



Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD
Resolución 079527 MinEducación Sep. 6 de 2019

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO MULTICOMPONENTE
HIT SPORT GAME SOBRE LA ATENCIÓN SOSTENIDA, LA ACTIVIDAD
ELÉCTRICA CEREBRAL Y LA REGULACIÓN AUTÓNOMICA EN NIÑOS
CON TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD
(TDAH)**

MARIANO JAIRO SALLEG CABARCAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS COGNITIVAS**

MANIZALES

2024

**EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO MULTICOMPONENTE
HIT SPORT GAME SOBRE LA ATENCIÓN SOSTENIDA, LA ACTIVIDAD
ELÉCTRICA CEREBRAL Y LA REGULACIÓN AUTONÓMICA EN NIÑOS
CON TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD
(TDAH)**

Autor

MARIANO JAIRO SALLEG CABARCAS

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE DOCTOR EN
CIENCIAS COGNITIVAS

Director:

DR. JOSÉ ARMANDO VIDARTE CLAROS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS COGNITIVAS
MANIZALES**

2024

*A mi familia, en especial a mi madre y a mi padre (Q.E.P.D), a mis hijos, Duván,
Mariano, Nicolas, Mariana y Artnet Isaac; a mis hermanos, a mi negrita, a Maiky y
Jorge Petro, amigo y hermano.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer, en primer lugar, a Dios por darme la paciencia, la fuerza y la perseverancia para llevarme a este magno regalo. Un agradecimiento especial al Dr. José Armando Vidarte Claro, por todo su apoyo incondicional en este proceso de formación; a los docentes del Doctorado en Ciencias Cognitivas, por toda su dedicación y aprendizaje académico, humano y científico.

Gracias a mi amigo compañero y hermano Jorge Petro Soto, por su acompañamiento en los momentos más complejos de este proceso. A toda mi familia, en especial a mi madre, hermanos esposa e hijos, por ser mi motor en cada etapa del doctorado.

Agradezco a nuestra alma máter, la Universidad de Córdoba, que me abrió las puertas para cumplir este sueño. A la Dra. María Mercedes Suárez, por todas sus enseñanzas y el acompañamiento en el doctorado. Al Dr. Javier Sánchez López de la UNAM, México por todo su apoyo y calidez humana y académica. Finalmente, a los directivos de la Secretaría de Educación Municipal, rectores, docentes y padres de familia por su ayuda incondicional en el desarrollo del proyecto.

RESUMEN

Objetivo: este trabajo se centró en investigar los efectos de un programa de entrenamiento (HIT Sport Game, HSG) en la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en niños diagnosticados con TDAH. **Métodos:** el estudio empleó un diseño experimental con la participación de 35 niños (29 masculinos y 6 femenino, en edades de 10.6 y 10.1 con un Índice de Masa Muscular (IMC) de $17.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ y $18.2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$), divididos en dos grupos aleatorios: Experimental (HSG, n=18) y Control (Con, n=17). En ese sentido, al grupo de intervención se le aplicó el programa HSG durante 36 semanas; mientras que al grupo Control no se le aplicó ninguna intervención. Asimismo, se evaluó la atención sostenida con el cuestionario d2, la actividad eléctrica cerebral se examinó a través del electroencefalograma (EEG) y la regulación autonómica mediante los tiempos de dominios de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC). **Resultados:** el programa de entrenamiento multimodal HIT Sport Game tuvo efectos en la atención sostenida, la regulación autonómica y la actividad eléctrica cerebral en niños diagnosticados con TDAH en la ciudad de Montería.

Conclusiones: entre los principales hallazgos se encuentran los siguientes: i) el programa de ejercicio implementado incrementa la aptitud física cardiorrespiratoria y disminuye la adiposidad corporal; ii) mejora la atención sostenida; iii) disminuye la variabilidad de la frecuencia cardíaca, esto indica una mejora en la regulación autonómica; iv) los cambios en la actividad eléctrica cerebral sugieren una mejora en la atención y la estabilidad de los estados de alerta en niños con TDHA.

Palabras clave: trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), ejercicio físico, actividad eléctrica cerebral, variabilidad de la frecuencia cardíaca.

ABSTRACT

Objective: This work investigated the effects of a training program (HIT-Sport Game, HSG) on sustained attention, brain electrical activity, and autonomic regulation in children diagnosed with ADHD. **Methods:** The study used an experimental design with the participation of 40 children (29 male and 6 female, ages 10.6 y 10.1 with a BMI 17.6 kg·m⁻² y 18.2 kg·m⁻²), divided into two groups. randomized: experimental (HSG, n=18) and control (Con, n=17). The intervention group received the HSG program for 36 weeks, while the Control did not receive any intervention. Sustained attention was evaluated with the d2 questionnaire, brain electrical activity through electroencephalogram (EEG) and autonomic regulation through heart rate variability (HRV) domain times. **Results:** The multimodal training program "HIT Sport Game" had effects on sustained attention, autonomic regulation and brain electrical activity in children diagnosed with ADHD in the city of Monteria.

Conclusions: The main findings of this study were the following: i) the implemented exercise program increases cardiorespiratory physical fitness and decreases body adiposity; ii) improves sustained attention; iii) heart rate variability decreases, indicating an improvement in autonomic regulation; iv) changes in brain electrical activity suggest an improvement in attention and alertness stability in children with ADHD

Keywords: Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), physical exercise, brain electrical activity, heart rate variability

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	14
2	PROBLEMATIZACIÓN, ANTECEDENTES Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
3	JUSTIFICACIÓN.....	29
4	OBJETIVOS.....	32
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	32
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
5	MARCO TEORICO.....	33
5.1	TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN.....	33
5.1.1	Revisión histórica del trastorno por déficit de atención.....	33
5.1.2	Definición de Trastorno por Déficit de Atención.....	36
5.1.3	Etiología.....	42
5.1.4	Características.....	44
5.1.5	Prevalencia.....	45
5.1.6	Tratamiento.....	47
5.1.7	Definiciones de la atención.....	50
5.2	COMPONENTES DE LA ATENCIÓN.....	55
5.2.1	Vigilancia.....	55
5.2.2	Control.....	56
5.2.3	La formación reticular.....	56
5.2.4	Los colículos superiores.....	56
5.2.5	El tálamo.....	57
5.2.6	El giro del cíngulo.....	57
5.2.7	El lóbulo parietal.....	57
5.2.8	Los lóbulos frontales.....	57

5.2.9 El cerebelo	57
5.3 COMPONENTES QUÍMICOS	58
5.4 FACTORES QUE DETERMINAN LA ATENCIÓN.....	59
5.5 CARACTERÍSTICAS DE LA ATENCIÓN.....	59
5.5.1 La atención selectiva.....	60
5.5.2 La atención sostenida.....	60
5.5.3 La atención dividida	62
5.6 MANIFESTACIONES OBSERVABLES DE LA ATENCIÓN	62
5.7 EVALUACIÓN DE LA ATENCIÓN	63
5.8 ESTUDIOS PARA EVALIAR LA ATENCIÓN	68
5.8.1 Técnica de la escucha dicótica.....	68
5.8.2 Paradigma de doble tarea.....	69
5.8.3 Paradigma de búsqueda visual.....	70
5.8.4 Paradigma de priming.....	70
5.8.5 Paradigma de costes y beneficios	71
5.8.6 Paradigma de Stroop.....	71
5.8.7 Tareas de vigilancia	72
5.9 EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS DE ATENCIÓN.....	74
5.10 MANIFESTACIONES DE LA ATENCIÓN EN EL TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN.....	75
5.11 ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL	77
5.11.1 Definición	77
5.11.2 Mecanismos de activación y funcionamiento cerebral en niños con TDAH79	
5.11.3 El Sistema Atencional Posterior (SAP)	80
5.11.4 El Sistema Atencional Anterior (SAA).....	80
5.11.5 Evaluación de la actividad eléctrica cerebral.....	83

5.12 REGULACIÓN AUTONÓMICA	85
5.12.1 Clasificación del Sistema Nervioso	86
5.12.2 Regulación Autonómica en el TDAH.....	86
5.12.3 Variabilidad de la frecuencia cardíaca	87
5.12.4 Evaluación de la regulación autonómica	89
5.13 EJERCICIO FÍSICO Y VARAIBLIDAD DE LA FRECIENCIA CARDIACA EN NIÑOS CON TDAH	90
5.14 RELACIÓN INTENSIDAD FÍSICA Y FRECUENCIA CARDÍACA.....	92
5.15 EJERCICIO FÍSICO.....	92
5.16 TIPO DE EJERCICIO	93
5.16.1 Intensidad.....	94
5.16.2 Frecuencia.....	95
5.16.3 Tiempo o duración	95
5.17 EVIDENCIAS DEL PROGRAMA DE EJERCICIO	95
6 HIPÓTESIS	103
7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	104
8 METODOLOGÍA	106
8.1 ENFOQUE, TIPO DE ESTUDIO	106
8.2 DISEÑO.....	106
8.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO	107
8.4 MUESTRA	107
8.4.1 Criterios de inclusión.....	107
8.4.2 Criterios de exclusión	107
8.5 ASIGNACIÓN DE LOS PARTICIPANTES AL GRUPO EXPERIMENTAL Y CONTROL	109
8.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS	112

8.7	ESTRATEGÍA DE RECLUTAMIENTO - FASE PREVIA	113
8.8	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	114
8.8.1	Instrumentos aplicados para el diagnóstico Inicial.....	114
8.8.2	Descripción de las pruebas	115
8.8.3	Significación de las puntuaciones.....	119
8.8.4	Interpretación de un perfil	120
8.9	DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO HIT SPORT GAME	123
8.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	131
9	RESULTADOS	133
9.1	ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	133
9.2	ESTADÍSTICA INFERENCIAL.....	135
9.2.1	Aptitud física	135
9.2.2	Atención sostenida.....	137
9.2.3	Variabilidad de la frecuencia cardíaca	144
9.2.4	Actividad eléctrica cerebral	150
10	DISCUSIÓN	155
10.1	APTITUD FÍSICA.....	155
10.2	ATENCIÓN SOSTENIDA	159
10.3	VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA.....	162
10.4	ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL	167
10.5	FORTALEZAS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	170
11	CONCLUSIONES	173
12	RECOMENDACIONES.....	177
13	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	179
14	ANEXO	197

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Modelos teóricos de atención	54
Tabla 2. Subprocesos atencionales para la evaluación	64
Tabla 3. Indicadores para medir resultados del Test II (CPT-II).....	73
Tabla 4. Componentes para medir localización y flujo de la actividad en la corteza cerebral	84
Tabla 5. Parámetros de dominios de tiempo utilizado.....	88
Tabla 6. Parámetros para la VFC	89
Tabla 7. Índices y unidades de medida dominio frecuencia de la Variabilidad de la Frecuencia cardíaca	90
Tabla 8. Escala de Borg	91
Tabla 9. Relación entre intensidad física y frecuencia cardíaca	92
Tabla 10. Revisión de artículos de intervención con programas de ejercicio físico en niños con TDAH.....	96
Tabla 11. Clasificación de las variables y técnicas de estudio	104
Tabla 12. Diseño de la investigación	106
Tabla 13. Instrumentos aplicados para el diagnóstico inicial	115
Tabla 14. Resistencia	129
Tabla 15. Fuerza	129
Tabla 16. Flexibilidad	129
Tabla 17. Velocidad	130
Tabla 18. Coordinación.....	130
Tabla 19 Características de los participantes	133
Tabla 20 Encuesta de consumo de medicamentos	134
Tabla 21 Tipo de tratamiento	134
Tabla 22 Resultados de las variables de aptitud física.....	136
Tabla 23 Resultados de las variables de atención sostenida	139
Tabla 24 Resultados de la variabilidad de la frecuencia cardíaca	146
Tabla 25 Resultados de la actividad eléctrica del cerebro evaluada por encefalograma	153

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura factorial de la atención.....	65
Figura 2. Ubicación de los electrodos (sistema internacional (10-20) y frecuencias de las ondas cerebrales.....	78
Figura 3. Relación FC y VFC, aplicando fuerza de trabajo	89
Figura 4. Esquema diseño metodológico.....	106
Figura 5. Diagrama de Flujo CONSORT	108
Figura 6. Parámetro de distribución y no distribución de la muestra calculada, reportada de G*Power V.3.1.92.....	110
Figura 7. Escala de medición de esfuerzo percibido infantil EPInfant	124
Figura 8. Programa de entrenamiento Hit Sport Game	125
Figura 9. Estructura de trabajo desarrollado para cada una de las capacidades físicas	126
Figura 10. Análisis de la diferencia en las diferencias entre los grupos para la sumatoria de pliegues (A) y aptitud cardiorrespiratoria (B).....	136
Figura 11. Análisis de la diferencia de las diferencias entre los grupos para la atención sostenida	140
Figura 12. Análisis de la diferencia en las diferencias entre los grupos para la variabilidad de la frecuencia cardíaca	147

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Programa de entrenamiento HIT - Sport Game	197
Anexo 2. Consentimiento informado	229
Anexo 3. Aval Comité Bioética	231
Anexo 4. Instrumento Sociodemográfico	232
Anexo 5. Instrumento Evaluación d2	233
Anexo 6. Guías de Manual de entrenamiento Final	234

1 PRESENTACIÓN

La presente investigación se enmarca dentro de la línea de investigación Neurociencia cognitiva y Psicología cognitiva como parte del Doctorado en Ciencias Cognitivas de la Universidad Autónoma de Manizales. En este sentido las Neurociencias cognitivas estudian el funcionamiento cerebral transdisciplinar, irradiando diversos procesos y niveles explicativos de alta complejidad, entre ellos moleculares, celulares, sistémico, cognitivo y conductual, elementos relevantes y estudiados desde la psicología cognitiva.

Bajo esta perspectiva, en este documento se plasma el desarrollo de un programa de entrenamiento multicomponente denominado Hit Sport Game (HSG) sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y variabilidad de la frecuencia cardiaca en niños diagnosticados con (TDAH) como terapia psicoeducativa para mejorar la salud y la calidad de vida de esta población. Atendiendo a que en el país se ha evidenciado una prevalencia por encima de la medida entre 15 y 17%, en comparación al nivel mundial, la cual se estima entre 4 y 13.3%. De igual manera, a pesar de que es un trastorno que inicia en la infancia o la adolescencia también puede persistir en la edad adulta (Muñoz-Suazo et al., 2019).

En este aspecto estudios en niños con TDAH (población de interés) han evidenciado afectaciones en estas áreas, además de conductas disruptivas en el ámbito escolar, social y emocional, al tener dificultades para organizarse, concentrarse y hacer planes, especialmente debido a la presencia de mayores niveles de impulsividad, hiperactividad e inatención (APA, 2014).

Otras investigaciones determinaron anomalías en la variación de los genes que conforman el patrón genético, las cuales crean una deficiencia en la regulación de los neurotransmisores que se consideran necesarios para el organismo, lo cual, desde lo planteado por Castro et al., (2022) implica el apareamiento de las manifestaciones sintomatológicas que caracterizan al TDAH. Los neurotransmisores tienen como función comunicar y regular la información que se manifiesta en la conducta del individuo, por lo cual, se puede inferir que un funcionamiento operativo errado en los

procesos mentales lo cual conlleva a la expresión de conductas irregulares que evita que la persona se desempeñe de manera óptima en cualquier actividad física.

Por tanto, las personas con este diagnóstico presentan una alta vulnerabilidad social. reciben diversos tipos de tratamientos, entre ellos farmacológicos, psicosociales y conductuales ocasionando efectos adversos y poca accesibilidad por los altos costos (Hodgkins et al., 2012).

De esta manera surgió el interés por realizar la investigación con la metodología de entrenamiento HSG como una alternativa de tratamiento psicoeducativo. (Vanhelst et al., 2016). En este sentido, el objetivo de este estudio fue determinar los efectos de un programa de entrenamiento multicomponente denominado (HIT SPORT GAME) sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en niños diagnosticados clínicamente con TDAH.

En este abordaje el documento presenta en primera medida la problematización y antecedentes investigativos, referenciando estudios importantes de autores que nutrieron esta investigación., En segunda medida se presenta la justificación que comprende elementos de interés y sus aportes en lo académico, apropiación social e investigativo y en tercera medida los objetivos de la investigación. En cuarta medida se presenta el marco teórico con una descripción de antecedentes históricos, investigativos y de fundamentos conceptuales del fenómeno de estudio.

En quinta y sexta medida se exponen las hipótesis y variables del estudio, en séptima medida la metodología implementada para el desarrollo de la investigación, como es: tipo y diseño del estudio, la población y muestra, criterios de inclusión, exclusión, protocolos de intervención y recolección de información, programa de entrenamiento (HSG) procedimiento estadístico y plan de análisis utilizado, entre otros.

En octava medida se prosigue con la exposición de los resultados obtenidos, donde se resaltan, los principales hallazgos en cuanto a los objetivos e hipótesis planteados en la investigación. En novena y décima medida se expone la discusión de resultados del estudio acorde a los planteamientos teóricos y metodológicos de la investigación, finalmente en decima y onceava medida se prosigue con las conclusiones,

recomendaciones, fortalezas y limitaciones de la investigación, además de las líneas futuras de investigación.

2 PROBLEMATIZACIÓN, ANTECEDENTES Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En este apartado se presentan los elementos descriptivos relacionados con la naturaleza del problema, así como la dimensión del objeto a investigar. De igual forma, se plasman los argumentos sobre la necesidad de abordar la investigación y su pertinencia en el contexto internacional, nacional y regional. En suma, dicha investigación responde a la realidad social de la población abordada.

Según el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, en su quinta versión (DSM-5), el TDAH o *Attention Déficit Hiperactivity Disorder* (ADHD) es “un trastorno del neurodesarrollo en el cual se presenta falta de atención, hiperactividad, impulsividad o una combinación de estos síntomas” (Yáñez y Hernández, 2019, p. 44).

De acuerdo con Quintero (2009), a nivel mundial, la prevalencia de este trastorno afecta al 4 % u 8 % de los niños. Teniendo en cuenta este porcentaje, en Colombia, el TDH es la afectación mental más frecuente en la infancia, tal como lo mostró la Encuesta Nacional de Salud Mental de Colombia [ENSM] (2018), con una prevalencia del 1,7 % al 17 % –según estudios realizados en diferentes ciudades del país (Álvarez et al., 2008; Cornejo et al., 2005; Pineda et al., 2001)–, por encima de la prevalencia mundial del 3,7 %. En consecuencia, esta situación posiciona al TDAH como una problemática de interés para las políticas públicas en materia de infancia y educación (Vélez y Vidarte, 2011), así como para la comunidad académica de diferentes disciplinas.

En lo concerniente a la etiología de este trastorno, se ha demostrado que es de naturaleza heterogénea, lo que explica la variabilidad fenotípica del TDAH. De igual modo, no tiene una sola variable explicativa y la evidencia ha referido que se puede observar desde diferentes aspectos; entre ellos, los factores, genéticos, biológicos (neuroanatómicos), neuroquímico, psicológicos y social (Carboni, 2011).

En ese orden de ideas, el factor genético-hereditario es uno de los factores mejor establecidos. Por tal razón, se puede establecer que el 15-20 % de las madres y el 20 o

30 % de los padres con hijos con TDAH padecen, a su vez, el trastorno; o es probable que lo hayan padecido en el pasado (Corush et al., 1986, como se citó en Carboni, 2011). Por otro lado, el 26 % de los hermanos de niños con TDAH también presenta los síntomas (Barkley, 2006 como se citó en Carboni, 2011), “y en lo relacionado con gemelos se estima que el 30-33 % de los gemelos dicigotos y el 50-51 % de los monocigotos tienen TDAH” (Cunningham y Barkley, 1978, como se citó en Carboni, 2011, p. 116).

Por su parte, Faraone y Larsson (2018) encontraron algunas posibles regiones cromosómicas comunes; en esa medida, se destacó cómo entre los genes candidatos se encuentran diferentes regiones del cromosoma 16 (entre 64 Mb y 83 Mb), así como los cromosomas 4q13.2, 5q33.3, 8q11.23, 11q22, y 17p11; todos ellos relacionados con el desarrollo de múltiples enfermedades de diferentes etiologías.

De igual modo, Vélez y Vidarte (2011) señalaron, a partir de estudios epidemiológicos, que la prevalencia varía según la edad, el subtipo del trastorno y el género. Así, estos autores resaltaron que el tipo hiperactivo impulsivo es más frecuente en niños que en niñas; mientras que el TDAH tipo desatento es frecuente en ambos sexos. Por ende, entre el 45 % y el 65 % de los niños diagnosticados presentan otros trastornos, por lo tanto, este es considerado un trastorno heterogéneo.

En relación con los aspectos neuro-anatómicos y los estudios de neuroimagen en niños con TDAH, autores como Lavigne y Romero (2010) evidenciaron que los lóbulos frontales parecen ser más pequeños, principalmente el lóbulo frontal derecho. Esto último, puesto que permite evidenciar un menor volumen cerebral en distintas zonas de los ganglios basales (el cuerpo estriado es el que se encuentra más afectado). Así, la asimetría del núcleo caudado derecho es mayor que la del izquierdo. En ese sentido, los autores manifestaron que “los niños con TDAH muestran una disfunción en los circuitos frontoestriatales, que unen las zonas frontales del cerebro con los ganglios basales, debido, fundamentalmente, a un déficit en varios neurotransmisores, en especial, la dopamina” (p. 1315).

Todo ello se traduce en un hipoactivación de los lóbulos frontales (concretamente de la corteza prefrontal del hemisferio derecho), del núcleo

caudado y de la corteza cingulada anterior. Esta última región, se considera esencial para el correcto funcionamiento de los circuitos y se ha relacionado con una amplia gama de funciones del sistema ejecutivo. (Lavigne y Romero, 2010, p. 1315)

En efecto, en estudios más recientes sobre la corteza prefrontal, el núcleo caudado y el cerebelo han emergido como las áreas principales que han mostrado déficit en el TDAH. De hecho, estas se encuentran interconectadas por una red de neuronas y juntas regulan la atención, los pensamientos, las emociones, los comportamientos y las acciones (Arnsten y Pliszka, 2011).

Para Brown (2002), el TDAH, en sí, no es un trastorno de origen primario de la atención, sino que vislumbra un fallo en el desarrollo de los circuitos sinápticos en algunas zonas cerebrales, como el neocórtex prefrontal, en las que se apoyan, específicamente, la inhibición y el autocontrol. Este proceso afecta la memoria ejecutiva a corto plazo y a largo plazo, así como otros sistemas que trabajan simultáneamente y están interrelacionados, como el sensoriomotor, el lenguaje corporal verbal y no verbal.

Asimismo, otras investigaciones en relación con el componente neuroquímico evidenciaron una maduración más lenta o un volumen más pequeño, así como una actividad reducida de la corteza prefrontal, del núcleo caudado o el cerebelo. De esta manera, la actividad de red entre estas áreas es extremadamente sensible al entorno neuroquímico, y es mantenida por neurotransmisores, dopamina y norepinefrina que actúan entre sí a través de múltiples receptores que pueden ser presinápticos y postsinápticos (Arnsten, 2007). De igual manera, se ha informado que la densidad del receptor de dopamina es inferior a lo normal en varias regiones corticales del cerebro de pacientes con TDAH (Fusar-Poli et al., 2012).

Algunos estudios transversales apuntan a que el TDAH está correlacionado con polimorfismos genéticos, los cuales afectan la función del transportador de dopamina (DAT1) en el cuerpo estriado (Jeong et al., 2015) y las funciones del receptor de dopamina (DRD4) en la corteza prefrontal (Swanson et al., 1998). En ambos casos, los polimorfismos relacionados con la disfunción del

transportador y/o receptor de dopamina resultan en una disminución en la concentración de neurotransmisores. (Bustamante et al., 2019, p. 4)

En se sentido, se ha evidenciado que los receptores D5 (DRD5) causan funcionalidad reducida del sistema dopaminérgico (Gizer y Ficks, 2009); mientras que una disminución de la densidad del receptor o los polimorfismos genéticos relacionados con el sistema de norepinefrina en el TDAH no han sido determinados. Por consiguiente, la interrupción de la función del receptor $\alpha 2A$ conduce a la alteración de la atención y al control de los impulsos y la hiperactividad (Arnsten y Pliszka, 2011)

Con respecto a los procesos psicológicos y cognitivos, Zuluaga (2007) indicó que en niños con TDAH el déficit atencional implica un trastorno importante en el contexto escolar, puesto que se representa en aproximadamente un 50 % de los niños vistos en clínicas de psiquiatría en la población infantil a nivel mundial, lo que devela el acto comúnmente conocido como “prestar atención”. De este modo, el TDAH posee una serie de características relacionadas con las estructuras cerebrales, los diversos niveles de complejidad y las variables cognitivas. Asimismo, el autor señaló que a un niño diagnosticado con TDAH se le dificulta el procesamiento de la información que proviene del medio; es decir, no puede procesar varios estímulos a la vez; como consecuencia, se refleja una disfunción en la atención, debido a que su atención sostenida está limitada y, por ende, le resulta difícil seleccionar, entre varios elementos, aquellos que requiere para realizar una actividad (Zuluaga, 2007).

Por otro lado, Barkley (1997) determinó que las dificultades cognitivas observadas están relacionadas, básicamente, con un déficit en la memoria verbal de trabajo y con la demora en la internalización del lenguaje, principalmente en aspectos vinculados con la atención e inteligencia verbal.

En ese orden de ideas, estos hallazgos se han corroborado y sugieren que existen déficits compartidos en vigilancia o esfuerzo atencional. Lo anterior concuerda con lo planteado en el modelo de déficit e inhibición conductual de Barkley (2007), en el que fenómeno se altera por el control de conductas hacia un propósito dirigido. Igualmente, para Soroa et al. (2009), la atención es un mecanismo que articula y controla todos los procesos cognitivos. Por ello, en niños con TDAH, una de las afecciones más

prevalentes es el déficit de atención, lo cual afecta a todo su entorno. De hecho, suelen ser catalogados como los niños más inquietos dentro de un grupo en específico, por ejemplo, en la escuela.

En este sentido, los problemas atencionales ocurren, con elevada frecuencia, en el ámbito clínico y en el escolar. Por consiguiente, esto ha motivado a que el profesorado manifiesta permanentemente acerca de la falta de atención en más de la mitad de sus estudiantes. De acuerdo con Janin (2013), “los trastornos en la atención tienen que ver con la dificultad para investigar determinada realidad, o para inhibir procesos psíquicos primarios. A la vez, la atención resta eficiencia a las acciones automáticas, poniendo freno a la impulsividad” (p. 66). Por tal razón, se hace necesario tener presente el contexto y/o la realidad en la cual se desenvuelve el niño.

Según Álvarez et al. (2008), “esto se debe a que la atención y en especial la atención sostenida está directamente implicada en la recepción activa de la información, tanto desde el punto de vista de su selección y reconocimiento, como del mantenimiento de la actividad psicológica” (p. 10). Además, los autores expresaron que lo anterior se cumpliría a cabalidad si el sujeto está en la capacidad de regular los mecanismos atencionales de tipo cognitivo y afectivo-motivacional, dado que la interacción de estos componentes determina la capacidad de concentrarse y desarrollar actividades de forma continua (Álvarez et al., 2008). Esto, sin perder la concentración, puesto que la atención sostenida no solo está condicionada por la disponibilidad del sujeto para entender, sino por las dificultades de la tarea a realizar.

Por tal motivo, la atención sostenida se convierte en problemática de base en esta población, debido a que, al no tener control en la concentración, es complicado realizar cualquier tipo de tareas durante un determinado tiempo. En consecuencia, se entorpece así el desarrollo de las actividades diarias. Adicionalmente, Losier et al. (1996), mediante tareas de ejecución continua, establecieron que los niños con poca atención sostenida y diagnosticados con TDAH tienen menos aciertos, cometen más errores de omisión y comisión, y muestran menor sensibilidad que los niños sin el trastorno. Al respecto, Barkley (1997) fue muy conciso en lo siguiente: de los seis tipos de atención (*arousal*, estado de alerta, atención selectiva, atención dividida, amplitud de atención y atención sostenida), solo la atención sostenida es propia del TDAH.

Por otra parte, Álvarez et al., (2008) evidenciaron que esta capacidad está relacionada con el metabolismo cerebral y el riego sanguíneo (los niveles de activación cerebral varían en función de la capacidad del sujeto para atender y de las exigencias propias de la tarea). Para comprobar este extremo, algunos autores “relacionan esta capacidad con la amplitud de la onda theta, confirmando después la eficacia de su reducción a través de pruebas de ejecución continua, tipo TOVA (*Test of Variables of Attention*)” (Álvarez et al., 2008, p. 511). En cambio, otros autores “defienden una propuesta semejante, pero relacionando la capacidad atencional con la amplitud de la onda Alpha” (Álvarez et al., 2008, p. 511). Sobre esto, Toomin (2002), como se citó en Álvarez et al. (2008), expresó lo siguiente:

Las ondas beta y theta son las ondas que mejor identifican los niveles de activación cortical, pues los incrementos de theta van acompañados de descensos del flujo sanguíneo y del metabolismo de la glucosa, por lo que correlacionarían con áreas cerebrales poco activas; lo mismo sucede con los descensos de la actividad beta”. Por lo tanto, la ratio beta/ theta va a ser mejor indicador de la actividad cerebral que cada onda por separado; con esta premisa, Toomin diseñó el Biocomp 2010 como sistema electroencefalograma (EEG) adaptado para evaluar los niveles de activación nerviosa cortical a través de la relación entre las ondas beta/theta. (p. 511)

Conjuntamente es pertinente señalar que el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) desempeña un papel vital en la homeostasis y la modulación de la excitación fisiológica para satisfacer las demandas ambientales actuales (Thayer y Lane, 2000). En tal marco, la modulación de la excitación apropiada conduce a una mayor eficiencia en la realización de tareas que requieren de una atención sostenida. Por ello, esto es un prelude necesario para el procesamiento de la información.

Así, el SNA se clasifica en Sistema Nervioso Simpático (SNS) y Sistema Nervioso Parasimpático (SNP). El primero se encarga de los estímulos de alerta (activación); mientras que el segundo busca llevar al organismo a estados basales; por ejemplo, el control autonómico del corazón, lo que está mediado por ambos. En efecto, se considera la posibilidad de que la incapacidad para mantener la atención y la

desinhibición conductual que se observa comúnmente en el TDAH se asocian con una desregulación del SNA (Griffiths et al., 2017).

Para Rukmani et al. (2016), estudiar la naturaleza del corazón y la disfunción autonómica en el TDAH, si la hay, garantiza una mejor comprensión de la neurobiología del trastorno; de tal modo que ayudaría a la planificación del tratamiento y el seguimiento del TDAH, así como mejoraría la calidad de vida de los niños que sufren del trastorno.

