponerse de pie sobre esta plataforma y colocarse unas de gafas de realidad virtual para completar un serie de 10 ejercicios. Estos ejercicios fueron diseñados especialmente para este estudio.

La primera tarea que debe realizar el niño es para establecer los límites de estabilidad de su centro de masa, para esto, el niño ve a través de sus gafas aparecer unas frutas en diferentes direcciones (adelante, hacia un lado, detrás de sus pies, etc.) y debe inclinar su cuerpo acercándose lo más posible a cada fruta (desplazando su centro de masa) sin mover los pies ni perder el equilibrio.

Luego los 5 ejercicios siguientes son bajo la condición de “visión restringida”, es decir las gafas muestran la pantalla en negro simulando estar con los ojos cerrados. Estos ejercicios incluyen mantener el equilibrio y el cuerpo lo más estable y quieto posible estando: parado sobre ambos pies, luego sobre un pie (dominante) y con el otro pie, en tándem con el pie dominante al frente, luego tándem cambiando el orden de los pies. Los 3 ejercicios que siguen son bajo la condición de “distractores visuales” (estimulación optokinética vertical) donde se observa a través de las gafas unos juguetes cayendo verticalmente. Bajo esta condición el niño debe nuevamente mantener la postura y el equilibrio estable con ambos pies, en un solo pie (dominante) y luego el otro. La última tarea al niño se le presenta con un entorno virtual el cual debe explorar sólo con movimientos de cabeza y tronco, sin mover los pies ni

perder el equilibrio. El entorno a explorar es una habitación de niño llena de juguetes.

Cada ejercicio tiene una duración total de 30 segundos.

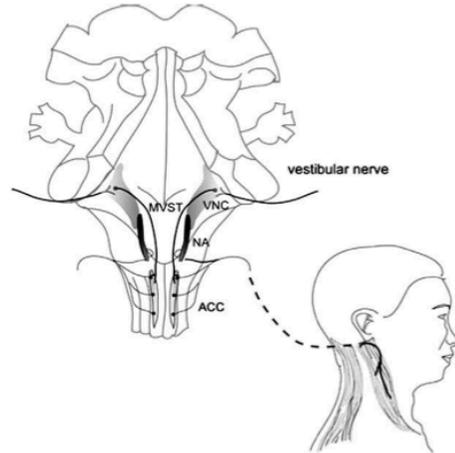


Se registran dos variables para todos los ejercicios: el área (cm²) en la que fluctúa el centro de masa, y la velocidad (milisegundos) en la que fluctúa.

7.6 Potenciales Miogénicos Evocados Vestibulares Cervicales (cVEMP)

Los cVEMP son respuestas reflejas miogénicas de latencia breve evocadas por estímulos sonoros cortos y de alta intensidad registradas con electrodos de superficie colocados sobre el músculo esternocleidomastoideo (ECM) del mismo lado. Se considera al cVEMP como un examen que permite evaluar principalmente función aferente del sáculo (Rosengren et al 2010). La vía completa del reflejo vestibulo-espinal medida con el VEMP cervical está compuesta por el nervio vestibular inferior, complejo nuclear vestibular a nivel del bulbo raquídeo, tracto vestibuloespinal medial, y nervio espinal accesorio.

Figura 5. Vía Refleja del Sáculo. Esta figura muestra el esquema de la vía refleja del sáculo, evaluada a través del cVEMP, que comienza desde la estimulación del sáculo, sigue por el nervio vestibular inferior hasta los núcleos vestibulares a nivel del bulbo raquídeo, luego la información viaja al núcleo del nervio accesorio y por este mismo nervio hasta el ECM ipsilateral.



Se utilizó el equipo EP25 Interacoustics para los registros del cVEMP. El niño se sentó cómodamente en una silla, y se le colocaron los 4 electrodos de superficie (en la frente y parte superior del esternón para los electrodos de referencia, y abdomen de cada ECM para electrodos de registro). Para mantener la contracción y la tensión sostenida del ECM necesaria para el registro del reflejo se le pidió al niño que rotara su cabeza hacia un lado. El estímulo consistió en sonidos de tipo “tone bursts” a 500Hz percibidos a través de audífonos, primero a 100dB y luego a 95dB.



Figura 6. Posición del niño durante el examen del cVEMP. Se observa al niño sentado sobre la silla, y con su cabeza rotada para adquirir una contracción adecuada del ECM. Tiene todos sus electrodos colocados y los audífonos puestos. El niño dirige su mirada hacia la pantalla del computador, que a través de una franja de color verde que aparece se indica el nivel de contracción del ECM que se debe mantener durante el examen.

La respuesta consiste en una curva inicial positiva (P1) seguida por la negativa (N1), y curvas sucesivas más pequeñas. Se registran las variables de la latencia (ms) de la P1, y la amplitud entre curvas P1 y N1 (mV), para cada lado.

7.7 Análisis Estadístico

Para las comparaciones de nivel de significancia entre grupos se utilizó la prueba no-paramétrica de U Mann-Whitney. Para determinar el grado de correlación entre dos variables, es decir entre resultados de diferentes las pruebas, se utiliza el análisis estadístico de Spearman (no paramétrico).

Se consideraron los valores p menores a 0.05 como diferencia estadística significativa entre grupos y/o variables.

VIII. RESULTADOS

8.1 SVV

Para los 6 ensayos de la SVV realizados para cada niño, luego de registrar los grados de inclinación para cada ensayo, se consideraron los siguientes valores para el análisis estadístico:

- El valor promedio de los 6 ensayos
- El mejor valor que se obtuvo (más cercano a la vertical cero)
- El peor valor obtenido (más alejado al cero)

CONTROLES

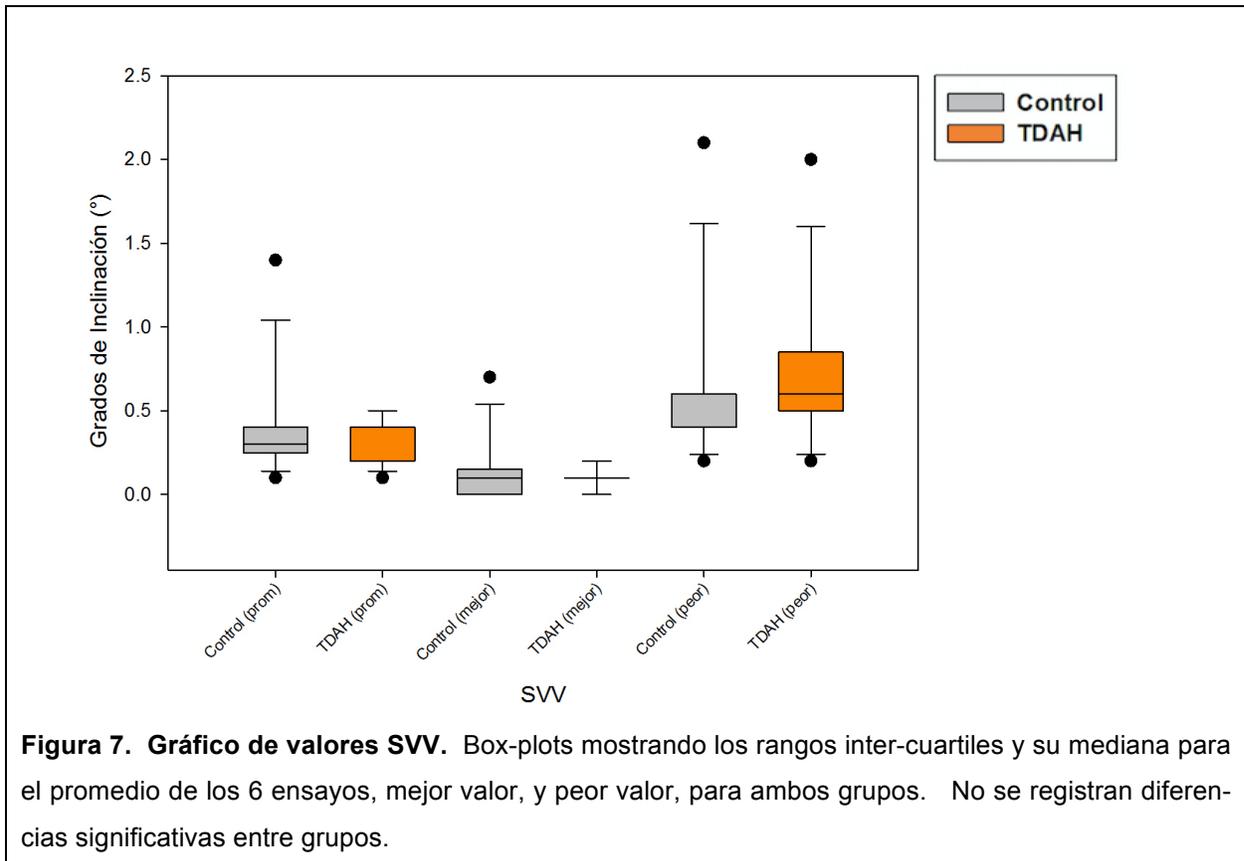
	Edad Niño	Promedio	Mejor	Peor
1	5	0.3	0	0.6
2	6	0.1	0.1	0.2
3	6	0.2	0.1	0.3
4	7	0.5	0.2	0.9
5	7	0.4	0.1	0.5
6	7	0.4	0.3	0.6
7	8	1.4	0.7	2.1
8	8	0.3	0	0.6
9	9	0.2	0	0.3
10	9	0.3	0	0.6
11	10	0.3	0.1	0.6
12	10	0.3	0.1	0.5
13	10	0.3	0	0.5
	Promedio	0.385	0.131	0.650
	Mediana	0.300	0.100	0.600
	Dev Std	0.321	0.193	0.493
	Error Std	0.089	0.054	0.142

TDAH

	Edad Niño	Promedio	Mejor	Peor
1	5	0.4	0.1	1
2	5	0.2	0.1	0.5
3	6	0.4	0.2	0.6
4	6	0.5	0.2	1.0
5	7	0.4	0.1	0.6
6	7	0.3	0.1	0.7
7	8	0.4	0.1	0.5
8	8	0.4	0.1	0.6
9	8	0.3	0.1	0.6
10	8	0.2	0.1	0.5
11	8	0.5	0	2
12	9	0.2	0.1	0.3
13	10	0.1	0	0.2
	Promedio	0.331	0.100	0.700
	Mediana	0.400	0.100	0.600
	Dev Std	0.125	0.058	0.451
	Error Std	0.035	0.016	0.125

Tabla 4. Tabla de valores SVV. Se muestran los valores (en grados) de la SVV para todos los niños en cada grupo, el valor promedio de los 6 ensayos, el mejor valor obtenido, y el peor valor. Todos los valores obtenidos por los niños están bajo los 2° de inclinación, es decir son considerados normales.

El promedio de los 6 ensayos en ambos grupos no supera los 0.5 grados de inclinación de la vertical. No existen diferencias significativas entre grupos para la percepción de la SVV utilizando el test del balde, tanto para los valores promedio ($p=0.7$), como para el mejor valor ($p=0.65$) y el peor valor ($p=0.53$), obtenidos en cada ensayo.



8.2 DGI

Cada niño realizó la batería de 8 ejercicios (marcha normal, cambios de velocidad en la marcha, movimientos de cabeza horizontales, movimientos de cabeza verticales, giro completo, pasar por sobre un obstáculo, caminar alrededor de obstáculos, subir y bajar escaleras) y obtuvo un puntaje de 3 a 0 para cada uno (3 siendo el puntaje de desempeño normal), estos puntajes se sumaron y dieron un puntaje total. El puntaje máximo posible es de 24 puntos.

CONTROLES

	Edad	Total	Ej.1	Ej.2	Ej.3	Ej.4	Ej.5	Ej.6	Ej.7	Ej.8
1	5	23	3	3	2	3	3	3	3	3
2	6	24	3	3	3	3	3	3	3	3
3	6	21	3	3	2	2	3	3	2	3
4	7	22	3	2	3	2	3	3	3	3
5	7	21	3	3	2	2	2	3	3	3
6	7	24	3	3	3	3	3	3	3	3
7	8	23	3	3	3	3	2	3	3	3
8	8	23	3	3	3	3	2	3	3	3
9	9	24	3	3	3	3	3	3	3	3
10	9	24	3	3	3	3	3	3	3	3
11	10	24	3	3	3	3	3	3	3	3
12	10	23	3	3	3	2	3	3	3	3
13	10	24	3	3	3	3	3	3	3	3
	Promedio	23.077	3.000	2.923	2.769	2.692	2.769	3.000	2.923	3.000
	Mediana	23.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	Dev Std	1.115	0.000	0.277	0.439	0.480	0.439	0.000	0.277	0.000
	Error Std	0.309	0.000	0.077	0.122	0.133	0.122	0.000	0.077	0.000

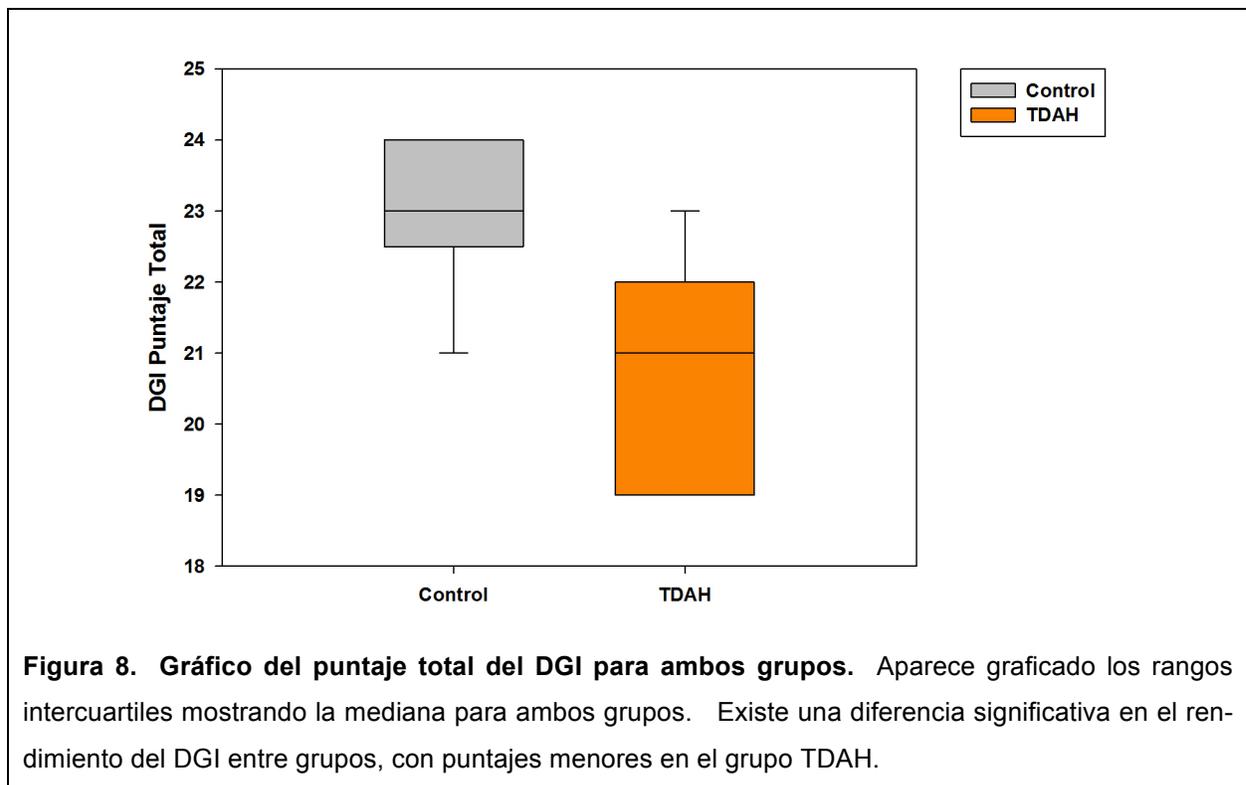
TDAH

	Edad	Total	Ej.1	Ej.2	Ej.3	Ej.4	Ej.5	Ej.6	Ej.7	Ej.8
1	5	19	3	3	1	2	2	2	3	3
2	5	19	3	2	1	2	3	2	3	3
3	6	22	3	3	2	3	2	3	3	3
4	6	21	3	3	1	2	3	3	3	3
5	7	21	3	2	2	2	3	3	3	3
6	7	19	3	3	1	1	2	2	2	3
7	8	19	3	0	3	2	3	2	3	3
8	8	21	3	2	2	3	2	3	3	3
9	8	21	3	2	3	3	3	2	2	3
10	8	20	3	2	2	1	3	3	3	3
11	8	22	3	3	2	2	3	3	3	3
12	9	23	3	3	3	2	3	3	3	3
13	10	23	3	3	3	3	3	2	3	3
	Promedio	20.769	3.000	2.385	2.000	2.154	2.692	2.538	2.846	3.000
	Mediana	21.000	3.000	3.000	2.000	2.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	Dev Std	1.481	0.000	0.870	0.816	0.689	0.480	0.519	0.376	0.000
	Error Std	0.411	0.000	0.241	0.226	0.191	0.133	0.144	0.104	0.000

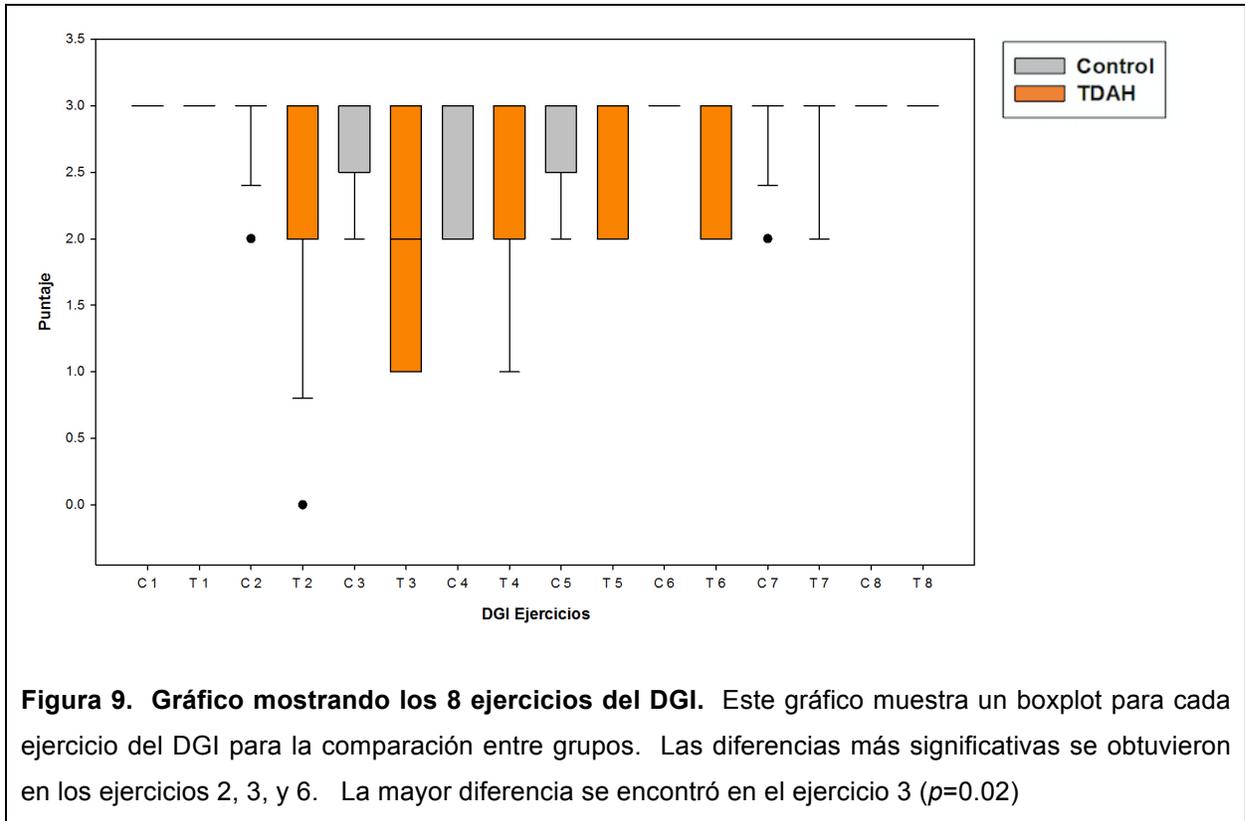
Tabla 5. Puntajes obtenidos en DGI. Puntajes obtenidos por cada niño en ambos grupos, el puntaje total del DGI y el puntaje específico para cada ejercicio, oscureciendo los puntajes bajo 3.

En el grupo control la mayoría de los niños obtuvo 22 puntos o más en el DGI (sólo 2 de 13 obtuvieron 21 puntos, y 6 niños obtuvieron el puntaje máximo de 24) siendo los errores observados variaciones leves en la marcha (mayormente enlentecer momentáneamente la marcha durante el ejercicio). El grupo TDAH no sólo obtuvo más errores, sino además algunos de sus puntajes fueron incluso bajo los 2 puntos (errores moderados a severo). Ningún niño TDAH logró obtener el puntaje máximo de 24 puntos.

Se registra una diferencia significativa entre grupos ($p=0.001$) al comparar rendimiento en el DGI (puntaje total de la prueba).



Al hacer el análisis de comparación de cada ejercicio del DGI entre grupos, obtenemos diferencias significativas para el ejercicio 2 (cambios de velocidad en la marcha) $p=0.047$, ejercicio 3 (movimientos horizontales de cabeza sobre la marcha) $p=0.02$, y el ejercicio 6 (caminar y pasar por sobre un obstáculo) $p=0.048$. Para el ejercicio 1 (marcha normal) y el 8 (subir y bajar escaleras) no hubieron diferencias entre grupos, todos los niños rindieron con el puntaje máximo.



8.3 Posturografía

La primera tarea que se realizó fue para establecer los límites de estabilidad (LOS), que corresponde al área máxima en la que un sujeto puede fluctuar su centro de masa alejándolo de su eje, en todas las direcciones, y sin perder el equilibrio. Esta tarea la realizó el niño estando con ambos pies sobre la plataforma y colocadas las gafas. El resultado es un área delimitada alrededor del centro de masa del niño. Mientras mayor sea el área para los límites de estabilidad, refleja una mejor capacidad en el control del equilibrio y la postura (en adultos sanos se observa un promedio aproximado para el LOS de 180 cm²).

**Dos niños del grupo TDAH no pudieron completar la prueba de la posturografía dado que hubo dificultades técnicas con el equipo dejándolo fuera de servicio. Sólo se evaluó con esta prueba a 11 niños con TDAH.*

CONTROLES

	Edad niño	Área LOS
1	5	138.2
2	6	118.39
3	6	51.29
4	7	166.27
5	7	220.2
6	7	166.55
7	8	198.71
8	8	189.19
9	9	109.72
10	9	136.19
11	10	192.91
12	10	224.93
13	10	299.34
Promedio		170.145
Mediana		166.550
Dev Std		62.285

TDAH

	Edad niño	Área LOS
1	5	75.35
2	6	233.02
3	6	64.05
4	7	72.34
5	7	77.91
6	8	139.15
7	8	142.06
8	8	171.39
9	8	48.77
10	8	93.94
11	10	77.59
Promedio		108.688
Mediana		77.910
Dev Std		56.195

Tabla 6. Área del límite de estabilidad (LOS) para ambos grupos. Aparecen en esta tabla los valores de cada niño para el área LOS (cm²), y en la parte inferior los datos estadísticos de cada grupo (promedio, mediana, desviación estándar).

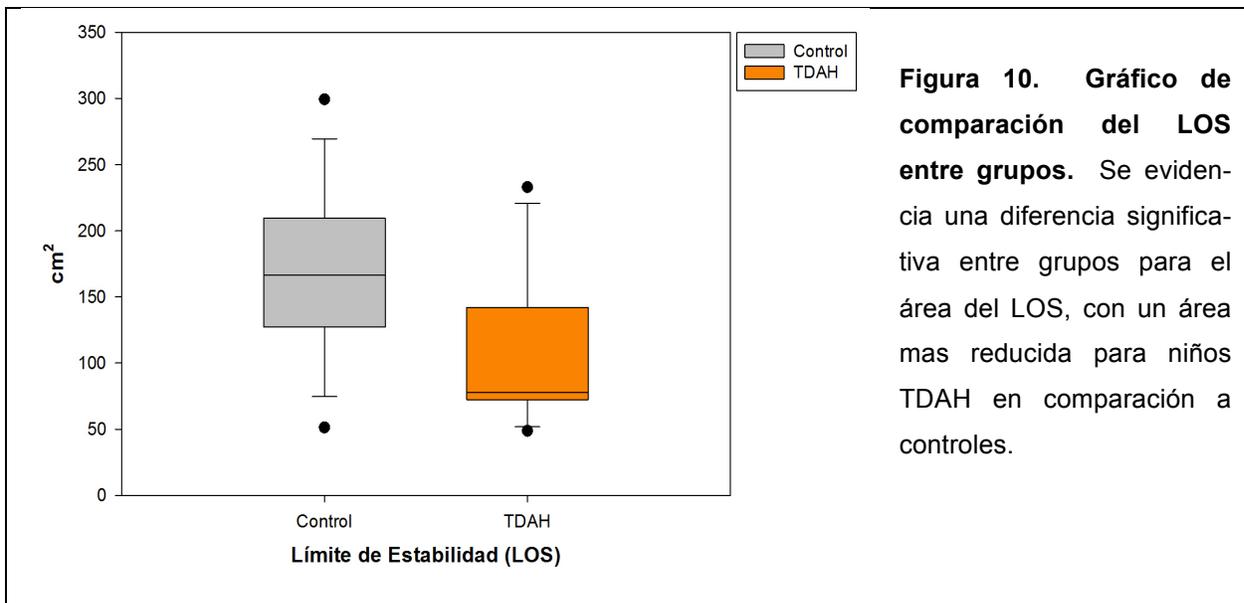


Figura 10. Gráfico de comparación del LOS entre grupos. Se evidencia una diferencia significativa entre grupos para el área del LOS, con un área mas reducida para niños TDAH en comparación a controles.

Se evidencia una diferencia significativa ($p=0.03$) entre grupos para el LOS. El grupo TDAH muestra un área más reducida, lo cual propone una mayor dificultad para estabilizar y mantener el equilibrio al desplazar el centro de masa.

Para los 9 ejercicios restantes, el desafío fue mantener el equilibrio y postura lo más estable posible bajo las diferentes condiciones visuales (pantalla en negro, pantalla mostrando objetos cayendo, exploración virtual de un entorno), es decir intentando que el centro de masa fluctuara lo menos posible. Mientras más reducida el área de fluctuación del centro de presión, sugiere un mejor control del equilibrio y estabilización de la postura.

Los 5 ejercicios que se hacían bajo la condición de “pantalla en negro”, lo cual simula estar con los ojos cerrados o visión ocluida, consistieron en permanecer estable al estar parado en ambos pies, en un pie (lado dominante) luego en el otro, posición tándem pie dominante al frente luego tándem con el otro pie adelante. Los 3 ejercicios a continuación, bajo la condición de “distractores visuales” (pantalla mostrando objetos cayendo), consistieron en permanecer de pie, luego equilibrarse en un pie, primero el dominante luego el otro. El último ejercicio consistió en observar a través de las gafas un entorno de una habitación de niños la cual debieron explorar con movimientos de cabeza y tronco, pero sin mover los pies. Todos los ejercicios tuvieron una duración de 30 segundos cada uno.

CONTROLES (COP)

Edad niño	PANTALLA EN NEGRO					DISTRACTORES VISUALES			
	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	tandem pie dom	tandem otro	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	explorar entorno
Promedio	13.346	109.451	94.924	36.498	44.694	7.565	116.690	111.605	33.785
Mediana	5.070	75.140	75.190	24.970	29.720	4.520	44.730	77.690	28.040
Dev Std	21.255	102.595	85.336	32.272	41.557	5.850	111.862	102.928	20.663
Error Std	5.895	28.455	23.668	8.951	11.526	1.623	31.025	28.547	5.731

TDAH (COP)

Edad niño	PANTALLA EN NEGRO					DISTRACTORES VISUALES			
	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	tandem pie dom	tandem otro	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	explorar entorno
Promedio	17.312	189.370	230.412	67.485	46.838	13.002	198.900	192.920	16.290
Median	10.340	167.160	160.080	31.490	28.690	14.560	176.860	116.120	14.370
Dev Std	16.322	123.196	164.035	88.296	48.468	8.291	94.728	156.522	6.589
Error Std	4.921	37.145	49.458	26.622	14.614	2.500	28.562	47.193	1.987

Tabla 7. Tabla de valores estadísticos para el área de fluctuación del centro de presión (cm²).

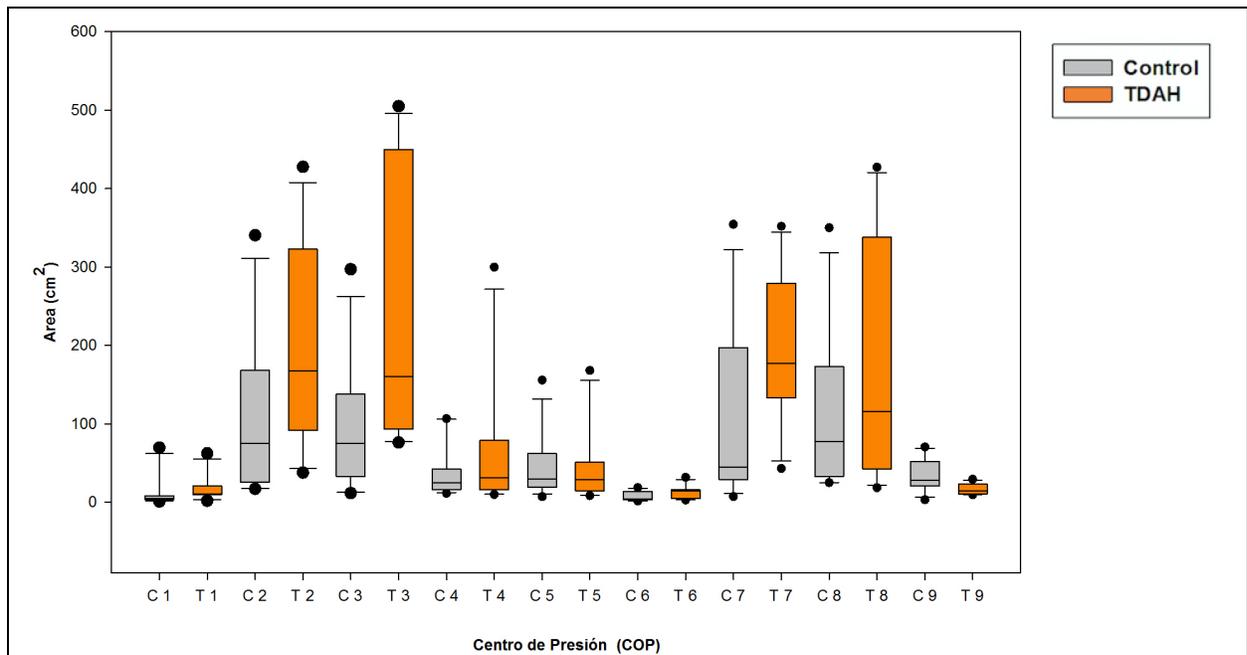


Figura 11. Gráfico de comparación de valores COP entre grupos. Niños TDAH tienden a obtener valores más altos para el COP que controles. Diferencias significativas para ejercicios 1, 3, y 9.