Por su parte, Griffiths et al. (2017) realizaron un estudio con 229 niños y adolescentes, con un diagnóstico primario de TDAH. Después de colocarles un casquillo de EEG y electrocardiograma (ECG) electrodo, y completar el desarrollo de una batería cognitiva (LabNeuro™, recurso cerebral), se encontró un peor rendimiento de la atención sostenida con un mayor LF/HF. Tales aspectos permiten destacar la importancia en la fisiopatología del TDAH.

En relación con el componente social, estos autores determinaron que el TDAH implica efectos negativos para el bienestar, el desarrollo personal y familiar de quien lo padece. En este sentido, se ha descrito que el TDAH está relacionado con resultados adversos en la niñez y la adolescencia; esto corresponde, en gran parte, a las dificultades de interrelación personales (por ejemplo, con padres, maestros y compañeros) y de aprendizaje. En consecuencia, esto genera conflictos que pueden darse tanto en el entorno familiar, como en otros entornos donde convive el niño (el colegio) (Andrews et al., 2005).

De igual modo, a raíz de que el TDAH se relaciona con una amplia gama de trastornos psiquiátricos comórbidos, incluidos los trastornos afectivos, el trastorno de personalidad desafiante y antisocial, las autolesiones y el abuso de sustancias implica una carga considerable para la familia, las instituciones educativas y, en general, para la sociedad (Song et al., 2021).

Al considerar estas consecuencias que genera este trastorno, se deben implementar estrategias eficaces y plausibles. Por lo tanto, la intervención farmacológica es el tratamiento principal para el TDAH. En términos generales, dicho tratamiento ha sido considerado el más eficaz y muestra buena tolerabilidad para la

mayoría de los niños y adolescentes. En este sentido, los medicamentos de primera línea para el TDAH se dividen en psicoestimulantes (como el metilfenidato y las anfetaminas) y no psicoestimulantes (esto es, atomoxetina y clonidina y guanfacina) (Cocojaru et al., 2021).

En el caso de los psicoestimulantes, Córtese et al. (2018) determinaron que el efecto farmacológico consiste en aumentar la actividad de la dopamina y la norepinefrina en las regiones estriatal y cortical, esto favorece los comportamientos relacionados con la cognición y la función ejecutiva; sin embargo, los datos sobre la eficacia, seguridad o efectos adversos a largo plazo de los medicamentos para el TDAH son limitados y actualmente son tema de debates.

Por otro lado, De Crescenzo et al. (2017) evidenciaron que los medicamentos por sí solos no cambian los comportamientos, enseñan habilidades sociales, desarrollan el rendimiento académico o enseñan regulación emocional. Por lo tanto, las evidencias actuales señalan un enfoque hacia un tratamiento multimodal individualizado que incluya, además de las intervenciones farmacológicas, psicoeducación y demás intervenciones no farmacológicas (Hinshaw y Arnold, 2015).

Aunque algunas de las intervenciones no farmacológicas (por ejemplo, entrenamiento cognitivo, neuro retroalimentación, homeopatía) no pueden recomendarse como intervenciones basadas en la evidencia para los síntomas centrales del TDAH. En esa medida, se debe realizar énfasis en una dieta saludable y realizar actividad física regular para todos los niños y adolescentes con TDAH (Brown et al., 2018).

En el caso de la actividad física o el ejercicio (EF), Rebar et al. (2015) señalaron sus beneficios en la salud mental. Otros autores muestran los beneficios de la aptitud física relacionada con la salud y las habilidades de los niños en edad escolar (García et al., 2020). Igualmente, diversos estudios han observado los efectos positivos del EF en los síntomas de niños y adolescentes con TDAH, ya sea en lo cognitivo, conductual o físico (Nig et al., 2017).

Por su parte, Elsom (1980) estudió los efectos del ejercicio con TDAH y, en ese sentido, evidenció que el ejercicio aeróbico ligero tiene efectos comparables con las

dosis bajas de medicamentos estimulantes. Así, el ejercicio condujo a mejoras en la atención y disminuyó la depresión. Análogamente, Shipman (1985) demostró que trotar disminuía la hiperactividad y la impulsividad, puesto que los estudiantes que tomaban medicamentos estimulantes requerían menos de estos cuando trotaban con regularidad. Como resultado, el autor concluyó que el ejercicio tiene sus efectos más relevantes durante las primeras dos o cuatro horas después de correr (Shipman, 1985).

En su estudio, Flohr et al. (2004) observaron mejoras en la atención, debido a que el esfuerzo, la excitación, la activación y la alerta producidos por el ejercicio físico disminuyen los factores etiológicos del TDAH. En ese orden de ideas, los autores plantearon cómo la liberación de noradrenalina y dopamina en el encéfalo mejoran la actividad cerebral (Wigal et al., 2013). No obstante, en algunos trabajos, estos hallazgos difieren entre hombres y mujeres, todo según la intensidad del ejercicio, el volumen y la frecuencia de este. Sobre esto, McKune et al. (2003), como se citó en Lomas y Clemente (2017), planteó lo siguiente:

Realizaron un estudio para analizar la influencia del ejercicio físico en el comportamiento de niños con TDAH, para ello, aplicaron, en niños de 5 a 13 años sesiones de ejercicio físico de 60 minutos, 5 veces por semana, durante 5 semanas. Algunos de los resultados reflejaron una mejoría en el comportamiento del grupo físicamente activo, aunque las diferencias no eran estadísticamente significativas entre ambos grupos. (p. 67)

Por otro lado, “desde un punto de vista neuropsicológico, se ha demostrado que el ejercicio aeróbico tiene un impacto positivo sobre el cerebro (Gómez et al., 2008; Vaynman et al., 2006); dichos beneficios cognitivos pueden tener repercusión en las capacidades de aprendizaje y sociabilidad” (Muñoz et al., 2019, p. 43). En ese sentido, los resultados de algunos estudios han indicado que la actividad física y el ejercicio pueden tener cambios beneficiosos en estos sujetos, en vista de que se estimulan los procesos neurobiológicos (Muñoz et al., 2019); por lo tanto, se sugiere que la actividad física y el ejercicio pueden desempeñar un rol importante en el manejo de los síntomas del TDAH (Gapin et al., 2011).

Otras actividades físicas y deportivas, como las artes marciales, se han relacionado con la creación de ambientes de respeto y autocontrol; sin embargo, estas actividades también se han estudiado en relación con el TDAH; en consecuencia, se halló una posible influencia positiva de las artes marciales sobre los síntomas del TDAH (Carriedo, s.f.).

Después de llevar a cabo sesiones de ejercicio físico suave o moderado, estos autores encontraron que los niños con TDAH mejoran su comportamiento negativo y la atención; no obstante, no fue posible establecer relaciones con el rendimiento académico.

Por otro lado, Suárez et al. (2017) analizaron el efecto de la práctica del ejercicio físico sobre el comportamiento de escolares de 6 a 12 años con TDHA. En esa medida, los autores realizaron una búsqueda bibliográfica en tres bases de datos; en otras palabras, emplearon investigaciones de corte longitudinal donde se hicieron carreras de 25 a 30 minutos, con una intensidad que iba de moderada a vigorosa, con un control de su frecuencia cardíaca (FC) y la técnica para realizar los ejercicios (Suárez et al., 2017). En efecto, tales autores concluyeron lo siguiente: la activación intencionada al inicio de la actividad escolar con una carrera de intensidad moderada a vigorosa y un control de la FC, así como de la técnica de ejecución de los movimientos mejora significativamente el comportamiento de los niños y el ambiente, puesto que actúa como prevención de conflictos y situaciones que desestabilizan el clima del aula.

Asimismo, Vidarte et al. (2010) plantearon algunas consideraciones alrededor de una revisión teórica sobre el TDHA. En su aporte, en el avance de la neurociencia cognitiva, confirmaron la relación entre el desarrollo motriz y los procesos cognitivos; es decir, las implicaciones neurofisiológicas para el caso de alteraciones del desarrollo motor. Así, la motricidad posee un comprobado valor terapéutico, en particular, cuando es incorporado como parte del abordaje multimodal del tratamiento. Adicionalmente, las experiencias en el área varían y, entre otras, se valora el efecto o los beneficios de la motricidad, vista como ejercicio físico, en las diferentes caracterizaciones del síndrome. En efecto, la motricidad puede significar para los individuos con TDHA mejoras en sus habilidades sociales.

Pese a ello, este abordaje debe atender las diferencias y las formas de manifestarse del TDHA, esto es, aquellas que requieren de distintas maneras de enseñarles con rutinas altamente estructuradas y consistentes, reglas claras, programas de control de comportamiento, claridad en cuanto a lo que se espera de ellos, actividades donde se realicen movimientos lentos y controlados, y otras con predominio de la cooperación por encima de la competición.

Desde una perspectiva epistemológica, se reconoce que el modelo de mayor impacto para los niños con TDAH es el biopsicosocial; lo anterior resulta significativo por varios criterios; a) conecta los sistemas de vida del niño, b) no se reduce a un diagnóstico, c) se introducen mecanismos de intervención alternos a lo psicofarmacológico. En ese sentido, este modelo terapéutico introduce fenómenos que conectan la estructura cognitiva con el contexto en el que emergen. Por lo tanto, la posibilidad de construir un eje neurobiológico en la comprensión e intervención del TDAH está relacionada con el desarrollo tecnológico de las técnicas de neuroimagen, las cuales, con el avance de la tecnología y la articulación del trabajo multidisciplinario e interdisciplinario de las ciencias, han logrado construir múltiples avances en el diagnóstico y manejo de TDAH (Rueda, 2018).

En ese orden de ideas, lograr señalar la importancia que implica que las personas comprendan su dimensión corpórea y le den mayor relevancia a las actividades que suponen alteraciones del desarrollo psicomotor, como suele suceder con el TDAH (Vidarte et al., 2010), y plantear programas de intervención rigurosos y sistemáticos que aborden variables cognitivas y posibiliten sus modificaciones en los niños con TDAH se convierte en una dinámica investigativa que propicie establecer relaciones positivas entre el EF y el TDAH, donde la estimulación de la afectividad positiva, la cooperación, el reto cognitivo, la aceptación de las potencialidades y las limitaciones de su cuerpo sean elementos favorecedores en el manejo de dicho trastorno.

A partir de los elementos descritos se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los efectos de un programa de entrenamiento como Hit Sport Game sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en niños diagnosticados con TDAH?

3 JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial, la prevalencia del TDAH se estima alrededor del 7,2 % (Thomas et al., 2015); por ende, este es uno de los trastornos más frecuentes en la población infantil y adolescente. Las consecuencias que genera este trastorno en diferentes áreas del individuo y la sociedad conllevan a la necesidad de soluciones eficaces. Por otro lado, desde el punto de vista económico, el tratamiento farmacológico usado en la población afectada tiene altos costos. Además, su empleo puede generar efectos negativos (Powell et al., 2015); por lo tanto, los tratamientos complementarios, como la implementación del ejercicio físico, suponen una gran alternativa para la mejoría de los pacientes. De hecho, pueden disminuir la necesidad de fármacos o sus dosis (Muñoz et al., 2019) y, por consiguiente, los costos se verán disminuidos, dado que el ejercicio físico puede desarrollarse como estrategia de trabajo en casa y de manera gratuita.

A lo largo del tiempo, el TDAH ha suscitado en los padres una preocupación creciente de la salud mental y física de sus hijos. En ese sentido, Carriedo (s.f.) planteó que los niños con TDAH “sufren rechazo por el tratamiento farmacológico, ya que temen efectos a largo plazo” (p. 2). Así, entre los 3 y 6 años, los niños con TDAH manifiestan un comportamiento disruptivo, irritaciones, búsqueda continua de atención de adultos y compañeros, y el incumplimiento reiterativo de normas y tareas. En consecuencia, la hiperactividad e inatención que manifiestan estos niños suele asociarse con rechazo por parte de los compañeros y un bajo rendimiento académico desde la escuela primaria (Suárez, 2018).

En la actualidad, las familias, los profesores y los orientadores psicopedagógicos son desconocedores de la naturaleza de este problema, de sus características y las alternativas de tratamiento. Por tal razón, no son capaces de ofrecer ayuda adecuada a estos niños; de hecho, los malinterpretan en su conducta; puesto que incurren en una cierta marginación, dado que generalmente catalogan como niños malos, revoltosos, rebeldes, etc., a los infantes que padecen este trastorno. En suma, estos deberían ser aspectos que inviten y se conviertan en alternativas para desarrollar estrategias de formación, manejo y tratamiento de dicha población (López et al., 2015).

Por consiguiente, se requiere que exista una adecuada cooperación entre el médico, el educador y la familia. De acuerdo con López et al. (2015), lo anterior implica un abordaje integral donde se cuente con herramientas de afrontamiento y resolución de problemas, disciplina y buena relación afectiva, con el objeto de brindar la oportunidad de desarrollar lo que saben hacer bien, sin realizar tareas largas y complejas, técnicas de modificación de conducta, elogiar, recompensar y establecer límites (López et al., 2015). En efecto, son aspectos que, con la implementación del programa motriz y/o de ejercicio físico, pueden redundar en el buen desempeño comportamental y académico de los escolares en sus actividades académicas cotidianas.

Para apreciar la importancia de la situación en la que viven estos infantes, se encontró que la mayoría del profesorado no ha recibido conocimientos necesarios sobre el tema, lo que dificulta el manejo y el desempeño escolar de estos niños. Respecto a la asignatura de educación física, se observa que “la práctica de actividad física en personas afectadas por el TDAH podría tener beneficios positivos en la función neurocognitiva, en el comportamiento y en su vida académica” (Lomas y Clemente, 2017, p. 64); situación que redundará en el adecuado desarrollo motriz de los niños y, asimismo, en su mejorías académicas cotidianas; de este modo, se facilita un adecuado desenvolvimiento escolar, que coadyuvará en el manejo farmacológico de los escolares diagnosticados.

Aunado a esto, diversos trabajos han propuesto que el ejercicio físico regular y estructurado podría ayudar a reducir los síntomas básicos del TDAH, porque las intervenciones complementarias que abarcan programas de ejercicio físico ayudan a reducir problemas sociales, el bajo rendimiento académico, el rechazo social, la baja autoestima, la depresión, el consumo de sustancia psicoactivas a temprana edad, con mejoras permanentes y diarias en la atención, la hiperactividad e impulsividad, además de la disminución de errores de omisión y comisión, comparados con los niños sin el trastorno (Losier et al., 1996).

En efecto, este es un aspecto relevante que permite establecer la importancia de la presente investigación, puesto que el TDAH afecta, en gran medida, al individuo que lo padece, su familia y la sociedad. Por ello, se establecieron estrategias complementarias, como el ejercicio físico, que contribuyan a la mejoría de estos niños,

con un incremento en su salud físico-mental y una óptima adaptación social. En esa medida, el ejercicio físico se convierte en una herramienta importante para mejorar la calidad de vida de niños con TDAH.

Dicho esto, la presente investigación ayudará a validar la estructuración sistemática de un programa de entrenamiento multicomponente con ejercicio físico, adaptado con las particularidades y los contextos, y aplicable en diferentes escenarios, como la escuela, la casa, el entorno social inmediato. Asimismo, aportará herramientas no solo a la mejoría del rendimiento de los niños, sino a la formación de los educadores en la atención de niños con TDAH.

Por otra parte, este programa posibilita el fortalecimiento de los procesos didácticos, metodológicos y científicos en el campo de la educación física; el cual se relaciona a su vez con otras áreas del saber. Así, lo expuesto justifica la presente investigación, debido a la necesidad que aún existe ante el manejo que deben tener estas personas, lo cual se traduce en amplios beneficios para mejorar su calidad de vida y balancear la armonía de la sociedad.

En suma, es un estudio novedoso, puesto que actualmente no se evidencian investigaciones previas en Colombia ni en el departamento de Córdoba que determinen los efectos directos de un programa de entrenamiento multicomponente HSG estructurado que dé cuenta del control de la intensidad, el tipo y la frecuencia del ejercicio. Este programa está adaptado, por supuesto, a las características individuales de los niños con TDAH, con énfasis en la atención sostenida, la activación nerviosa cortical y la regulación autonómica. Por ello, es un estudio viable y factible de realizar, en virtud de que se cuenta con los niños diagnosticados con TDAH; asimismo, los procedimientos y las técnicas de abordaje no son de alto costo. Igualmente, se contará con el recurso humano capacitado para el desarrollo, la implementación y la evaluación del programa de entrenamiento multicomponente HSG a realizar en la investigación.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos del programa de entrenamiento Hit Sport Game sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en niños diagnosticados con TDAH.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los cambios del programa HSG en la aptitud física relacionada con la salud (aptitud cardiorrespiratoria y adiposidad corporal), en niños con TDAH
- Describir la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica pre y post intervención en los participantes del estudio.
- Determinar los cambios en la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en niños diagnosticados con TDAH a partir de la intervención de un programa de entrenamiento HSG en grupo control y experimental pre y post intervención.
- Comparar el efecto del programa de entrenamiento Hit Sport Game sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral, la regulación autonómica y las variables sociodemográficas y clínicas en niños diagnosticados con TDAH, tanto en grupo control, como experimental.

5 MARCO TEORICO

5.1 TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN

5.1.1 Revisión histórica del trastorno por déficit de atención

En diversas épocas, diferentes autores han buscado los orígenes explicativos sobre la naturaleza del TDAH. Al hacer una revisión de antecedentes históricos, García (2017) señaló que, en 1798, Crichton (1798) fue el primero en describir un concepto sobre la atención. Asimismo, Richton (1798) afirmó que Crichton “es el padre de todo nuestro conocimiento” (pp. 254). En efecto, esta facultad se ve influida por aspectos simples y cotidianos de la vida diaria, como es el caso del cansancio o las condiciones de salud.

Dentro de sus observaciones, le llamaba la atención la forma en la que variaban los comportamientos de los niños y los jóvenes antes de ingresar a la escuela y durante su educación; de acuerdo con este autor algunos “poseen una mente fina y otros son ágiles en la comprensión”. Para Crichton (1798), era fundamental el trato igualitario en el que no se discriminaba la forma particular de afrontar el conocimiento o las condiciones en que ocurre; por ello, introdujo la expresión “inquietud mental” (*mental restlessness*), derivada esta de las alteraciones mórbidas de la atención, las cuales, en su opinión, pueden ser de dos tipos: a) incapacidad para atender con el grado que requiera un determinado objeto, y b) la suspensión de sus efectos en el cerebro.

Luego, en 1844, el médico alemán Henrich Hoffmann escribió e ilustró un libro para su hijo (García, 2017). En este narró una serie de historias cortas que describen personajes con unas singulares características y que, asimismo, deben afrontar las consecuencias de sus actos. Este libro, en opinión de algunos autores, entre ellos, Barkley (2002), describe comportamientos que, actualmente, se pueden asociar con el TDAH; no obstante, su trabajo en una institución psiquiátrica le permitió incorporar algunos cambios en los métodos de tratamiento de pacientes psiquiátricos.

Posteriormente, en 1902, el doctor George Still realizó un estudio en 43 niños que presentaban conductas como impulsividad, agresividad y falta de atención, lo que asoció con el término “defecto del control moral” (García, 2017). En esa medida, Still

señaló que los comportamientos disociados de los niños se mostraban como conductas moralmente no aceptadas por la sociedad, esto lo designó con términos como desafiante, apasionados, rencorosos, sin ley ni inhibición voluntaria (García, 2017). Estos términos tenían repercusiones sumamente negativas en el desarrollo sociocognitivo de los niños, lo que impactaba, directamente, las relaciones con la familia y las personas cercanas.

El estudio de este emblemático doctor demostró la existencia de una alta tasa de varones que comenzaban con conductas inapropiadas a temprana edad. Aunado a esto, la mayoría de estos niños provenían de familias con antecedentes psiquiátricos; fue una época en la que surgieron las primeras ideas de que el trastorno podría significar una susceptibilidad biológica (García, 2017).

A partir de 1918, se comenzó a hablar del déficit atencional como una consecuencia patológica de las enfermedades esparcidas durante la Segunda Guerra Mundial, lo que el psicólogo William James denominó el “síndrome de la lesión cerebral”, relacionando la sintomatología con la encefalitis epidémica (García, 2017).

En consecuencia, esta enfermedad epidémica permitió a los expertos de la época experimentar con medicamentos específicos dirigidos al combate de la epidemia, como lo fue el metilfenidato. Esto causó modificaciones positivas en la conducta de los niños que sufrían el síndrome de la lesión cerebral. A partir de 1937, el doctor Bradley desarrolló este medicamento. De ahí en adelante, se utilizó la benzendrina, o más conocida como la anfetamina, como inhibidor de las conductas impulsivas y la inatención.

Entre las décadas de 1950 y 1960, se habló de “daño cerebral mínimo” o “disfunción cerebral mínima”; se trataba de niños en los que no se había podido diagnosticar un daño cerebral como tal; por ende, se le agregaba el calificativo de mínimo. De tal modo que estos no presentaban un daño cerebral en el sentido amplio, pero sí un comportamiento que se reiteraba en muchos y variaba de un sujeto a otro, con conductas diferenciadas en las que se podía evidenciar un patrón. Así, durante la década de los sesenta, algunos expertos del área de la salud continuaron en la exploración del síndrome mediante diversos estudios, debido al aumento de diagnósticos de niños con TDAH. Por lo tanto, fue necesaria la exploración en las temáticas neurocognitivas de

los sujetos que, en esos tiempos, daban como resultado la presencia de disfunciones cerebrales mínimas.

Más tarde, en la década de los setenta apareció la concepción de “hipercinético” por parte de científicos dedicados al funcionamiento cerebral. Con este término se hacía alusión a una de las características principales del síndrome: la incapacidad del sujeto de mantenerse quieto por un tiempo prolongado. Por tal motivo, el neuropsicólogo Herbert Birch (1963) propuso que la idea de la conducta no está relacionada con una deficiencia cerebral, puesto que, de ser así, todos los niños con problemas del comportamiento debieran tener algún tipo de deficiencia mental. En este sentido, la conducta está determinada por diversos factores, entre estos, los componentes históricos, sociales y familiares de los niños.

Desde dicha década, el discurso de los estudiosos de la neurobiología comenzó a concretar definiciones y establecer parámetros específicos de la conducta con el fin de comprender y definir el síndrome como la dificultad de mantener la atención y manejar los impulsos. En esa medida, se propuso la idea de la autorregulación, esto es, la capacidad de las personas de adaptarse a los contextos establecidos y normados. Igualmente, se señaló que los sujetos con este síndrome no presentan una falla cerebral propiamente dicha, dado que ningún estudio de la imagen cerebral había logrado captar alguna fisura en el cerebro que pudiera esclarecer los síntomas mencionados.

Consecuente con esta situación, se realizaron estudios que permitieron demostrar un desequilibrio a nivel cerebral tendiente a la anormal liberación de neurotransmisores encargados de regular los sentimientos de pasión y agresividad. Esto enfatizó la deficiente capacidad de autorregulación de las normas, así como las construcciones socialmente normadas y aceptadas.

En 1969, Douglas perfeccionó la idea de la autorregulación. En ese sentido, este autor caracterizó el TDAH bajo tres síntomas principales: *i)* la dificultad del sujeto para regular la atención, *ii)* el control de impulsos y *iii)* la hiperactividad. Estos síntomas se entendieron desde las características fenotípicas conductuales del cerebro. Por ello, de ahí en adelante, se determinó como déficit de atención con y sin hiperactividad.

Como consecuencia, la historia muestra que las definiciones del trastorno han sido desarrolladas por distintas disciplinas y perspectivas. Estas han sido contradictorias en algunas ocasiones. Sin embargo, la mirada médica-clínica ha sido la preponderante en los estudios de esta temática, debido a la incorporación, en 1987, del síndrome en el Manual Diagnóstico y Estadísticos de los Trastornos Mentales (DSM), publicado por la Asociación Americana de Psiquiatría, donde se establecen algunas concepciones para su tratamiento.

En la cuarta versión del DSM publicado en 1994, se retomaron las concepciones del síndrome. Con ello, se establecieron características para el diagnóstico y parámetros para su tratamiento; de tal manera que se integraron tres subcategorías o tipologías del síndrome: *i)* síndrome con déficit atencional e inatención, *ii)* síndrome con déficit atencional hiperactivo-impulsivo y *iii)* síndrome con déficit atencional combinado.

En la década de los noventa, la OMS habló de las cifras que ascendían al 40 % de la población mundial con diagnóstico del síndrome de déficit atencional y sus distintos tipos. A propósito, esto hizo evidente la importancia de las investigaciones y las colaboraciones internacionales con el objeto de clarificar los orígenes del trastorno, su diagnóstico y tratamiento. En efecto, se buscó asumir las implicancias en el desarrollo de este trastorno.

En el año 2000, los expertos del DSM-V actualizaron el manual, donde indicaron que el síndrome es definido dentro de los trastornos del neurodesarrollo, puesto que el síndrome proviene de anomalías en el área neurobiológica y psiquiátrica de los sujetos; de ahí su carácter de trastorno. En esta ocasión, se integraron componentes asociados con el trastorno cuando se diagnostica frente a una patología asociada. Por ello, se estableció el trastorno de déficit atencional y su comorbilidad; aunado a esto, se integraron los elementos necesarios para que los profesionales realicen el diagnóstico y el tratamiento más apropiado según las necesidades específicas del paciente (Dávila et al., 2018).

5.1.2 Definición de Trastorno por Déficit de Atención

El TDAH es un trastorno de etiología variada. Esta condición es ocasionada por la interacción de factores genéticos, neurológicos y ambientales que contribuyen a la

patogenia y a su fenotipo heterogéneo (Nigg y Sibley, 2020), debido a que, con frecuencia, se puede superponer con otros trastornos mentales, como el trastorno de oposición desafiante y el de conducta 5; de hecho, el ~45 % – 65 % de los niños diagnosticados con TDHA presentan otros trastornos (Vélez y Vidarte, 2012). También es considerado como un complejo trastorno que afecta a múltiples funciones cognitivas que son esenciales para el manejo por cada individuo de su propio yo para diversas actividades necesarias de la vida diaria (Brown, 2010). De igual forma, el TDAH es un trastorno de origen biológico, con causa en parte genética que produce un deterioro importante de la capacidad del niño de desarrollarse en el ámbito académico, familiar y social (Soutullo y Díez, 2007).

En resumen, el TDAH se define como un síndrome conductual con bases neurobiológicas. Este comienza sus primeras manifestaciones en la infancia y puede persistir en la adolescencia, incluso, en la edad adulta. Asimismo, se caracteriza por un cuadro persistente de síntomas de inatención, impulsividad e hiperactividad. Según el DSM-V, se estima que el 3 %-7 % de los países, a nivel mundial, sufren este trastorno, lo que deteriora las áreas cognitiva, escolar, conductual, familiar y social (APA, 2002).

Por otro lado, el “síndrome de déficit de atención/hiperactividad” (SDAHA) viene definido por tres síntomas: 1) Déficit de atención. 2) Impulsividad. 3) Hiperactividad. En esa medida, se entiende como síndrome de déficit de atención un cuadro caracterizado por tendencia a la distracción fácil, dificultad para mantener la atención durante unos minutos seguidos y personalidad dispersa y desorganizada (Pascuala y Viejo, 2009).

Con respecto al Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH), este es un trastorno neurobiológico y del neurodesarrollo que se diagnostica en la infancia, aunque puede persistir en la vida adulta. Dicho trastorno se caracteriza por presentar síntomas de hiperactividad (actividad motora excesiva a lo esperado para la edad y desarrollo), impulsividad (actúan sin reflexión previa) y dificultades de atención. Tiene una base genética y es de naturaleza crónica.

Actualmente, el TDAH es el trastorno que más consultas clínicas genera a los médicos, los pediatras, los neuropediatras, los psicólogos y los psiquiatras infantiles

(Barkley, 1997). Conforme con el DSM-V, la definición del TDAH incluye los siguientes aspectos:

A- Patrón persistente de inatención y/o hiperactividad-impulsividad que interfiere con el funcionamiento o el desarrollo que se caracteriza por (1) y/o (2) síntomas.

1. Inatención: seis (o más) de los siguientes síntomas se han mantenido durante, al menos, seis meses en un grado que no concuerda con el nivel de desarrollo, y afecta, directamente, las actividades sociales y académicas/laborales.

a. Con frecuencia, falla en prestar la debida atención a los detalles o, por descuido, se cometen errores en las tareas escolares, en el trabajo o durante otras actividades (por ejemplo, se pasan por alto o se pierden detalles, el trabajo no se lleva a cabo con precisión, etc.).

b. Por lo general, presenta dificultades para mantener la atención en tareas o actividades recreativas (por ejemplo, tiene dificultad para mantener la atención en clases, conversaciones o lectura prolongada).

c. Con frecuencia, parece no escuchar cuando se le habla directamente (por ejemplo, parece tener la mente en otras cosas, incluso, en ausencia de cualquier distracción aparente).

d. Por lo general, no sigue las instrucciones y no termina las tareas escolares, los quehaceres o los deberes laborales (por ejemplo, inicia tareas, pero se distrae rápidamente y se evade con facilidad).

e. Frecuentemente tiene dificultad para organizar tareas y actividades (por ejemplo, dificultad para gestionar tareas secuenciales, dificultad para poner los materiales y pertenencias en orden, descuido y desorganización en el trabajo, mala gestión del tiempo no cumple los plazos).

f. Generalmente evita, le disgusta o se muestra poco entusiasta en iniciar tareas que requieren un esfuerzo mental sostenido (por ejemplo, tareas escolares o

quehaceres domésticos; en adolescentes mayores y adultos, preparación de informes, completar formularios, revisar artículos largos).

g. Con frecuencia, pierde cosas necesarias para tareas o actividades (por ejemplo, materiales escolares, lápices, libros, instrumentos, billetero, llaves, papeles de trabajo, gafas, móvil).

h. Por lo general, se distrae con facilidad por estímulos externos (para adolescentes mayores y adultos, puede incluir pensamientos no relacionados).

i. Con frecuencia, olvida las actividades cotidianas (por ejemplo, hacer las tareas, hacer las diligencias; en adolescentes mayores y adultos, devolver las llamadas, pagar las facturas, acudir a las citas).