Se registran diferencias significativas para los ejercicios 1 ($p=0.02$) donde los niños TDAH tienden a fluctuar más su centro de presión al estar de pie con la vista ocluida. Ejercicios que requerían equilibrarse en un pie también mostraron diferencias significativas, como el ejercicio 3, equilibrarse en pie no-dominante ($p=0.01$). En todos ellos el grupo TDAH presentó menor estabilidad y equilibrio evidenciado por una mayor área de fluctuación del centro de presión. Mantener el equilibrio en tándem no mostró diferencias entre grupos.

Bajo la condición de distractores visuales, estar observando objetos cayendo a través de las gafas no se obtuvieron diferencias significativas entre grupos.)

Sin embargo, para el último ejercicio que correspondía explorar un entorno virtual con movimientos de cabeza y de tronco sin perder el equilibrio ni mover la posición de los pies, el grupo de los controles muestra tener significativamente un área COP más grande ($p=0.01$). Esto puede deberse a que los controles realizaron mayor movimientos de cabeza y tronco para explorar la habitación virtual, demostrando mayor capacidad en mantener el equilibrio estable durante movimientos de cuerpo y cabeza. Similar a lo ocurrido en la prueba del LOS, los controles pueden desplazar su centro de presión con más confianza y libertad al poseer más equilibrio. En cambio, los niños TDAH se restringían más en sus movimientos al tener que explorar el entorno, y por esta razón su área de fluctuación del centro de presión se mantuvo más reducida.

Otra variable que se registró durante la prueba fue la velocidad en la que fluctuaba el centro de presión en cada ejercicio (“sway velocity”). La velocidad de balanceo (SW) se asocia a la pérdida del equilibrio y/o caída. Una mayor velocidad registrada refleja una mayor inestabilidad en el control de la postura y una menor capacidad para sostener el cuerpo en una posición equilibrada, es decir desplazamientos repentinos y poco controlados del centro de masa. Se registraron diferencias significativas del SW entre grupos para los ejercicios 1 ($p=0.03$), 3 ($p=0.02$) y 6 ($p=0.02$).

CONTROLES (SW)

Edad niño	PANTALLA EN NEGRO					DISTRACTORES VISUALES			
	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	tandem pie dom	tandem otro	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	explorar entorno
Promedio	2.013	12.064	11.425	5.813	6.429	1.910	12.178	11.419	4.235
Median	1.700	8.080	9.370	5.070	6.960	1.820	10.700	12.550	3.810
Dev Std	1.129	6.080	5.372	2.740	2.448	0.656	6.375	3.775	2.188
Error Std	0.313	1.686	1.490	0.760	0.679	0.182	1.768	1.047	0.607

TDAH (SW)

Edad niño	PANTALLA EN NEGRO					DISTRACTORES VISUALES			
	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	tandem pie dom	tandem otro	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	explorar entorno
Promedio	2.663	14.208	17.035	6.759	7.041	2.576	14.499	12.895	3.402
Median	2.680	13.240	16.730	6.850	5.700	2.640	15.290	10.180	2.980
Dev Std	0.788	5.126	6.176	2.324	3.653	0.550	4.332	5.680	1.101
Error Std	0.237	1.545	1.862	0.701	1.102	0.166	1.306	1.713	0.332

Tabla 8. Tabla de valores estadísticos para la velocidad de balanceo (cm/s).

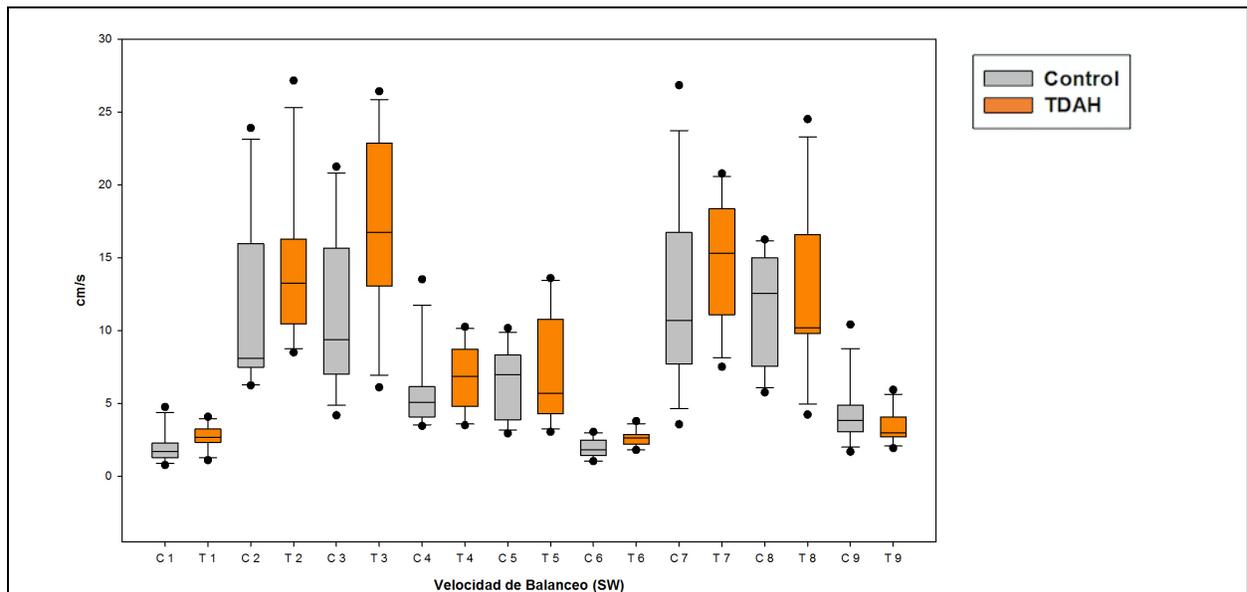


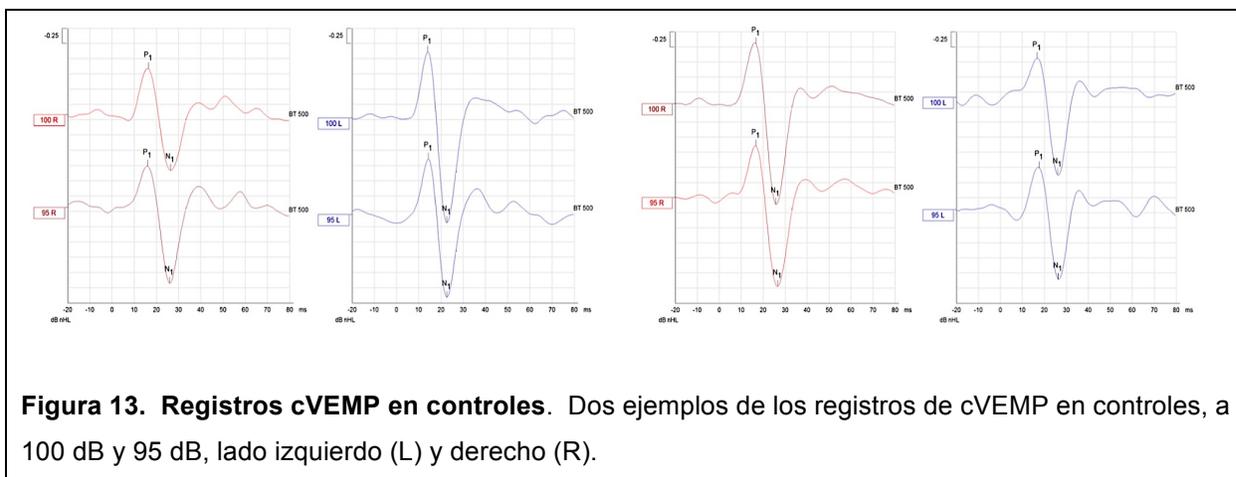
Figura 12. Gráfico de comparaciones entre grupos para el SW. Niños con TDAH tienden a obtener valores más altos para el SW. Diferencias significativas para ejercicios 1, 3, y 6.

8.4 cVEMP

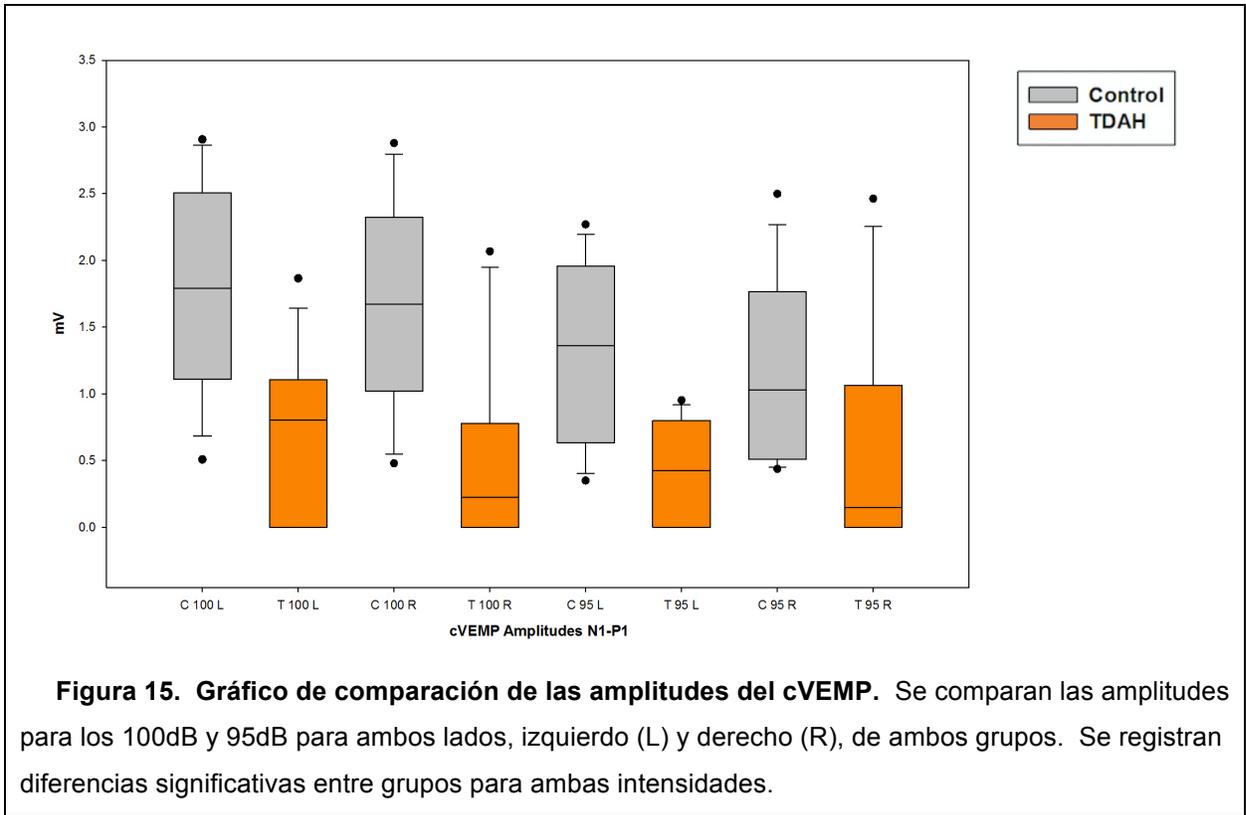
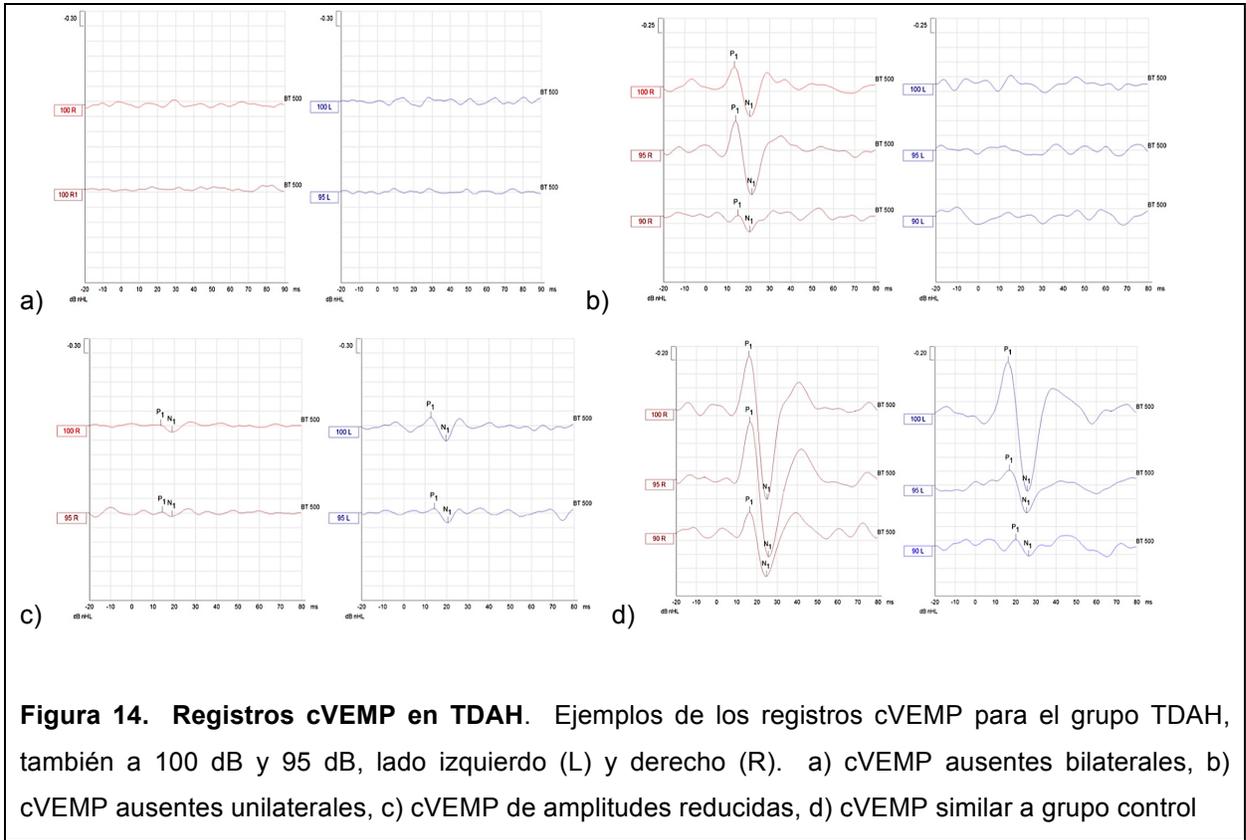
Se registraron los VEMP cervicales de cada lado, producto de un estímulo acústico tipo “tone burst” a 500 Hz, de 100 y 95 dB, para ambos grupos. Al emitir el estímulo (a través de un audífono) se registran dos curvas a nivel del músculo esternocleidomastoideo ipsilateral, P1 y N1, considerando dos variables:

- Amplitud: Diferencia de valores en microvolts entre P1 y N1.
- Latencia: tiempo en milisegundos que transcurre desde la estimulación hasta que aparece el valor más positivo (P1) de la curva.

En el grupo control todos los niños obtuvieron curvas visibles en el cVEMP, con una mediana para las amplitudes de 1.7 mV a 100 dB, y 1-1.3 mV a 95 dB, a ambos lados (izquierdo y derecho).



Sin embargo, en el grupo TDAH la mayoría de los niños (10 de 13) presentaron resultados del cVEMP alterados, amplitudes significativamente menores e incluso ausentes. De los 13 niños evaluados, 3 de ellos presentaron amplitudes ausentes bilaterales en las curvas. Luego otros 2 niños sólo presentaron el reflejo a un solo lado (cVEMP unilateral), y 5 niños obtuvieron amplitudes entre curvas (P1-N1) muy reducidas. Sólo 3 niños presentaron curvas en el cVEMP similares a los del grupo control.



Al registrar y comparar las amplitudes entre grupos, se obtuvieron diferencias significativas tanto para los 100 dB lado izquierdo ($p=0.0017$) y derecho ($p=0.0017$), y para los 95 dB lado izquierdo ($p=0.003$). Para la amplitud a 95 dB lado derecho se obtuvo un valor p en el límite, $p=0.05$.

CONTROLES (Amp P1-N1)

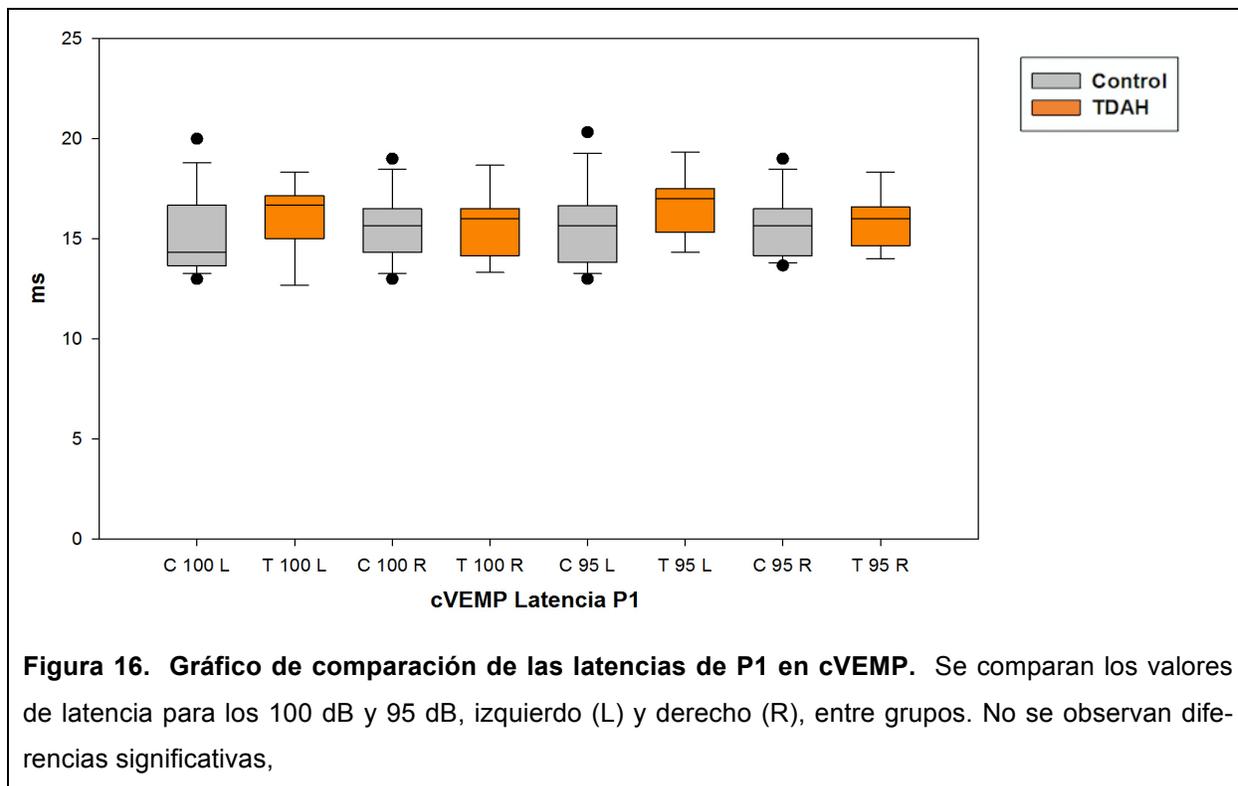
	Edad niño	100dB izq	100dB der	95 dB izq	95 dB der
1	5	2.568	2.097	0.651	1.66
2	6	2.907	0.479	1.854	0.538
3	6	1.141	1.822	0.684	0.858
4	7	1.792	2.675	1.361	1.873
5	7	1.302	1.764	1.280	1.086
6	7	1.715	0.942	1.648	0.471
7	8	2.314	1.096	1.898	0.649
8	8	0.508	2.548	0.350	1.382
9	9	2.805	1.672	2.270	1.926
10	9	0.952	1.414	0.480	0.481
11	10	2.443	0.653	2.086	0.437
12	10	2.098	2.879	2.019	2.499
13	10	1.080	1.309	0.615	1.031
	Promedio	1.817	1.642	1.323	1.145
	Mediana	1.792	1.672	1.361	1.031
	Dev Std	0.774	0.761	0.689	0.671
	Error Std	0.215	0.211	0.191	0.186

TDAH (Amp P1-N1)

	Edad niño	100dB izq	100dB der	95 dB izq	95 dB der
1	5	0	0	0	0
2	5	0.695	0.419	0.424	0.511
3	6	0.490	0.151	0.300	0.090
4	6	0	0	0	0
5	7	0.852	0.224	0.454	0
6	7	0.986	0	0.846	0
7	8	1.866	2.068	0.621	1.941
8	8	1.308	0.224	0.755	0.150
9	8	0.979	0.703	0.952	0.690
10	8	0	0.849	0	1.258
11	8	0.804	0.699	0.415	0.867
12	9	1.227	1.770	0.868	2.463
13	10	0	0	0	0
	Promedio	0.708	0.547	0.433	0.613
	Mediana	0.804	0.224	0.424	0.150
	Dev Std	0.592	0.679	0.358	0.819
	Error Std	0.164	0.188	0.099	0.227

Tabla 9. Tabla de valores de las amplitudes de los cVEMP para ambos grupos. Aparecen todos los valores para las amplitudes (mV) de los cVEMP, tanto para los 100dB como para los 95dB del lado izquierdo (izq) y derecho (der), y la parte inferior los datos estadísticos.

Para los valores de latencia de la curva P1, se hizo la comparación entre el grupo control y aquellos niños TDAH que sí registraron curvas para el reflejo cVEMP. No se observan diferencias significativas entre valores de latencias.



Al comparar porcentaje de asimetría entre las amplitudes P1-N1 que se obtuvieron a cada lado, observamos que para los 100 dB en el grupo control el rango de los porcentajes fue de 10% a 72%, y a 95dB de 0% a 65%. Se considera normal en adultos sanos un porcentaje de asimetría menor al 30%. Sólo 3 niños controles tuvieron una asimetría mayor a 30% a 100dB y 6 niños a 95dB. La mediana en el grupo control fue de 23% para los 100dB y 25% para 95 dB, ambos valores menores a 30%. En el grupo TDAH sólo se tomó en consideración aquellos niños que presentaron reflejo. El rango de asimetría para los 100 dB fue de 10% a 71% (similar a controles), y a 95dB el rango fue de 10% a 67%. La mediana en el grupo TDAH fue de 21% para los 100dB, pero de 50% para 95 dB (mayor al 30% considerado normal). Es decir, en el grupo TDAH hay una tendencia a una mayor asimetría a menor intensidad del estímulo, en aquellos niños que presentaron registro de curvas a ambos lados.

8.5 Evaluación del Comportamiento

De las 16 preguntas realizadas a través de la pauta de observación del comportamiento SPM, algunas preguntas resultaron ser mejores indicadores de diferencias en el comportamiento para TDAH que otras. Al hacer el análisis estadístico (test U-Mann Whitney) y comparar las medianas de cada pregunta entre la muestra de TDAH y los valores para niños normales, se obtiene que sólo 6 preguntas (de las 16) revelan diferencias significativas en el comportamiento entre grupos.

		Pregunta SPM	Median Control	Median TDAH	Valor p
Inatención	1.	Al estar dando las instrucciones de la clase, el niño está mirando a su alrededor o a los otros niños, en lugar de estar mirando al profesor que está hablando o a la pizarra.	2	3	0.004
Impulsividad	2.	Maneja su frustración sin arranques de rabia o comportamiento agresivo	2	3	0.001
	3.	Emite ruidos, canta, o grita durante la clase	1	2	0.008
	4.	Habla demasiado fuerte o hace ruido excesivo durante transiciones de actividad	1	2	0.008
Hiperactividad	5.	Corre, salta, o rebota en lugar de caminar	1	2	0.08
	6.	Salta sobre las sillas o las golpea con los pies	1	1	0.3
	7.	Se balancea en la silla cuando está sentado frente al escritorio	1	2	0.0006
	8.	Se retuerce cuando está sentado frente al escritorio	2	3	0.008
Control Postural	9.	Se apoya sobre la mesa /escritorio o afirma su cabeza con las manos estando sentado a la mesa	1	3	0.008
	10.	Cuando está sentado en el suelo, no se puede sentar derecho sin apoyo.	1	1	0.1
	11.	Tiene poca coordinación, parece torpe	1	1	0.3
Función Ejecutiva	12.	No tiene un desempeño consistente en las actividades diarias, la calidad de su trabajo varía ampliamente	1	1	0.1
	13.	Incapaz de resolver problema efectivamente	1	1	0.1
	14.	No logra completar tarea de múltiples pasos	1	1	0.1
	15.	Tiene dificultades para imitar demostraciones correctamente (ejemplo: canciones con gestos y movimientos, juegos de movimiento)	1	2	0.0001
	16.	Muestra dificultad para organizar sus materiales (en o sobre su escritorio).	1	2	0.0001

Tabla 10. Comparación de los resultados de las preguntas SPM entre grupos.

Si eliminamos las preguntas que no presentaron diferencias significativas, y consideramos aquellas con valores p menores a 0.05, nos quedaríamos con las siguientes preguntas:

1. Al estar dando las instrucciones de la clase, el niño está mirando a su alrededor o a los otros niños, en lugar de estar mirando al profesor que está hablando o a la pizarra (evalúa aspecto de “inatención”)
2. Maneja su frustración sin arranques de rabia o comportamiento agresivo (“impulsividad”)
3. Emite ruidos, canta o grita durante la clase (“impulsividad”)
4. Habla demasiado fuerte o hace ruido excesivo durante transiciones de actividad (“impulsividad”)
5. Se balancea en la silla cuando está sentado frente al escritorio (“hiperactividad”)
6. Se retuerce cuando está sentado frente al escritorio (“hiperactividad”)
7. Se apoya sobre la mesa /escritorio o afirma su cabeza con las manos estando sentado a la mesa (“control postural”)
8. Tiene dificultades para imitar demostraciones correctamente (ejemplo: canciones con gestos y movimientos, juegos de movimiento) (“función ejecutiva”)
9. Muestra dificultad para organizar sus materiales (en o sobre su escritorio) (“función ejecutiva”)

La mediana obtenida de estas 9 preguntas en el grupo TDAH corresponde a 20 puntos (promedio 21), y la mediana del grupo control corresponde a 12 puntos (promedio 12). Al comparar ambos grupos (U-Mann Whitney), obtenemos una diferencia significativa de un valor $p < 0.0001$.

Si correlacionamos las respuestas de estos 9 comportamientos (análisis de Spearman), con los valores de amplitud de la curva P1-N1 cVEMP a 100 dB (promediado lado izquierdo con el Derecho en cada niño) observamos que los niños que tuvieron puntajes más altos (más alterados) también obtuvieron menor amplitud en el cVEMP. El coeficiente de correlación entre estas variables es de 0.7, y su valor $p = 0.00002$, indicando una relación significativa.

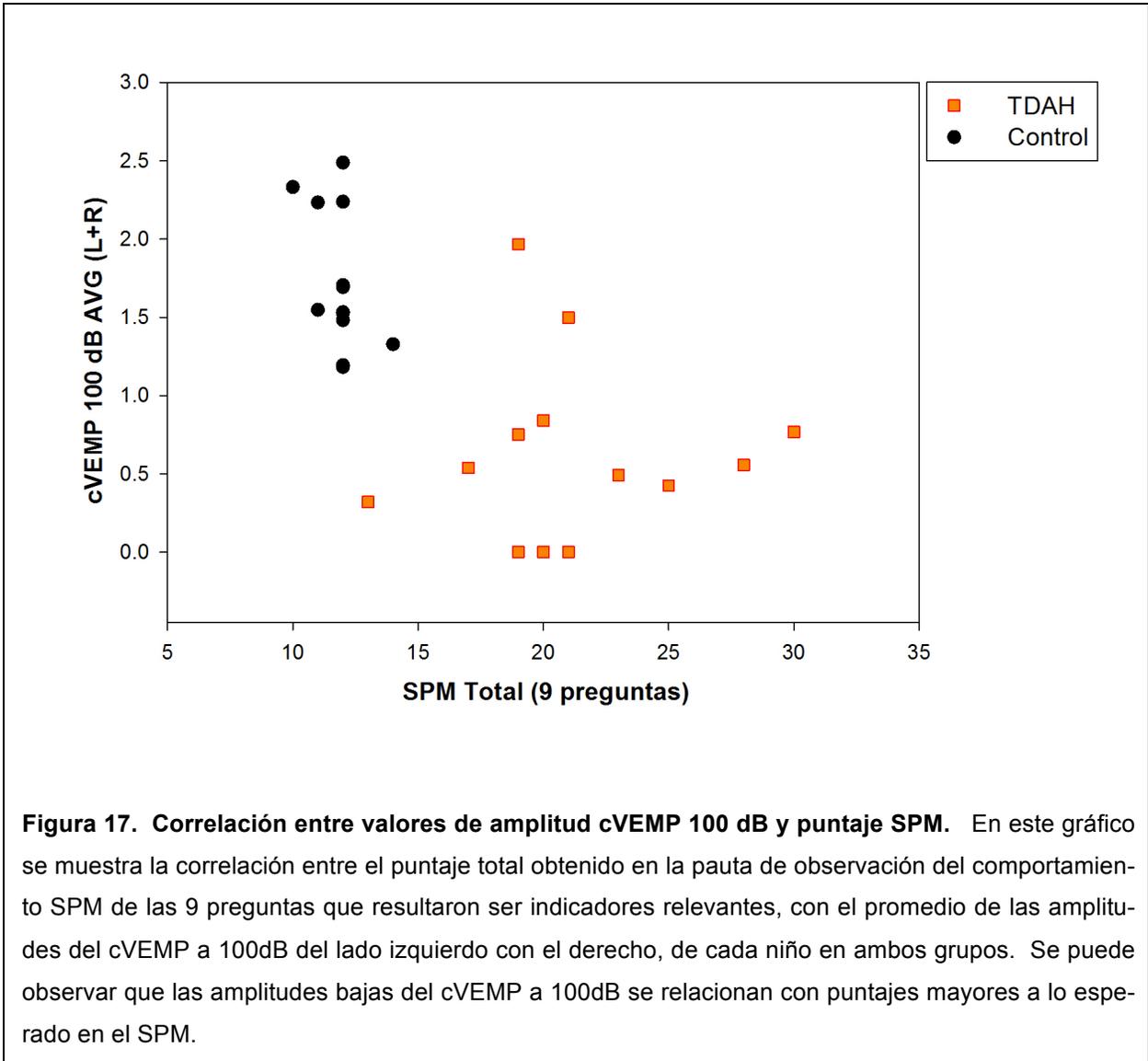


Figura 17. Correlación entre valores de amplitud cVEMP 100 dB y puntaje SPM. En este gráfico se muestra la correlación entre el puntaje total obtenido en la pauta de observación del comportamiento SPM de las 9 preguntas que resultaron ser indicadores relevantes, con el promedio de las amplitudes del cVEMP a 100dB del lado izquierdo con el derecho, de cada niño en ambos grupos. Se puede observar que las amplitudes bajas del cVEMP a 100dB se relacionan con puntajes mayores a lo esperado en el SPM.

Dados estos resultados podríamos decir entonces que estos 9 comportamientos observados de manera frecuente en un niño son fuertes indicadores de una posible alteración vestibular asociado a conductas de tipo TDAH.