2. Hiperactividad e impulsividad: seis (o más) de los siguientes síntomas se han mantenido durante, al menos, seis meses en un grado que no concuerda con el nivel de desarrollo; por consiguiente, afecta directamente las actividades sociales y académicas/laborales.

a. Con frecuencia, juguetea o golpea con las manos o los pies, o se retuerce en el asiento.

b. Con frecuencia, se levanta en situaciones en que se espera que permanezca sentado (por ejemplo, se levanta en clase, en la oficina o en otro lugar de trabajo, en situaciones que requieren mantenerse en su lugar).

c. Por lo general, corretea o trepa en situaciones en las que no resulta apropiado. (Nota: en adolescentes o adultos, puede limitarse a estar inquieto).

d. Con frecuencia, es incapaz de jugar u ocuparse, tranquilamente, en actividades recreativas.

e. Con frecuencia, está “ocupado”, puesto que actúa como si “lo impulsará un motor” (por ejemplo, es incapaz de estar o se siente incómodo al estar quieto durante un tiempo prolongado, como en restaurantes, reuniones; las otras personas pueden pensar que está intranquilo o le resulta difícil seguirlos).

f. Con frecuencia, habla excesivamente.

g. Con frecuencia, responde inesperadamente o antes de que se haya concluido una pregunta (por ejemplo, termina las frases de otras personas, no respeta el turno de conversación).

h. Con frecuencia, le es difícil esperar su turno (por ejemplo, mientras espera una cola).

i. Con frecuencia, interrumpe o se inmiscuye con otros (por ejemplo, interrumpe en las conversaciones, juegos o actividades, puede empezar a utilizar las cosas de otras personas sin esperar o recibir permiso; en adolescentes y adultos, puede inmiscuirse o adelantarse a lo que hacen los demás).

B. Algunos síntomas de inatención o hiperactivo-impulsivos están presentes antes de los 12 años.

C. Varios síntomas de inatención o hiperactivo-impulsivos están presentes en dos o más contextos (por ejemplo, en casa, en el colegio o el trabajo, con los amigos o familiares, y en otras actividades).

D. Existen pruebas claras de que los síntomas interfieren con el funcionamiento social, académico o laboral, y reducen la calidad de estos.

E. Los síntomas no se producen, exclusivamente, durante el curso de la esquizofrenia o de otro trastorno psicótico, y no se explican mejor por otro trastorno mental; por ejemplo, trastorno del estado de ánimo, trastorno de ansiedad, trastorno disociativo, trastorno de la personalidad, intoxicación o abstinencia de sustancias. (Barkley, 1997, p. 1)

En función de los resultados, estos se podrán clasificar en las siguientes presentaciones:

Presentación combinada: si se cumplen el Criterio A1 (inatención) y el Criterio A2 (hiperactividad-impulsividad) durante los últimos seis meses.

Presentación predominante con falta de atención: si se cumple el Criterio A1, pero no se cumple el Criterio A2 (hiperactividad-impulsividad) durante los últimos seis meses.

Presentación predominante hiperactiva/impulsiva: si se cumple el Criterio A2 (hiperactividad-impulsividad) y no se cumple el Criterio A1 (inatención) durante los últimos seis meses; actualmente, es la clasificación aceptada (DSM-V, 2013).

Asimismo, el TDAH puede manifestarse con algunos síntomas o una combinación de rasgos que representan los elementos que los especialistas suelen evaluar. Al respecto, Rusca y Cortez (2020) señalaron que el diagnóstico del trastorno se evidencia en tres síntomas cardinales que se relacionan con problemas externalizantes o conductuales: la presentación predominantemente inatenta que se evidencia, sobre todo en las niñas, está asociada con otros problemas externalizantes como la depresión y la ansiedad, y es la manifestación predominantemente hiperactiva/impulsiva menos diagnosticada.

Por otro lado, la inatención representada es la incapacidad para mantener la atención enfocada en una actividad o tarea que no sea motivadora o interesante; esto se refleja en la pérdida de objetos, los olvidos frecuentes, la dificultad para seguir órdenes y pasos (instrucciones), las tareas sin supervisión, la interrupción de conversaciones, los detalles de las operaciones matemáticas, el rendimiento por debajo de su capacidad, así como la dificultad para organizar y planificar actividades, y la facilidad para desviar su atención ante estímulos externos.

Por su parte, la hiperactividad implica un movimiento corporal continuo, cambios en la postura cuando están sentados, movimientos repetitivos e incontrolables de brazos, piernas o manos, ruidos producidos por el cuerpo o por algún objeto como el lápiz u otro, ponerse de pie cuando se requiera estar sentado, correr, saltar, riesgos de accidentes asociados con actividades sin control o planificación, y hablar rápido y alto (Rusca y Cortez, 2020).

De igual manera, es notable la impulsividad a la hora de responder sin terminar de escuchar los planteamientos; hay dificultades para la comprensión de enunciados largos, atender indicaciones a pasos o procedimientos, captar las reglas de un juego. Se

evidencian problemas para esperar su turno y para el sostenimiento del ritmo de una conversación o de los tiempos de una actividad (Rusca y Cortez, 2020).

5.1.3 Etiología

En cuanto a la etiología, se debe destacar que “el TDAH se considera un trastorno multifactorial ocasionado tanto por factores genéticos como ambientales (Faraone y Larsson, 2018; Muñoz et al., 2019).

Respecto a los factores genéticos, aunque los estudios genómicos realizados en pacientes que lo presentan han encontrado algunas posibles regiones cromosómicas comunes, hoy en día no existen aún candidatos genéticos seguros. Entre los genes candidatos, se encuentran diferentes regiones del cromosoma 16 (entre 64 Mb y 83 Mb), así como los cromosomas 4q13.2, 5q33.3, 8q11.23, 11q22 y 17p11, todos ellos se encuentran relacionados con el desarrollo de multitud de enfermedades de diferentes etiologías. (Muñoz et al., 2019, p. 38)

La etiología exacta del TDAH aún se desconoce; sin embargo, las hipótesis iniciales de la función cerebral reducida se basaron en varias observaciones de volumen reducido o funcionalidad de materia gris y blanca en el cerebro. Esto último se traduce en déficits en el procesamiento cognitivo, la atención, la planificación motora, la velocidad de procesamiento de respuestas y otros problemas de comportamiento notados en el TDAH (Cortese, 2012).

Recientemente, la corteza prefrontal, el núcleo caudado y el cerebelo emergieron como las áreas principales que han mostrado déficit en el TDAH. En esa medida, dichas zonas están interconectadas por una red de neuronas, juntas regulan la atención, los pensamientos, las emociones, el comportamiento y las acciones (Arnsten y Pliszka, 2011). En consecuencia, estudios en pacientes con TDAH permitieron evidenciar una maduración más lenta o un volumen más pequeño, así como una actividad reducida de la corteza prefrontal, del núcleo caudado o el cerebelo. De este modo, la actividad de red entre estas áreas es extremadamente sensible al entorno neuroquímico y, por lo tanto, es mantenida por neurotransmisores, dopamina y norepinefrina. Estos actúan entre sí mediante múltiples receptores que pueden ser presinápticos y postsinápticos (Arnsten, 2007).

Otros estudios informan que la densidad del receptor de dopamina en varias regiones del cerebro de pacientes con TDAH es inferior a lo normal (Fusar-Poli et al., 2012). En ese marco, estos estudios han apuntado a que el TDAH está correlacionado con polimorfismos genéticos que afectan la función del transportador de dopamina (DAT1) en el cuerpo estriado (Bustamante et al., 2019) y las funciones del receptor de dopamina (DRD4) en la corteza prefrontal. En ambos casos, los polimorfismos relacionados con la disfunción del transportador y/o receptor de dopamina resultan en una disminución en la concentración de neurotransmisores (Bustamante et al., 2019).

De igual manera, los receptores D5 (DRD5) causan funcionalidad reducida del sistema dopaminérgico (Gizer y Ficks, 2009); mientras que una disminución de la densidad del receptor o los polimorfismos genéticos vinculados con el sistema de norepinefrina en el TDAH no han sido determinados. Así, la interrupción de la función del receptor $\alpha 2A$ conduce a la alteración de la atención, el control de los impulsos y la hiperactividad (Arnsten y Pliszka, 2011).

En ese orden de ideas, los estudios mencionados hallaron una reducción de la dopamina; asimismo, corroboraron la hipótesis de una función reducida de la norepinefrina en el TDAH, lo que es acorde con el mecanismo de acción de los medicamentos utilizados para tratar el TDAH; por ejemplo, el metilfenidato, la anfetamina y la atomoxetina mejoran la transmisión de la dopamina y la norepinefrina en la corteza prefrontal; en cambio, la guanfacina estimula directamente los receptores $\alpha 2A$ postsinápticos. Sin embargo, varias investigaciones han apuntado hacia un sistema hiperactivo de dopamina o noradrenalina en el TDAH (Pliszka, 2005).

Por otra parte, “el gen STXBP5-AS1, relacionado con la expresión de proteínas del complejo SNARE necesarias para el proceso de exocitosis de neurotransmisores, también parece estar alterado en pacientes con TDAH” (Muñoz et al., 2019, p. 38). Asimismo, en estudios recientes, se ha identificado una mutación en el gen A559V y R615C en el DAT-1 en algunos pacientes con TDAH; en consecuencia, esto aumenta el flujo de salida o disminuye la captación presináptica de dopamina, lo cual indica una respuesta hiperactiva de dopamina en dichos individuos (Sakrikar et al., 2012). Aunado a esto, el metilfenidato y la anfetamina mejoran los síntomas del TDAH en la cohorte de mutación A559V al bloquear el aumento del flujo de dopamina (Mazei et al., 2008).

Se ha argumentado que, si existe un déficit simple en el nivel de neurotransmisores, se estimula directamente la producción de receptores postsinápticos, lo que debería mejorar los síntomas del TDAH. Pese a ello, administrar agonistas de dopamina, como piribedil y amantadina, o la combinación levodopa/carbidopa, no mejora la atención en pacientes con TDAH. De esa manera, los estudios han apuntado hacia sistemas dopamina/norepinefrina poco activos o hiperactivos; lo anterior implica una etiología más compleja del TDAH (Sharma y Couture, 2014).

5.1.4 Características

El TDAH se considera un trastorno neuroconductual hereditario y crónico, el cual se caracteriza por la hiperactividad, la falta de atención y la impulsividad (Berger, 2011). Actualmente, se reconocen tres subtipos de TDAH: predominantemente hiperactivo impulsivo, predominantemente desatento y un tipo combinado, este último caracterizado por una mezcla de los primeros subtipos (Sharma y Couture, 2014).

Los niños y los adolescentes que padecen TDAH experimentan años formativos desafiantes (APA, 2013), puesto que se caracterizan por un comportamiento impulsivo y tasas más lentas de procesamiento de información; de igual modo, suelen desempeñarse negativamente en pruebas estandarizadas, obtener calificaciones más bajas y es más probable que abandonen la escuela (Cortese, 2012). La impulsividad también aumenta el riesgo de accidentes automovilísticos y encuentros sexuales espontáneos, esto podría explicar las tasas más altas de embarazos adolescentes y la incidencia de enfermedades de transmisión sexual en estos individuos (Dopheide, 2005).

Igualmente, la baja autoestima conduce a problemas en las relaciones sociales, tendencia al uso de sustancias de abuso y problemas con la ley. Usualmente, el TDAH se presenta con una o más comorbilidades, como el trastorno de oposición desafiante, el trastorno mayor depresivo y trastornos de ansiedad; por lo tanto, les otorga desafíos adicionales a estas personas (Sharma y Couture, 2014).

Por otro lado, alrededor del 60 % al 80 % de los síntomas del TDAH persisten en la edad adulta. Por esta razón, el TDAH no es solo un trastorno infantil que se resuelve espontáneamente después de la adolescencia. Se estima que alrededor del 4 % al 4,5 % de los adultos presenta TDAH (Modesto et al., 2012). En esa medida, las

manifestaciones en adultos incluyen desempeño inferior en el trabajo, menor nivel socioeconómico y problemas matrimoniales o de relación (Biederman, 2005). Por este motivo, debido a la calidad de vida más baja en las personas que padecen TDAH, se requiere un tratamiento para evitar los múltiples problemas que enfrentan cuando son niños, adolescentes y adultos (Sharma y Couture, 2014).

5.1.5 Prevalencia

Los estudios epidemiológicos han indicado que la prevalencia del TDAH varía según la edad, el subtipo del trastorno (TDAH tipo desatento o tipo hiperactivo-impulsivo) y el género. Bajo dicha perspectiva, el TDAH subtipo hiperactivo-impulsivo es cuatro veces más frecuente en chicos que en chicas (4:1). Finalmente, en el TDAH subtipo desatento lo es en relación 2:1 (Vélez y Vidarte, 2011).

En ese sentido, no se han demostrado diferencias en la aparición de este trastorno en cuanto a contextos culturales, estratos socioeconómicos y ubicación geográfica. Así, a partir de referentes internacionales, las tasas de prevalencia del TDAH oscilan entre el 2 % al 18 % (Rowland et al., 2002; Bozhilova et al., 2018).

Al hacer un recorrido por diferentes países, se halló que las cifras de prevalencia de este trastorno son diversas. En Estados Unidos, por ejemplo, es de aproximadamente un 5 % en niños escolares (APA, 2013; Polanczyk et al., 2007). En Europa, la prevalencia oscila entre el 5 % y el 10 % en población escolar entre cinco y 17 años (Berry et al., 2010; McMenamy et al., 2011; Téllez et al., 2011). En Alemania y los Países Bajos se estima que la tasa de prevalencia es del 7,2 %, aproximadamente. En suma, algunos autores han sugerido que existe un sobrediagnóstico debido a los criterios de valoración y la subjetividad clínica de los síntomas (Batstra et al., 2012):

En España, según las investigaciones epidemiológicas, la prevalencia es menor y oscila entre el 1,2 % y 4,6 % (Serrano-Troncoso et al., 2013), de esa forma, hay mayor prevalencia en la comarca de Castilla León, con un 6,66 % (Rodríguez et al., 2009), en segundo lugar, las Islas Canarias con un 4,9 % (Jiménez et al., 2012), seguidas de Mallorca con un 4,7 % (Cardó et al., 2007). Con base en las estimaciones, se infiere que, al menos, un niño de cada clase o estrato social padece TDAH. (Lavigne y Romero, 2010, p.)

En América Latina, la prevalencia del TDAH es similar a la estadounidense, sin embargo, varía por país o territorio. En Brasil (Arruda et al., 2015) y Puerto Rico, la prevalencia varía entre 5 %-6 %, mientras que en Chile y Venezuela llega hasta un 10 %. (Bustamante et al., 2019, p. 1)

En Chile, conforme con Dávila et al. (2018), entre 2009 y 2013, en un análisis de casos de TDAH cubiertos por el sistema de salud público, se halló que el número de casos se duplicó, pasando de 27.659 diagnosticados en 2009 a 52.895 en el 2013. Como resultado, el grupo etario más afectado era el que se encontraba entre los 10 y los 14 años, lo que representó un incremento del 106 %.

En México, la prevalencia estimada es del 9,11 %, este porcentaje difiere con los datos de referencia del DSM-IV (3 %-5 %); según la clasificación de los subtipos de TDAH, la distribución también fue diferente con lo reportado en la literatura sobre el subtipo inatento con 44,5 %, hiperactivo 11,5 % y mixto 44 % vs. inatento 25 %, hiperactivo 15 % y mixto 60 %, respectivamente (Cornejo et al., 2015).

En Colombia, diversos estudios muestran cómo la prevalencia de TDAH en niños y adolescentes, en edades entre los 4 y los 17 años, varía según la región; a propósito de esto, se encontró la siguiente información:

Por su parte, Henao et al. (1999) plantearon una prevalencia del 16,1 % aproximadamente, con mayor porcentaje en el género masculino. Asimismo, Van Meerbeke et al. (2008) muestra una prevalencia del 5,7 % en niños con edades entre los 5 y los 12 años en Bogotá; Cornejo et al., (2005) señala una prevalencia del 20,4 % y 15,8 % si solo se consideraban los niños con un coeficiente intelectual de 80 o más, siendo el subtipo combinado el más frecuente, esto con un 9,6 %, en Medellín. Esta proporción está dentro del intervalo del 8 %-20 % encontrado en otros estudios y, por lo tanto, difiere notablemente de la prevalencia del 3 %-5 % sugerida por el DSM IV.

En Manizales y Caldas, la prevalencia estimada para niños de 5 a 7 años, con los criterios del DSM-V y la aplicación de una entrevista estructurada, es de 8,2 %; en cuanto a la relación hombre/mujer, este es de 5:1. Según los padres, la edad de aparición de los síntomas más frecuente aparece a los 5 años y, conforme con los profesores, a los

6 años (Bará et al., 2003). Adicionalmente, estudios posteriores, con escolares de 8 a 12 años, determinaron una prevalencia del 7,1 % (Vélez y Vidarte, 2011).

Ahora bien, la alta prevalencia del TDAH resulta sumamente preocupante (Narbona, 2001). Por ello, se infiere que el TDAH es un trastorno frecuente en edad escolar y afecta los procesos transversales del eje escolar. Este trastorno se relaciona con una reducción en la capacidad de asignar recursos atencionales, el retraso en el procesamiento y la evaluación de estímulos, así como las fallas en la implementación del monitoreo de la acción.

5.1.6 Tratamiento

El tratamiento de los pacientes con TDAH debe incorporar múltiples componentes, esto es, la psicoeducación, el aprendizaje, el apoyo académico, el alojamiento escolar, la intervención para el manejo de síntomas, las prácticas parentales, la evaluación y el tratamiento de trastornos asociados. En esa medida, es probable que los enfoques de tratamiento evolucionen según la maduración del paciente, por ejemplo, las prácticas parentales tienen un papel importante en el tratamiento de un niño de 6 a 12 años; mientras que la psicoeducación sobre el riesgo de abuso de sustancias y los accidentes automovilísticos son más comunes cuando el paciente llega a la adolescencia (Posner et al., 2020).

Respecto al manejo de los síntomas, todas las organizaciones médicas del TDAH de Estados Unidos, Canadá, Latinoamérica y Europa han recomendado el uso de medicamentos psicoestimulantes para el manejo de estos pacientes (Palacio et al., 2009; Pliszka, 2007). No obstante, la mayoría de estas organizaciones han sugerido comenzar con psicoeducación y un manejo del comportamiento, particularmente para individuos con síntomas leves.

Sin embargo, las pautas de Estados Unidos difieren del resto de los países y sugieren que la medicación se considere con el tratamiento inicial (Pliszka, 2007). En esta línea de ideas, en niños menores de seis años existe un consenso de que el tratamiento debe iniciar con el manejo del comportamiento y el entrenamiento para padres. Por lo tanto, la medicación debe ser reservada para casos más severos o que no responden.

Las directrices del Instituto Nacional de Excelencia en Salud y Atención (*National Institute for Health and Care Excellence* [NICE], 2018) han recomendado que la medicación para niños menores de cinco años sea considerada solo cuando se ha intentado la capacitación de los padres. Como resultado, se obtuvo una segunda opinión de un proveedor con experiencia en TDAH en niños pequeños (Posner et al., 2020).

Regularmente, el uso de medicamentos, en particular los estimulantes, suele tener efectos adversos intolerables a corto plazo (dolores de cabeza, anorexia y náusea), así como a largo plazo (reducción de la velocidad de crecimiento) y otros efectos que aún se desconocen (Hansen y Hansen, 2006). Igualmente, los medicamentos, al parecer, no tienen efectos en el 30 % de los casos (Biederman, 2005); es decir, solo lo tendrían sobre el control inhibitorio (Tamminga et al., 2016).

De manera similar, se han utilizado intervenciones comportamentales y psicológicas. Estas últimas, a pesar de ser tratamientos válidos y bien establecidos, han reportado algunos problemas, puesto que han sido consideradas incómodas y difíciles de llevar adelante por los pacientes y los familiares (Benner-Davis y Heaton, 2007). Asimismo, se estima que los síntomas de TDAH reaparecen luego del cese de estas terapias (Jensen et al., 2007).

Por lo tanto, los enfoques no farmacológicos han sido adaptados de otras áreas clínicas o recientemente desarrollados, con el propósito de complementar el tratamiento con medicamentos. Por esta razón, se recomienda como parte del enfoque multimodal. En ese sentido, el acceso efectivo a enfoques no farmacológicos es fundamental para niños de tres a cinco años, puesto que el tratamiento farmacológico en ellos no es recomendado cuando hay una preferencia contra la medicación expresada por las familias o resistencia al uso de medicamentos por parte de médicos y organizaciones nacionales (Wright et al., 2015).

“Los tratamientos complementarios no farmacológicos ayudan a reducir los síntomas del trastorno, como el tratamiento cognitivo-conductual” (Lomas y Clemente, 2017, p. 66). Además, “dentro de este grupo, [es] donde se puede integrar el ejercicio físico como tratamiento, pudiendo ser un complemento a la medicación tradicional del TDAH” (Lomas y Clemente, 2017, p. 66). En este sentido, Choi et al. (2015) analizaron

los efectos del metilfenidato sobre el TDAH, destacaron que su efecto es mejor cuando la terapia se complementa con ejercicio físico. En su estudio, trataron a 35 adolescentes con TDAH entre los 13 y los 18 años, por un periodo de seis semanas. De manera estructural, estos se dividieron en dos grupos: el primero se medicó con metilfenidato; asimismo, realizaban ejercicio físico tres veces por semana durante 90 minutos en cada evento; mientras que el segundo solo recibió tratamiento de metilfenidato y clases regulares para mejorar el comportamiento. Al comparar a los grupos en la evaluación final, se encontró que fue mayor la efectividad del tratamiento en el primer grupo. Por lo tanto, estos concluyeron que la combinación de actividad física y medicación provocaba efectos favorables en los sujetos con TDAH que participaron en el estudio (Lomas y Clemente, 2017).

Por su parte, Ochoa et al. (2017) explicaron que es fundamental la educación de la familia y los pacientes. En este proceso, el médico y los demás especialistas involucrados diseñan y elaboran una planificación de lo que será el tratamiento destinado a brindarles calidad de vida a las personas con el trastorno y a las que configuran su entorno. En esa medida, la educación implica la información sobre las causas, las comorbilidades asociadas, el tratamiento y el mapeo de las transiciones en la vida de las personas con TDAH, donde el abordaje desde un enfoque integral podría ser la clave en el proceso.

Este abordaje terapéutico parte de tomar decisiones de manera conjunta; esto supone preparar a los pacientes para los cambios que experimentarán a lo largo de su vida. Así, los autores señalaron que la elección de la ruta para afrontar el trastorno implica diferentes vías: tratamientos farmacológicos y tratamientos no farmacológicos (Ochoa et al., 2017).

Los tratamientos farmacológicos involucran una evaluación completa en la que se toma en consideración el entorno psicosocial, las características de la familia (integrada o desintegrada), si los padres forman parte del grupo de apoyo, si hay evidencias de maltrato o abusos, sus condiciones socioeconómicas y el acceso a la atención y el control médico. Este tipo de tratamiento parte de la evaluación de la agudeza de los síntomas, la comorbilidad y los momentos del día en que se requiere control de los síntomas.

Sumado a lo anterior, algunos estudios indicaron que el uso de los estimulantes (anfetaminas y metilfenidato) ha demostrado mayor eficacia a diferencia de los no estimulantes (atomoxetina, clonidina y guanfacina). A pesar de ello, solo se recomiendan en casos de severidad en los síntomas, puesto que son efectivos; sin embargo, si estos se usan durante largos periodos, pueden provocar dependencia (Ochoa et al., 2017). Para Ochoa et al. (2017), los tratamientos no farmacológicos para el tratamiento del TDAH son alternativas, en virtud de que pueden ser útiles para los pacientes que no responden favorablemente al uso de fármacos y, por tanto, evidencian poco control de los síntomas o efectos adversos. Es decir, el tratamiento farmacológico por sí solo no puede producir los mejores resultados.

En ese orden de ideas, los autores estudiaron la intervención dietética y las intervenciones conductuales. Así, la primera intervención presenta escasas evidencias verificables, puesto que no se han realizado tantas investigaciones al respecto. Sin embargo, no se puede obviar su significado al asociarse con las decisiones que toma la familia o el paciente acerca de la forma en la que enfrenta su trastorno; es decir, la inexistencia de publicaciones no significa que no sean válidos (Ochoa et al., 2017). Análogamente, las intervenciones conductuales representan opciones de tratamiento psicológico; en efecto, este es el más recomendado y usado, puesto que se fundamenta en principios del refuerzo (positivo o negativo) y el aprendizaje social.

En suma, estos tratamientos cuentan con mayor referencia clínica, en vista de que sus resultados han sido registrados en variados estudios. Esto realiza mediante técnicas que permiten reducir el comportamiento inadecuado y mejorar las relaciones. Asimismo, se adaptan a la edad del paciente e involucran a los padres, los maestros y otros contextos en los que se desenvuelva el paciente.

5.1.7 Definiciones de la atención

La atención es un mecanismo central de capacidad limitada, cuya función primordial se basa en controlar y orientar la actividad consciente del organismo de acuerdo con un objetivo determinado (Universidad de Alicante, 2007). De igual forma, la atención, como proceso psíquico, se halla asentada en la interacción que se produce entre elementos de la corteza cerebral y elementos subcorticales. En efecto, estos entran

en actividad mediante una serie de mecanismos particulares que regulan la capacidad de la conciencia de concentrarse en un fenómeno de la realidad (Flores, 2016).

Para Ramos et al. (2016), el proceso atencional resulta de tres sistemas cerebrales. El primero es denominado sistema de alerta y su papel consiste en mantener un estado óptimo de vigilia con el fin de que las respuestas sean adecuadas para los estímulos provenientes del entorno. En relación con su neuroanatomía, este se estructura en zonas subcorticales (el tálamo, el sistema reticular ascendente, el locus cerúleo, las proyecciones al sistema límbico y la neocorteza). El segundo sistema es el de orientación atencional, el cual se ocupa de la orientación espacial y la localización de un determinado estímulo. Así, en el plano neuroanatómico es corticosubcortical (núcleo lateral pulvinar del tálamo, el colículo superior y la corteza parietal posterior). El último es el sistema atencional ejecutivo, el cual se encarga de seleccionar estímulos, de manera voluntaria, para bloquear la inclinación a responder automáticamente. En esa medida, cabe mencionar que este sistema está conformado por estructuras corticales frontales mediales y el cíngulo anterior.

De acuerdo con Ríos et al. (2014), la atención puede considerarse como un sistema complejo de subprocesos específicos. A través de ellos se controla la orientación, el procesamiento de la información, la toma de decisiones y la conducta. En efecto, la atención es una función que hace posible que el sujeto mantenga su pensamiento en la tarea que desempeña (Barro, 2012). Si antes se concibió como un sistema, otros autores la han descrito como un proceso de tipo bucle que implica interacciones complejas entre la corteza prefrontal, el tallo cerebral ventral y la corteza posterior (Londoño, 2009).

La atención significa dejar ciertos asuntos para tratar, de forma efectiva, otros; lo anterior es una definición subjetiva y parece cumplir con la función de seleccionar una parte de la información del total disponible. Esto se aborda desde diferentes puntos de vista, esto es, a partir de la amplitud mental, el mecanismo cognitivo, el estado de alerta de la mente y un acto de voluntad (Vallés, 2006), todo visto desde la perspectiva cognitiva, sensorial y psicofisiológica.

En este sentido, la atención comprende tres sistemas: la alerta, la orientación y el control. El primero busca mantener el estado de alerta, puesto que dicho estado ayuda a conservar un grado de activación en cada momento para procesar información, explorar el entorno, adaptarse a él y sobrevivir. En otros términos, la alerta no solo ayuda a mantener un cierto grado de activación que permite al individuo responder la estimulación interna, sino que lo prepara para la acción cuando hay señal de aviso. El segundo ayuda a seleccionar y escoger la información para alcanzar metas deseadas; es decir, equivale a un comportamiento excelente que busca evitar amenazas. El tercer sistema o control atencional se refiere a cómo las personas dirigen su comportamiento para conseguir las metas propuestas, a pesar de eventos que puedan distraer sus objetivos; igualmente, procesa información novedosa ante acontecimientos inesperados para dar respuesta apropiada a cada situación. Para este fin, el proceso atencional requiere algunos componentes.

De este modo, González y Ramos (2006) explicaron que existen varios modelos teóricos del proceso atencional. El primero es llamado “de selección temprana” o “teoría del filtraje”, el cual plantea que todo estímulo que llega al sistema nervioso es procesado en función de ciertos rasgos físicos, tales como el color, la forma o la ubicación en el espacio entre otros. El segundo es el de la selección tardía. Estos autores señalaron que Broadbent (1958) elaboró la teorización de que existe un mecanismo que puede identificar un estímulo que solo es capaz de procesar uno a la vez (González y Ramos, 2006). Con su propuesta, discriminaba un “mecanismo” que analiza, filtra y determina si los atributos físicos del estímulo son suficientes para que siga su procesamiento, lo que denominó filtro selectivo.

Según esta posición, existen limitaciones para que el sistema pueda procesar una variedad de discriminaciones simultáneas; en consecuencia, este limita el procesamiento que ocurre junto con la evaluación de las características físicas del estímulo que entra. Este modelo plantea una sucesión en el procesamiento de la información donde la selección sucede antes de la identificación. Esto se denomina teoría del filtraje, puesto que expresa que los procesos perceptuales están coordinados de forma paralela y el proceso implicado en el reconocimiento del estímulo es de tipo serial.

El siguiente modelo es el de selección tardía, que plantea cómo la identificación de objetos familiares ocurre de manera selectiva y sin ningún tipo de limitaciones en cuanto a la capacidad de procesamiento. De acuerdo con su concepción, el número de entradas sensoriales no cambia la amplitud del procesamiento recibido por los estímulos ni el tiempo que le toma producirse.

Las limitaciones en la capacidad de procesamiento solo ocurren cuando se completa el análisis; conforme con esta definición, independientemente de lo que la persona atienda o no, los mecanismos neuronales identifican y clasifican los estímulos al procesar cualquier estímulo que entre, siempre que este provoque un efecto sensorial suficiente para permitirlo. Respecto con estos modelos, González y Ramos (2006) señalaron que se han producido otros modelos alternativos en épocas recientes, los que son referenciales para todo lo que se ha elaborado.