Si tomamos cada una de las 9 preguntas del SPM que obtuvieron más significancia en indicar diferencias en el comportamiento entre niños con TDAH y niños con desarrollo normal, y hacemos el análisis de correlación con los valores de amplitud del cVEMP a 100 dB, obtenemos un valor *p* menos a 0.05 para 8 de las 9 preguntas.

Aspecto que evalúa	Pregunta	Coefficiente de Correlación	Valor p
1. (Inatención)	Al estar dando las instrucciones de la clase, el niño está mirando a su alrededor o a los otros niños, en lugar de estar mirando al profesor que está hablando o a la pizarra.	0.4	0.034
2. (Impulsividad)	Maneja su frustración sin arranques de rabia o comportamiento agresivo	0.4	0.017
3. (Impulsividad)	Emite ruidos, canta o grita durante la clase	0.4	0.047
4. (Impulsividad)	Habla demasiado fuerte o hace ruido excesivo durante transiciones de actividad	0.6	0.0008
5. (Hiperactividad)	Se balancea en la silla cuando está sentado frente al escritorio	0.5	0.009
6. (Hiperactividad)	Se retuerce cuando está sentado frente al escritorio	0.1	0.52
7. (Control Postural)	Se apoya sobre la mesa /escritorio o afirma su cabeza con las manos estando sentado a la mesa	0.5	0.003
8. (Función Ejecutiva)	Tiene dificultades para imitar demostraciones correctamente (ejemplo: canciones con gestos y movimientos, juegos de movimiento)	0.6	0.0002
9. (Función Ejecutiva)	Muestra dificultad para organizar sus materiales (en o sobre su escritorio).	0.7	0.000002

Las 2 preguntas que evalúan Función Ejecutiva, y 1 de Impulsividad (hace ruido excesivo durante transiciones) son las que más se correlacionan con la amplitud de los cVEMP a 100 dB.

8.6 Correlaciones entre pruebas vestibulares

Para realizar correlaciones entre los resultados de las diferentes pruebas vestibulares se utiliza el análisis de Spearman.

Figura 18. Correlación entre los valores de las amplitudes de los cVEMP a 100 dB entre el lado izquierdo y derecho para ambos grupos. Se observa la correlación de los cVEMP obtenida a los 100 dB lado izquierdo y derecho. El punto en el cruce de 0,0 incluye a 3 niños. 11 niños de los 13 evaluados en el grupo TDAH, se separan claramente del grupo control (valor $p = 0.008$).

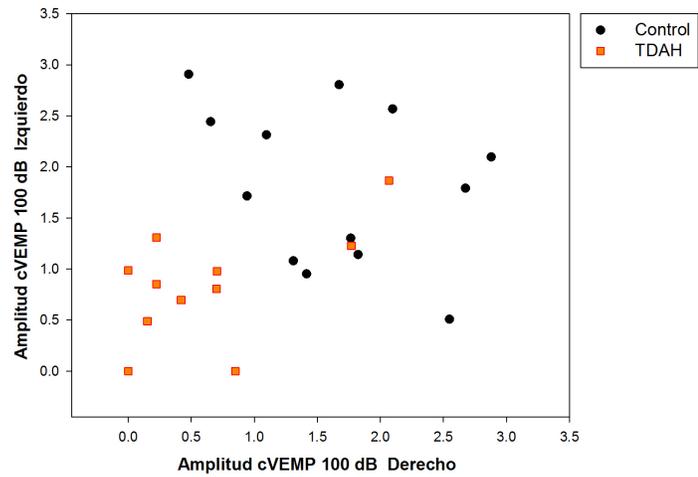
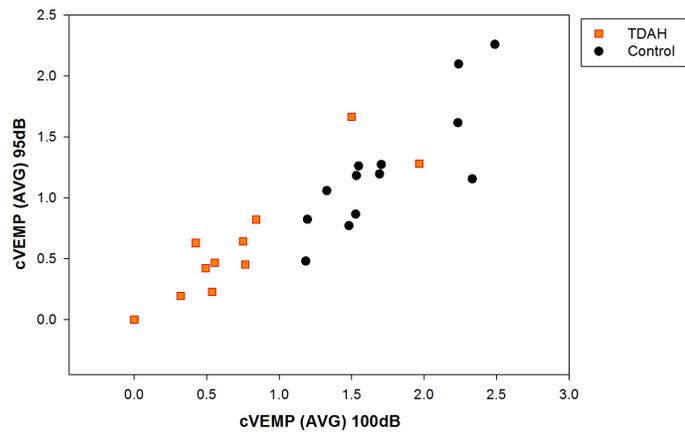
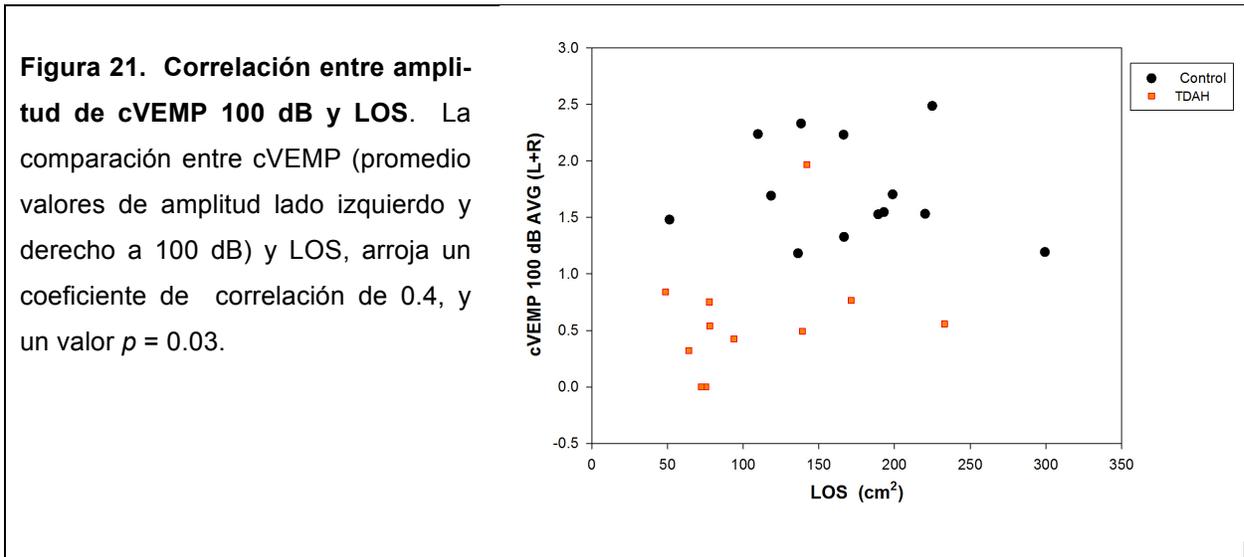
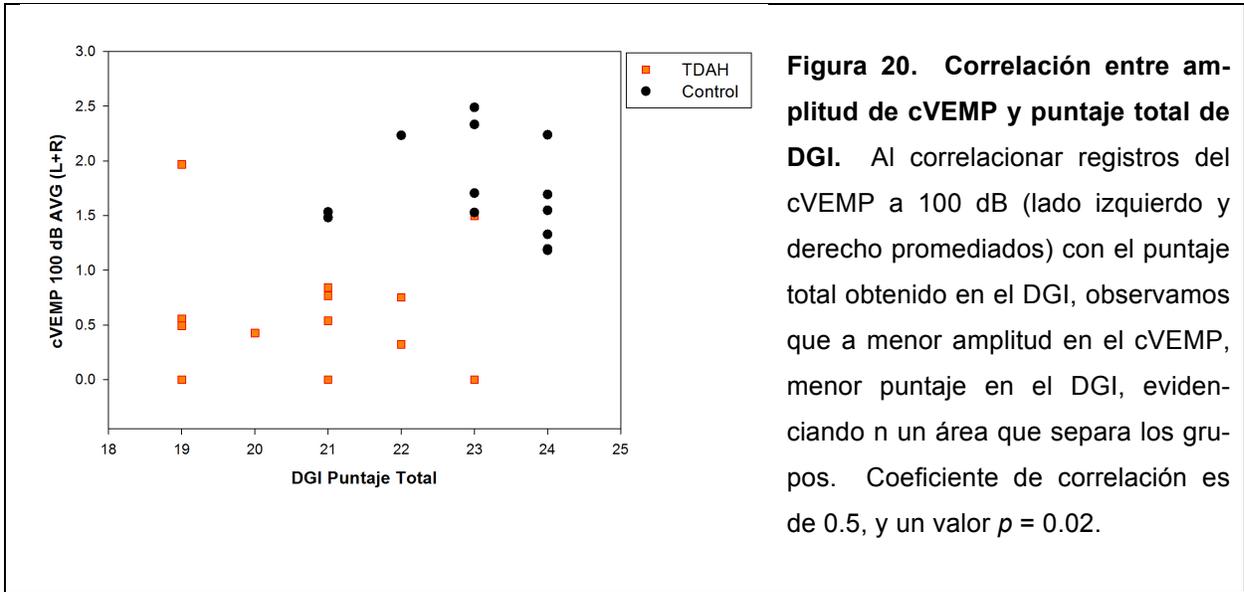


Figura 19. Correlación entre los valores de las amplitudes de los cVEMP a 100 dB y 95dB para ambos grupos. Se promedian las amplitudes de cVEMP del lado izquierdo y derecho, y correlacionan valores de los cVEMP obtenida a los 100 dB con la de 95 dB. Observamos nuevamente una separación de los niños TDAH de los controles. Los niños TDAH presentan amplitudes menores en cVEMP en comparación que controles tanto a 100 dB como a 95 dB (valor $p = 0.0000002$).





Al correlacionar valores de amplitud de cVEMP lado izquierdo con el derecho, a 100 dB, vemos que los niños TDAH se diferencian claramente de los controles, 10 de 13 niños TDAH se separan del grupo control. Sólo dos niños TDAH obtuvieron resultados en el cVEMP similares a los controles. Ningún niño del grupo control obtuvo amplitudes en el cVEMP (a ambos lados) tan bajas como los niños TDAH.

Podemos observar tanto para el DGI, como para el LOS, que una menor amplitud de las curvas P1-N1 en el cVEMP a 100 dB (promediado ambos lados izquierdo y derecho) se asocia significativamente a un bajo rendimiento en estas dos pruebas.

IX. CONCLUSIÓN

En esta tesis se planteó como hipótesis que niños con TDAH tendrían un rendimiento diferente en pruebas que evalúan función vestibular otolítica en comparación a niños controles, posiblemente debido a una alteración en el sistema vestibular. Se hicieron las evaluaciones en ambos grupos de niños y se compararon los resultados, evidenciando alteraciones en registros de cVEMP, y rendimiento significativamente menor en pruebas DGI y Posturografía, para niños TDAH.

Tras estos resultados se postulan las siguientes conclusiones:

- 1. Un grupo de niños con TDAH tiene menor amplitud en cVEMP que los controles. A nivel individual, utilizando la amplitud de los cVEMPs a 100 dB se pudo clasificar a 11 de 13 niños con TDAH.**

Los resultados más significativos se obtuvieron en los registros de los cVEMP, donde se observa que un grupo importante de niños con TDAH presentan amplitudes entre curvas P1 y N1 significativamente menores que los controles. Estas diferencias se evidenciaron tanto a 100 dB como a 95 dB. 11 niños TDAH de 13 se diferenciaron de los controles en los registros de amplitud de cVEMP a 100 dB.

Sin embargo, no se evidenciaron diferencias para las latencias de la curva P1 del cVEMP entre controles y aquellos niños con TDAH que sí presentaron respuesta.

- 2. Los niños con TDAH tienen puntajes menores en el índice de la marcha dinámica (DGI) y menor área en el límite de estabilidad (LOS).**

En el rendimiento de las pruebas del DGI y posturografía computarizada, también existieron algunas diferencias significativas entre grupos.

Niños con TDAH obtuvieron puntajes significativamente más bajos que controles en el DGI, producto de mayor cantidad y severidad en los errores, lo cual no fue observado en controles. Todos los errores dentro del grupo control fueron clasificados como “leve” según las normas de aplicación de la pauta, en cambio en el grupo TDAH se obtuvieron errores descritos como “moderados” y incluso hubo uno de tipo

“severo” (es decir, no logrado). Ninguno de los niños TDAH logró el puntaje máximo de 24 puntos en el DGI, a diferencia del grupo control en donde el 50% de la muestra logró el máximo. En el análisis por ejercicio del DGI, al comparar el rendimiento entre grupos, las diferencias significativas se obtuvieron en los ejercicios 2 (variar la velocidad de la marcha de manera evidente), ejercicio 3 (caminar y mover horizontalmente la cabeza) y ejercicio 6 (caminar y pasar por sobre un obstáculo).

En la prueba de la posturografía computarizada, el grupo de niños con TDAH obtuvo un área significativamente menor para el límite de estabilidad (LOS), que controles. Para las comparaciones entre ejercicios, se observó una gran variabilidad entre sujetos en ambos grupos, sin embargo se logran establecer diferencias entre los grupos para algunos ejercicios. Se observó una mayor área de fluctuación del centro de presión del cuerpo (COP) para los ejercicios 1 y 3, indicando una menor capacidad para estabilizar postura y mantener equilibrio en los niños TDAH. Sin embargo, en el ejercicio 9, el COP en el grupo TDAH fue menor, observando una movilidad reducida de tronco y cabeza al explorar el entorno virtual. Al comparar velocidades de balanceo (SW) entre grupos, niños TDAH tienden a ser más inestables y fluctuar más, presentando un rendimiento significativamente menor en ejercicios 1,3 y 6.

3. No hubo diferencias en la percepción de verticalidad (SVV) entre niños con TDAH y controles.

No se registraron diferencias significativas para la percepción de la SVV entre los controles y TDAH, indicando habilidades similares en esta tarea para ambos grupos.

4. Las amplitudes reducidas en cVEMP se correlacionan con puntajes bajos en DGI y LOS.

Al correlacionar y comparar resultados de amplitudes en cVEMP a 100 dB (promediado lado izquierdo con el derecho) con resultados del DGI y del LOS, observamos una fuerte asociación entre ambos, es decir a menor amplitud en cVEMP menor puntaje en la prueba del DGI y un menor LOS, sugiriendo que una alteración en el reflejo sacular podría estar afectando el rendimiento en pruebas que miden estabilidad postural y control del equilibrio.

5. Las amplitudes reducidas en cVEMP se correlacionan con comportamientos característicos observados en el TDAH.

Al correlacionar y comparar resultados de amplitudes en cVEMP a 100 dB (promediado lado izquierdo con el derecho) con los puntajes obtenidos en la pauta de comportamiento SPM, obtenemos que a menor amplitud en cVEMP mayor puntaje en las preguntas del SPM (alejándose del comportamiento normal), indicando que alteraciones en el reflejo sacular podrían estar a la base de conductas de tipo TDAH.

Las preguntas que evalúan función ejecutiva en el SPM, fueron las que más de correlacionaron con registros bajos en el cVEMP.

6. Los resultados obtenidos permiten sugerir nuevas estrategias diagnósticas y terapéuticas en el manejo de los niños con TDAH.

Dada las diferencias significativas entre amplitudes en cVEMP a 100 dB entre controles y TDAH, evidenciando amplitudes reducidas e incluso ausentes (bilateral o unilateral) en TDAH, y las correlaciones entre estos resultados y la presencia frecuente (crónica) de comportamientos característicos del TDAH (evidenciados en la pauta SPM), sería prudente considerar incluir evaluaciones vestibulares para el diagnóstico y manejo de pacientes con TDAH.

X. DISCUSIÓN

Dado los resultados y conclusiones anteriores, surgen nuevas preguntas e inquietudes, en torno a los hallazgos y las pruebas realizadas, que se discuten a continuación:

10.1 SVV

La percepción de la verticalidad se obtiene a través de la comprensión implícita de la fuerza de gravedad, construida a través de información que proviene de diversas modalidades sensoriales. Varios comportamientos motores tales como la orientación y estabilización del equilibrio del cuerpo (en postura bípeda), se organizan en torno a esta percepción del eje vertical, al igual que la capacidad de navegar y orientarse en el espacio (Gaertner et al, 2013; Cohen y Sangi-Haghpeykar, 2012). Dicho de otro modo, esta percepción de la verticalidad está basada en un referente interno, que probablemente debió ser construido y desarrollado a lo largo de los primeros años de vida, y que continúa su desarrollo a través de procesos de integración sensorial.

Mittlestaedt (1983) propuso un modelo de tres vectores utilizado para determinar la SVV, en cual el sistema nervioso central usaría tres referentes espaciales basados en diferentes modalidades sensoriales: 1) *referente egocéntrico*, en donde la identificación de la posición de un objeto se basa en la percepción del propio cuerpo que depende de información somestésica; 2) *referente alocéntrico*, donde la identificación de un objeto se localiza a través de su configuración espacial independiente de la posición del cuerpo, que depende de información visual; 3) *referente gravitacional*, el cual está ligado a la orientación e intensidad del vector gravitacional que depende de la información vestibular.

Se postula que este último referente, gravitacional, es el principal para el sistema nervioso y es independiente de la posición del cuerpo y del objeto (Berthoz, 1991). Estos tres referentes espaciales se utilizan para construir una representación central de la verticalidad alrededor de la cual se organiza el comportamiento motor y ocular (Gaertner et al, 2013).

En este trabajo, niños del grupo control y TDAH obtuvieron los mismos resultados en el test del balde que mide la SVV, incluso aquellos niños TDAH con reflejos de cVEMP ausentes o alterados fueron capaces de alinear la vertical con los mismos rangos de error que los controles. Si la percepción de la vertical se construye en base a tres principales modalidades sensoriales, siendo una de ellas aferencias vestibulares otolíticas, surge hacerse la pregunta de ¿por qué entonces niños con una alteración en registros cVEMP tienen un mismo desempeño en la SVV que niños con cVEMP normales?

Poco se conoce acerca del desarrollo de la percepción de la verticalidad en niños. Autores que lo han estudiado concluyen que los niños tienden a basarse más en información visual para orientar su cuerpo y objetos verticalmente antes de integrar aferencias vestibulares otolíticas a nivel cortical ([Lee y Aronson, 1974](#); [Bucci et al, 2015](#)) Podríamos argumentar que niños con cVEMP alterados habrían aprendido a compensar un déficit vestibular con información proveniente del sistema visual y somatosensorial para la percepción de la vertical, y por esta razón rinden igual que controles en esta prueba.

Estudios que comparan la percepción de la verticalidad de niños con adultos, concluyen que los niños tienen una representación de la verticalidad menos precisa y menos acertada que los adultos ([Bucci et al, 2015](#); [Gaertner et al 2013](#)), y lo asocian a una inmadurez de las áreas corticales involucradas (parieto-insulares). Esto es contrario a los resultados obtenidos en este trabajo, que muestra que los niños, tanto controles como TDAH, son capaces de ubicar la SVV de forma muy precisa. Sin embargo, estos otros estudios no utilizaron el test del balde para la evaluación de la SVV, sino un método diferente en el cual los sujetos, estando dentro de una habitación oscura y de pie sobre una plataforma, debían orientar una imagen iluminada de una línea disfrazada de payaso de manera vertical proyectada en una pantalla a unos metros de distancia, utilizando un control remoto. Esto incluye el factor de control motor para el rendimiento de la prueba, lo cual se eliminó en el test del balde ya que es el examinador quien lo rota mientras que el niño sólo se preocupa de observar.

Quizás modificando las características de la prueba de la SVV, para cambiar las demandas sensoriales, tendríamos resultados diferentes en las evaluaciones.

Una modificación interesante sería eliminar la modalidad visual para la orientación de la vertical, exigiendo utilizar de mayor manera información somestésica y vestibular. De esta manera, si un niño estuviera compensando un déficit vestibular con información visual, al eliminar su visión se esperaría ver afectado significativamente su rendimiento. Una propuesta para lograr esto podría ser fabricar un test que utilice una línea en tres dimensiones capaz de ser rotada manualmente. De esta manera, el niño, estando con los ojos vendados, debe tomar la línea con sus manos, y rotarla para orientarla en la vertical (subjativa). O si quisiéramos eliminar el factor motor (el niño rotando la línea) para no estar influenciado por habilidades de coordinación motora en el niño, podríamos presentarle a niño una serie de tablas con líneas fijas en cada una, orientadas a diferentes grados de inclinación (desde los 40° a un lado, pasando a los 40° del otro), y que logre identificar la que está “más” vertical.

Otra propuesta para modificar las demandas sensoriales de la prueba de la SVV, podría ser posicionar al niño de pie sobre una superficie inclinada (lateralmente), de esta forma alterar información propioceptiva. Se mantiene la percepción gravitacional y visión, pero la sensación del cuerpo en torno a la fuerza de gravedad cambia.

Luego de evaluar nuevamente grupo control y TDAH bajo condiciones sensoriales diferentes, basándose en los resultados obtenidos podríamos identificar qué modalidades sensoriales están más involucradas en la percepción de la vertical. Si continuara no existiendo diferencia entre grupos control y TDAH, podríamos concluir que los niños, menores de 10 años, efectivamente utilizan mayormente el sistema visual para la SVV, y esta prueba no predice de forma importante función vestibular.

Si hubieran diferencias significativas, sería interesante intentar determinar cómo se va construyendo la SVV en niños normales, qué dosis de cada modalidad sensorial es crucial a qué rango de edad, y en qué momento (modalidad sensorial o rango etario) se hace la separación de rendimiento entre grupos.

10.2 DGI

Para los niños del grupo control, los ejercicios del DGI resultaron ser bastante sencillos de realizar, salvo en algunos pocos casos en que enlentecían levemente su marcha. Los niños mayores, 8-10 años, casi no cometieron errores, salvo tres niños (de un total de 7), dos que al girar en el lugar tambalearon al perder un poco el equilibrio y una niña enlenteció su marcha al mover la cabeza verticalmente durante la marcha. Los controles de 5-7 años tienen más dificultades, sin embargo los errores que cometen siguen siendo considerados sólo “leves” según criterios de la pauta. La mayor parte de estas dificultades fueron en los ejercicios 3 y 4, que exigen realizar movimientos rotacionales de la cabeza durante la marcha, sin variar su patrón, velocidad y dirección. Estos resultados coinciden con aquellos obtenidos en el estudio de [Lubetzky-Vilnai et al \(2011\)](#) donde encontraron que disminuciones leves en la marcha durante los ejercicios 3 y 4 son normales en niños menores de 12 años.

En el grupo TDAH, en cambio, no sólo existió mayor cantidad de errores sino también muchos fueron de tipo “moderado” (mayores modificaciones en patrón de marcha y detenciones breves) y uno “severo” (no logrado). Al igual que en los controles, los niños de 5-7 años presentaron más errores cometidos (20 errores) que los niños de 8-10 (16 errores). En el rango 5-7 todos los niños (6/6) obtuvieron puntajes bajos en el ejercicio 3, es decir ninguno logró realizar esta tarea sin modificaciones en la marcha. El ejercicio 4 sólo un niño logró realizarlo bien.

Los niños TDAH presentaron equivocaciones que no se observaron en los controles, como por ejemplo en el ejercicio 6 (pasar por sobre un obstáculo) algunos niños chocaron con este al levantar el pie, y en el ejercicio 3 no sólo disminuían la velocidad de marcha sino también desviaban la dirección hacia los lados al mover la cabeza. Cabe destacar que ninguno de los niños con TDAH logró el puntaje total de 24 puntos en el DGI.

Esta prueba (DGI) no sólo mide la capacidad de mantener el equilibrio, dirección y patrón de marcha al realizar diferentes tareas motoras, sino que también evalúa la capacidad de disociar funciones automáticas de la marcha para la realización de otros movimientos voluntarios (tales como cambiar la velocidad, realizar movimientos

de cabeza, pasar por sobre un obstáculo, etc.) Por los resultados obtenidos y evidencia previa, se puede concluir que los niños van madurando las funciones evaluadas en el DGI y que los niños menores (5-7 años) cometen mayor cantidad de errores asociados a esta falta de madurez. Las áreas específicas en las que presentaban mayor dificultad era en los ejercicios de disociar movimientos de cabeza de la marcha. En niños mayores, alrededor de los 10 años, no es tan común variar la marcha durante la realización de otros movimientos.

Esta capacidad de disociar movimientos de cabeza durante la marcha se relaciona con la maduración de estructuras que integran información vestibular y propioceptiva. Si existe una alteración vestibular, es esperable observar torpezas y retrasos en la aparición de estas funciones, incluso a los 10 años de edad.

10.3 POSTUROGRAFÍA COMPUTARIZADA

Para esta prueba se programó un set de ejercicios específicos buscando evaluar desempeño en el control de la postura y equilibrio manteniendo el cuerpo en una posición estática durante un período determinado de tiempo (que en este caso fueron 30 segundos) para cada ejercicio. Todos los ejercicios se realizaron sin auxilio de la vista, ya sea estando bajo la condición de vista ocluida o recibiendo estímulos visuales ajenos a la realidad. Fue una prueba compleja tanto para controles como para TDAH, en especial al mantener el equilibrio en 1 pie sin auxilio de la vista.

A pesar de que fue complejo para todos los niños, el grupo TDAH presentó más dificultades que los controles. Si fuera cierto que niños con TDAH utilizan la información visual para compensar déficit vestibular, es esperable observar mayor dificultad en el control de la postura al tener la vista ocluida.

Una observación durante la ejecución de la prueba fue que los controles, a pesar de ocasionalmente perder el equilibrio, presentaban reacciones posturales inmediatas para prevenir caídas (como por ejemplo bajar o mover rápidamente un pie para volver a estabilizarse) y luego eran capaces de ir elaborando estrategias para un mejor control del equilibrio durante el mismo ejercicio (por ejemplo, algunos probaban

enganchando el pie alrededor de la otra pierna, utilizaban los brazos para estabilizarse, flectaban un poco la rodillas, etc.) Ninguno de los controles se cayó de la plataforma, ya que todos lograban reaccionar a tiempo tras perder el equilibrio. Eran capaces de percibir (vestibular y propioceptivo) una posible caída y elaborar estrategias motoras eficientes para corregir postura y volver a estabilizarse.

En cambio, los niños con TDAH no eran tan eficientes para corregir sus pérdidas de equilibrio. Varios de estos niños sí cayeron de la plataforma (fueron atajados por examinador) y no utilizaron estrategias para corregir su inestabilidad postural, y volvían a caer. Como si no comprendieran el “por qué” de su desequilibrio.

Otras observaciones clínicas durante esta prueba, fue que muchos niños con TDAH, al colocarle las gafas y eliminarles la visibilidad, tendían a bajar la cabeza. Algunos se desorientaban y rotaban su cuerpo hacia un lado. Esto tampoco fue observado en controles.

Faltó evaluar estas habilidades de control postural con ojos abiertos, es decir con auxilio de la vista y comparar rendimiento. La única razón por la cual no se hizo esto fue para no alargar más la prueba, y producir agotamiento en los niños. A pesar del esfuerzo necesario para terminar la prueba completa, los controles lograban realizar todos los ejercicios seguidos sin pausas, sin embargo niños del grupo TDAH expresaban cansancio y pedían una pausa y descanso entre ejercicios. Esto reflejaría que para los niños con TDAH esta prueba significó un desafío mayor y requirió de un mayor esfuerzo, haya sido por un déficit en habilidades de control postural o en habilidades de atención, o ambas.

10.4 cVEMP

Muchas preguntas surgen tras los hallazgos de encontrar un grupo de niños diagnosticados con TDAH que presentan alteraciones en el reflejo sacular medido con cVEMP's. ¿Por qué este reflejo no aparece o aparece con amplitudes entre curvas tan reducidas? ¿Se debe a una alteración a nivel periférica o central? ¿Qué impac-

to tiene en otras funciones del sistema nervioso? ¿Puede un reflejo sacular alterado o ausente explicar algunas de las conductas del TDAH?

Es importante considerar la posibilidad de que exista una hipoacusia por conducción al obtener un reflejo cVEMP ausente o disminuido. Al final de este estudio, se realizaron impedanciometrías en los niños con cVEMP ausentes y se obtuvieron respuestas normales, descartando esta variable. Otro aspecto a considerar es realizar una evaluación vestibular completa, es decir incluir evaluación del utrículo (a través del oVEMP) y canales semicirculares (a través del vHIT) para una mejor comprensión de qué sucede en todas las vías reflejas vestibulares a nivel de tronco.

Los circuitos vestibulares no sólo se involucran en funciones del control postural y reflejos oculares, estudios recientes han evidenciado que individuos con pérdida en las funciones vestibulares también sufren pérdidas de las funciones cognitivas, como habilidades viso-espaciales, memoria de trabajo (Harun et al, 2016), atención, y funciones ejecutivas (Bigelow & Agrawal, 2014), signos también observados en niños con TDAH. En esta tesis el área de comportamiento que más se correlacionó con baja amplitud en los cVEMP, fueron las funciones ejecutivas.

Si consideramos los estudios de imagen del cerebro que postulan que habría una reducción significativa en volumen del cerebelo en niños con TDAH comparado con niños sanos (Berquin et al 1998, Castellanos 2002) y la alteración de la amplitud en los cVEMP, podríamos concluir que alteraciones vestibulares podrían estar asociadas a cambios morfológicos en el cerebelo. Un cerebelo que no está recibiendo suficiente información desde los órganos otolíticos para desarrollar sus redes neuronales puede verse limitado en su crecimiento y función. El cerebelo no sólo se asocia a funciones en el control postural y del equilibrio, sino también han habido diversos estudios vinculando proyecciones cerebelosas con funciones cognitivas. Extensa conectividad entre las porciones laterales de los hemisferios del cerebelo y la corteza prefrontal provee fundamentos para un rol predominante del cerebelo en procesos cognitivos (Tiemeier et al, 2010) y maduración de estas estructuras.

Se ha determinado que las zonas del cerebelo mayormente reducidas en volumen en niños con TDAH son justamente áreas que reciben grandes cantidades de innervación dopaminérgica (Melchitzky et al, 2007). Surge la pregunta si las intervenciones farmacológicas basadas en metilfenidato estarían actuando mayormente a nivel del cerebelo y por esta razón habría una mejora en los síntomas. Un estudio realizado por Bucci et al (2016) indican que la inestabilidad postural en niños con TDAH mejora tras recibir 1 mes de metilfenidato.

Sería importante evaluar cVEMP en una muestra más grande de niños con síntomas propios del TDAH para determinar qué porcentaje de niños con TDAH presentan resultados vestibulares alterados.

Si efectivamente se establece que un grupo importante de niños con sintomatología de TDAH tienen de base un déficit vestibular otolítico, habría que considerar dos aspectos: a) estar frente a un cuadro diagnóstico diferente al TDAH y que comparten síntomas y conductas muy similares, o b) que efectivamente la base neurofisiológica del TDAH incluye circuito de vías vestibulares y que esto estaría impactando e interfiriendo con el desarrollo de centros cognitivos superiores como lo es la corteza prefrontal.

De todas formas, se destaca la importancia de incluir una evaluación vestibular dentro del proceso diagnóstico de TDAH en la población infantil.