Por su parte, Londoño (2009) elaboró un cuadro resumen en orden de aparición en el escenario científico, en este sintetizó las teorizaciones más significativas sobre la comprensión del proceso atencional. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Modelos teóricos de atención

Autor	Año	Modelo teórico
Broadbent	1958	Modelo de filtro o “cuello de botella”, con base en las propiedades físicas de los estímulos cuando ingresan al procesador.
Deutsch y Deutsch	1963	Modelo de pertinencia. Sostiene que los estímulos que entran son sometidos a un análisis perceptual completo y la selección se produce en el extremo; es decir, casi al dar respuesta.
Treisman	1964	Modelo de la atenuación. La atención desatendida es atenuada; sin embargo, no rechazada totalmente; la localización en el “cuello de botella” es algo inflexible.
Norman	1968	Modelo de pertinencia. La selección del mensaje depende del conjunto de sus características sensoriales y las expectativas del organismo. La atención es, en este modelo, un mecanismo de abajo-arriba guiado por las expectativas cognitivas de la persona.
Kahneman	1973	Modelo de capacidad limitada. Este plantea la existencia de un límite superior para el número de cosas que se pueden hacer de forma simultánea, lo cual implica un procesador central de capacidad limitada que determina qué tanta atención se concede a diferentes tareas, esto depende de la cantidad de esfuerzo mental que implique.
Posner y Snyder	1975	Modelo de activación automática y atención consciente. Existe una diferencia conceptual entre el procesamiento automático y el procesamiento controlado. El primero es sin intención, puesto que no debe generar un conocimiento consciente y no debe interferir en ninguna otra actividad mental que sigue su curso; cabe añadir que la atención consciente tiene una capacidad limitada.
Shiffrin y Schneider	1977	Modelo de procesos controlados y automáticos. Este hace una diferencia entre el procesamiento automático y el procesamiento controlado. El procesamiento automático es rápido y flexible; mientras que el controlado es lento, seriado y flexible.
Allport	1980	Modelo de módulos. Rechaza el modelo de procesador central y propone diferentes módulos de procesamiento específico, estos son independientes y operan en paralelo.
Baddeley	1986	Su propuesta es la teoría de la síntesis, un procesador central, además de sistemas ordenados de manera jerárquica.
Posner, Petersen y Raichle	1990	Teoría atencional. Sistema de control atencional que posee una arquitectura de naturaleza modular compuesta por tres sistemas o redes atencionales: red atencional posterior, red atencional anterior y la red de alerta.
Tudela	1992	La atención como sistema de control: la atención como mecanismo cognitivo independiente de los diferentes sistemas de procesamientos (perceptivos, motores, de memoria, de aprendizaje).
García Orza y cols.	2002	El estudio del sistema atencional desde una aproximación neurocognitiva: la novedad de esta postura es que realiza un análisis empírico y teórico de la atención; de este modo, explica cómo operan cada una de las diferentes formas de atención y qué mecanismos neuronales están implicados en ellas.

Nota. Adaptado de “La atención: un proceso psicológico básico”, por O. Londoño, 2009, *Pensando Psicología*, 5(8).

Como se evidencia en la Tabla 1, se planteó un análisis de las perspectivas teóricas y neurofisiológicas con las que se abordan los modelos atencionales. En estos se resaltan los modelos atencionales selectivos que fundamentan sus postulados en el estudio de las propiedades físicas del estímulo. Este tipo perceptivo depende de un conjunto de rasgos sensoriales y de las motivaciones del organismo; asimismo, los modelos atencionales de capacidad limitada o de sistema de control parten de que la atención solo responde a un número de tareas, lo que supone que la capacidad de procesar la información se limita a un número de estímulos. Adicionalmente, los modelos atencionales, desde una perspectiva neurocognitiva, han realizado una especie de transición de una visión psicológica hacia una perspectiva neurológica; esta postura, en opinión del autor, permite conocer las estructuras cerebrales que operan en el proceso, las alteraciones y dónde se localizan, así como la bioquímica asociada con la atención y la citoarquitectura (Londoño, 2009).

5.2 COMPONENTES DE LA ATENCIÓN

La selección es tal vez el componente más estudiado de la atención. Así, la selección de los estímulos que serán procesados es importante, debido a las limitaciones en la capacidad de procesamiento. Sin este mecanismo, no se podría hacer frente a las diversas fuentes de estimulación distractora del entorno. Otros autores han discutido si la selección se basa en la localización del objeto o, por el contrario, en determinadas características específicas del estímulo. De acuerdo con Ríos et al. (2014), los componentes de la atención son los siguientes:

5.2.1 Vigilancia

También es llamada tensión sostenida, dado que posibilita que el procesamiento de la información y la acción se mantengan a lo largo del tiempo. En esa medida, existen evidencias de que el aspecto selectivo y sostenido de la atención pueden entenderse como procesos opuestos que proporcionan un equilibrio atencional al organismo. Desde este punto de vista, cuanto más se atiende a un estímulo específico del entorno, menos capacidad se tiene para detectar cambios fuera de ese objeto que es atendido.

5.2.2 Control

El control es la habilidad para mantener el procesamiento de información en el tiempo, esto con la presencia de distractores. Esto implica mantener la conducta dirigida a las metas. El término *control atencional* hace referencia a este aspecto de los procesos atencionales. En tal marco, la función de control se ha asociado, tradicionalmente, con el ejecutivo central, el cual se encarga de coordinar el procesamiento de la información en el cerebro. Asimismo, el complejo proceso de la atención implica el funcionamiento de varias estructuras cerebrales que trabajan sincronizadamente para procesar la información y controlar lo que se quiera analizar o entender en cualquier circunstancia. Entre estas, se encuentran las siguientes:

5.2.3 La formación reticular

Se ubica en el tallo cerebral y se relaciona con el almacenamiento de un estado de alerta en las personas. Asimismo, esta interviene en la regulación del sueño y la vigilia, por lo tanto, es responsable de la atención sostenida. Así, la formación reticular activadora ascendente se encarga de regular la entrada de información sensorial, la cual debe hacer un recorrido por las secciones superiores del tronco encefálico y realizar un relevo en los núcleos del tálamo hasta llegar a la corteza cerebral. Igualmente, se encarga de modular la selección de los estímulos que llegarán a la corteza cerebral, asociados con la activación de reflejos para la nutrición, la defensa y la orientación espacial. Adicional a ello, la formación reticular descendente está constituida por filamentos que tienen su origen en la corteza cerebral y en las secciones mediales y medio basales de los lóbulos frontal y temporal (Londoño, 2009).

5.2.4 Los colículos superiores

Están involucrados en la atención de la modalidad visual, debido a que permiten que el proceso de la atención pueda moverse de un objeto a otro. En esa medida, su función se asocia con el control de los movimientos oculares y conducir los estímulos externos al campo visual.

5.2.5 El tálamo

El tálamo posee una estructura llamada “el núcleo pulvinar”. A esta se le atribuye la regulación de la atención selectiva y, además, se encarga de filtrar la información para que, posteriormente, pueda ser analizada por otras estructuras.

5.2.6 El giro del cíngulo

Este hace parte de la corteza cerebral y participa al agregar contenido emocional a la información recibida con el fin de que se pueda presentar una respuesta acertada.

5.2.7 El lóbulo parietal

El lóbulo parietal forma parte del procesamiento y uso de los aspectos espaciales de la atención, dado que orienta la atención hacia los estímulos que se desean analizar. Este se encuentra involucrado directamente en las relaciones espaciales del cuerpo (la corporeidad) y con el espacio en el que se mueve (Londoño, 2009).

5.2.8 Los lóbulos frontales

Estos colaboran en la regulación de todos los procesos psicológicos. Igualmente, participan en las respuestas motrices de un estímulo, tales como el control voluntario de los ojos y a estímulos nuevos al realizar el trabajo más especializado de la atención. De igual modo, otra función consiste en la selección atencional visual-espacial. Junto con estas funciones, la corteza prefrontal participa en la inhibición o la demora en las respuestas que provienen de otras estructuras del hipotálamo, las cuales son determinantes en la secuencia y la organización de las respuestas (Londoño, 2009).

5.2.9 El cerebelo

Además de cumplir funciones reguladoras del tono muscular y los movimientos, supone el aprendizaje de tareas motoras y no motoras. En otras palabras, participa activamente en los procesos complejos de orden cognitivo, tales como el lenguaje, la memoria de trabajo, el razonamiento visual-espacial y la atención selectiva. Para ello, se comporta como un procesador que ajusta las respuestas de acuerdo con la información

que recibe del entorno; de este modo, anticipa las respuestas para darle fluidez a los procesos cognitivos.

Por su parte, Londoño (2009), con base en Hernández y Mulas (2005), indicó que su participación es semejante a la de un regulador del eje atencional en relación con el tiempo. A partir de esta función, se deriva su importancia en las patologías del neurodesarrollo, tales como el trastorno específico del aprendizaje (TEA) y el TDAH.

5.3 COMPONENTES QUÍMICOS

Los componentes químicos también son parte fundamental del funcionamiento del sistema atencional, estos incluyen los neurotransmisores, las hormonas y los péptidos. Entre ellos, se encuentra la acetilcolina, este es un neurotransmisor relacionado con la somnolencia. Dicho neurotransmisor registra sus mayores niveles al final de la tarde y en la noche; por otro lado, la adrenalina sirve para mantener los estados de alerta y la norepinefrina está asociada con la atención (Londoño, 2009).

A nivel cortical, la atención parece estar implementada en una red frontoparietal encargada de las transformaciones sensoriomotoras necesarias para guiar el comportamiento y controlar el flujo de información del sistema ventral (occipitotemporal) (Martínez y Fernández, 2013). En ese sentido, la alerta no solo ayuda a mantener un cierto grado de activación que puede permitir al individuo responder a la estimulación interna, sino que le posibilita estar alerta para la acción cuando hay indicadores de aviso. En efecto, más que un sistema único, la atención está asociada con varios procesos, como el mantenimiento de estados de alerta, la selección de la información y el control de la información; estos procesos no siempre se producen aisladamente en todas las situaciones

En síntesis, es posible distinguir entre atención sostenida o mantenida, la búsqueda de la información, la atención selectiva y la atención dividida. En esa medida, la alteración en uno o más de estos procesos puede provocar la aparición de un trastorno de atención (Calderón, 2003). Esto permite explicar el motivo por el que el estudio de niños con TDAH se ha orientado principalmente hacia estas formas de atención: selectiva, sostenida, dividida y la búsqueda de información (Belmar et al., 2013).

5.4 FACTORES QUE DETERMINAN LA ATENCIÓN

Existen algunos factores que determinan el sistema atencional. Estos pueden ser externos o extrínsecos, internos o intrínsecos, así como las deficiencias atencionales. Dentro de los factores externos se encuentran todos aquellos que proceden del medio externo: a) tipo de estímulos, tamaño, posición, color; b) cambio, cuando aparece un estímulo diferente que redirecciona la atención hacia este; c) repetición, si este se repite puede eventualmente perder la atención; d) contraste, los estímulos que evidencian contraste captan la atención; e) novedad, los estímulos nuevos pueden resultar atractivos e interesantes y captar la atención; f) carga emocional, aquellos estímulos que poseen una carga emocional tienden a captar la atención de la mente.

Ahora bien, dentro de los factores internos están aquellos propios del individuo, donde se incluyen las necesidades, las expectativas y los intereses, lo cuales dependen de cada persona. A pesar de que no es posible actuar directamente sobre ellos, una vez que se conocen es posible identificar en qué momento se puede focalizar su atención. Por su parte, García (1997) identificó los siguientes: a) el estado orgánico; es decir, las condiciones físicas del sujeto (hambre, sueño, fatiga o dolor); b) la emoción, este es un factor clave en la atención, puesto que el estado de ánimo focaliza o desvía la atención; así, los positivos (felicidad, paz, seguridad, confianza o armonía) pueden ser elementos que centren la atención. En cambio, los negativos (temor, frustración, tristeza, rabia o desesperanza) desvían la atención y dificultan la concentración; c) los intereses personales y la motivación, esto es, los factores que motivan o focalizan mejor la atención de las personas.

5.5 CARACTERÍSTICAS DE LA ATENCIÓN

Para García (1997), el proceso atencional posee las siguientes características: i) amplitud, esto se refiere a la cantidad de información, tareas o procesos que se pueden atender de manera simultánea; ii) intensidad, lo que implica la cantidad de atención que se le otorga a un objeto, tarea o actividad, esto varía de mayor a menor grado; iii) oscilamiento, es el cambio de fuente de interés para pasar a otra; iv) control, es la atención que se activa por las demandas del ambiente; para ello, es necesario el

esfuerzo, guiar los procesos, eliminar distracciones, bloquear las respuestas inapropiadas y mantener la atención pese al cansancio o el aburrimiento.

5.5.1 La atención selectiva

En cuanto a la atención selectiva, esta permite distinguir los estímulos relevantes dentro de un cúmulo de estímulos e información, esto le brinda al sujeto la posibilidad de seleccionar, procesar y descartar los que son válidos o si requiere de aquellos que no lo son. Este proceso consta de dos momentos: uno de selección de los estímulos adecuados dentro de aquellos que están ante el sujeto, y otro en el que selecciona la respuesta que dará de acuerdo con la información o el estímulo (García, 1997).

En ese sentido, la autora señaló que, en el momento de la selección atencional del estímulo, se conjugan dos elementos que la configuran: a) la atención focalizada, donde se trata de dirigir la atención hacia ciertos estímulos del ambiente, y b) la que ignora los estímulos que no son importantes (García, 1997). Esta última representa un cierto grado de complejidad, dado que se debe atender a múltiples estímulos que ameritan respuestas. Igualmente, algunos estímulos no son significativos, pero están allí. Estos hacen que la atención se desvíe y se convierta en distractor del proceso atencional.

5.5.2 La atención sostenida

La atención sostenida está dada por la actividad que le exige al individuo mantener la atención por amplios periodos; lo anterior requiere de mecanismos que posibiliten que mantenga el foco atencional. Así, la atención se puede mantener por un tiempo y, progresivamente, se pierde y se producen momentos en los que se reduce o empobrece su intensidad. De igual manera, se refiere a los problemas para mantener un cierto grado de activación o alerta en tareas repetitivas o monótonas. Esto se relaciona con los conceptos de rendimiento continuo, es decir, la tarea requiere una continua respuesta del sujeto, normalmente, en términos dicotómicos; o de vigilancia, esto es, la tarea requiere respuestas espaciadas, con periodos largos de alerta y control motor, [CPT II] (Conners et al., 2003).

Autores como García (1997) la han definido como “la actividad que pone en marcha los procesos y/o mecanismos por los cuales el organismo es capaz de mantener

el foco atencional y permanecer alerta ante la presencia de determinados estímulos durante periodos de tiempo relativamente largos” (p. 140). Por tal motivo, dichas tareas suponen esfuerzo y provocan siempre un deterioro en la ejecución; en este sentido, dicho deterioro atencional puede medirse de dos maneras:

En primer lugar, por la función de decremento o menoscabo atencional, es decir, por el declive progresivo en la ejecución que, en adultos, suele situarse entre los 20 y los 35 minutos; en segundo lugar, por el resultado final o a nivel de capacidad atencional. Por lo tanto, en el proceso de investigación básica, el menoscabo atencional suele tener más valor que la propia capacidad atencional. (Barceló, 2016, p. 12)

Sin embargo, en la clínica, la medida de capacidad puede y, de hecho, tiene un lugar central. Así, en el trabajo experimental pueden diseñarse pruebas de larga duración, complejas y con parámetros más controlados, los que, en la práctica clínica, muchas veces serían difíciles de mantener.

De esta manera, como se explica en el caso de la CSAT, a partir de un paradigma experimental se ha pretendido una adaptación para un uso rápido en el ámbito clínico y educativo. Al aludir a los conceptos implicados en la atención sostenida, implícitamente, se da una entrada a dos tipos de tareas interrelacionadas, pero diferenciables, las cuales constituyen la atención sostenida: las tareas de ejecución continuán (CPT) y las tareas de vigilancia (TVI). Por supuesto, en ambos casos, se trata de tareas simples y dirigidas, específicamente al mecanismo atencional. En esencia, las CPT son tareas donde el niño debe emitir constantemente algún tipo de respuesta dicotómica (confirma y/o rechaza el estímulo) durante periodos prolongados; mientras que en las TVI debe permanecer alerta y solo responder, de vez en cuando, ante la presencia de un determinado estímulo objetivo o *target*. En efecto, existe cierta tendencia a proponer el mismo término “CPT” para ambos tipos de prueba, pero de forma parcial; aunque si bien se centran en el mismo mecanismo atencional, lo hacen desde paradigmas diferentes.

5.5.3 La atención dividida

El caso de la atención dividida pretende dar respuesta a múltiples estímulos del ambiente. De esa manera, atiende todo lo que requiere atención y es importante para la actividad que se realiza. Así, las tareas deben ejecutarse de manera simultánea, lo que amerita estrategias que hagan eficaz el proceso atencional.

5.6 MANIFESTACIONES OBSERVABLES DE LA ATENCIÓN

Para fines teóricos y prácticos, García (1997) planteó algunos indicadores de la atención que pueden ser significativos en el abordaje de investigaciones en el campo y para efectos de evaluaciones del proceso atencional. En ese sentido, la primera es la actividad cortical, esta incluye lo siguiente:

- **La actividad electroencefalográfica:** se evidencia cuando la intensidad de la atención es alta y esta se registra como una respuesta electroencefalográfica denominada “patrón de activación” o “desincronización electroencefalográfica”. Se trata de la desaparición del ritmo alfa de las ondas que se mueven entre los ocho y los 10 cps, y se sustituye por un ritmo beta más rápido de entre 18 a 30 cps.
- **Los potenciales evocados:** representan la aparición de una variación negativa eventual cuando el sujeto espera un estímulo y está preparado para realizar los movimientos necesarios cuando aparezca dicho estímulo. Para ello, se han identificado unas ondas típicas de actividad atencional que se distinguen como a. P100 cuando se procesan estímulos visuales; b. P300 ante situaciones de expectativa e incertidumbre; c. N1 relacionado con el proceso de información auditiva.

La segunda es la actividad del sistema nervioso periférico, conformada esta por la actividad electrodérmica. Esta se encuentra asociada con la respuesta de orientación, así como con el proceso de habituación, puesto que mide la intensidad de la atención, los estados de alerta y la vigilia.

- **Actividad electromiografía:** se incrementa en la medida en que sea necesario un mayor esfuerzo atencional. De este modo, se define como un indicador de los niveles de activación y vigilia del organismo.
- **Actividad cardiovascular:** a mayor nivel de exigencia de atención y esfuerzo, se pueden producir fluctuaciones significativas en el ritmo cardíaco.
- **Tamaño pupilar:** se evidencia en la dilatación de la pupila ante un estímulo novedoso e interesante, o cuando, por la naturaleza del estudio, requiere mayor atención y esfuerzo.

La tercera consiste en la actividad motora, la cual es más estudiada como indicador de atención, debido a que son los movimientos oculares lentos que siguen a ciertos estímulos móviles y de interés para el sujeto. Asimismo, incluye los movimientos sacádicos, es decir, los movimientos rápidos y bruscos (250 ms), pero esenciales en los pasos de exploración y búsqueda. Estos se relacionan con la oscilación de la atención.

La cuarta se basa en la actividad cognitiva: para medir esta actividad se utiliza el tiempo de reacción, la detección, la discriminación, los juicios acerca de igual-diferente de un patrón de comparación de elementos, recuerdos y asociación, identificación y reconocimiento, y búsqueda de información, rasgos o características.

5.7 EVALUACIÓN DE LA ATENCIÓN

Para Onandia et al. (2019), los procesos atencionales pueden ser evaluados desde varias perspectivas, puesto que el diagnóstico de alteraciones de la atención puede facilitar el diseño del plan de intervención que responda a las necesidades de cada paciente. Luego del diagnóstico inicial y las primeras observaciones de los intercambios verbales, es posible que se tenga una visión completa de los fenómenos psicopatológicos que afectan al paciente.

Por su parte, Vázquez et al. (2017) señalaron que, en el caso concreto de la evaluación del TDAH, y por su experiencia en el caso de la evaluación de los procesos o subprocesos atencionales, las evaluaciones están siempre influenciadas por otros factores; por lo tanto, no es posible evaluar aspectos concretos separados de otras

funciones, en vista de que la atención subyace a otros procesos cognitivos. De acuerdo con lo expresado, esta consideración justifica las diferentes técnicas de análisis y los diversos modelos y métodos que se emplean para ello.

De este modo, se propuso realizar la evaluación neuropsicológica, la cual posibilita realizar una interpretación de los resultados. Esta evaluación atiende a modelos teóricos referenciales de los procesos cognitivos que fueron objeto de evaluación, con el fin de integrar los resultados cuantitativos y cualitativos para interpretar el funcionamiento neurocognoscitivo del sujeto.

Más tarde, Vázquez et al. (2017), con base en el modelo de Sohlberg y Mateer (1987; 2001), quienes evaluaron pacientes con daño cerebral en distinto grado y nivel de recuperación, plantearon unos elementos que se pueden implementar en la evaluación clínica; asimismo, jerarquizaron los subprocesos atencionales. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Subprocesos atencionales para la evaluación

Subprocesos	Descripción
Arousal	Capacidad de estar despierto y mantener la alerta. Implica la activación general del organismo.
Atención focal	Habilidad para enfocar la atención a un estímulo.
Atención sostenida	Capacidad de mantener una respuesta, de forma consistente, durante un periodo prolongado.
Atención selectiva	Capacidad para seleccionar, entre varias posibles, la información relevante a procesar o el esquema de acción apropiado (inhibiendo la atención de unos estímulos mientras se atiende a otros).
Atención alternante	Capacidad que permite cambiar el foco de atención, de forma sucesiva, entre tareas que implican requerimientos cognitivos diferentes.
Atención dividida	Capacidad para atender a dos estímulos al mismo tiempo. Habilidad para distribuir los recursos atencionales entre diferentes tareas.

Nota. Elaboración propia

De manera complementaria, Vázquez et al. (2017), citando a Ríos y Muñoz (2004), propusieron un esquema que se elabora con base en tres factores cognitivos y un factor relacionado, esto realizó con el propósito de elegir la evaluación neuropsicológica más apropiada para cada caso. Así, la evaluación neuropsicológica de los subprocesos atencionales será lo más completa posible. En esa medida, la estructura se presenta de este modo: los tres elementos del modelo factorial, el control de la interferencia, la flexibilidad cognitiva y la memoria operativa están cubiertos bajo el término “control atencional”; de igual modo, el factor relacionado o la velocidad de procesamiento de la

información evidencia una característica fundamental del sistema en el que está implementada la atención en su representación esquemática.

Figura 1. Estructura factorial de la atención



Nota. Tomado de “Evaluación neuropsicológica de TDAH”, por Vázquez et al. (2017, *Lex Localis Press*, 55.

La evaluación de niños que presentan TDAH, para implementar cualquier forma de intervención o tratamiento, se debe realizar en consideración con múltiples criterios e indicadores. Desde la perspectiva neuropsicológica, incluye lo siguiente: entrevista clínica, registros médicos y psicofisiológicos, escalas sintomatológicas y conductuales. Para ello, se han creado distintos instrumentos de evaluación y medición llamados “baterías cognitivas” o “exploraciones neuropsicológicas”.

A continuación, se presentan algunas de las evaluaciones que, a manera de referencia, permitirán apreciar la evolución de estos instrumentos. Estas evaluaciones tienen en cuenta la base teórica y metodológica que sustentó su diseño. En ese sentido, uno de los criterios consiste en la especificidad durante el proceso atencional, el otro consiste en la integralidad. Estos, por contradictorios que parezcan, consideran, según Musso (2009), los principios de desarrollo y funcionamiento de los micro procesos de la mente en el momento en que se piense en la forma de medir estas funciones.

Por otro lado, estas tareas requieren esfuerzo y provocan, siempre, un deterioro en la ejecución; este deterioro puede medirse de dos maneras: en primer lugar, por la función de decrecimiento o menoscabo atencional, debido al declive progresivo en la ejecución que, en adultos, suele situarse entre los 20 y los 35

minutos. En segundo lugar, por el resultado final o el nivel de capacidad atencional. En la investigación básica, el menoscabo atencional suele tener más valor que la propia capacidad atencional, pero, en la clínica, la medida de capacidad tiene un lugar central; el problema es que, en el trabajo experimental, pueden diseñarse pruebas de larga duración, complejas y con parámetros más controlados que en la práctica clínica serían difíciles de mantener. (Sosa, 2016, p. 3)

Por esta razón, como ocurre en el caso de la Children Sustained Attention Task (CSAT) que parten de un paradigma experimental, se ha pretendido una adaptación para un uso rápido en el ámbito clínico y educativo; por lo tanto, la atención sostenida se evalúa por medio de pruebas de ejecución, como la prueba de los Cinco Dígitos de Manuel Sedó.

De acuerdo con Soroa et al. (2009), la Prueba de Retención de Dígitos de la escala de inteligencia para niños WISC-III, es una prueba para personas de entre seis y 16 años. En efecto, esta requiere que se repitan una serie de dígitos que el experimentador lee en voz alta y a la velocidad de un dígito por segundo. Consta de dos partes: dígitos en orden directo que abarcan de tres a nueve dígitos en extensión y dígitos en orden inverso que contiene series que van de dos a ocho dígitos.

Test de las variables atencionales (Test of Variables of Attention, TOVA): es una prueba basada en una prueba de ejecución continua. Dicha prueba no posee un componente de lenguaje ni está afectado por el efecto de la práctica. Así, consta de dos partes, una visual y otra auditiva: la visual está compuesta por dos figuras geométricas simples y la parte auditiva por dos tonos. En ese sentido, el niño debe presionar cada vez que aparecen los estímulos diana, sea el auditivo o el visual. Por otro lado, el TOVA busca ser largo, sencillo y aburrido, con una modalidad auditiva y visual en edades a partir de cuatro años y una duración de 21 minutos (Soroa et al. 2009).

Test de atención de la vida diaria para niños (Test of Everyday Attention for Children, TEA-Ch): el TEA-Ch está compuesto por nueve subpruebas y basado en el Test of Everyday attention. El objetivo del TEA-Ch radica en adaptar medidas de

evaluación de la atención que han sido eficaces en los adultos, para utilizarlas en niños de entre seis y 16 años (Soroa et al., 2009).

Otro de los objetivos es reducir, al máximo, las demandas motoras, de memoria, de agudeza perceptiva, de velocidad motora, de comprensión o del tiempo que se les solicita a los niños para que mantengan su atención. Estos autores han buscado que las pruebas sean atractivas para los menores; a continuación, se presentan aquellas que evalúan la atención sostenida, selectiva o ambas. La edad de esta batería es de seis a 16 años. (Soroa et al., 2009, p. 1)

La prueba de Stroop: se encarga de evaluar la atención sostenida, selectiva y la capacidad de inhibición de una conducta verbal automática. Por lo tanto, el niño debe leer, durante 45 segundos, una primera hoja con cuatro columnas en las que aparecen escritos nombres de colores (verde, rojo, azul). A continuación, debe nombrar el color de la tinta con la que están impresas una serie de “x” en la misma disposición que la hoja anterior y durante el mismo tiempo; finalmente, debe decir el color de la tinta con la que están escritos los nombres de los colores (verde, rojo, azul). Esta prueba tiene una duración de 45 segundos en cada hoja. Su modalidad es visual y se realiza en edades de ocho años en adelante (Soroa et al., 2009).

El d2: se trata de una medida para evaluar la velocidad de procesamiento, la atención sostenida, la percepción visual y la velocidad visomotora. La prueba consiste en 14 líneas con 47 letras por línea (total de 658 elementos por hoja) en las que aparecen impresas las letras “d” y “p” con una o dos comillas encima o debajo de la letra. En esa medida, el niño debe tachar la letra “d” que tenga dos comillas, sea una arriba y otra abajo, dos arriba o dos debajo; el niño tiene 20 segundos para realizar cada línea. Una vez transcurridos, se le indica “cambio de línea”. Esta prueba tiene una duración de 280 segundos, se presenta bajo la modalidad visual y se realiza en edades que oscilan desde los siete años hacia adelante (Soroa et al., 2009).

Por último, la atención sostenida es entendida como la habilidad para mantener la atención consciente o la vigilancia durante largos periodos. En ese orden de ideas, la vigilancia o la atención sostenida asegura que esas metas se mantengan en el tiempo. “Respecto a su evaluación, esta puede medirse con instrumentos como el Test D2 de

Brickenkamp y Gómez (2012), cuyo propósito radica en medir de forma rápida y precisa”. Estos dos aspectos, aplicados al d2, se reflejan en tres componentes de la conducta atencional.

5.8 ESTUDIOS PARA EVALIUAR LA ATENCIÓN

En el marco de la psicología cognitiva se han desarrollado estudios bajo diversos paradigmas experimentales, donde todos los factores que intervienen deben ser considerados para garantizar resultados adecuados. Así, en el estudio de la atención sostenida y selectiva, los paradigmas empleados se vinculan con las tareas que utilizan procedimientos en los que aparezca una sola tarea o un canal de estímulos; pese a ello, si se pretende estudiar la atención dividida se ejecutan procedimientos donde estén involucradas tareas de forma simultánea (López y García, 2004). Dentro de los más utilizados, se encuentran los siguientes:

5.8.1 Técnica de la escucha dicótica

Pertenece al grupo de las tareas de escucha. Para llevarla a cabo, se emplean auriculares. Los estímulos que se presentan al individuo son efectivos, puesto que los estímulos distractores no afectan la prueba, es decir, no importa que existan movimientos de los órganos sensoriales. La técnica de la escucha puede ser binaural cuando se presentan dos mensajes, ambos por los oídos y de forma simultánea, y, por consiguiente, se realiza una escucha selectiva de un solo mensaje –o dicótica–; en otras palabras, el participante escucha dos mensajes de forma simultánea, pero cada uno aparece presentado por un oído.

En esta tarea, las finalidades pueden ser dos: se le puede solicitar que recuerde todo el mensaje que se le indica (memoria dicótica) o consistir en que se detecte en el mensaje la presencia de *targets* e ítems indicados (detección dicótica); esto sirve para establecer que el individuo, durante la prueba, centró su atención en una sola tarea. En este punto aparece la variante de la escucha dicótica, esta es conocida como la técnica del sombreado; además, se introdujo otra variante llamada “amplitud de memoria dividida”.

- La técnica del sombreado fue creada en 1953 por Cherry, y está dirigida al estudio de la atención selectiva al tratarse de una escucha selectiva en la que se le presentan al participante dos mensajes diferentes, cada uno por un oído distinto, siendo uno de ellos el mensaje relevante que deberá repetir o reproducir en voz alta inhibiendo el mensaje irrelevante que estará escuchando por el otro oído. (Villarraig y Muiños, 2017, p. 19)

A través de la variante de amplitud de memoria dividida se estudia la atención dividida. En ese sentido, al participante se le presentan dos mensajes sucesivamente; por lo tanto, se le solicita que repita ambos mensajes una vez los haya escuchado (López y García, 2004). Las variables empleadas son el intervalo temporal y el orden de repetición de los mensajes.

5.8.2 Paradigma de doble tarea

Estudia los procesos de atención dividida y analiza los mecanismos que intervienen en la división de la atención. Para ello, se le proponen dos tareas que debe realizar simultáneamente. Existen dos procedimientos (Lavigne y Romero, 2010) para la ejecución de este paradigma:

Se le presentan las dos tareas y se le asigna, a cada una de ellas, una prioridad, existe una tarea primaria cuya realización es la prioridad y, por otro, la tarea secundaria que debe ser realizada a la misma vez sin prioridad en la realización.
(p. 19)

Para ejecutar esta tarea, se establecen pasos que se deben realizar independientes del procedimiento utilizado (López y García, 2004). Por tal motivo, las tareas propuestas deben ser ejecutadas previamente, de forma separada, por el individuo que se va a someter a la tarea. Asimismo, se establece un indicador denominado “línea base” que sirva de patrón para comparar los resultados de cada ejercicio. En la realización de la prueba, se manipula el nivel de la tarea primaria, con lo que se analizan y comparan los distintos resultados.