XI. REFERENCIAS

1. Baier, B., Thomke, F., Wilting, J., Heinze, C., Geber, C., Dieterich, M., “A Pathway in the Brainstem for Roll-Tilt of the Subjective Visual Vertical: Evidence from a Lesion–Behavior Mapping Study”, *Journal of Neuroscience*. 2012
2. Beck, R., Holmes, M., “The cerebellum and the vestibular system”. Cap 4. *Functional Neurology*. 2015
3. Berquin PC, Giedd JN, Jacobsen LK, et al. “The cerebellum in attention- deficit/hyperactivity disorder: a morphometric study.” *Neurology*. 1998.
4. Berthoz A. “Reference frames for the perception and control of movement”. In: J Paillard. *Brain and Space*. New York : Oxford University Press. pp. 82-111. 1991.
5. Beule, A., Allum, J., “Otolith function assessed with the subjective postural horizontal and standardized stance and gait tasks”. *Audiol Neurootol*. 11(3) 172-82. 2006.
6. Bigelow, R., Agrawal, Y., “Vestibular involvement in cognition: visuospatial ability, attention, executive function, and memory”. *Journal of Vestibular Research*. 25, 73-89. 2014.
7. Borel, L., Lopez, C., Peruch, P., and Lacour, M. “Vestibular syndrome: a change in internal spatial representation”. *Neurophysiol. Clin*. 38, 375–389. 2008
8. Bottini, G., Sterzi, R., Paulesu, E., Vallar, G., Cappa, S. F., Erminio, F., et al. “Identification of the central vestibular projections in man: a positron emission tomography activation study”. *Exp. Brain Res*. 99, 164–169. 1994
9. Brandt, T., Schautzer, F., Hamilton, D. A., Brüning, R., Markowitsch, H. J., Kalla, R., et al. “Vestibular loss causes hippocampal atrophy and impaired spatial memory in humans”. *Brain* 128, 2732–2741. 2005.
10. Bucci, M., Stordeur, C., Acquaviva, E., Peyre, H., Delorme, R., “Postural instability in children with ADHD is improved by metilphenidate”. *Frontiers in neuroscience*. 2016.
11. Bucci, M., Wiener-Vacher, S., Trousson, C., Baud., Biran, V. “Subjective visual vertical and postural capability in children born prematurely”. *Plos One*. 10:

- e0121616. 2015.
12. Buderath, P., Gartner, K., Frings, M., Christiansen, H., Schoch, B., Konczak, J., Gizewski, E., Hebebrand, J., Timman, D., "Postural and gait performance in children with attention deficit/hyperactivity disorder" Elsevier, 29, 249-254. 2009
 13. Carrasco X, Rothhammer P, Moraga M, Henriquez H, Chakraborty R, Aboitiz F, Rothhammer F. "Genotypic interaction between DRD4 and DAT1 loci is a high risk factor for attention-deficit/hyperactivity disorder in Chilean families". Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet. 2006.
 14. Carrasco X, Rothhammer P, Moraga M, Henriquez H, Aboitiz F, Rothhammer F. "Presence of DRD4/7R and DAT1/10R allele in Chilean family members with attention deficit hyperactivity disorder". Rev Med Chile. 2004
 15. Castellanos, F. X. et al. "Quantitative brain magnetic resonance imaging in attention-deficit/hyperactivity disorder". Arch. Gen. Psychiatry. 1996
 16. Castellanos, X., Tannock, R., "Neuroscience of Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: the search for endophenotypes" Nature Reviews. 2002
 17. Cohen, H., Sangi-Haghpeykar, H., "Subjective Visual Vertical in Vestibular Disorders Measured with the Bucket Test", Acta Otolaryngol. 2012
 18. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition (DSM-5), 2013, American Psychiatric Association
 19. Falconer, C. J., and Mast, F. W. "Balancing the mind". Exp. Psychol. 2012
 20. Friedman G. "The judgment of visual vertical and horizontal with peripheral and central vestibular lesions", Brain. 1970.
 21. Gaertner, C., Bucci, M., Obeid., Wiener-Vatcher, S., "Subjective Visual Vertical and postural performance in healthy children". Plos One. 8(11). 2013
 22. Grüsser, O., Pause, M., Schreier, U. "Neuronal Response in the Parieto-Insular Vestibular Cortex of Alert Java Monkeys", Physiological and Pathological Aspects of Eye Movements, Eds A. Roucoux and M. Crommelinck, Netherland: Springer, 251-270. 1982.
 23. Hall, CD., Herdman, SJ., "Reliability of clinical measures used to assess patients with peripheral vestibular disorders", J Neurol Phys Ther, 30, 74-81. 2006.
 24. Hanes, DA., McCollum, G., "Cognitive-vestibular interactions: a review of patient difficulties and possible mechanisms", J Vestib Res, 16, 75-91. 2006.

25. Harun, A., Oh, E., Bigelow, R., Studenski, S., Agrawal, Y. "Vestibular Impairment in Dementia". *Otology & Neurotology*. 37. 2016.
26. Hitier, M., Besnard, S., Smith, P., "Vestibular Pathways Involved in Cognition", *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 8, 59. 2014.
27. Jackler, R., Brackmann, D., (2005) "Neurotology" Second Edition, Mosby, Philadelphia, USA
28. Kandel, E., Schwartz, J., Jessell, T., "Principles of Neural Science", Fourth Edition, MC Graw Hill, 2000
29. Lee DN, Aronson E "Visual proprioceptive control of standing in human infants". *Percept Psychophys* 15(3): 529-532. 1974.
30. Lopez, C., and Blanke, O. "The Thalamocortical Vestibular System in Animals and humans", *Brain Res. Rev*, 67, 119–146. 2011.
31. Lubetzky-Vilnai, A., Jirikowic, T., Westcott McCoy, S., "Pediatr Phys Ther, 23, 267-273. 2011
32. Mancini, M., Horak, F., "The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits", *Eur J Phys Rehabil Med*, 46, 239-248. 2010.
33. Melchitzky DS, Lewis DA. "Tyrosine hydroxylase- and dopamine transporter-immunoreactive axons in the primate cerebellum. Evidence for a lobular- and laminar-specific dopamine innervation". *Neuropsychopharmacology*. 22:466-472. 2000
34. Miller-Kuhaneck, H., Henry, D., Glennon, T., "Sensory Processing Measure (SPM) main classroom form". *AJOT*. 2007.
35. Mittelstaedt H. "A new solution to the problem of the subjective vertical". *Naturwissenschaften* 70(6): 272-281. 1983
36. Muir, GM., Brown, JE., Carey, JP., Hirvonen, TP., Della Santina, CC., Minor, LB., Taube, JS., "Disruption Of The Head Direction Cell Signal After Occlusion Of The Semicircular Canals In The Freely Moving Chinchilla", *J Neurosci*, 29, 14521-14533. 2009
37. Rine, RM., Cornwall, G., Gan, K., LoCascio, C., O'Hare, T., Robinson, E. "Evidence of Progressive Delay of Motor Development in Children with Sensorineural hearing loss and concurrent Vestibular Dysfunction", *Percept. Motor Skills*. 2000
38. Robinson, C. J., and Burton, H. "Organization of somatosensory receptive fields in

- cortical areas 7b, retroinsula, postauditory and granular insula of M. fascicularis”, *J. Comp. Neurol.* 192, 69–92. 1980
39. Rosengren, S.M., Welgampola, M.S., Colebatch, J.G. “Vestibular Evoked Myogenic Potentials: Past, Present, Future”; *Clinical Neurophysiology*. 2010
 40. Shinder, M., Newlands, S. “Sensory Convergence in the Parieto-insular Vestibular Cortex”, *J Neurophysiol.* 2014
 41. Shum, S., Pang, M. “Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder Have Impaired Balance Function: Involvement of Somatosensory, Visual, and Vestibular Systems”, *The Journal of Pediatrics*, 155, 245–249. 2009.
 42. Smith, P.F., Darlington, C.L., Zeng, Y. “Move it or lose it--is stimulation of the vestibular system necessary for normal spatial memory?” *Hippocampus*. 2010
 43. Tiemeier, H., Lenroot, R., Greenstein, D., Tran, L., Pierson, R., Giedd, J. “Cerebellum development during childhood and adolescence: a longitudinal morphometric MRI study”. *Neuroimage.* 49: 63-70. 2010
 44. Valente, M., “Maturation Effects of the Vestibular System: A Study of Rotary Chair, Computerized Dynamic Posturography, and Vestibular Evoked Myogenic Potentials with Children”. *J Am Acad Audiol.* 2007.
 45. Walker, M., Tian J., Shan, X., Tamargo, R., Ying H., Zee, D. “The Cerebellar Nodulus/Uvula Integrates Otolith Signals for the Translational Vestibulo-Ocular Reflex”, *Plos One.* 2010
 46. Wang, J., Wang, Y., Ren, Y. “A case-control study on balance function of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) children”, *Beijing Da Xue Xue Bao.* 2003.
 47. Wiener-Vacher, S., Hamilton, D., Wiener, S. “Vestibular activity and cognitive development in children: perspectives” *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7, 92. 2013
 48. Zang, Y., Gu, B., Qian, Q., Wang, Y. “Objective Measurement of the Balance Dysfunction in Attention Deficit Hyperactivity Disorder Children”, *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation.* 6. 2002
 49. Zangemeister, W., Bulgheroni, M., Pedotti, A., “Normal gait is differentially influenced by the otoliths” *J Biomed Eng.* 13: 451-458. 1991
 50. Zwergal, A., Rettinger, N., Frenzel, C., Dieterich, M., Brandt, T., Strupp, M. “A Bucket of Static Vestibular Function”. *Neurology.* 2009.

XII. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA	TÍTULO	PÁGINA
1.	Tabla de niños que conforman la muestra.	19
2.	Puntajes estandarizados para cada pregunta del SPM.	21
3.	Tabla de puntajes para cada pregunta de la pauta SPM.	21
4.	Tabla de valores SVV.	30
5.	Puntajes obtenidos en el DGI	32
6.	Área del límite de estabilidad (LOS) para ambos grupos	35
7.	Tabla de valores estadísticos para el COP	37
8.	Tabla de valores estadísticos para el SW	39
9.	Tabla de valores de la amplitud de los cVEMP	42
10.	Tabla de comparación de los resultados de las preguntas del SPM entre grupos.	44

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
1.	Instrumento utilizado para la prueba de la SVV.	23
2.	Posición de los niños para la prueba de la SVV.	23
3.	Ejecución de los ejercicios del DGI.	25
4.	Prueba de la Posturografía Computarizada.	27
5.	Vía refleja del sáculo.	28
6.	Posición del niños durante el examen de los cVEMP.	28
7.	Gráfico de los valores SVV.	31
8.	Gráfico del puntaje total del DGI para ambos grupos.	33
9.	Gráfico mostrando los 8 ejercicios del DGI	34
10.	Gráfico de la comparación del LOS entre grupos	35
11.	Gráfico de la comparación del COP entre grupos	37
12.	Gráfico de comparación entre grupos del SW	39
13.	Registros de cVEMP en controles	40
14.	Registros de cVEMP en TDAH	41

15.	Gráfico de comparación de amplitudes en cVEMP	41
16.	Gráfico de comparación de latencias P1 en cVEMP	43
17.	Correlación entre amplitudes cVEMP a 100 dB y puntaje SPM	46
18.	Correlación entre amplitudes cVEMP a 100 dB lado izquierdo y derecho	48
19.	Correlación entre amplitudes cVEMP a 100 dB y 95 dB	48
20.	Correlación entre amplitudes cVEMP a 100 dB y puntaje DGI	49
21.	Correlación entre amplitudes cVEMP a 100 dB y LOS	49

XIII. ABREVIATURAS

cVEMP	=	Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials
COP	=	Center of Pressure
DGI	=	Dynamic Gait Index
LOS	=	Limit of Stability
SPM	=	Sensory Processing Measure
SVV	=	Subjective Visual Vertical
SW	=	Sway Velocity
TDAH	=	Trastorno de Déficit Atencional con Hiperactividad

XIV. ANEXOS

14.1 POSTUROGRAFÍA COMPUTARIZADA

1. Tablas con los valores del COP (cm²) para cada niño, en cada grupo.

CONTROLES

	Edad niño	PANTALLA EN NEGRO					DISTRACTORES VISUALES			
		ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	tandem pie dom	tandem otro	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	explorar entorno
1	5	50.76	35.44	52.51	11.44	155.76	14.15	20.74	25.43	29.19
2	6	7.24	24.72	75.19	13.88	33.76	4.52	39.57	81.9	18.2
3	6	5.77	265.97	210.81	106.58	18.74	18.68	188.17	350.17	28.04
4	7	8.81	185.88	85.78	46.51	71.36	3.4	131.63	108.83	12.35
5	7	4.96	75.14	91.03	30.31	52.81	8.46	206.52	270.39	25.2
6	7	69.65	150.25	53.9	21.77	14.97	15.51	152.13	181.21	25.83
7	8	0.97	118.31	46.19	37.68	95.71	2.18	7.4	32.45	3.15
8	8	6.72	340.52	297.17	26.47	29.72	13.59	274.66	164.61	70.55
9	9	4.59	25.97	19.1	17.89	20.58	3.69	17.48	77.69	45.32
10	9	5.07	19.27	14.4	24.97	7.09	4.15	36.91	25.07	32.28
11	10	1.97	17.19	181.81	16.89	36.69	1.64	44.73	35.83	58.96
12	10	3.65	112.84	94.42	104.86	24.18	2.9	354.51	63.79	23.66
13	10	3.34	51.36	11.7	15.22	19.65	5.47	42.52	33.5	66.47
	Promedio	13.346	109.451	94.924	36.498	44.694	7.565	116.690	111.605	33.785
	Median	5.070	75.140	75.190	24.970	29.720	4.520	44.730	77.690	28.040
	Dev Std	21.255	102.595	85.336	32.272	41.557	5.850	111.862	102.928	20.663
	Error Std	5.895	28.455	23.668	8.951	11.526	1.623	31.025	28.547	5.731

TDAH

		PANTALLA EN NEGRO				DISTRACTORES VISUALES				
	Edad niño	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	tandem pie dom	tandem otro	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	explorar entorno
1	5	62.31	210.68	160.08	39.84	167.97	12.77	176.86	116.12	10.78
2	6	7.98	91.79	80.22	22.41	51.54	4.09	200.35	276.86	23.85
3	6	10.34	167.16	505.02	26.22	28.69	19.11	263.28	392.89	12.18
4	7	13.16	159.05	93.08	9.88	8.47	7.31	163.32	35.28	18.34
5	7	9.62	37.72	102.47	79.03	105.63	15.18	133.35	42.66	23.58
6	8	17.72	328.09	248.48	11.71	21.83	16.1	170.95	427.28	10.82
7	8	26.05	172.28	450.02	46.33	40.09	31.67	352.01	338.17	29.3
8	8	10.21	427.67	76.39	299.96	25.55	14.56	43.15	18.58	14.86
9	8	20.88	100.97	458.5	159.47	40.57	4.79	313.5	106.75	11.48
10	8	10.27	322.69	208.2	15.99	14.46	14.59	279.29	307.5	9.63
11	10	1.89	64.97	152.07	31.49	10.42	2.85	91.84	60.03	14.37
	Promedio	17.312	189.370	230.412	67.485	46.838	13.002	198.900	192.920	16.290
	Median	10.340	167.160	160.080	31.490	28.690	14.560	176.860	116.120	14.370
	Dev Std	16.322	123.196	164.035	88.296	48.468	8.291	94.728	156.522	6.589
	Error Std	4.921	37.145	49.458	26.622	14.614	2.500	28.562	47.193	1.987

2. Tablas con los resultados de la velocidad de balanceo (SW) del centro de presión (cm/segundos) para ambos grupos.

CONTROLES

	Edad niño	PANTALLA EN NEGRO					DISTRACTORES VISUALES			
		ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	tandem pie dom	tandem otro	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	explorar entorno
1	5	3.81	7.62	9.37	3.45	10.16	2.6	7.72	7.43	4.69
2	6	1.85	6.23	11.75	5.27	6.46	1.43	8.95	10.17	3.87
3	6	2.33	23.9	20.19	13.52	4.33	3.04	13.79	16	3.63
4	7	2.23	16.58	12.21	5.51	8.25	1.96	12.3	13.36	2.47
5	7	1.7	14.82	15.66	6.28	9.47	2.34	15.76	13.45	3.81
6	7	4.75	15.33	8.98	3.84	2.94	2.86	17.7	15.06	3.03
7	8	0.77	8.08	5.89	4.51	8.4	1.03	3.56	5.75	1.68
8	8	2.23	21.96	21.25	5.03	6.96	1.82	19.06	16.25	10.41
9	9	1.45	7.45	7.01	4.32	3.53	1.53	6.29	12.55	6.27
10	9	1.5	6.33	7.03	6	3.94	2.19	7.69	7.63	3.18
11	10	1.02	7.53	9.36	5.07	7.91	1.06	10.7	9.3	3.88
12	10	1.37	13.47	15.65	9.11	7.43	1.53	26.84	14.93	5.05
13	10	1.16	7.53	4.18	3.66	3.8	1.44	7.95	6.57	3.09
	Promedio	2.013	12.064	11.425	5.813	6.429	1.910	12.178	11.419	4.235
	Median	1.700	8.080	9.370	5.070	6.960	1.820	10.700	12.550	3.810
	Dev Std	1.129	6.080	5.372	2.740	2.448	0.656	6.375	3.775	2.188
	Error Std	0.313	1.686	1.490	0.760	0.679	0.182	1.768	1.047	0.607

TDAH

		PANTALLA EN NEGRO				DISTRACTORES VISUALES				
	Edad niño	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	tandem pie dom	tandem otro	ambos pies	1 pie dom	1 pie otro	explorar entorno
1	5	4.08	16.27	13.77	6.85	12.74	2.66	11.7	9.96	3.58
2	6	2.68	13.24	16.73	5.27	10.76	2.37	17.58	16.57	5.93
3	6	2.73	11.62	21.64	4.78	4.28	2.64	15.29	15.12	2.76
4	7	1.96	13.63	13.06	3.89	3.04	2.45	15.68	9.79	2.84
5	7	3.23	8.5	10.29	9.67	13.6	2.74	10.6	7.89	4.43
6	8	2.32	27.16	26.42	3.5	6.9	3.78	20.78	24.51	1.93
7	8	2.36	10.44	23.65	7.25	6.55	2.87	19.73	18.4	3.6
8	8	2.56	15.12	6.1	8.73	5.7	2.96	7.51	4.23	2.98
9	8	3.5	9.69	22.88	10.25	4.32	1.8	11.17	10.04	2.7
10	8	2.77	17.79	17.38	5.66	5.42	2.21	18.35	15.15	2.62
11	10	1.1	12.83	15.46	8.5	4.14	1.86	11.1	10.18	4.05
	Promedio	2.663	14.208	17.035	6.759	7.041	2.576	14.499	12.895	3.402
	Median	2.680	13.240	16.730	6.850	5.700	2.640	15.290	10.180	2.980
	Dev Std	0.788	5.126	6.176	2.324	3.653	0.550	4.332	5.680	1.101
	Error Std	0.237	1.545	1.862	0.701	1.102	0.166	1.306	1.713	0.332

14.2 cVEMP

Tabla con los valores de las latencias para P1 (ms) a 100dB y 95 dB, lado izquierdo (izq) y lado derecho (der), en ambos grupos.

CONTROLES (Latencia P1)

	Edad niño	100dB izq	100dB der	95 dB izq	95 dB der
1	5	15.00	16.00	16.00	16.33
2	6	14.33	15.33	14.33	15.33
3	6	13.67	14.00	13.00	14.00
4	7	13.67	13.67	13.67	13.67
5	7	13.00	13.00	13.67	14.00
6	7	17.00	17.67	16.33	17.67
7	8	16.67	16.33	17.00	15.67
8	8	13.67	14.67	16.00	14.33
9	9	14.00	16.33	14.33	16.00
10	9	15.67	15.67	15.67	15.67
11	10	14.33	15.67	14.00	15.67
12	10	16.67	16.67	17.67	16.67
13	10	20.00	19.00	20.33	19.00
	Promedio	15.206	15.693	15.538	15.693
	Mediana	14.330	15.670	15.670	15.670
	Dev Std	1.951	1.635	2.029	1.531
	Error Std	0.541	0.454	0.563	0.425

TDAH (Latencia P1)

	Edad niño	100dB izq	100dB der	95 dB izq	95 dB der
1	5	-	-	-	-
2	5	18.33	15.67	19.33	15.67
3	6	12.67	13.67	14.33	14.33
4	6	-	-	-	-
5	7	14.00	14.67	14.67	-
6	7	16.00	-	16.00	-
7	8	16.33	16.00	17.00	16.33
8	8	17.33	18.67	17.00	18.33
9	8	16.67	17.00	17.00	16.67
10	8	-	13.33	-	14.00
11	8	17.00	16.00	17.33	15.67
12	9	17.00	16.00	17.67	16.33
13	10	-	-	-	-
	Promedio	16.148	15.668	16.703	15.916
	Mediana	16.67	16.000	17.000	16.000
	Dev Std	1.755	1.642	1.531	1.365
	Error Std	0.585	0.547	0.510	0.483

14.3 PAUTA SENSORY PROCESSING MEASURE (16 preguntas)

CUESTIONARIO PARA EL PROFESOR:

Instrucciones	
<p>Por favor responda las preguntas de este cuestionario basándose en el comportamiento típico del niño/a durante el último mes, utilizando la siguiente escala:</p> <p>NUNCA (N): la conducta nunca o casi nunca sucede o se observa</p> <p>OCASIONALMENTE (O): la conducta se observa algunas veces</p> <p>FRECUENTEMENTE (F): la conducta se observa la mayoría de las veces</p> <p>SIEMPRE (S): la conducta siempre o casi siempre se observa</p>	

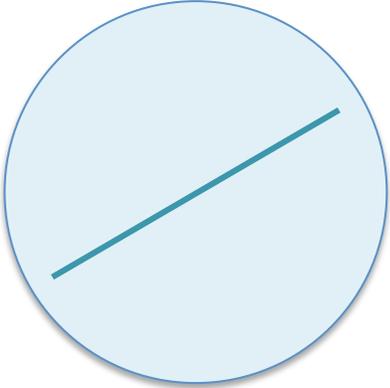
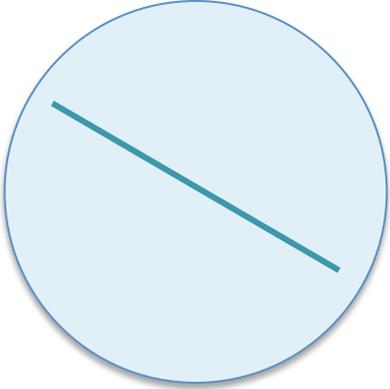
N – O – F – S	Resuelve conflictos con sus pares sin necesidad de intervenir el profesor.
N – O – F – S	Maneja su frustración sin arranques de rabia o comportamiento agresivo.
N – O – F – S	Se distrae con estímulos visuales cercanos (cosas en las murallas, ventanas, otros niños).
N – O – F – S	Al estar dando las instrucciones de la clase, el niño está mirando a su alrededor o a los otros niños, en lugar de estar mirando al profesor que está hablando o a la pizarra.
N – O – F – S	Emite ruidos, canta, o grita durante la clase.
N – O – F – S	Habla demasiado fuerte o hace ruido excesivo durante transiciones de actividad.
N – O – F – S	Corre, salta, o rebota en lugar de caminar.
N – O – F – S	Salta sobre las sillas o las golpea con los pies.
N – O – F – S	Se balancea en la silla cuando está sentado frente al escritorio.
N – O – F – S	Se retuerce cuando está sentado frente al escritorio.
N – O – F – S	Se apoya sobre la mesa/escritorio o afirma su cabeza con las manos estando sentado a la mesa.
N – O – F – S	Cuando está sentado en el suelo, no se puede sentar derecho sin apoyo.
N – O – F – S	Se apoya, se echa sobre la mesa, o sostiene su cabeza entre las manos al estar sentado a la mesa.
N – O – F – S	Tiene poca coordinación, parece torpe.

N – O – F – S	No tiene un desempeño consistente en las actividades diarias, la calidad de su trabajo varía ampliamente.
N – O – F – S	Incapaz de resolver problemas efectivamente.
N – O – F – S	No logra completar tareas de múltiples pasos.
N – O – F – S	Tiene dificultades para imitar demostraciones correctamente (ejemplo: canciones con gestos y movimientos, juegos de movimiento)
N – O – F – S	Muestra dificultades para organizar sus materiales (en o sobre su escritorio).

14.4 HOJA DE REGISTRO SVV

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____

Niño de pie frente al balde, sin tocarlo. Instrucciones: Avisar cuando línea esté “derecha” con un “ya”

<p>Izq ← Der 40°</p> 	Intento 1	Intento 3	Intento 5
<p>Izq → Der 40°</p> 	Intento 2	Intento 4	Intento 6

PUNTAJE PROMEDIO: _____

MEJOR VALOR: _____

PEOR VALOR: _____

14.5 DYNAMIC GAIT INDEX

1. Nivel de Superficie de Marcha

Camina a tu ritmo normal de aquí hasta la marca (6 metros)

- 3 Normal (camina 6 mts, adecuada veloc, patrón de marcha normal, no evidencia desequilibrio)
- 2 Leve Discapacidad (camina 6 mts, veloc lenta, desviaciones leves, busca asistirse)
- 1 Moderada Discapacidad (camina 6 mts, lento, patrón de marcha anormal, desequilibrio)
- 0 Severa Discapacidad (camina 6 mts sin asistencia, desviaciones severas, desequilibrio)

2. Cambios en la velocidad de Marcha

Comienza caminando a tu ritmo normal de aquí hasta la marca (1.5 mts), cuando te diga "ya" camina lo más rápido que puedas hasta la otra marca (1.5 mts), cuando te diga "lento" camina lo más lento que puedas hasta la marca (1.5 mts)

- 3 Normal (cambios suaves, sin desequilibrio, se ven cambios significativos en velocidades)
- 2 Leve Discapacidad (cambia velocidad, con desviaciones leves, o poca diferencia entre veloc)
- 1 Moderada Discapacidad (ajustes leves a veloc de marcha, desviaciones, desequilibrio)
- 0 Severa Discapacidad (no logra cambios de velocidad, pierde equilibrio)

3. Marcha con giros de cabeza horizontales

Camina a tu ritmo normal. Cuando yo te digo "mira a la derecha" sigue caminando derecho pero gira tu cabeza a la derecha. Continúa mirando a la derecha hasta que yo te diga "mira a la izquierda", luego sigue caminando derecho y gira tu cabeza a la izquierda. Mantén tu cabeza hacia la izquierda hasta que yo te diga "mira hacia adelante", luego continua caminando derecho con tu cabeza en el centro.

- 3 Normal (gira cabeza sin variar la marcha)
- 2 Leve Discapacidad (gira cabeza con cambios leves en marcha)
- 1 Moderada Discapacidad (gira cabeza con cambios moderad en marcha (enlentece-tambalea)
- 0 Severa Discapacidad (gira cabeza con severas disrupción, pierde equilibrio, se apoya en muro)

4. Marcha con giros de cabeza verticales

Camina a tu ritmo normal. Cuando te diga "mira hacia arriba" sigue caminando derecho e inclina tu cabeza hacia arriba. Sigue mirando hacia arriba hasta que te diga "mira hacia abajo", luego sigue caminando con tu cabeza hacia abajo. Sigue mirando hacia abajo hasta que te diga "mira hacia delante" luego sigue caminando con tu cabeza en el centro.

- 3 Normal (gira la cabeza sin variar la marcha)
- 2 Leve Discapacidad (gira la cabeza con cambios leves en la marcha)
- 1 Moderada Discapacidad (gira cabeza con cambios moderad en marcha (enlentece-tambalea)
- 0 Severa Discapacidad (gira cabeza con severas disrupción, pierde equilibrio, se apoya en muro)

5. Marcha y giro en el lugar

Camina a tu ritmo normal. Cuando te diga "gira y para" debes girar lo más rápido que puedas para quedar mirando hacia lado opuesto y detenerte.

- 3 Normal (gira en 3 o menos segundos, y se detiene rápidamente sin perder equilibrio)
- 2 Leve Discapacidad (gira en más de 3 segundos, y se detiene sin perder equilibrio)
- 1 Moderada Discapacidad (gira lento, requiere claves verbales, da pacitos para equilibrarse)
- 0 Severa Discapacidad (no gira se forma segura, requiere asistencia)

6. Pasar sobre un obstáculo

Camina a tu ritmo normal. Al llegar al obstáculo, da un paso por sobre éste, no pases por el lado, y sigue caminando.

- 3 Normal (pasa sobre obstáculo (caja) sin variar la marcha, no se evidencia desequilibrio)
- 2 Leve Discapacidad (pasa por sobre caja, pero enlentece su marcha, ajusta pasos para pasar)
- 1 Moderada Discapacidad (pasa por sobre caja, pero se detiene antes, claves verbales)
- 0 Severa Discapacidad (no lo logra sin asistencia)

7. Camina al rededor de obstáculos

Camina a tu ritmo normal. Cuando llegues al primer cono (2 mts) camina al rededor de éste por el lado derecho. Cuando llegues al segundo cono (2 mts) pásalo caminando por el lado izquierdo.

- 3 Normal (camina seguro sin variar la marcha, no se evidencia desequilibrio)
- 2 Leve Discapacidad (pasa ambos conos pero debe enlentece marcha)
- 1 Moderada Discapacidad (pasa ambos conos, pero disminuye significativamente velocidad)
- 0 Severa Discapacidad (no lo logra, choca con conos, requiere asistencia)

8. Escaleras

Sube caminando estas escaleras como lo harías en tu casa. Al llegar arriba, gira y devuélvete bajando.

- 3 Normal (alterna pies, no ocupa baranda)
- 2 Leve Discapacidad (alterna pies, deber ocupa baranda)
- 1 Moderada Discapacidad (sube juntando 2 pies en mismo escalón, debe usar baranda)
- 0 Severa Discapacidad (no lo logra de forma segura)

Puntaje total: _____

14.6 HOJA DE REGISTRO POSTUROGRAFÍA

<p>1. Límite de Estabilidad (LOS)</p>	<p>“Mira la fruta, e inclina tu cuerpo hacia ella sin caerte, no puedes doblar las rodillas ni agacharte, mantén tu cuerpo derecho”</p> <p><u>Observaciones:</u></p>
<p>2. Control Equilibrio Sin estímulo (pantalla negra)</p>	<p>“Trata de mantener el equilibrio, sin caerte, ni levantar los pies”</p> <p>Se mide tiempo (máximo 30 segundos)</p> <p>1) Ambos pies: _____</p> <p>2) Un pie (dominante): _____</p> <p>3) Un pie (otro): _____</p> <p>4) Tandem (dominante delante): _____</p> <p>5) Tandem (otro pie): _____</p>
<p>3. Control Equilibrio Con estímulos visuales (juguetes cayendo)</p>	<p>Lo mismo, mirando los juguetes. Tiempo máx 30 segundos.</p> <p>1) Ambos pies: _____</p> <p>2) Un pie (dominante): _____</p> <p>3) Un pie (otro): _____</p>
<p>4. Exploración Entorno (pieza niños)</p>	<p>Mira la pieza, y busca los juguetes. Dime qué juguetes encuentras?</p> <p>Viste el oso Amarillo?</p> <p>Ambos pies apoyados, moviendo la cabeza en todas direcciones.</p> <p>Observaciones:</p>