5.8.3 Paradigma de búsqueda visual

Es una tarea de búsqueda visual en la que se expone al participante a visualizar ítems en un determinado encuadre; igualmente, se le solicita que indique si se encuentra presente algún *target* predeterminado (Calderón, 2003). En esta tarea se incluyen ítems distractores que reciben el nombre de *distractors* y pueden provocar una interferencia en la rapidez de respuesta del individuo. En relación con la realización de la tarea, esta se puede ejecutar de dos tipos: el paradigma de búsqueda positivo –en el que el *target* preseleccionado se encuentra en el visionado del encuadre–, y el paradigma de búsqueda negativo –cuando en el encuadre solo aparecen *distractors*.

Respecto con la búsqueda del ítem objetivo (*target*), el sistema realiza una búsqueda paralela siempre que el *target* aparezca definido con una característica simple, como el caso de identificar una letra de color rojo entre varias negras. Los paradigmas de búsqueda pueden clasificarse como paradigmas de búsqueda de memoria cuando se desea estudiar la respuesta del participante en función de la manipulación del tamaño del *memory set*, así como de búsqueda visual cuando aquello que se pretende estudiar es la respuesta del participante cuando varía el tamaño del encuadre.

5.8.4 Paradigma de priming

Estudia el procesamiento preatencional que tiene lugar momentos antes de que aparezca un estímulo que el participante espera conscientemente. Para llevar a cabo esta prueba, se presentan dos estímulos: el *prime* sirve como estímulo de señal para alertar al individuo de que el estímulo *target* va a aparecer y obtener una mayor respuesta ante el objetivo, por lo tanto, el *prime* no tiene valor informativo. Posterior a la aparición del *prime*, se deja un tiempo denominado “intervalo entre estímulos”. Este determina un *priming* positivo si facilita el procesamiento del *target* que aparece a continuación, o *priming* negativo si dificulta el procesamiento del *target*. Luego, se presenta el estímulo prueba o el *target* (Calderón, 2003). A partir de este paradigma se estudian las variables de relación entre el *prime* y el *target*, el tiempo entre ambos estímulos, el grado de consciencia que el participante tiene sobre el *prime* y la modalidad de los estímulos presentados.

5.8.5 Paradigma de costes y beneficios

En este paradigma se encuentran presentes dos estímulos: el de señal, que se presenta primero; y el estímulo prueba, influido por la aparición del estímulo señal. En efecto, este es uno de los paradigmas que se emplean coordinadamente con las tareas de detección y búsqueda visual. De esta manera, se establecen tres situaciones denominadas “condiciones experimentales”: la condición de beneficio, la condición de coste y la condición de control (Vázquez et al., 2001). Al realizar esta tarea en función de la condición creada, se observan unos tiempos de reacción del participante, con ello se minimizan los costes y la condición de beneficio. Sobre la condición de coste se podría afirmar que es aquella que ofrece un tiempo de respuesta más elevado.

5.8.6 Paradigma de Stroop

La tarea de Stroop fue formulada en 1935 por Stroop. En términos generales, se trata de una tarea de interferencia que tiene el objetivo de comprobar si el tiempo de ejecución y el número de errores cometidos al llevarla a cabo están relacionados con la interferencia que se produce en la realización. En esa medida, durante esta tarea se le presenta al participante varias palabras escritas en tinta de diferentes colores y se le solicita que nombre el color de la tinta que la palabra tiene impresa. Al principio, no parece que vaya a generar algún inconveniente, puesto que todas las personas creen tener la capacidad de identificar un color y nombrarlo.

No obstante, en la realización de esta prueba se pueden dar tres condiciones: a) condición de facilitación o no interferencia: el color de la tinta coincide con la palabra escrita (por ejemplo, “naranja”); b) condición de control: la palabra que está escrita no es un color ni tiene relación con los colores (por ejemplo, “vaso”); c) condición de interferencia: las palabras que son presentadas son los nombres de los colores y la tinta en la que están impresas no corresponde con el color de la palabra (Flavell, 2000). Como resultado, en la realización de esta prueba se ha observado que la condición de interferencia es la que ofrece peores resultados.

5.8.7 Tareas de vigilancia

Acerca de este tipo de tarea, es pertinente mencionar lo siguiente:

Estudia el punto donde se produce un menoscabo de la atención y un deterioro de la ejecución cuando se demanda que la atención sea mantenida durante un periodo de tiempo de, al menos, una hora, esta tarea ayuda en el estudio de la atención sostenida. Para realizarla, se encuentra durante una hora recibiendo señales o estímulos imprevisibles que son conocidos como señal crítica; la tarea indicada al individuo es detectar esta señal en el momento en que aparezca. Las características comunes a este tipo de tareas son: la modalidad es visual o auditiva, las señales siempre resultan simples por muy complejas que sean y se utilizarán señales positivas, aunque se pueden usar negativas. (Lavigne y Romero, 2010, p. 23)

Cuando se utilizan este tipo de estudios, se observa cómo se produce la pérdida de la atención cuando el participante lleva un tiempo en la realización de una tarea que exija atención. Por ende, esta pérdida de la atención se produce luego de 30 minutos de comenzar a ejecutar la prueba y se nota debido a que el participante tarda más en reaccionar ante los estímulos o comete errores que pueden ser de omisión por no detectar la señal crítica o de comisión cuando cree detectar falsamente el estímulo. En esa medida, entre mayor es el tiempo de ejecución de la tarea, mayor deterioro se observa, puesto que incrementa el tiempo de reacción y se produce una disminución en la precisión de la respuesta, esto como consecuencia de la disminución de la atención (Vázquez et al., 2001).

Para evaluar la atención sostenida se emplea la prueba computarizada de Conners Continuous Performance Test II (CPT-II) (Conners, 2004). el Dr. Keith Conners fue quien diseñó este test, al realizar una investigación exhaustiva sobre TDAH a nivel mundial. La prueba es ampliamente utilizada a nivel mundial. Autores como Homack y Riccio (2006), por ejemplo, indicaron que la prueba proporciona resultados objetivos para el estudio de la hiperactividad.

Por otra parte, Zane et al. (2016) sostuvieron que la prueba es útil para evaluar la capacidad de las personas. Igualmente, Bravo et al. (2017) señalaron que el test es

apropiado para diferenciar los grupos clínicos y no clínicos. Lo anterior constituye una fuente objetiva que aporta información eficaz sobre el TDAH en los niños. Asimismo, la prueba mide la atención sostenida, puesto que está diseñada para ser aplicada a niños mayores de seis años. Esta prueba consiste en un juego que busca mejorar el ordenador de estímulos visuales que son proyectados en la pantalla de un ordenador computarizado, donde el niño selecciona la opción que cree correcta de los seis bloques de 20 letras presentados, excepto la letra “X”; los bloques son presentados con intervalos de 1,2, y 4 segundos. En ese sentido, el CPT II evalúa la competencia atencional de manera global y suministra información del nivel de concentración-atención sostenida de los sujetos en la realización de una tarea prolongada; de igual modo, puede medir el control motor y la memoria trabajo, estas son competencias indispensables en el proceso cognitivo del aprendizaje escolar.

Igualmente, la prueba debe ser administrada de manera individual y por un espacio de 15 minutos, con la finalidad de medir el espacio de tiempo de la respuesta, los cambios de reacción, las precisiones y los errores, así como la velocidad en la que son capaces de procesar la información. Para la evaluación de los resultados, se utiliza una escala con indicadores, como se puede observar a continuación. (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Indicadores para medir resultados del Test II (CPT-II)

Criterio	Indicador
Aciertos	N- veces que el sujeto marcó correctamente ante la presentación de la “X”.
Errores de omisión	N- veces en que el sujeto no seleccionó la “X”.
Tiempo de reacción de los aciertos	Tiempo de respuesta en segundos para identificar la “X”.
Errores de comisión	N- veces en que el sujeto creyó identificar la “X” y no presionó.
Errores de espera	N- veces en que el sujeto marcó sin haberse presentado la “X”.

Nota. Elaboración propia

Para la evaluación de los déficits y el tipo inatentos restrictivos se tiene como resultado la predominancia de la selección al estímulo correcto. De esta manera predominarán los errores de omisión. De igual modo, para los impulsivos hiperactivos con atención sostenida por su impulsividad, habrá predominancia en la misma proporción de los errores de espera y comisión. Por otro lado, en relación con el subtipo

combinado donde está afectado la atención sostenida y selectiva, hubo puntuaciones similares en errores de omisión, comisión y de espera.

5.9 EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS DE ATENCIÓN

Se podría señalar que los modelos atencionales han evolucionado desde los clásicos modelos de selección estimular y de recursos limitados a los modelos más actuales de activación (Álvarez et al., 2007). En ese sentido, ambos sustentan que no existe limitación en la capacidad atencional; por lo tanto, cada persona forja su propio potencial atencional. Este no solo está determinado por elementos cognitivos, sino por elementos cognitivos y afectivos, cuya interacción se concreta en el primer modelo neoconexionista de la atención y muestra cambios en la capacidad de atención a través de la práctica continua; en efecto, dichos cambios se producen en la atención selectiva y en la sostenida.

Por otro lado, los procesos de atención sostenida se inician con una fase de selección espacial; de allí, se pasa a otra basada en las características del objeto (Vázquez et al., 2001). Dicho esto, Barkley (1997) planteó que, cuando el estudiante sufre déficit de atención, suele manifestar problemas en el aprendizaje, principalmente, en las matemáticas y la lectura, dificultades que no serían superables con fármacos, dicha problemática corresponde a fallos en la red ejecutiva y de vigilancia. En ese sentido, los problemas de atención presentes en la mayoría de estos alumnos suelen ir acompañados de reducción en el procesamiento de la información; de este modo, se afecta el aprendizaje y el rendimiento académico.

Adicionalmente, ciertas dificultades podrían deberse a una incapacidad para focalizar y concentrar la falta de motivación hacia la tarea (Félix, 2005), no ser capaz de cambiar, de forma flexible, el foco atencional para atender a dos o más elementos importantes, la falta de un nivel de activación adecuado o la carencia de estrategias atencionales (Santana et al., 2016). En esa medida, la red ejecutiva sería la responsable del control voluntario de la memoria operativa y de la selección de identificación estimular; en cambio, la red de vigilancia se relacionaría con el grado de activación requerido para ejecutar una tarea. El grado de activación puede variar según la dificultad

de la tarea y puede medirse a través de los cambios de actividad beta-theta, así como los que tienen una estrecha relación con el metabolismo cerebral y el riego sanguíneo.

En resumen, el aprendizaje y la memoria son dos procesos psicológicos profundamente relacionados y constituyen momentos con los que los organismos manejan y elaboran la información proporcionada por los sentidos. Así, en los estudios de memoria y aprendizaje se distinguen las actividades de almacenamiento (codificación) y recuperación (recordar) (Flavell, 2000). En este sentido, Ruiz (1994) planteó que los eventos atendidos se recuerdan mejor que los no atendidos:

La atención abre el acceso a la memoria, por ello, es más probable que se recuerden los estímulos que se atienden, es decir, lo que se sabe parcialmente determina aquellos aspectos del arreglo sensorial hacia los estímulos a los que se atiende (Ramírez, Arenas y Henao, 2005), así, la memoria de trabajo yace en la interface entre lo conocido (memoria de largo plazo) y lo que en el presente se percibe (sistemas sensoriales). Por lo tanto, este sistema de memoria contribuye a la influencia de la memoria sensorial en la modificación de la memoria a largo plazo y a que esta dirija los procesos de atención. (Belmar et al., 2013, pp. 14-15)

5.10 MANIFESTACIONES DE LA ATENCIÓN EN EL TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN

Conforme con el tipo de TDAH, existen diferentes problemas de atención. En los niños con predominio desatento se revelan deficiencias en la rapidez de procesamiento de la información y déficits en la atención selectiva; mientras que en los niños con predominio hiperactivo-impulsivo se ve afectada la atención mantenida y la capacidad para no atender los estímulos irrelevantes; en otros términos, dichos infantes presentan problemas para mantener la atención y considerar solo los estímulos relevantes en la ejecución de una tarea.

Como consecuencia, una dificultad básica en la atención selectiva hace que la atención sostenida se vea perjudicada. De este modo, ambos problemas se encuentran directamente relacionados con el aprendizaje y las pautas de comportamiento. Por tal razón, un déficit en la atención involucra, en mayor o menor grado, los aspectos citados.

La falta de atención en los niños con TDAH se evidencia en el aula y en el hogar, lo que exterioriza desatención en las tareas escolares y en las actividades lúdicas, dado que cometen errores y descuidos en la realización de tareas, parecen no escuchar cuando se les habla directamente, dejan las actividades sin terminar, evitan tareas que requieren un esfuerzo mental sostenido, son descuidados con sus objetos personales, se distraen fácilmente con estímulos irrelevantes, y son descuidados y olvidadizos en las actividades diarias.

Las teorías cognitivas del TDAH atribuyen a este trastorno síntomas como la impulsividad, la pobre inhibición conductual y los déficits en el funcionamiento ejecutivo. Por otra parte, algunos estudios han planteado la posibilidad de que los subtipos inatento y combinado presenten diferentes disfunciones cognitivas (Barkley, 1997). De tal modo que se les atribuye a los individuos con TDAH tipo combinado problemas en la atención sostenida, desinhibición, comportamiento disruptivo y rechazo social. Asimismo, a los TDAH de subtipo inatento se les atribuyen alteraciones en la atención focalizada, las que dan lugar a problemas de atención selectiva, pasividad y retraimiento social.

Asimismo, las pruebas de memoria visual, auditiva y semántica de niños con TDAH inatento y combinado revelan la falta de estrategias para recordar tareas pasadas, puesto que presentan déficit en la atención sostenida, en la memoria visual y el control inhibitorio (Bará et al., 2003), así como incapacidad de inhibición y demora en la respuesta. Ahora bien, si se tiene en cuenta el concepto de recuerdo como un proceso activo que utiliza estrategias, métodos y códigos apropiados, el bajo rendimiento en tareas de memoria se fundamentaría en la escasa capacidad para seguir una secuencia desconocida.

No obstante, los estudios han señalado que, si bien se hallan marcadas diferencias entre los subtipos, en los correlatos psiquiátricos y de impacto social, se presentan escasas diferencias respecto con el funcionamiento cognitivo, así, los grupos con TDAH manifiestan, en general, menor velocidad de procesamiento, menor capacidad de inhibición para controlar la presencia de estímulos irrelevantes, déficits en la atención sostenida, déficits en la memoria

de trabajo visual, impulsividad, déficit en la capacidad de planificación y mayor eficiencia respecto con el grupo control. (Belmar et al., 2013, pp. 16-17)

5.11 ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL

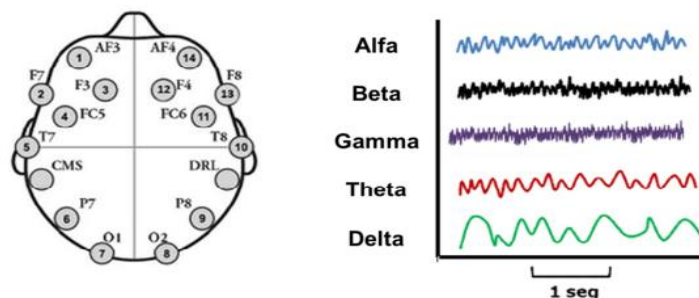
5.11.1 Definición

La actividad eléctrica cerebral genera las funciones cerebrales. Al respecto, Niripil y Sciotto (2020) explicaron que se trata de complejos procesos bioquímicos que permiten que ocurra la actividad eléctrica; esto implica el paso de una neurona a otra. En otras palabras, consiste en una actividad constante que varía según las circunstancias y el estado de ánimo del individuo, lo que es medido en microvoltios. Asimismo, de acuerdo con la frecuencia de descarga de las neuronas, habrá diferencia en dicha actividad cerebral; de hecho, lo anterior se asocia con los momentos del día.

Esto se registra mediante variados sistemas que sirven para medir esta actividad, se trata del EEG y potenciales evocados. Para medir y registrar esta actividad, es preciso el uso de un electroencefalógrafo, cuyo dispositivo, a través de ondas, representa esta actividad. Berger (2011) fue el primero en descubrir que los patrones de actividad eléctrica del cerebro se podían registrar por medio de una serie de electrodos colocados en distintos puntos del cráneo. Dicha técnica puede ser no invasiva; sin embargo, hace un tiempo se ubica en la corteza cerebral o intracerebral directamente, con el fin de registrar la actividad neuronal en tiempo real.

De manera análoga, la actividad eléctrica cerebral posee unas propiedades particulares: frecuencia y potencia. Así, la frecuencia es el número de ondas que se pueden registrar en un segundo y es medida por segundos o hercios. Por su parte, la potencia se refiere a la altura que logra alcanzar cada onda en el registro y es medida en microvoltios. A su vez, la frecuencia en la actividad eléctrica cerebral se clasifica en cinco tipos de ondas: *alfa*, *beta*, *gamma*, *theta* y *delta*; las *betas* se dividen en *beta* inferiores y *betas* superiores.

Figura 2. Ubicación de los electrodos (sistema internacional (10-20) y frecuencias de las ondas cerebrales



Nota. Tomado de Electroencefalografía (EEG) y diversas manifestaciones del movimiento: una revisión del 2000 al 2017, por C. Maureira y F. Flores, 2018, *Emásf, Rev. Digital de Educación Física*, 9(51).

Por otro lado, el registro de la actividad eléctrica cerebral se evidencia mediante el registro que hace el EEG, esto refleja la actividad de las cinco diferentes ondas. En esa medida, las *alfas* tienen un rango de 8-12 Hz, típicas de un sujeto despierto, relajado y con los ojos cerrados; las *betas* tienen un rango de 13-30 Hz, el sujeto está despierto y realiza una actividad intelectual; las *gammas* tienen un rango de >30 Hz, asociado con la percepción consciente; las *thetas* tienen un rango entre 3,5-7,5 Hz, puesto que se está ante un sujeto que presenta un sueño liviano; las *deltas* tienen un rango entre 1-3 Hz, el sujeto se halla en un sueño profundo.

De igual modo, Maureira y Flores (2018) afirmaron que las ondas están dentro de un subtipo de las ondas *alfa*, las cuales se evidencian en las áreas motoras centrales del cerebro, específicamente en la zona rolándica asociada con la planificación y la ejecución motriz. Además, estos autores destacaron la importancia del estudio de la actividad eléctrica cerebral para reconocer los efectos del ejercicio físico y su aporte en la modificación de la actividad neurofisiológica, así como en mejoras relacionadas con los procesos cognitivos, como la atención (Maureira y Flores, 2016).

En su estudio, Flores et al. (2020) analizaron el comportamiento no lineal de oscilación *beta* (13-30 Hz), por lo tanto, lo evaluaron a través del balance caos/orden cerebral (exponente de Hurst) en la ejecución de una prueba de atención sostenida con estudiantes universitarios. En esa medida, los resultados permitieron concluir que los

exponentes de Hurst disminuyen durante la prueba de atención, esto hace posible que haya una tendencia al caos en la región temporal.

En su investigación, Flores et al. (2020) se plantearon conocer el efecto de una sesión de ejercicio físico aeróbico sobre la actividad eléctrica cerebral durante la resolución de una prueba de atención sostenida. Los sujetos del estudio estuvieron conformados por 14 estudiantes varones, quienes debieron resolver una prueba de atención antes y después de una sesión de ejercicios aeróbicos. Así, para el registro se utilizó el dispositivo cerebro-interfaz Emotiv Epoc®. Acto seguido, se analizaron los registros del lóbulo frontal, temporal y occipital dentro del rango de frecuencia de 13-30 Hz (onda *beta*). En consecuencia, los resultados mostraron valores menores a 0,5 dentro de los índices Hurst, lo que reveló una actividad anti-persistente. En suma, los participantes mostraron un bajo número de correlaciones dentro de las regiones cerebrales estudiadas.

En esa medida, los autores explicaron que los estudios, en los que se emplean EEG para registrar la actividad eléctrica cerebral, antes y después de la realización del ejercicio físico, aportaron valor a la información que se produce (Flores et al., 2020). En suma, esto representó la justificación de la explicación de las causas de las mejoras en los desempeños cognitivos de los sujetos en las pruebas, respecto a la atención, la planificación y la memoria, por ejemplo.

5.11.2 Mecanismos de activación y funcionamiento cerebral en niños con TDAH

El sistema reticular es el sistema de alerta que da cuenta de la atención más básica o primaria; este es regulado tanto por el sistema reticular activador, como por sus conexiones talámica, límbica, frontales y de los ganglios basales. Dichas áreas se comunican a través de la dopamina. En este sentido, existe evidencia de que el componente de selección y atención sostenida pueden ser procesos opuestos, pero aseguran un equilibrio atencional en el organismo.

Por ejemplo, cuando este sistema falla o sufre alteraciones, como en el caso de los TDAH, la persona no es capaz de mantener su atención en una tarea durante periodos relativamente prolongados; por lo tanto, la probabilidad de obtener un mal resultado en la resolución de la tarea es mayor (un examen, a la hora de hacer los

deberes, a la hora de atender en clase, etc.). En esa medida, resulta importante apuntar que esta red de vigilancia influye en la red anterior (SAA) y en la posterior (SAP); lo anterior incrementa la actividad en una o en otra de forma alternativa, donde a más activación de una red, menos de la otra.

5.11.3 El Sistema Atencional Posterior (SAP)

Es la atención sostenida/selectiva. Este sistema proporciona la capacidad de atención deliberada o la atención ejecutiva y dirigida a la acción, igualmente, está integrado por zonas del cíngulo anterior, las zonas prefrontales dorsolaterales y el núcleo caudado; estas áreas se comunican a través de la noradrenalina (neurotransmisor). La atención sostenida y selectiva es, sin duda, el mecanismo más estudiado del campo de la atención, pues, sin este mecanismo de selección, los organismos no estarían bien equipados para hacer frente a las diversas fuentes de estimulación distractoras del entorno. (Fundación CADAH , s.f., p. 1)

5.11.4 El Sistema Atencional Anterior (SAA)

Juega un papel importante en el procesamiento de la información interna, se trata de un procesamiento reflexivo, voluntario, flexible y orientado en una meta, está dirigido por el SAP, por ello, actúa como un instrumento. El SAA se subdivide en tres tipos de atención: la atención selectiva, la atención sostenida y la atención dividida, además, las bases neuroanatómicas del SAA se asienta en el córtex prefrontal y en sus múltiples conexiones con otras áreas subcorticales, como los ganglios basales (Cummings, 1993); estas áreas se comunican por medio de la noradrenalina (neurotransmisor). (Fundación CADAH , s.f., p. 1)

En el caso de los niños afectados con TDAH, los fallos en los sistemas de control, inhibición y atención hacen que tengan más dificultades al seleccionar y aislar un estímulo determinado frente a otros estímulos distractores, lo que deriva en un procesamiento erróneo y sesgado de la información, los aprendizajes incorrectos y la destructibilidad en el rendimiento de una tarea específica. (Fundación CADAH , s.f., p. 1)

En los niños con TDAH, los circuitos y los grupos de neuronas que controlan la atención son de menor tamaño y menos activos (hipofunción neuronal). En las personas con TDAH, al presentar esta función deficiente en estos circuitos, el cerebro compensa al activar otras zonas (zonas emocionales, zonas motoras), lo que hace que el procesamiento de los datos sea defectuoso. (Fundación CADAH, s.f., p. 1)

En cuanto al sistema nervioso, durante el desarrollo de tareas cognitivas de cierta complejidad ocurre un proceso de interacción motriz que implica acciones motoras voluntarias; en efecto, esto se asocia con un mayor flujo sanguíneo en zonas cerebrales activas y dinámicas, de modo que la organización y el desarrollo de actos motores voluntarios está relacionado con un mayor flujo sanguíneo en distintas zonas de la corteza cerebral. En consonancia con las investigaciones de Bush et al. (2001), en niños con TDAH ocurre un fenómeno etiopatológico diferente, el cual se halla determinado por factores genéticos, biológicos, neuropsicológicos y neuroquímicos.

En ese orden de ideas, estudios con neuroimagen estructural y funcional han evidenciado que el TDAH se distingue por anomalías en una amplia variedad de regiones cerebrales corticales (López et al., 2005). Entre las más importantes se encuentran el circuito fronto-estriado, la corteza prefrontal dorsolateral y las regiones dorsales de la corteza cingulada anterior y el estriado, así como el circuito fronto-amigdalino, lo que concede énfasis al contenido emocional de dichos eventos.

Por su parte, Arnsten (2007) muestra como un proceso de maduración más lento, con un volumen más pequeño y menor actividad cortical en la corteza prefrontal, el núcleo caudado o el cerebelo. En ese sentido, la actividad de red entre estas áreas es “extremadamente sensible al entorno neuroquímico” y se mantiene a través de neurotransmisores, dopamina y norepinefrina que actúan entre sí, gracias a múltiples receptores que pueden ser presinápticos y postsinápticos.

Otros estudios plantean que la densidad del receptor de dopamina en distintas regiones del cerebro de pacientes con TDAH es inferior al nivel normal (Fusar-Poli et al., 2012). Estas investigaciones apuntan a que el TDAH está correlacionado con polimorfismos genéticos que afectan la función del transportador de dopamina (DAT1)

en el cuerpo estriado (Jeong et al., 2015), asimismo, interpela las funciones del receptor de dopamina (DRD4) en la corteza prefrontal (Swanson et al., 1998 como se citó en Bustamante et al., 2019).

En ambos casos, los polimorfismos asociados con la disfunción del transportador y/o el receptor de dopamina resultan en una disminución en la concentración de neurotransmisores (Diamond, 2007). En efecto, los receptores D5 (DRD5) causan funcionalidad reducida del sistema dopaminérgico (Gizer y Ficks, 2009), mientras que no se ha determinado una disminución de la densidad del receptor o los polimorfismos genéticos relacionados con el sistema de norepinefrina en el TDAH. Por tal motivo, la interrupción de la función del receptor $\alpha 2A$ conduce a la alteración de la atención, al control de los impulsos y la hiperactividad (Arnsten y Pliszka, 2011).

En definitiva, los estudios mencionados encontraron una reducción de la dopamina o la hipótesis de una función reducida de la norepinefrina en el TDAH. Esto concuerda con el mecanismo de acción de los medicamentos para tratar el TDAH; por ejemplo, se halló que el metilfenidato, la anfetamina y la atomoxetina mejoran la transmisión de la dopamina y la norepinefrina en la corteza prefrontal. En cambio, la guanfacina estimula directamente los receptores $\alpha 2A$ postsinápticos. No obstante, algunas investigaciones se han orientado a un sistema hiperactivo de dopamina o noradrenalina en el TDAH (Pliszka, 2005).

Por otro lado, el gen STXBP5-AS1, el cual se relaciona con la expresión de proteínas del complejo SNARE necesarias para el proceso de exocitosis de neurotransmisores, parece alterarse en pacientes con TDAH (Arias et al., 2019). Recientemente, se identificó una mutación en el gen A559V y el gen R615C en el DAT-1 en algunos pacientes con TDAH, lo que incrementa el flujo de salida o disminuye la captación presináptica de dopamina. A raíz de esto, se evidencia una respuesta hiperactiva de dopamina en dichos individuos (Blakely et al., 2012). Además, el metilfenidato y la anfetamina mejoran los síntomas del TDAH en la cohorte de mutación A559V, dado que bloquean el aumento del flujo de dopamina.

En ese orden de ideas, se ha argumentado que si hay un déficit simple en el nivel de neurotransmisores se estimula directamente la producción de receptores

postsinápticos; en efecto, esto debería mejorar los síntomas del TDAH; pese a ello, administrar agonistas de dopamina, como piribedil y amantadina, o la combinación levodopa/carbidopa, no mejora la atención en pacientes con TDAH. De tal manera, los estudios han apuntado hacia sistemas dopamina/norepinefrina poco activos o hiperactivos, lo cual implica una etiología más compleja del TDAH (Sharma y Couture, 2014).

Cabe destacar que los estudios de Sergeant et al. (2005) han evidenciado cómo en los niños con TDAH el mecanismo cerebral es hipoactivo y está asociado con tres mecanismos: excitación, activación y alerta. Estos posiblemente derivan en un hiperactividad y exceso de movimiento, así como en menores patrones de respuesta y procesos de enlentecimiento. Por su parte, Zental et al. (2001) establecieron que las características como la inquietud motora y la hiperactividad reflejan un grupo funcional de respuesta a un mecanismo crónico de subexcitación.

Aunado a ello, teorías más recientes han abordado la existencia de una red de control ejecutivo en la vía cortico-estriatal y frontal que controla los niveles de excitación o alerta. En ese sentido, Sergeant (2000) señaló que existen tres grupos energéticos cognitivos relacionados con el procesamiento de la información: esfuerzo, excitación y activación; de ese modo, en niños con TDAH, esto podría estar asociado con un mecanismo de regulación insuficiente de los estados cerebrales, en lugar de las fallas en las funciones ejecutivas, como la inhibición.

Finalmente, Rodillo (2015) determinó que el modelo de TDAH se relaciona con la atención sostenida y conlleva un daño temprano en varias regiones subcorticales; de este modo, se incluye el *locus coeruleus* y la formación reticular. Por consiguiente, estos median la excitación y la alerta como posibles factores etiológicos en el TDAH. Igualmente, Sikstrom y Soderlund (2007) destacaron que los niveles tónicos bajos de dopamina resultan en hipodespertar cortical que, a su vez, hacen que la dopamina fásica sea hiperactiva a las señales ambientales.

5.11.5 Evaluación de la actividad eléctrica cerebral

Autor como De la Peña et al. (2010) concluyeron que no existe una prueba única para el diagnóstico de niños con TDAH, de forma que los trastornos infantiles, en su

mayoría, han sentado las bases para recopilar información y datos sobre la historia de vida, el curso y la duración de los síntomas en los ámbitos familiar, social y escolar, por medio de entrevistas relacionadas con el área clínica y las escalas de calificación de comportamiento.

En ese sentido, hay que indicar que la variable “atención” es cambiante en los trastornos psiquiátricos; por ende, es difícil identificar los patrones específicos del diagnóstico. Por tal razón, durante las últimas décadas ha surgido el interés clínico y científico hacia las técnicas fiables que permitan identificar un marcador biológico (biomarcador) útil para este diagnóstico. Como consecuencia, han surgido técnicas con EEG para responder, eficazmente, al diagnóstico con TDAH. En esa medida, las técnicas más recientes que han explorado algunos aspectos de las redes neuronales, desde la neurofisiología y las neurociencias cognitivas, se pueden clasificar en dos áreas, a saber:

1. Técnicas que permiten medir la localización global de los modos de una red y las dinámicas temporales precisas del flujo de actividad en la corteza cerebral: Electroencefalografía (EEG) y Magnetoencefalografía (MEG); estas evalúan los siguientes componentes, los cuales se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Componentes para medir localización y flujo de la actividad en la corteza cerebral

Componente-onda	U.M	DEF	T.M	Instrumento
Beta	Hz	Onda Beta		
Alfa	Hz	Onda Alfa		
Theta	Hz	Onda Theta		
Delta	Hz	Onda Delta	EEGq	Sistema NeuroScan Quick-Cap
Theta/Alfa	-	Relación Theta/Alfa		
Theta/Beta	-	Relación Theta/Beta		

Nota. Elaboración propia

2. Técnicas más especializadas en la distribución anatómica precisa en todo el cerebro (la corteza y regiones más profundas) y las regiones neurales o nodos implicados en el procesamiento de una función: tomografía por emisión de

positrones (PET) y resonancia magnética (RM) y funcional RMF (Maestú et al., 1999).

En este contexto, la presente investigación apuntó a la aplicación de una de las técnicas más prácticas y eficaces, que es el EEG, puesto que atrae un creciente interés científico y clínico. Asimismo, tiene certeza en los diagnósticos al aumentar la resolución espacial de las imágenes de EEG y explotar su capacidad para obtener imágenes de eventos corticales transitorios rápidos. De hecho, su confianza aumenta al ser una técnica determinante, por lo que, como primera medida, es utilizada para examinar sistemáticamente la actividad cortical del cerebro humano.

5.12 REGULACIÓN AUTONÓMICA

Es la modulación que tiene el sistema simpático y parasimpático como mecanismo regulador del organismo. Dicha modulación está determinada por el SNA y las interacciones con el contexto. En este sentido, para comprender su funcionamiento, es necesario conocer que el SNA es la parte del Sistema Nervioso Periférico encargada de realizar aquellas funciones de carácter involuntario. Se compone, a su vez, por dos sistemas: el simpático y el parasimpático; ambas ramas del SNA inervan el corazón e influyen en su funcionamiento.

Por otro lado, se debe mencionar que la actividad simpática provoca excitación cardíaca, vasoconstricción, disminución de la función gastrointestinal y constricción de esfínteres, entre otros; por ende, el sistema simpático es el encargado de liderar todas las funciones relacionadas con algún tipo de mecanismo de estrés. Entre tanto, la actividad parasimpática provoca la respuesta opuesta a la simpática, lo anterior significa que el SNP predomina en situaciones de relajación. En suma, las dos ramas del SNA deben estar en continuo equilibrio; de lo contrario, este se verá alterado por estados patológicos y/o anómalos físicos y psíquicos. A continuación, se establece su clasificación para comprender mejor este mecanismo:

5.12.1 Clasificación del Sistema Nervioso

5.12.1.1 Sistema Nervioso Central (SNC)

Es el centro estructural y funcional del sistema nervioso; está compuesto por el encéfalo y la médula espinal.

5.12.1.2 Sistema Nervioso Periférico (SNP)

Este sistema está conformado por grupos de neuronas denominados ganglios y nervios periféricos. De acuerdo con su punto de origen, existen 12 nervios (o pares) craneales provenientes del encéfalo y 31 nervios (o pares) raquídeos procedentes de la médula espinal; asimismo, dentro del SNP se incluyen todos los tejidos nerviosos situados fuera del SNC.

5.12.2 Regulación Autonómica en el TDAH

En la última década, se descubrió que la desregulación emocional prevalece en niños con TDAH. Sobre ello, Musser et al. (2011), en su estudio con 250 participantes de cinco a 13 años y una muestra reclutada clínicamente, examinó el funcionamiento simpático. A partir de este estudio, estos autores explicaron que los niños con TDAH, en comparación con niños normales, tienen la regulación autonómica alterada. Estos utilizaron una tarea de inducción y supresión de emociones positivas y negativas, al igual que índices de reactividad del SNA para examinar el funcionamiento emocional en niños y jóvenes con TDAH. A través de esto se evidenció una regulación inflexible basada en el SNP, mediante las condiciones emocionales entre los niños con TDAH, en contraste con aquellos de desarrollo típico.

Por su parte, Anastopoulos et al. (2011) aplicaron la escala de Conners a niños de 5 a 12 años de edad. En esa medida, encontraron que el 46,92 % de los niños afectados por TDAH mostraba niveles significativamente elevados de labilidad emocional, frente al 15,38 % de los que no tienen este trastorno. En consecuencia, esta característica se asoció, estrechamente, con las variables de agresión y depresión, y con déficits en la autorregulación de la emoción, los cuales son datos que pueden servir como un marcador para estos resultados comórbidos.

Otras investigaciones, como la de Alpízar (2019), evidenciaron una desregulación emocional en niños con TDAH. Dicha desregulación se asoció con déficits en el reconocimiento y/o la asignación de atención a los estímulos emocionales; lo anterior ha implicado déficits en el área cortical prefrontal y el área de la amígdala estriado medial. Por su parte, Musser et al. (2011) mostraron un patrón elevado de actividad parasimpática en todas las tareas y condiciones, en comparación con la línea de base del TDAH en la infancia. Esto se vinculó con anomalías de mecanismos parasimpáticos implicados en la emoción y la regulación.

En los años 80, a partir de parámetros neurofisiológicos, Ewing (1982) incorporó una batería de pruebas para el análisis del SNA, de tal modo que incluyó el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), con la búsqueda de la aplicabilidad de la VFC en patologías relacionadas con el SNA, como neuropatía autonómica diabética, neuropatía autonómica cardíaca, enfermedades cardiovasculares, etc. Ahora bien, debido a que la VFC es un parámetro que parte del comportamiento cardíaco, el pilar para el desarrollo de esta herramienta ha sido el análisis de patologías cardíacas, mediante el cual se ha demostrado gran parte de la eficacia y la precisión de este análisis en el mundo de la ciencia.

Finalmente, en este marco, para comprender la etiología de la desregulación emocional en el TDAH, la neurociencia cognitiva ha implementado, durante la última década, el método de VFC como marcador neurobiológico y de fácil aplicabilidad para una mejor comprensión del problema.

5.12.3 Variabilidad de la frecuencia cardíaca

La VFC es un método no invasivo que refleja el proceso de funcionamiento del SNA y del corazón con base en el estudio de las oscilaciones temporales entre los latidos cardíacos. Por lo tanto, la onda R del ECG representa la despolarización del ventrículo, lo cual significa que es el parámetro a partir del cual que se estudian dichas oscilaciones, las cuales son emparejadas para formar intervalos RR (IRR). Por ende, para que exista VFC, dichos intervalos deben mostrar una duración distinta de los que les rodean (Leicht et al., 2003).

En ese sentido, cabe destacar que “la VFC es la oscilación temporal existente entre intervalos RR consecutivos”. Además, se ha demostrado que un sujeto sano es quien muestra variabilidad en sus latidos; mientras que un corazón que late con poca variabilidad indica la existencia de alguna anomalía. De hecho, estudios recientes han revelado que la VFC es un predictor de longevidad (Singe et al., 2010); este método se ha implementado como parámetro de interés neurofisiológico en las ciencias aplicadas al deporte.

En suma, los cambios en la VFC son sensibles y afectan otros procesos cognitivos. En esa medida, Luque et al. (2016) señalaron que, además de aspectos estructurales de la personalidad, el estado de ánimo, el sueño y sus interacciones deterioran el comportamiento emocional, también los patrones vespertinos y matutinos que entorpecen el aprendizaje.

Mientras tanto, Itzek et al. (2016) y Graveline (2017) explicaron que esta variación en el funcionamiento autonómico se evalúa gracias a la FC medida latido a latido. Lo anterior se realiza a partir del ECG, de modo que se calcula el intervalo entre picos R-R, y, por tanto, se expresa la VFC en segundos (s) y la FC en latidos por minuto (p/m), como se describe seguidamente.

Tabla 5. Parámetros de dominios de tiempo utilizado

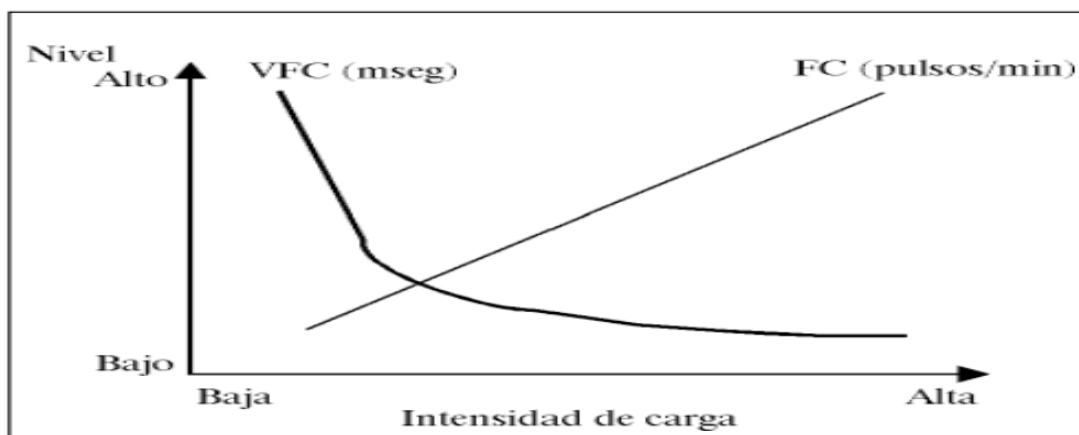
Parámetros	Unidad	Definición
RR	ms	Intervalo entre dos latidos.
AvRR	ms	Duración media de todos los intervalos RR.
RRSD	ms	Desviación Estándar de todos los intervalos RR (variabilidad total).
RMSSD	ms	Raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR.
pNN50	%	Porcentaje de intervalos RR consecutivos que discrepan >50 ms entre sí.
HF	Hz	Altas frecuencias
LF	Hz	Bajas frecuencias
VLF	Hz	Muy bajas frecuencias
RR	ms	Intervalo entre dos latidos
AvRR	ms	Duración media de todos los intervalos RR

Nota. Elaboración propia

5.12.4 Evaluación de la regulación autonómica

Se utilizará un cardio frecuencímetro para medir la VFC. Asimismo, para determinar la VFC, se detecta cada una de las ondas R y, por consiguiente, se calcula el tiempo entre la diferencia de las ondas R y el intervalo RR. Este producto representa el periodo cardíaco, lo inverso determina la FC, la serie de intervalos permite establecer la VFC. Esta la relación se observa en la Figura 3.

Figura 3. Relación FC y VFC, aplicando fuerza de trabajo



Nota. Tomado de Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I), por C.P. Gil et al., 2008, *Archivo de Medicina del Deporte*, 123.

La medición se realiza por un tiempo de dos a cinco minutos en estado de reposo y, posteriormente, se vuelve a medir al concluir la intervención con ejercicio o actividad físicos. Los parámetros están representados en la Tabla 6.

Tabla 6. Parámetros para la VFC

Parámetro	Otras nomenclaturas	Unidad	Definición
RR ¹	NN	ms	Intervalo entre dos latidos (picos de R en el ECG).
AvRR	RRmw	ms	Duración media de todos los intervalos RR.
RRSD	SD, SDR	ms	Desviación Estándar de todos los intervalos RR. Se conoce como Variabilidad Total.
RMSSD	r-MSSD ó rMSSD	ms	Raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR.
SDSD	ΔRRSD	ms	Desviación estándar de la diferencia entre intervalos RR consecutivos.
pNN50		%	Porcentaje de intervalos RR consecutivos, que discrepan más de 50 ms entre sí.
DL		ms	Longitud del diámetro longitudinal del 95% de la elipse de confianza.
DQ	DW	ms	Longitud del diámetro transversal del 95% de la elipse de confianza.
SD1	Stdb, SOQ, SD Transversal	ms	Desviación estándar de los intervalos ortogonales de los puntos RR _i , RR _i +a al diámetro transversal de la elipse.
SD2	Stda, SOL, SD Longitudinal		Desviación estándar de los intervalos ortogonales de los puntos RR _i , RR _i +a al diámetro longitudinal de la elipse.

Nota. Tomado de Variabilidad de la frecuencia cardiaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I), por C.P. Gil et al., 2008, *Archivo de Medicina del Deporte*, 123.

Cabe señalar que la RR representa el intervalo de latido; AvRR es la duración media de todos los intervalos; RRSD la desviación estándar de los intervalos; RMSSD la raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR; la pNM50 es el porcentaje de intervalos RR consecutivos que discrepan mayor a 50 entre sí; la HF las altas frecuencias; la LF las bajas frecuencias y las VLF las muy bajas frecuencias. Como se puede evidenciar, la interpretación de la FC se aprecia en la Tabla 7.

Tabla 7. Índices y unidades de medida dominio frecuencia de la Variabilidad de la Frecuencia cardíaca

Índice dominio frecuencia	Definición	Indicador
VLF (0.0-0.04 Hz): Peak (Hz); Power (ms ²); Power (%); Power (n.u.)	Muy bajas frecuencias	No indicador del SNA
LF (0.04–0.15 Hz): Peak (Hz); Power (ms ²); Power (%); Power (n.u.)	Bajas frecuencias	Actividad simpática y parasimpática
HF (0.15–0.4 Hz): Peak (Hz); Power (ms ²); Power (%); Power (n.u.)	Altas frecuencias	Actividad parasimpática
LF/HF: Power (ms ²)	Relación bajas-altas frecuencias	Balance Autonómico y actividad simpática

Peak: Pico; Power: potencia; *ms²: milisegundos al cuadrado; %: porcentaje; Hz: Hercios; n.u: Unidades normalizadas.

Nota. Adaptado de “Variabilidad de la frecuencia cardiaca: evaluación del entrenamiento deportivo. Revisión de tema”, por J. Porrás-Alvarez y M.O. Bernal-Calderón, 2019, *Duazary*, 16(2)

5.13 EJERCICIO FÍSICO Y VARAIBLIDAD DE LA FRECIENCIA CARDIACA EN NIÑOS CON TDAH

En el contexto actual, el TDAH afecta entre el 3 % y el 17 % de la población escolar en diferentes países. Por lo tanto, en la última década surgieron investigaciones enmarcadas en tratamientos alternativos para abordar este trastorno, como programas

que incluyen el ejercicio físico y su relación con la mejora de la salud cardiovascular de niños.

En esa medida, para evaluar la variabilidad del TDAH en los niños mediante la actividad física, el presente estudio empleó la escala Borg. Sobre esto, Suazo et al. (2020) argumentaron que esta escala permite identificar los niveles de intensidad de las actividades desarrolladas y representa un instrumento valioso para valorar el desempeño humano; en efecto, la escala posibilita contrastar la frecuencia cardíaca con la activación fisiológica. Cabe aclarar que la escala es usada para determinar la tensión y el ritmo cardíaco (Dunbar et al., 1992).

En otras palabras, la escala consiste en la aplicación de un método subjetivo que permite medir el nivel de respuesta del organismo ante una actividad física realizada, con el esfuerzo y los indicadores fisiológicos. De esa manera, se relaciona el esfuerzo con un valor numérico que va de cero a 10.

Tabla 8. Escala de Borg

Valor	Categoría
0-2	Muy suave
3-4	Suave
5-6	Moderado
7-8	Fuerte
9	Muy fuerte
10	Esfuerzo máximo

Nota. Tomado de Rodrigo Castellanos, F., y Pulido Rull, M. A. (2009). Validez y confiabilidad de la escala del esfuerzo percivido de Borg. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 14(1), 169-177.

Para su utilización, se aplicaron los siguientes lineamientos para la medición del esfuerzo físico y se determinó en la escala lo siguiente:

1. Las intensidades del esfuerzo durante el ejercicio físico.
2. Establecer la relación del esfuerzo físico, la frecuencia cardíaca y la duración de la actividad.

5.14 RELACIÓN INTENSIDAD FÍSICA Y FRECUENCIA CARDÍACA

Tabla 9. Relación entre intensidad física y frecuencia cardíaca

Intensidad	% Frecuencia cardíaca máxima	Percepción del esfuerzo
Muy suave	< 35	< 2
Suave	35-54	3 - 4
Moderado	55-69	5 - 6
Fuerte	70-89	7 - 8
Muy fuerte	> 90	9
Esfuerzo máximo	100	10

Nota. Adaptado de “Validez y confiabilidad de la escala del esfuerzo percivido de Borg”, por R. Castellanos, F., y Pulido, M. A., 2009, *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 14(1).

5.15 EJERCICIO FÍSICO

Es preciso puntualizar los aspectos fundamentales para la descripción y la comprensión de las implicaciones del estudio. En esa medida, se tiene en cuenta el ejercicio físico como variable independiente con la cual se pretende determinar los efectos del programa de entrenamiento con ejercicio HSG sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en los niños con TDAH. Esto, en consecuencia, se convierte en el presente estudio en un aspecto fundamental donde la pretensión consiste en establecer, a partir del ejercicio físico, un programa alterno diferente a los ya establecidos y, asimismo, que cumpla con los criterios y los principios fundamentales de la prescripción.

Por su parte, Suárez et al. (2018) planteó que durante en los últimos años ha surgido una corriente dentro del tratamiento y abordaje del TDAH, inclinada por la actividad física como complemento o sustituta de la farmacología. En efecto, esta tendencia reconoce los beneficios que aporta el ejercicio físico, en particular de intensidad moderada a vigorosa, en el que se alcance una FC máxima.

El ejercicio físico se refiere a la actividad física planeada, estructurada y repetitiva que tiene el propósito de mejorar la aptitud física. Usualmente, el objetivo del ejercicio es mejorar o mantener uno o más componentes de la aptitud física relacionados con la salud y el rendimiento deportivo. (Rodríguez, 2014, p. 36)

Dicha planificación debe incluir unos componentes necesarios para el control y planificación del proceso, donde la sistematización individual de manera rigurosa, permitan el desarrollo de un programa de acondicionamiento físico mediado desde los principios del entrenamiento deportivo que den cuenta de una adecuada prescripción. Estos ingredientes de la prescripción deben ser capaces de estructurar cargas de dosis apropiada, adaptaciones fisiológicas a la carga de trabajo establecida; y consecuentemente, el resultado o adaptación crónica (a largo plazo) sería un aumento en la capacidad funcional; algunos componentes que debe incluir una prescripción de ejercicio son la intensidad, volumen, frecuencia, densidad, duración y progresión. (Garcés y Soto, 2019, p. 146)

5.16 TIPO DE EJERCICIO

El ejercicio físico por desarrollar en el programa establecido para el desarrollo de la investigación se basa en diversas actividades que requieren esfuerzo físico, resistencia cardiovascular, fuerza muscular y coordinación motora. Así, resulta esencial que la prescripción incluya los ejercicios aeróbicos, la participación de grandes grupos musculares, lo anterior en relación con la resistencia cardiovascular que esto origina y la preparación del organismo para exigencias superiores.

Igualmente, se resalta cómo el funcionamiento y la energía necesaria para la respuesta motora se debe al metabolismo aeróbico que, a través de ejercicios prolongados y la participación de las capacidades físicas condicionales y coordinativas, desarrollan resistencia cardiorrespiratoria, fuerza muscular, habilidades de equilibrio, entre otras, que proporciona un elevado y consistente riego sanguíneo a todos los órganos del cuerpo, aunado a un mayor índice de oxígeno (Carbonell et al., 2010).

El ejercicio aeróbico y/o cardiovasculares serán la base del programa de entrenamiento, donde los procesos clínicos, rítmicos y repetitivos posibiliten una adecuada utilización de mecanismos aeróbicos y donde la integración de actividades, como andar, correr, saltar, nadar, bailar, montar bicicleta, jugar deportes de conjunto e individuales, lleven al niño diagnosticado al desarrollo de trabajo de resistencia donde la fatiga se convierta en un aspecto a alcanzar en cada una de las sesiones. En esa medida,

tales actividades posibilitan mantener la frecuencia cardíaca elevada a las intensidades recomendadas por periodos largos de 30 a 60 minutos.

En este sentido, es posible agrupar ciertas actividades que aborda el ejercicio físico a intensidades moderadas, las cuales responden a un incremento notable de la FC, como caminar rápido, bailes, *aerobic*, tenis doble y montar bicicleta a baja velocidad, a menos de 16 km/h. Por otro lado, agrupar los ejercicios a intensidades vigorosas con una frecuencia cardíaca que se mantiene mayor a la de intensidades moderadas, mediante ejercicios como correr, nadar, *aerobic*, tenis individual, ciclismo a altas velocidades mayor a los 16 km/h, saltos, subir escaleras y escalar montañas.

De esta manera, es posible realizar actividades aeróbicas a intensidades moderadas y vigorosas soportables para las personas no atletas. De acuerdo con lo anterior, se exhorta a niños, adolescentes y adultos que estas actividades físicas se basan mayormente en ejercicios aeróbicos (Ochoa, 2015).

5.16.1 Intensidad

La diversidad de intensidades del ejercicio físico determina el nivel de resistencia que debe tener la persona; es decir, describe qué tan fuerte debe ejercitarse para obtener beneficios. Por consiguiente, se concibe la intensidad como el ritmo y el esfuerzo con que se realiza el ejercicio físico, de manera que se categoriza como leve, moderada o vigorosa. Ahora bien, el tipo de ejercicio físico destinado a utilizar, según estas intensidades, consiste en la actividad aeróbica, en vista de que puede adaptarse a los tres tipos de intensidades.

Por otro lado, cabe resaltar que las adaptaciones se ven reflejadas en el ritmo cardiovascular y el consumo de oxígeno, los cuales se aprecian cuando se elevan la FC y el intercambio gaseoso. Estas reacciones pueden mantenerse en un ritmo constante a cierta intensidad o verse aumentadas progresivamente al pasar por las tres intensidades; de tal forma, resulta recomendable trabajar con base en las tres intensidades, puesto que logran elevar el ritmo cardiorrespiratorio y el consumo de oxígeno (Carbonell et al., 2010).

5.16.2 Frecuencia

Para que la práctica del ejercicio y la actividad física contribuyan a mejorar el estado de salud, dicho entrenamiento se debe realizar varias veces a la semana. Ahora bien, para niños y adolescentes se recomienda hacer actividad física casi a diario o los cinco días de la semana, con el propósito de acumular 60 minutos, como mínimo, de actividad física. Por otra parte, en el caso de los adultos, se sugiere una frecuencia reducida; es decir, entrenar de dos a tres veces por semana, con el fin de completar 30 minutos mínimos de ejercicio físico (Carbonell et al., 2010).

5.16.3 Tiempo o duración

El tiempo es susceptible de adaptarse a cualquier actividad física y a las diversas intensidades que maneja el ejercicio físico. Por esto, según la intensidad, se establecen ciertos parámetros de tiempo; por ejemplo: un ejercicio de intensidad vigorosa puede variar entre 10 y 15 minutos. En cambio, para las actividades de intensidades moderadas, el tiempo oscila entre 30 y 60 minutos. El tiempo recomendado para los adolescentes y niños ronda entre 30 y los 60 minutos como mínimo; entre tanto, para los adultos se sugiere dedicar, al menos, unos 30 minutos de actividad física (Carbonell et al., 2010).

5.17 EVIDENCIAS DEL PROGRAMA DE EJERCICIO

A partir de la revisión expuesta en la Tabla 11, se ha evidenciado que, de los programas implementados, el 85 % son llevados a cabo en niños y un 15 % en niñas; de tal forma, se han realizado intervenciones con *exergaming*, actividades predeportivas y lúdico recreativas, y acondicionamiento físico y mixto con sesiones que van de 15 a 90 minutos. Todas estas intervenciones han reportado beneficios para la salud al mejorar la calidad de vida en niños que padecen TDAH. Asimismo, no se han notado programas multicomponentes que incluyan varias estrategias de intervención donde se tenga en cuenta el tiempo, la duración, la frecuencia, la intensidad, el volumen, la densidad y el tipo de ejercicio, mediados estos por parámetros fisiológicos relacionados con la atención sostenida, la activación nerviosa cortical y la regulación autonómica en niños con TDAH.

Tabla 10. Revisión de artículos de intervención con programas de ejercicio físico en niños con TDAH

Categoría	Título	Autor y año	Muestra	Intervención	Instrumentación y control del entrenamiento/programa de intervención			
					Intensidad	Volumen	Frecuencia	Tiempo de intervención
Exergaming	The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A RCT.	Benzing y Schimdt (2019)	51 niños con ADHD entre 8-12 años.	Ejercicio con realidad virtual (Xbox Kinect (Microsoft, Redmond, WA). Incluyendo actividades como entreno de fuerza, coordinación (y resistencia) con demandas sobre las funciones cognitivas.	FC: polar team2. Percepción subjetiva del esfuerzo: OMNI <i>Scale</i> . Compromiso cognitivo: <i>Self-assessment manikin</i> (SAM) versión adaptada. Disfrute (<i>enjoyment</i>) bajo cuestionario con <i>Likert Scale</i> .	30'/sesión	3 día/semana	8 semanas
Actividades predeportivas	Mejora de la atención en niños y niñas con TDAH tras una intervención física deportiva dirigida.	Muñoz y Díaz (2019)	24 niños con ADHD entre 5-15 años.	Juegos aeróbicos	Escala de Borg de esfuerzo subjetivo y la atención con Escala Magallanes de Atención Visual (EMAV) software TIPI-SOFT.	60' /sesión	2 día/semana	6 semanas
Actividades predeportivas	Effect of taekwondo practice on cognitive function in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder.	Kadri y Slimani (2019)	Adolescentes con ADHD entre 14 - 18 años.	Taekwondo de desarrollo de habilidades técnicas del deporte: bloqueo, puñetazos y patadas.	Se utilizó el Stroop y el Ruff 2 y 7 pruebas.	50' /sesión	2 día/semana	18 semanas

Exergaming	El efecto del <i>exergaming</i> en las funciones ejecutivas en niños con TDAH: un ensayo clínico aleatorizado.	Benzing y Schmidt (2019).	51 niños con TDAH entre 8-12 años.	<i>Exergaming</i>	Xbox kinect	30'/sesión	3 día/se m	8 semanas
Acondicionamiento físico	Effects of acute exercise on resting EEG in children with attention deficit/hyperactivity disorder.	Huang y Huang (2018)	24 niños con ADHD entre 7-12 años.	Ejercicios aeróbicos en una cinta de correr.	FC: Reloj Polar (Polar RS800CX; Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia) Cuestionario (PARQ, Test of Non-verbal Intelligence (score) Movement ABC-2 (scale score) Manual dexterity, Ball skills Static and dynamic balance.	30'/sesión	1 día/se m	1 semana
Acondicionamiento físico	Efecto de un programa de actividad física de alta intensidad en la atención selectiva de jóvenes con TDAH.	Manzano (2018)	20 niños con TDAH entre 6-12 años	High Intensity Interval Training (HIIT). Los ejercicios realizados fueron Burpee __ skipping, carrera en el lugar, sin desplazamiento, elevando las rodillas, con gran frecuencia de cambio de piernas __, jumping jacks __ ejercicio de coordinación sprint y carreras cortas de 20 metros.	Test d2 Atención Selectiva, E hit: monitor cardiaco (80-95 % frecuencia cardiaca máxima. Se tomó con Seego Realtracksystems® (España).	20'/sesión	1 día/se m	1 semana
Acondicionamiento físico	La actividad física aguda mejora las	Benzing, Chang y	46 niños con TDAH entre 8-12 años.	<i>Exergaming llamda shape up, Beatmaster Training Quest.</i>	Cuestionario de actividad física y deporte, XBOX kinect, Escala OMNI del	15'/sesión		

	funciones ejecutivas en niños con TDAH.	Schmidt (2018).			esfuerzo percibido, polar team 2 pro.			
Acondicionamiento físico	Efectos del ejercicio agudo en el electroencefalograma en reposo en niños con TDAH.	Huang, Huang, Hung ,Tsai ,Chang , Wu y Hung (2018)	28 niños con TDAH entre 7-12 años.	Tarea Go/no Go, correr en cinta rodante.	EKG, frecuencia cardiaca.	30'/sesión		
Mixto	Effects of a selected exercise program on executive function of children with attention deficit hyperactivity disorder	Memarmoghaddam, M. y Torbati, H. (2017)	40 niños con ADHD entre 7 y 11 años.	Ejercicio aeróbico. Ejercicio dirigido por gol. Uso de una raqueta de tenis de mesa y pelotas.	Stroop y las pruebas Go-No-Go, CBCL questionnaire for ages 6 to 18 years was. La intensidad del ejercicio, cada participante utilizó un Polar (Modelo FT 4, Polar Electror Oy, Kempele, Finlandia).	90'/sesión	3 día/Se m	8 semanas
Exergaming	Efectos de un programa de yoga de 8 semanas sobre la atención sostenida y la función de discriminación en niños con TDAH.	Chouy y Huang (2017).	50 niños con TDAH entre 8-12 años.	Yoga	Prueba de sentarse y estirar, abdominales en 1 minuto, salto de longitud, carrera de media milla en el menor tiempo posible.	40'/sesión	2 día/se m	8 semanas
Acondicionamiento físico	Efectos de un programa de actividad física en la coordinación dinámica general y	Sánchez y López (2016)	18 niños con TDAH entre 7 -14.	Circuitos y ejercicios, coordinación dinámica general y segmentaria.	La frecuencia cardiaca de los niños se tomó mediante pulsioxímetros de dedo OXYM2001. Test de placas.	60'/sesión	2 día/ sem	12 semanas

segmentaria de niños con TDAH.

Mixto	A randomized controlled trial into the effects of neurofeedback, methylphenidate, and physical activity on EEG power spectra in children with ADHD.	Tieme y Janssen (2016)	112 niños con TDAH entre 7 y 13 años.	Entrenamiento de <i>neurofeedback</i> .	Puntuaciones de referencia, tiempo de pantalla autoinformado y tiempo dedicado a los deportes. Electrocardiograma para las ondas <i>theta/beta</i> .	45'/sesión	3 día/se m	10 semanas
Actividades predeportivas	Una intervención de deportes de raqueta mejora el rendimiento conductual y cognitivo en niños con TDAH.	Chien-Yu, Chu, Tsai, Shen-Yu Lo, Cheng y Liu (2016)	32 niños de 6-12 años.	Ejercicios de tenis de mesa	Se utilizó la forma larga de la prueba Bruininks-Oseretsky de competencia motora, segunda edición (BOT-2; Bruininks y Bruininks, 2005). El BOT-2 mide una serie de habilidades motoras y utiliza una estructura compuesta organizada alrededor de los grupos musculares.	70'/sesión	2 día/se m	12 semanas
Lúdico-recreativas	Ensayo controlado aleatorio de ejercicio para el TDAH y los trastornos de la conducta disruptiva	Bustamante, Davis, Frazier, Rusch, Fogg, Atkins y	19 niños entre 6-12 años	Gimnasio en la escuela, juego cooperativos y competitivos.	FC: Polar FT1, Polar T31	2'45"/sesión	5 día/se m	10 semanas

Márquez
(2016)

Acondicionamiento físico	Effects of acute aerobic exercise on response preparation in a Go/No Go Task in children with ADHD: An ERP study.	Chuang, L y Tsai, J. (2015)	19 niños con TDAH (8-12 años).	Prueba de ejercicio incremental máximo en cinta rodante.	El consumo de oxígeno (VO ₂ , mL/kg/min) y la ventilación (VE, L/min) fueron grabado usando un analizador de aliento por gas de respiración previamente validado por Nieman et al.15 (Fitmate Pro; COSMED, Miami, FL, EE.UU.) y HR fueron monitoreados usando un sistema Polar (RS800CX; Polar Electror Oy, Kempele, Finlandia).	30'/sesión		
Actividades predeportivas	A racket-sport intervention improves behavioral and cognitive performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder.	Jana, Chie,y Chia-Hua(2015)	198 niños con TDAH de 4 a 8 años.	Práctica de habilidades motoras, ejercicio de tenis de mesa, juegos de grupo.	La forma larga de la prueba Bruininks-Oseretsky de competencia motor. El BOT-2 m y fuerza y agilidad Medida de comportamiento social el CBCL.	70'/sesión	2 día/seman	12 semanas

Acondicionamiento físico	The effect of acute exercise on cognitive performance in children with and without ADHD.	Piepmeyer, A y, Shih, C. (2015)	32 niños con ADHD.	Ejercicio en un cicloergómetro reclinado LODE Corival.	Tarea Stroop, y Prueba de Trail Making. Calificaciones OMNI de la escala de esfuerzo percibido (RPE). El HR se midió mediante un monitor Polar HR y un T-31 codificado correa en el pecho (Polar USA, Lake Success, NY, EE.UU.).	30'/sesión	2Día/s em	
Actividades predeportivas	La esgrima extraescolar como propuesta didáctica en TDAH.	Reche, C. (2014)	18 niños con TDAH de 9-13 años.	Clases de esgrima	Escala y el Cuestionario de Hiperactividad y Agresividad Iowa Escala adaptada Iowa-Connors para padres que utiliza el índice de hipercinesia, la escala abreviada y revisada de Connors y el índice de agresividad de Iowa.	90'/sesión	2 día/se m	8 semanas
Acondicionamiento físico	Efecto del ejercicio agudo sobre la función ejecutiva en niños con TDAH.	Chang, Liu, Hui-Hsiang Yu y Lee (2012).	3 niñas y 37 niños con TDAH de 8-15 años.	Ejercicio aeróbico en cinta rodante	Frecuencia cardiaca, reserva de la frecuencia cardiaca, escala de percepción subjetiva del esfuerzo, prueba de stop, prueba de clasificación de tarjeta de Wisconsin	30'/sesión		

Acondicionamiento físico	Effect of Regular Aerobic Exercises on Behavioral, Cognitive and Psychological Response in Patients with Attention Deficit-Hyperactivity Disorder.	Ahmed, G. y Mohamed, S. (2011)	84 niños con TDAH de 11-16 años.	Ejercicio aeróbico	Escala de clasificación de comportamiento Conerr modificada Conneners rating Scale. Consiste en 25 comportamientos relacionados, preguntas subdivididas en categorías de atención y habilidades motoras.	40'/sesión	3 día/se m	10 semanas
Mixto	The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A randomized clinical trial.	Loro, M, y López, J. (2007)	51 niños con TDAH entre 8 y 12 años	Shape UP, Ubisoft, Montreal, Waterfall Jump, Carrera acrobática, Derby Skate, Volcano Skate, Slalom Grove.	Intervención de exergaming utilizando Xbox Kinect (Microsoft, Redmond, WA).	30'/sesión	3 día/ sem	10 semanas

Nota. Elaboración propia

El programa de entrenamiento HSG seleccionado se desarrollará con base en las intervenciones y los estudios referenciados en la Tabla 11, incluye una variedad de componentes del ejercicio físico, tales como fuerza, velocidad, flexibilidad, resistencia y actividades que permitirán trabajar las áreas de estudio, como atención sostenida, activación nerviosa cortical y regulación autonómica.

6 HIPÓTESIS

H₀. No existen diferencias significativas en la modificación de la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica entre niños con TDAH después de la aplicación del programa de entrenamiento HSG, respecto a los niños del grupo control.

H₁. Existen diferencias significativas en la modificación de la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica entre niños con TDAH después de la aplicación del programa de entrenamiento HSG, respecto a los niños del grupo control.

7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 11. Clasificación de las variables y técnicas de estudio

Variable	Indicador/rotulo	Cod.	Nivel de medición	Unidad de medida / categoría	Forma de relacionarse
Edad	Edad	1	Razón	años	Covariable
Sexo	sexo	2	Nominal	masculino/femenino	Covariable
IMC	IMC	3	Razón	kg/m2	Covariable
Estrato socioeconómico	Estrato socioeconómico	4	Ordinal	I/II/III/IV/V	Covariable
Nivel de AF	AF total	5	Intervalo	1,2,3,4,5	Covariable
Conducta sedentaria	Tiempo sentado	6	Razón	horas/semana	Covariable
Atención sostenida	Índice de sensibilidad o capacidad	7	Razón		Variable dependiente
	Criterio de respuesta	8	Razón		Variable dependiente
	Índice de sensibilidad o capacidad	9	Razón		Variable dependiente
Actividad eléctrica cerebral	Onda Beta	10	Razón	Hz	Variable dependiente
	Onda Alfa	11	Razón	Hz	Variable dependiente
	Onda Theta	12	Razón	Hz	Variable dependiente
	Onda Delta	13	Razón	Hz	Variable dependiente
	Relación Theta/Alfa	14	Razón	-	Variable dependiente
	Relación Theta/Beta	15	Razón	-	Variable dependiente
Regulación autonómica	RR	16	Razón	ms	Variable dependiente
	AvRR	17	Razón	ms	Variable dependiente
	RRSD	18	Razón	ms	Variable dependiente
	RMSSD	19	Razón	ms	Variable dependiente
	pNN50	20	Razón	%	Variable dependiente
	HF	21	Razón	Hz	Variable dependiente
	LF	22	Razón	Hz	Variable dependiente
VLF	23	Razón	Hz	Variable dependiente	

Programa de ejercicio HSG	Ejercicio	24	Nominal	con ejercicio / sin ejercicio	Variable Independiente
---------------------------	-----------	----	---------	-------------------------------	------------------------

AF: actividad física; AvRR: duración media de todos los intervalos RR; HF: alta frecuencia; Hz: Hertz; IMC: índice de masa corporal; LF: baja frecuencia; pNN50: porcentaje de intervalos RR consecutivos que discrepan más de 50 ms entre sí; RMSSD: raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR; RR: intervalos entre dos latidos; RRSD: desviación estándar de todos los intervalos RR; VLF: muy baja frecuencia.

Nota. Elaboración propia

8 METODOLOGÍA

8.1 ENFOQUE, TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio desde el enfoque cuantitativo de tipo experimental, con asignación aleatoria de los niños con TDAH a los grupos (intervención y control).

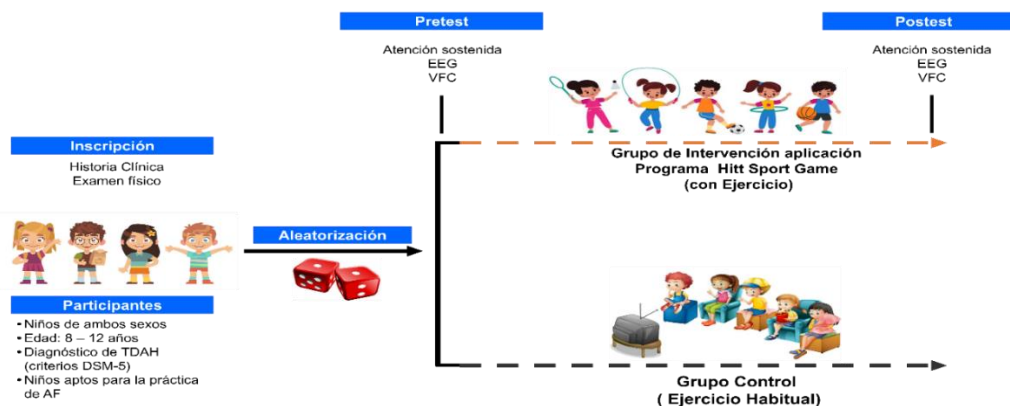
8.2 DISEÑO

Tabla 12. Diseño de la investigación

GE - HSG	A1	X	A2
GC	A1	-----	A2

El diseño empelado describe la participación de 2 grupos, un grupo experimental (GE-HSG) y control (GC) con evaluación pre y post y una intervención con (entrenamiento Hit Sport Game) solo para el grupo experimental.

Figura 4. Esquema diseño metodológico



Nota. Se presenta un diseño experimental con grupo de intervención (i.e., con programa de HSG) y de control (sin programa). TDHA, Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad; DSM-5, Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales, quinta edición; EEG, electroencefalograma; VFC, variabilidad de la frecuencia cardíaca.

8.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Los participantes de esta investigación fueron niño(as) de instituciones educativas públicas y privadas, diagnosticados con trastornos por Déficit de Atención e Hiperactividad del municipio de montería Córdoba.

8.4 MUESTRA

Participaron 40 niños y niñas entre 8 y 12 años, diagnosticados con TDAH de centros pediátricos especializados de Montería, Córdoba, de acuerdo con los criterios del DSM-V.

8.4.1 Criterios de inclusión

- Niños de ambos sexos entre los 8 y los 12 años, con diagnóstico de TDAH confirmado por especialistas conforme con los criterios del DSM-5;
- Asimismo, niños con los diversos subtipos de TDAH (i.e., desatento, hiperactividad / impulsividad, combinadas) independientemente de si reciben tratamiento farmacológico; en el caso de metilfenidato, no se han mostrado efectos adversos o incompatibles que puedan impedir la participación en programas de ejercicio físico. En concordancia con lo anterior, varios ensayos similares han incluido a niños que son tratados con el medicamento (Lomas y Clemente, 2017).
- Niños que hayan firmado el asentimiento informado para participar del presente estudio, y consentimiento informado firmado por parte de acudientes o padres.

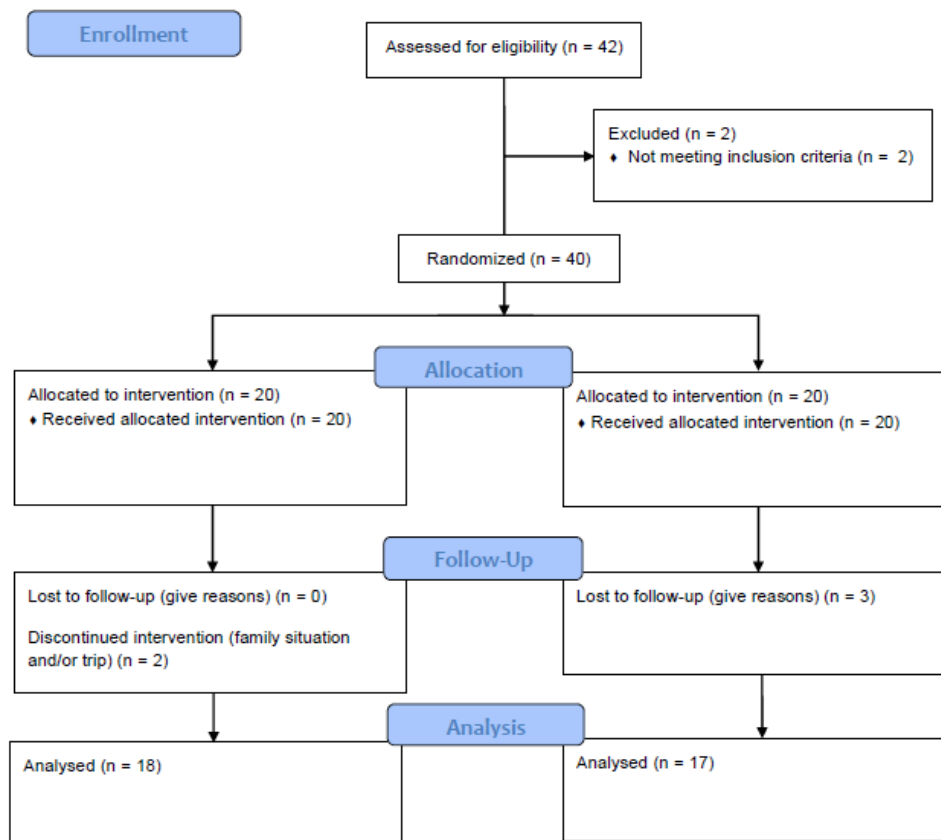
8.4.2 Criterios de exclusión

- Niños con espectro autista y otros trastornos afectivos graves.
- Niños con antecedentes personales de lesión cerebral o desórdenes neurológicos.

- Niños que se encuentren recibiendo tratamiento actual con sedantes u otros medicamentos que alteran el estado de ánimo, que no sean los estimulantes normalmente recetados para el TDAH.

- Niños con alguna lesión física que dificulte la realización del ejercicio físico; niños que no tengan el consentimiento informado previo y firmado por los padres.

Figura 5. Diagrama de Flujo CONSORT



El Diagrama de Flujo CONSORT muestra la relación de la legibilidad, la aleatorización, el seguimiento y el análisis de los participantes del presente estudio. Se retiraron un total de 5 sujetos de los grupos asignados: en el grupo de intervención, 2 se trasladaron a otras ciudades; mientras que, en el grupo de control, 3 participantes no pudieron completar el seguimiento ni las evaluaciones del postest.

8.5 ASIGNACIÓN DE LOS PARTICIPANTES AL GRUPO EXPERIMENTAL Y CONTROL

Para este proceso de asignación aleatoria se aseguró una distribución equitativa de los sujetos en ambos grupos y para estimar la muestra se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

Se emplearon estimaciones de potencia estadística *a priori* y el tamaño del efecto, con el propósito de determinar la muestra de estudio y realizar un contraste de hipótesis más robusto. De esta forma, con el programa G*Power v.3.1.92 (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Alemania) se calculó la muestra en consideración con los siguientes criterios: i) prueba de comparación de dos medias dependientes (t pareada) de dos colas; ii) error $\alpha = 0,05$; tamaño del efecto = 0,5; potencia estadística de (error de probabilidad $1-\beta$) = 0,85.

Como criterio metodológico, se tuvo en cuenta la declaración del Consolidated Standards of Reporting Trials [CONSORT] (2010), la cual requiere reportar el flujo de participantes a través de las fases del ensayo aleatorizado paralelo de dos grupos (i.e., reclutamiento, asignación, seguimiento y análisis).

Cabe anotar que un programa flexible de análisis de potenciación estadístico para las ciencias sociales permite el cálculo muestral apropiado para “n” muestral, así como para una determinada potencia de TE y α , donde las estimaciones de PE, ES y SE TE se realizan en diseños terminados; esto arroja la significación de la posibilidad real del estudio (Hernández, 2018). De esa forma, se calculó la muestra en consideración con los siguientes criterios de entrada.

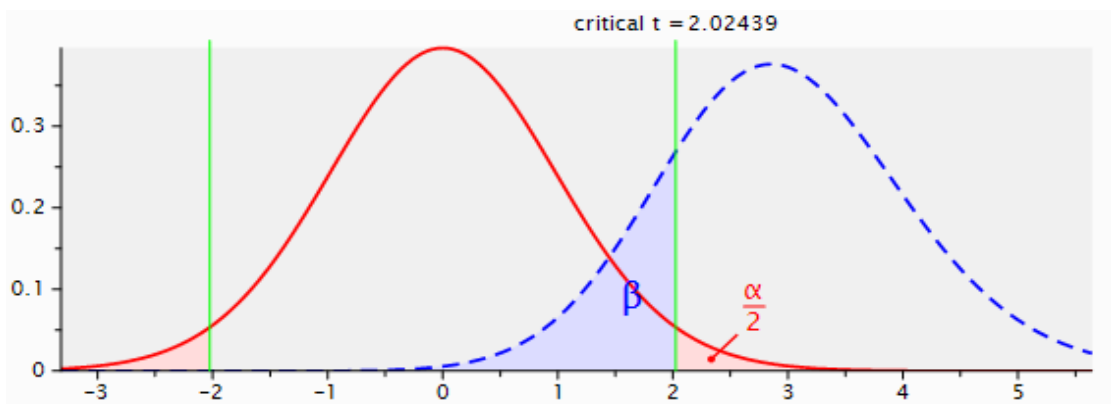
- Prueba= diferencias entre dos medias independientes (grupo de intervención vs. grupo de control).
- Colas= 2.
- Error $\alpha= 0,05$.

- Tamaño del efecto= 0,92.
- Potencia estadística de (error de probabilidad $1-\beta$) = 0,80 %.
- Relación de asignación $n_2 / n_1 = 1$.

Resultados

- Parámetros δ de no centralidad= 2,9.
- t crítica= 2,0.
- Grados de libertad= 38.
- Tamaño de la muestra grupo estudio=20.
- Tamaño de la muestra grupo control= 20.
- Total, de la muestra= 40.
- Potencia estadística= 0.8.

Figura 6. Parámetro de distribución y no distribución de la muestra calculada, reportada de G*Power V.3.1.92



Nota. Elaboración propia con el programa G* Power

De esta manera, se determinó una muestra de 40 niños asignados aleatoriamente a los grupos del presente proyecto (20 para cada grupo). Además, se resaltaron, de acuerdo con Faul et al. (2009), algunos puntos empleados por el software G* Power para el cálculo de esta muestra.

- Las hipótesis nula y alternativa de esta prueba t son las siguientes:

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 = \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

- El tamaño del tamaño del efecto:

$$d = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma}$$

- Los parámetros de no centralidad:

$$= d \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

- Los grados de libertad:

$$df = N - 2$$

Donde: μ = media de la muestra, 1 y 2 para el grupo de estudio y control, respectivamente; d = tamaño del efecto; δ = desviación estándar en la población; δ = parámetro de no centralidad; df = grados de libertad; N = total muestra.

Finalmente se resalta que los participantes se asignaron de forma aleatoria en dos grupos: 20 y 20 donde el grupo experimental tras pérdida de 2 participantes quedó con ($n = 18$) se intervino a través del programa HIT-Sport Games (grupo HSG), con un nivel cumplimiento del 99,5 % atendiendo al modelo del programa y al contexto motivacional del desarrollo de programa multicomponente; mientras que el grupo Control tras pérdida de

3 participantes por cambio de ciudad y no completar la pruebas quedo (n = 17) no recibió ningún tipo de intervención

8.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio cumplió con los requisitos éticos y de investigación de cohorte psicológicos en humanos, acorde con los parámetros exigidos en la declaración Helsinki, la resolución 8430 de 1993 sobre investigación en seres humanos en Colombia. Asimismo, este estudio se consideró como riesgo mayor al mínimo; en consonancia con la investigación, esta se desarrolló con una población de alta vulnerabilidad social, donde se incluyó el programa de entrenamiento multicomponente con ejercicio físico HSG y en la cual se tuvieron en cuenta las siguientes pautas y controles:

- Aprobación del comité de bioética UAM.
- Explicación del propósito del estudio.
- Firma del consentimiento y asentamiento informado por parte de los padres de familia.
- Mantenimiento de anonimato.

De igual manera, en el consentimiento informado elaborado se plasmó la información y se dio a conocer a los padres y niños participantes las fases, objetivos, responsabilidades y derechos de los participantes a emplear en el proyecto y la confiabilidad de este. Asimismo, se dejó la posibilidad de retiro voluntario del proyecto por cualquier motivo.

8.7 ESTRATEGÍA DE RECLUTAMIENTO - FASE PREVIA

El procedimiento establecido tuvo en cuenta los siguientes elementos:

- Se realizó una convocatoria con los funcionarios del equipo de calidad educativas e inclusión de la alcaldía de Montería y la secretaria de Educación para socializar el proyecto
- Se llevó a cabo una reunión conjunta con los rectores de instituciones públicas y privadas municipales, y los funcionarios líderes de mejoramiento educativo (psicólogo) para la explicación de motivos, justificación, relevancia e importancia de la investigación en la ciudad, así como la generación de manifestación expresa por escrito de compromiso con la investigación por parte de las instituciones participantes.
- Se envió de listados de niños diagnosticados por especialistas y centros pediátricos de la ciudad con trastornos por TDAH en edades de 8 y 12 años.
- Se hizo la socialización del proyecto en el auditorio de la Universidad de Córdoba con todas las personas tomadoras de decisiones y participes de proyecto, padres de familias, niños, rectores, psicoorientadores, coordinadores de centros pediátricos y clínicas e institutos vinculados al proyecto.
- Se realizaron (5) Jornadas de capacitación a auxiliares de investigación (profesionales y estudiantes de últimos semestres de educación física) en el manejo evaluativo de las pruebas evaluativas y del programa de intervención; asimismo, para minimizar sesgos de evaluación y de intervención, esto posibilitó la calibración de los profesionales que ayudarían en el proceso
- Asimismo, para minimizar sesgos de evaluación y de intervención, los profesionales de psicología y educación física, con previa capacitación y calibración, realizaron las evaluaciones pre y post intervención y el investigador principal fue el encargado de dirigir y supervisar el desarrollo del programa de ejercicio físico, con el

acompañamiento de estudiantes de último semestre de la licenciatura en educación física.

- Una vez se verificaron todos los criterios de inclusión y al obtener la autorización para la participación de los niños en el programa por parte de los padres para la intervención, se procedió con el diligenciamiento de consentimientos y asentimientos informados de cada uno de los sujetos de estudio y sus acudientes.
- Implementación del programa de entrenamiento HSG a los integrantes del grupo experimental y seguimiento en el grupo control durante el tiempo establecido una vez realizada la evaluación pre.
- Posterior a la intervención se volvieron a evaluar los niños participantes tanto del grupo experimental como control en lista de espera.
- El control de los sesgos fue establecido de la siguiente manera: el sesgo de evaluación estuvo determinado por la participación de evaluadores diferentes a quienes realizaron la intervención desde la aplicación del programa de entrenamiento HSG. Igualmente, el sesgo de intervención fue definido por la participación de licenciados en educación física, así como por diferentes evaluadores.
- Para iniciar, se les recomendó a los individuos reclutados y asignados aleatoriamente al grupo de intervención o control mantener la actividad física que usualmente realizaban durante el periodo de intervención; previo a la intervención, se aplicarán actividades de familiarización durante una semana.

8.8 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

8.8.1 Instrumentos aplicados para el diagnóstico Inicial

Inicialmente, se aplicaron encuestas con el propósito de obtener datos sociodemográficos y de orden patológico a fin de caracterizar la población. Seguidamente, se evaluó la atención sostenida con el cuestionario d2, la actividad eléctrica cerebral a

través del electroencefalograma (EEG) y la regulación autonómica mediante los tiempos de dominios de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC). A continuación, se describen las pruebas aplicadas en el siguiente orden. (Ver Tabla).

Tabla 13. Instrumentos aplicados para el diagnóstico inicial

Prueba	Test – descripción	Equipo y aplicación
Atención sostenida	d2 (Brickenkamp y Gómez, 2012)	Lápiz, papel y formato
Actividad eléctrica cerebral	EEG (cuantitativo)	Electroencefalógrafo (EEG)
Electrocardiograma	ECG	Cardio frecuencímetro

8.8.2 Descripción de las pruebas

Antes del desarrollo de las pruebas y con el fin de verificar protocolos, la calibración de equipos y el funcionamiento de estas, se realizó el pilotaje con 8 sujetos y se puso a juicio con 3 pares expertos. En este sentido, posterior al pilotaje, se planteó el tiempo de la intervención y se realizaron los ajustes pertinentes para el desarrollo de la investigación

8.8.2.1 Prueba de atención sostenida

Para evaluar las medidas de la atención sostenida se empleó el test de atención d2. Se podría decir que dicho test es un tipo de prueba que sirve para medir procesos básicos, esto es, la inteligencia, la atención, el esfuerzo o el control de la atención y la concentración mental; esta prueba fue diseñada por Brickenkam (1962), en Göttingen, Alemania, con el propósito de evaluar la atención sostenida y selectiva, a menudo definida como concentración, o la capacidad de enfocar la atención en algo, sin permitir que estímulos externos o internos interrumpan el proceso.

Por lo tanto, "d2" es una medida concisa para medir estos dos tipos de atención y el enfoque mental (Villalba, 2021). En esa medida, la motivación y el control de la atención son necesarios para mejorar la concentración, de modo que estos dos aspectos se reflejan en los tres elementos del comportamiento atencional.

De igual modo, esta prueba es de tiempo limitado y evalúa la atención sostenida y selectiva, a través de una tarea de cancelación; además, calcula la velocidad de procesamiento, el seguimiento de las instrucciones y la bondad de la ejecución de la tarea, con la discriminación de estímulos visuales similares. En efecto, dicha prueba pertenece a la categoría de instrumentos que pretenden medir estos procesos básicos: velocidad, cantidad de trabajo, calidad de trabajo, y relación entre velocidad y precisión de la actuación.

En primer lugar, se procedió con la aplicación de esta prueba y, a modo de ejemplo, se le aplicó a un sujeto de 8 a 12 años, al que se le entregaron dos hojas: una de instrucciones sobre lo que realizará y otra en la que se hará la corrección. Así, se le explicaron al examinado todas las instrucciones que él también verá en su hoja de instrucciones (ver Ilustración 6 en Anexos).

En ese orden de ideas, esta prueba trató de conocer la capacidad de concentración en una tarea determinada; en esta página se presentará un ejemplo y una línea de entrenamiento para que el niño se familiarice con la tarea; asimismo, se le mostrará el ejemplo, es decir, el niño seleccionará la respuesta; por ejemplo, esta es la letra (d) con dos comillas arriba, con dos comillas abajo o con una comilla arriba y una comilla abajo (ver Ilustración 6 en Anexos).

Cabe aclarar que se trata de la letra (d) acompañada de dos rayitas; la primera (d) tiene las dos rayitas encima, la segunda (d) las tiene debajo y la tercera (d) tiene una rayita encima y otra debajo. En ese sentido, su tarea consistirá en buscar las letras (d) iguales a esas tres con dos rayitas y marcarlas con una línea vertical; el niño tendrá que fijarse en los detalles, porque habrá letras (d) con más de dos o menos de dos rayitas y letras (p) que no deberá marcar en ningún caso, independientemente del número de rayitas que tenga.

Ahora bien, si se equivoca y quiere cambiar una respuesta, deberá tachar la línea con otra formando un aspa, para que se advierta que desea corregir el error. Por consiguiente, solo deberá marcar las detrás (d) con dos rayitas. Por tal razón, se recomienda que practique en la línea de entrenamiento que aparece al final de esta página, donde se

puede observar que cada letra llevará encima un número, luego, se comprobará que haya marcado las letras y números 1, 3, 5, 6, 9, 12, 13, diecisiete, diecinueve y 22 (Villalba, 2021).

8.8.2.2 *Protocolo de aplicación del Test d2*

La aplicación de esta prueba se presenta paso a paso (Brickenkamp y Gómez, 2012) para la aplicación del test d2 y su tabulación.

En la siguiente hoja (ver Figura 7 en Anexos) encontrará 14 líneas similares a la línea de práctica que acaba de realizar. De nuevo, la tarea consistirá en marcar las letras (d) con dos rayitas; por lo tanto, el infante comenzará en la línea número uno y, cuando el examinador le diga cambio, pasará a trabajar en la línea número dos. Así, cuando el examinador diga cambio, comenzará la siguiente línea de la prueba y así sucesivamente; por ello, es necesario comprobar siempre que el niño no se salte ninguna línea.

Asimismo, se debe estar pendiente a que el niño trabaje tan rápido como pueda y sin cometer errores; en el momento que el examinador lo diga, acabará la prueba, deberá levantarse inmediatamente y dar la vuelta a la hoja.

En tal marco, el sujeto estará en un lugar donde no existen intervenciones de estímulos externos e internos. Al hacer la aplicación del test, se deberá tener en cuenta un cronómetro que solo el examinador deberá tener, dado que, si el examinado lo ve encima de la mesa o en un lugar cercano, será un factor que lo puede distraer. Por tal motivo, se le dirá al examinado que comience y, al pasar los 20 segundos, se le indicará el cambio y pasará a la siguiente fila; en este proceso, el examinado puede darse cuenta de que cuenta con poco tiempo para realizar cada fila; así, comenzará a hacerlo de manera más rápida en cada fila, esto con más aciertos en las letras correctas (ver Figura 8 en Anexos).

Por ejemplo, para el proceso de corrección, una vez que se aplica el test, se procederá a la segunda hoja de este (ver Figura 11). A la derecha, hay cuatro columnas con las iniciales mayúsculas, la primera es (TR), el total de aciertos en cuanto al valor

específico; la segunda es (TA), el total de aciertos que ha realizado el examinado; la tercera es (0) y la cuarta es (C), la cual está relacionada con los errores del examinado.

En cuanto al tiempo de reacción (TR), este mide hasta dónde llega el examinado; para este caso, llegó desde la fila uno hasta la casilla 15. Por lo tanto, se anota en la casilla de la columna (TR) 15; y en la segunda fila llegó desde la uno hasta la 14, se anota 14 en la segunda fila bajo (TR) y se repite el proceso con las 14 filas. En cuanto al tema del total de aciertos que el niño ha realizado, se suman las casillas que se encuentran correctas y, en esta oportunidad, serían ocho, es decir, debajo de (TA), de modo que sería el total de aciertos anotados para este ejemplo; en el segundo sería cinco y se repite el proceso en todas las filas.

En cuanto a la casilla de la columna de cero (0), relacionada con el número de cuadros vacíos, se suman los cuadros vacíos hasta donde el examinado llegue y se anotan sus aciertos; se repite el mismo proceso en todas las filas. Con respecto a la casilla (C), son las rayas que se encuentran fuera de la casilla, por lo tanto, hay que fijarse en todas las rayitas que el examinado ha realizado para este proceso. Se repite este proceso en todas las filas.

Una vez realizado este procedimiento, se hallan las fórmulas. La primera es el total de aciertos. Con la primera columna (TR) se observa hasta dónde llega el examinado, luego se suman la respuesta de todas las filas y se coloca el total. Seguidamente, se repite el proceso y se suman todas las casillas vacías para observar si todos se salieron del cuadrado y anotar la respuesta correcta. Una vez obtenido el resultado, se recorre la tabla de baremos para observar el percentil equivalente con cada respuesta; al ver la respuesta, se procede a colocar el percentil correspondiente, lo que se realiza también con las demás operaciones.

De igual forma, se observa el total de aciertos del examinado, se suma todo el total de aciertos y se ubica la respuesta que, en este caso, sería 94. Luego, las casillas que se salieron se suman y se coloca la respuesta; en este caso, sería 65. Acto seguido, se recurre a la tabla de baremos, lo que es 25. De este modo, se anota el percentil correspondiente y se realiza esto con la siguiente fórmula, es decir, el total hasta donde llegue el niño.

Luego de ello, se cuenta el resultado de la última casilla y se anota, de manera que se coloca el percentil correspondiente según la tabla de baremos, con el fin de realizar los cálculos de las distintas fórmulas que se encuentran. Esto no es difícil, debido a que se proporcionan las variables; en esa medida, lo único necesario consiste en sumar y colocarlo conforme con lo establecido (Brickenkamp y Gómez, 2012).

8.8.3 Significación de las puntuaciones

En cuanto a los resultados del (TR), esta puntuación muestra un total de elementos manejados o intentados durante las pruebas. Cabe aclarar que (TR) es una medida cuantitativa de un total de elementos procesados, con elementos relacionados e importantes, por lo que es una medida confiable, con distribución de atención normal (selectiva) y continua, debido a que ofrece velocidades de procesamiento y proporciona cargas de trabajo y dinámica (Giittingen, 2009).

Esta puntuación E (error) directa es de puntos para todos los errores, lo que incluye el error de descuido (0) y el error de instrucción infrecuente o menores (C). El error (0) ocurre cuando el elemento asociado no está resaltado (letra d con dos guiones); es relativamente común y es una medida de control de atención, desempeño de reglas, precisión de búsqueda visual y calidad de actitud. En ese sentido, el error (C) ocurre cuando el undécimo ítem está marcado, estos son menos comunes y están asociados con el control sorpresivo, el cumplimiento de las reglas, la precisión de la búsqueda visual, la inactividad y la flexibilidad cognitiva. En consecuencia, el total de errores (E) es una medida previa para el cálculo de las otras variables (E %, TOT).

Por ello, E %, el error porcentual, es la variable que representa el aspecto cuantitativo del desempeño, la relación entre los errores cometidos y el número de elementos procesados, es decir, $E \% = (100 \times (O+C)) / TR$. Cabe mencionar que cuanto menor sea esta relación, mayor será la precisión, la calidad del trabajo y la integridad del tema. Por lo tanto, la puntuación E % no se distribuye normalmente, puesto que “la curva es una asimetría positiva”. En la mayoría de los casos, la tasa de error es baja; sin embargo, la inconsistencia de la puntuación se puede mejorar desde la aplicación de una segunda

prueba si es necesario. En suma, la puntuación y esta variable no están marcadas, por lo tanto, no aparecen en las columnas de la tabla de escala.

Por último, respecto al TA, consiste en el total de aciertos, las veces que la letra (d) aparece y cuando el sujeto las marca. Es otra medida de la cantidad de trabajo, pero solo atiende a los elementos relevantes (letras d con dos rayas) (Giittingen, 2009).

8.8.4 Interpretación de un perfil

Según el Manual de Test d2 de Giittingen (2009), la curva de trabajo es el ejemplo de productividad del sujeto de prueba (ver Figura 9); por ende, el resultado muestra una línea vertical de valores TR que incluye crestas y valles, puesto que sirve para trazar una línea discontinua que conecta las últimas marcas creadas por el sujeto en cada una de las líneas de trabajo.

Si esta eficiencia es constante para todas las 14 filas, el perfil tiene la siguiente forma: es una línea vertical casi recta, es decir, una línea discontinua de partículas pequeñas, y se dibuja a la altura del número veces que el sujeto ha podido probar dentro del rango de 20 segundos. Si la forma del gráfico es de lámpara y él va más a la derecha, la configuración mostrará un aumento de productividad durante la prueba; si la forma de la línea es al contrario, el registro mostrará que se reduce la productividad, lo que podría ser por fatiga o falta de concentración.

En el mismo ejemplo, se puede trazar un segundo registro con una curva de trabajo (TA) en puntos, en este caso, la cuadrícula (ver Figura 9) muestra eficiencias para la tarea en cuestión. Para hacer esto, se marca en consideración con la regleta numérica existente sobre la primera fila y debajo de la última fila de elementos, y el rango de números existente abajo en el punto (TA). A la altura de cada puntuación que se encuentra debajo del recuadro (TA) en el margen derecho, se deben unir los 14 puntos. Estas consideraciones se pueden aplicar a este gráfico respecto con la forma vertical o inclinada asumida por el gráfico particular del sujeto.

Además, de estar validado en el contexto mundial, el test d2 cuenta con validación en Colombia mediante los datos normativos para el test d2 en población infanto-juvenil de 6 a 17 años, donde se determinaron 9 modelos de regresión lineal multivariante, una para cada una de las puntuaciones del d2 como los son TR, TA, TO, TC, Mayor TR, Menor TR, TOT, CON y VAR (Olivera et al., 2017).

En lo concerniente a la variable actividad eléctrica cerebral, esta se evaluó con Electroencefalograma, el cual es un examen que busca medir la actividad eléctrica del cerebro; por tal motivo, se empleó el siguiente protocolo:

Protocolo actividad eléctrica cerebral de EEG

Adquisición

- Se registraron datos EEG continuos de 30 sitios de electrodos al utilizar un NeuroScan Quik-Cap (Neuro, Charlotte, NC, EE. UU.), de acuerdo con **los** estándares del 10-20 Sistema de colocación de electrodos.
- Este estudio solo analizó los datos de EEG en los electrodos de la línea media (frontal: Fz; central: Cz; parietal: Pz), que se han utilizado con frecuencia para estimar los espectros de potencia desviados en el TDAH. El electrodo de tierra se colocó en el sitio FPz y todos los electrodos se referenciaron a mastoides vinculados.
- El electrooculograma (EOG, i.e., variación que se produce en el potencial de reposo del ojo) vertical se recogió de electrodos colocados por encima y por debajo del ojo izquierdo y el EOG horizontal del canto externo de cada ojo.
- La impedancia del electrodo se mantuvo por debajo de 5 k Ω .
- EEG y EOG se amplificaron con un ancho de banda de DC a 100 Hz. Por lo tanto, la frecuencia de muestreo fue de 500 Hz. Además, se utilizó un filtro *notch* de 60 Hz durante la adquisición de datos.

Procesamiento

- Durante el procesamiento de datos, los datos de EEG se filtraron mediante un corte de paso de banda de 1 a 30 Hz (12 dB/octava) y el EOG se corrigió mediante un algoritmo.
- Los datos de EEG se segmentaron en *epochs* de 2 s y luego se corrigieron según la línea de base, la cual se apoyó mediante todo el barrido. Después de la inspección visual de los artefactos, los datos de EEG limpios se transformaron *Fast Fourier* y, posteriormente, se transformaron en “ln”.
- Las estimaciones de potencia media se calcularon al utilizar bandas de frecuencia fijas (4 a 7,5 Hz para theta, 8 a 12,5 Hz para alfa, 13 a 25 Hz para beta). Las relaciones theta/alfa y theta/beta se calcularon en cada sitio de la línea media.

Finalmente, para evaluar la variabilidad de la frecuencia cardíaca se empleó el siguiente proceso:

Protocolo de variabilidad de la frecuencia cardíaca VFC

(Los sujetos descansaran en posición supina durante aproximadamente 15 minutos para obtener una hemodinámica de estado estacionario antes del comienzo de la grabación del ECG).

- Se seleccionó un segmento de 5 min sin ectópico del registro de ECG de 15 min y se analizó para obtener parámetros de dominio de tiempo y frecuencia (métodos lineales) de la HRV a corto plazo de acuerdo con los estándares establecidos por el Grupo de trabajo de la Sociedad Europea de Cardiología y The Sociedad Norteamericana de Marcapasos y Electrofisiología.

Convertidor

- Power Lab, 16 channels data acquisition system, AD Instruments, Australia

Procesamiento de los datos

- HRV Analysis Software version 1.1 (Power Lab AD Instruments, Australia)

8.9 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO HIT SPORT GAME

El programa de entrenamiento Hit Sport Game (HSG), tuvo una duración de 12 semanas. Este incluyó una variedad de componentes relacionados con la aptitud física y el ejercicio físico, además de deportes y juegos que abordan elementos como fuerza, velocidad, flexibilidad, resistencia y actividades que estimulan las áreas de estudio, como atención sostenida, activación nerviosa cortical y regulación autonómica.

Asimismo, el programa HSG implementado abarcó un macrociclo conformado por tres meso ciclos y 12 microciclos de tres sesiones cada uno, con una duración de 60 minutos, donde se trabajaron los siguientes componentes: volumen (cantidad de repeticiones, series y ejercicio), densidad (relación, tiempo de trabajo y tiempo de pausa), frecuencia, número de sesiones semanales y duración (tiempo total de la sesión) (Nacleiro,2017). Además, se incorporan actividades físico-deportivas enfocadas a mejorar la fuerza, la velocidad, la resistencia, la coordinación, el equilibrio y la flexibilidad.

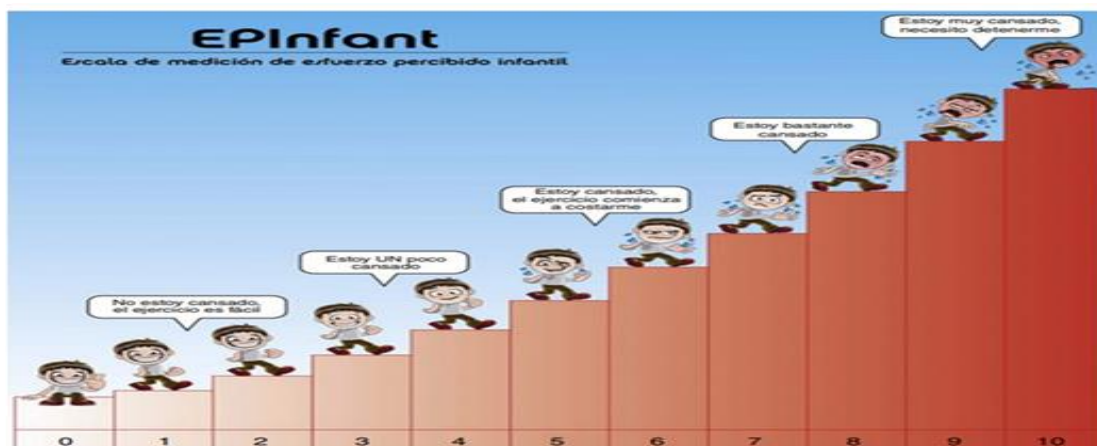
Por otro lado, resultó necesario indicar que el programa está organizado en un macrociclo de tres mesociclos; el primero es de adaptación con cuatro microciclos: tres de adaptación y uno de choque con tres sesiones por semana cada uno. El segundo mesociclo desarrollador consta de cuatro microciclos: tres de choque y uno de recuperación con tres sesiones por semana cada uno. El tercero es un mesociclo estabilizador con cuatro microciclos: dos de choque y dos de recuperación con tres sesiones por semana cada uno.

Igualmente, la estructura de la sesión introdujo un calentamiento general por 10 minutos, seguido del componente central de la sesión de 25 minutos para las primeras dos semanas, 30 minutos para las semanas 3 y 6, y 35 minutos para las semanas 7 y 12; por último, hay un retorno a la calma con actividades de estiramientos y relajación. Acto seguido, se trabajaron 3 sesiones semanales los miércoles, viernes y sábados en horario de

7:00- 8:00 a.m. Finalmente, todas las sesiones se aplicaron y supervisaron por un grupo profesional en educación física, recreación y deporte.

Por último, la intensidad se estimó con la escala de medición del esfuerzo percibido infantil EPInfant, la cual se encuentra validada. Asimismo, se trabajó a intensidades entre el 60 % - 90 % con ejercicios de resistencia, fuerza, velocidad, flexibilidad, coordinación, equilibrio, esquema corporal y patrones de movimiento, así como ejercicio cardiorrespiratorio en modalidad HIIT (*high intensity interval training*) y juegos predeportivos como natación, ciclismo y karate. Además, se implementó entrenamiento de fuerza a intensidad moderada-baja y la modalidad de estaciones o circuitos de fuerza con autocarga.

Figura 7. Escala de medición de esfuerzo percibido infantil EPInfant

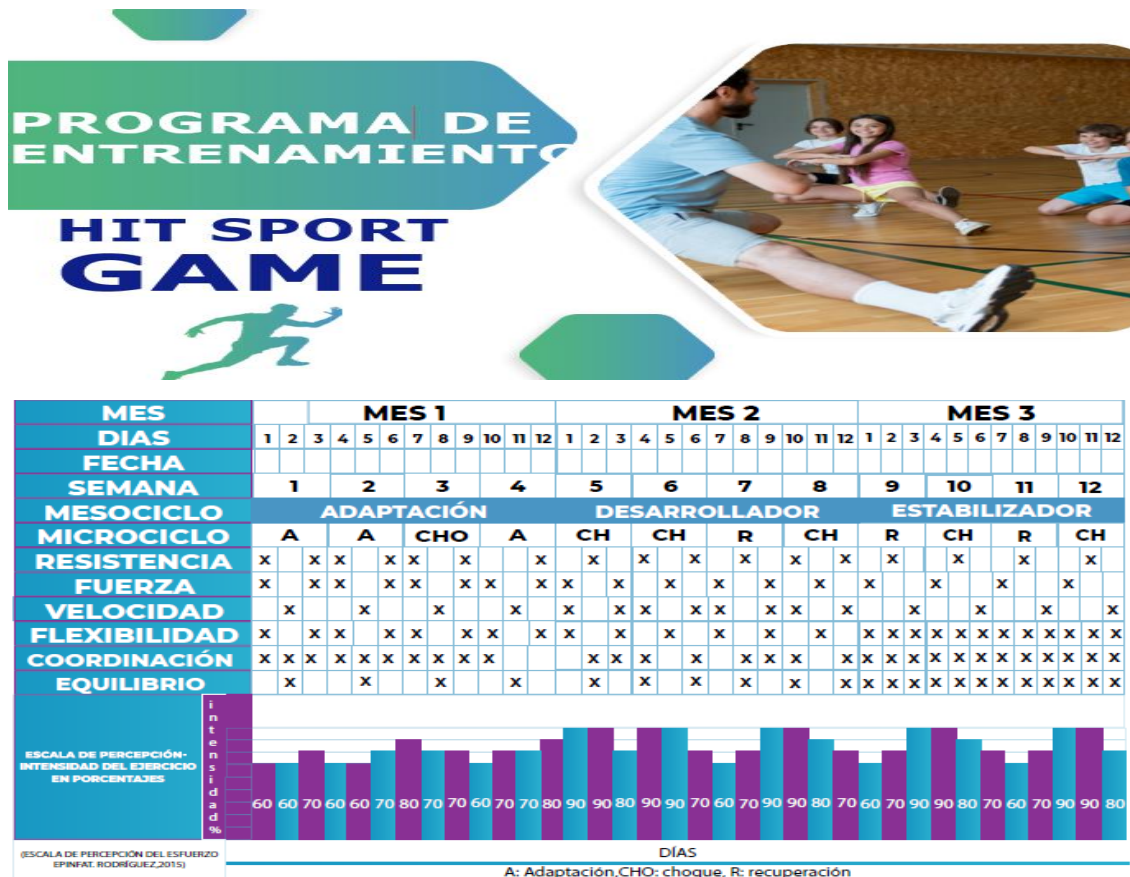


Nota. Tomado de “Escala de medición de esfuerzo percibido infantil (EPInfant): validación en niños y adolescentes chilenos”, por I. Rodríguez, 2016, *Revista chilena de pediatría*, 87(3).

La escala de una barra de altura ascendente sigue con 11 descriptores numéricos (0-10), 5 descriptores lingüísticos dispuestos para cada uno de los dos niveles de intensidad y un gradiente exponencial de izquierda a derecha; en este punto, se visualiza una serie de figuras que representan a un niño corriendo a una intensidad creciente. En esa medida, la nueva escala de medición de esfuerzo percibido EPInfant posee descriptores numéricos (0 a

10), descriptores verbales y un set de ilustraciones que representan a un niño corriendo ~ a intensidades crecientes a lo largo de una escala de barras de altura incremental, como se evidencia en la Ilustración 8 (Rodríguez, 2015).

Figura 8. Programa de entrenamiento Hit Sport Game



Nota. Elaboración propia.

Figura 9. Estructura de trabajo desarrollado para cada una de las capacidades físicas



Nota. Elaboración propia

A continuación, se describe el desarrollo de las capacidades físicas implementadas en el programa, como resistencia, fuerza, flexibilidad, velocidad y coordinación. Así, en el marco del desarrollo de trabajos de resistencia, se empleó el método de carga continua para trabajar la capacidad aeróbica con una duración de 30 a 45 minutos, con velocidad de ejecución progresiva; de esa forma, se realizará una serie de una sola repetición con una intensidad moderada-alta, donde la FC se mantenga entre 120 y 140 pm, micro pausas de un minuto, y un minuto con 40 segundos. De igual modo, en Farletk se trabajó la resistencia aeróbica y anaeróbica (mixta) con ritmo de ejecución (intensidad) suave y rápido, con una serie y una repetición a una distancia de 2 km a 3 km con intensidades alternadas.

Por otro lado, el método interválico, para el trabajo de potencia aeróbica, se corrió en una distancia de 100 m o 400 m, lo más rápido posible; igualmente, se realizaron máximo cinco series de cuatro repeticiones cada una, con descansos de un minuto con 45 segundos entre repeticiones, y dos a tres minutos entre series. Lo anterior se detalla en la Tablas 14.

Adicionalmente, en el componente fuerza descrita en la Tabla 15 se presentan los trabajos de intensidades máximas empleados para estimular la fuerza máxima; en efecto, estos se realizaron con una velocidad de ejecución intermedia con 3 a 5 series, de 1 a 5 repeticiones, con micro pausas de un minuto a un minuto con 40 segundos, y macro pausas de tres a cinco minutos en pliometría.

Cabe señalar que los trabajos desarrollados para estimular la fuerza explosiva se aplicaron con una velocidad de ejecución rápida de tres a cinco series de 5 a 10 repeticiones, con micro pausas de un minuto con 20 segundos a dos minutos de descanso, y macro pausas de tres a cinco minutos. En ese sentido, los esfuerzos dinámicos para trabajos de fuerza explosiva se aplicaron con una velocidad de ejecución rápida, de 3 a 5 series por 6 a 10 repeticiones, con un minuto y 20 segundos a dos minutos de descanso; todos los trabajos de fuerza se realizarán con el peso corporal.

A continuación, en la Tabla 16, se expone cómo se desarrolló el trabajo de flexibilidad. Este estuvo orientado en estimular la flexibilidad dinámica y general; por lo tanto, esta se implementó de forma activa con 10 series de 10 a 15 repeticiones, con micro pausas de 10 a 15 segundos, macro pausas de 20 a 30 segundos. Por otro lado, la flexibilidad pasiva se aplicó con series de 5 a 10 y de 10 a 15 repeticiones con micro pausas de 10 a 15 segundos, y macro pausas de 20 a 30 segundos; todo lo anterior se realizó con ayuda externa.

Bajo este marco, en la Tabla 17, se evidencia que los trabajos de velocidad en potencia anaeróbica láctica se realizaron en carreras hasta los 30 m, con velocidad de ejecución rápida y de 2 a 3 series de 6 a 10 repeticiones, con micro pausas de 40 segundos a dos minutos y macro pausas de tres a cuatro minutos. Para la potencia anaeróbica láctica, se realizaron carreras hasta los 30 m con velocidad de ejecución rápida y de 3 a 4 series de 8 a 10 repeticiones, esto con micro pausas de 40 segundos a dos minutos y macro pausas de cuatro a seis minutos.

Finalmente, los trabajos de coordinación implementados abordaron actividades de coordinación óculo manual a un ritmo de ejecución lento de 4 a 6 series de 10 a 12

repeticiones, con micro pausas de 10 a 15 segundos, y macro pausas de dos minutos. Asimismo, la coordinación óculo pédica se trabajó a un ritmo de ejecución lento de cinco a ocho series de 10 a 12 repeticiones, con micro pausas de 20 a 30 segundos y macro pausas de dos minutos. Por último, la coordinación general fue a un ritmo de ejecución rápido de 8 a 10 series de 10 a 115 repeticiones, con micro pausas de 20 a 30 segundos y macro pausas de dos minutos. (Ver Tabla 18)

Tabla 14. Resistencia

Resistencia								
Métodos	Tipo Resistencia	Distancia tiempo	Velocidad y ritmo de ejecución	N de series	N.º Rep.	Micro pausas	Macro pausas	Observaciones
Carreras continuas	Capacidad Aeróbica	30 a 45 min	Suave	1	1	120-140 ppm	No hay	F.C.120-140 ppm
Farlek	Mixta	2-3 km	Suave-lento-rápido	1	1	120-200 ppm	No hay	Alternan intensidades
Interválica	Potencia aeróbica (super aeróbica)	400-100 m	Rápido	5	4	1-1,45 seg.	2-3 min	30-45 min.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15. Fuerza

Fuerza								
Métodos	Tipo de fuerza	Intensidad	Velocidad y Ritmo de ejecución	N.º de series	N.º de Repeticiones	Micro pausas	Macro pausas	Observaciones
Intensidades máximas	Fuerza máxima	Peso corporal	Suave	3 a 5	1 a 5	1' a 1'40"	3 a 5 min	Sentadilla
Pliometría	Fuerza explosiva		Rápido	3 a 5	5 a 10	1'20" a 2'	3 a 5 min	Salto sobre un cono valla
Esfuerzos dinámicos	Fuerza explosiva		Rápido	3 a 5	6 a 10	1'20" a 2'	3 a 5 min	Salto con soga

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16. Flexibilidad

Flexibilidad						
Método	Tipos de Flexibilidad	N.º de Series	N.º repeticiones	Micro pausas	Macro pausas	Observaciones
Dinámico	Activa	5 a 10	10 a 15	10 a 15 seg.	20 a 30 seg.	Sin ayuda
Estático	Pasiva	5 a 10	10 a 15	10 a 15 seg.	20 a 30 seg.	Ayuda externa

Nota. Elaboración propia

Tabla 17. Velocidad

Velocidad								
Método	Tipo de velocidad	Distancias	Velocidad y Ritmo de ejecución	N.º de series	N.º de repeticiones	Micro pausas	Macro pausas	Observaciones
Intervalo	Potencia Anaeróbica láctica	Carrera Hasta 30 m	Rápido	2.-3	6 a 10	40 seg a 2 min	3-4 min	10 – 15 subida. Después de 24 H se vuelve a trabajar.
	Potencia anaeróbica láctica	Carrera hasta 100 m.		3-4	8 a 10	40seg 2 min	4-6 min	12º pm/m descanso y 180 pm/m Trabajo. Después de 48 H se vuelve a trabajar

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18. Coordinación

Coordinación								
Método	Tipos de coordinación	Pulso/Min	Velocidad y ritmo de ejecución	º de series	N.º de repeticiones	Micro pausas	Macro pausas	Observaciones
Repeticiones	Óculo manual	140-180 Ppm	Lento	Cuatro a seis	10 a 12	10-15 segundos	2 min	Desplazamientos
	Óculo pédica	130-180 ppm	Lento	Cinco a ocho	10 a 12	20-30 segundos	2 min	Desplazamientos entre conos frontal y lateral.
	Dinámica general	170-200 ppm	Rápido	Ocho a 10	10 a 15	20-30 segundos	2 min	Salto y desplazamientos rápidos.

Nota. Elaboración propia.

8.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se expresan como media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartílico). En ese sentido, la normalidad de los datos y la homogeneidad de la varianza se contrastaron mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Para evaluar el efecto del programa de intervención se implementaron dos enfoques de análisis estadístico: el frecuentista basado en la prueba de hipótesis nula y el análisis de estimación.

Asimismo, en el enfoque frecuentista, la comparación intragrupo (Pretest *vs.* Postest) se llevó a cabo mediante la prueba t de Student pareada o la prueba de Wilcoxon; mientras que la comparación entre grupos (HSG *vs.* Control) se realizó al emplear la prueba T de Student independiente o la prueba U de Mann-Whitney. En consecuencia, estas pruebas se aplicaron tanto en la línea de base, como en la diferencia ($\Delta = \text{Postest} - \text{Pretest}$), y en la diferencia de las diferencias (DID, *difference-in-difference*, $= \Delta_{\text{HSG}} - \Delta_{\text{Control}}$).

Por otra parte, en el presente trabajo se implementó un enfoque estadístico de estimación que calcula los tamaños del efecto (TE) y su incertidumbre; de este modo, se contribuye a un análisis más robusto entre el grupo HSG y el Control. Para esto, se considera TE de la g de Hedges. Esta comparación se representa en gráficos de estimación (*i. e.*, Gardner-Altman), las cuales ofrecen varias ventajas, tales como i) al representar la curva completa de error de muestreo del TE, se evita el pensamiento dicotómico y se resalta la naturaleza graduada de la distribución; ii) el eje de diferencia permite una transparencia en la comparación que se está realizando; iii) mientras que los valores de p confunden la magnitud y la precisión en un solo número, el tamaño relativo de un intervalo de confianza proporciona una medida específica de su precisión; iv) obtener esta curva de error de muestreo mediante el uso del método de remuestreo (*bootstrap*) hace que el método sea robusto y versátil; v) lo más importante, al centrar la atención en un TE, el diagrama de diferencias fomenta el razonamiento cuantitativo sobre el sistema bajo estudio.

Finalmente, se estableció un nivel de significancia de $p < 0.05$ para todas las pruebas realizadas. En cuanto al TE, se consideró un valor de la g de Hedges de la siguiente

manera: ≤ 0.2 se considera un efecto pequeño, 0.2 a 0.49, moderado, ≥ 0.5 , grande, y ≥ 1.3 , muy grande. Los procedimientos estadísticos se realizaron por el software SPSS v.27 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.), y con el entorno de software libre para computación estadística y gráficos R v. 4.3.1.

9 RESULTADOS

9.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

En cuanto a las características sociodemográficas en el estudio participaron 35 niños y niñas entre 8 y 12 años, diagnosticados con TDHA en Centros clínicos pediátricos de la Ciudad Montería, Córdoba, de acuerdo con los criterios del DSM-V. Los participantes fueron asignados de forma aleatoria en dos grupos: experimental y control, el primero denominado Hit Sport Game conformado por 18 niños (15/3) y segundo denominado control conformado por 17 niños (14/3). La media de las edades fue de 10.6 ± 1.4 años en los hombres y 10.1 ± 2.1 años, la masa corporal fue de 34.7 ± 8.2 kg y 36.5 ± 8.8 kg respectivamente, la estatura fue de 142.8 ± 8.2 cm y 140.4 ± 12.5 cm, y el índice de masa corporal $17.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ y $18.2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$

En este estudio se retiraron un total de 5 sujetos de los grupos asignados. En el grupo HSG, 2 participantes se trasladaron a otras ciudades; en cambio, en el grupo de control, 3 participantes no pudieron completar el seguimiento ni las evaluaciones del postest. La Figura 9 muestra el diagrama CONSORT, el cual presenta la información sobre el flujo de participantes a lo largo del estudio, incluyendo el reclutamiento, la asignación a los grupos y el seguimiento durante el estudio.

De acuerdo con la Tabla 19, en el análisis de las variables de la línea de base se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas o una magnitud del efecto relevante ($p > 0.05$, $g < 0.5$) en la edad, sexo, así como en las variables antropométricas (estatura, masa corporal e IMC).

Tabla 19 Características de los participantes

	HIIT-Sport Game (n = 18)	Control (n = 17)	G	p
Sexo, M/F	3/15	3/14		0.642
Edad, años	10.6 (1.4)	10.1 (2.1)	0.309	0.364
Estatura, cm	142.8 (7.6)	140.4 (12.5)	0.224	0.542
Masa corporal, kg	36.4 (8.2)	36.5 (8.8)	-0.004	0.992
IMC, $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	17.6 (3.1)	18.2 (2.2)	-0.219	0.557

Nota. Los valores se expresan como media \pm desviación estandar o mediana (rango intercuartilico). MC, Masa Corporal total; IMC, Índice de Masa Corporal;. g, tamaño del efecto de la g de Hegdes.

De acuerdo a la tabla 20 que relaciona el consumo de medicamento se encontró los tipos de tratamiento de los participantes, en este sentido para el grupo experimento denominado HSG, 8 participantes consumen medicamentos y del grupo control 7 de ellos , en cuanto al tratamiento 6 niños del grupo HSG tenían tratamiento farmacológico, 4 psicológico, 4 educativo,3 combinado y 1 manifestó no recibir ningún tratamiento, así mismo para el grupo control 6 participantes tenían tratamiento farmacológico, 7 psicológico, 2 educativo y 2 combinado. Ver tabla 21.

En cuanto a la frecuencia del tratamiento los participantes del grupo HSG 12 niños lo recibían cada dos días y del grupo control 8 niños, siendo el metilfenidato el medicamento que más consumen los participantes; en tal sentido no hubo diferencias estadísticamente significativas o una magnitud del efecto relevante en la línea de base.

Tabla 20 Encuesta de consumo de medicamentos

Grupos	HSG (n = 18)	Control (n = 17)	P
Medicamento	8 (44.4)	7 (41.2)	0.845

Nota. Los valores se expresan como número (%). HIT-Sport Game.

Tabla 21 Tipo de tratamiento

	HSG (n = 18)	Control (n = 17)
Tipo de tratamiento		
Farmacológico	6 (33.3)	6 (35.3)
Psicológico	4 (22.2)	7 (41.2)
Educativo	4 (22.2)	2 (11.8)
Combinado	3 (16.7)	2 (11.8)
Ninguno	1 (5.6)	0 (0)
Frecuencia del tratamiento		
2 días	12 (66.7)	8 (47.1)
3 días	2 (11.1)	2 (11.8)
5 días		1 (5.9)
1 al mes	1 (5.6)	4 (23.5)
Ninguna	3 (16.7)	1 (5.9)

Medicamento		
Metilfenidato	6 (33.3)	7 (41.2)
Ninguno	10 (55.6)	10 (58.8)
Otro	2 (11.1)	
Frecuencia consumo medicamento (días/semana)		
3	5 (27.8)	5 (29.4)
4 o 5	7 (38.9)	5 (29.4)
NS/NR	6 (33.3)	7 (41.2)
Frecuencia consumo medicamento (día)		
1	2 (11.1)	1 (5.9)
4 o 5	6 (33.3)	6 (35.3)
Ninguna	10 (55.6)	10 (58.8)

Nota. Los valores se expresan como número (%). HSG, HIT-Sport Game. NS/NR, no sabe / no responde.

9.2 ESTADÍSTICA INFERENCIAL

En el siguiente apartado se presenta el análisis de las variables o desenlaces del presente estudio: aptitud física, atención sostenida, variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV) y actividad eléctrica del cerebro.

9.2.1 Aptitud física

De acuerdo con la Tabla 22, la suma de los pliegues cutáneos, como indicador de adiposidad corporal total, en el grupo HSG mostró una disminución significativa y un TE mediano tras la intervención ($p = 0.004$, $g = 0.65$); mientras que en el grupo Control no se observaron cambios significativos ($p = 0.750$, $g = 0.02$). Según el análisis de la DID, se encontraron diferencias a favor del grupo HSG en comparación con el grupo Control ($p = 0.042$, $g = -0.70$), tal como se muestra en la Tabla 23 y la Figura 10.

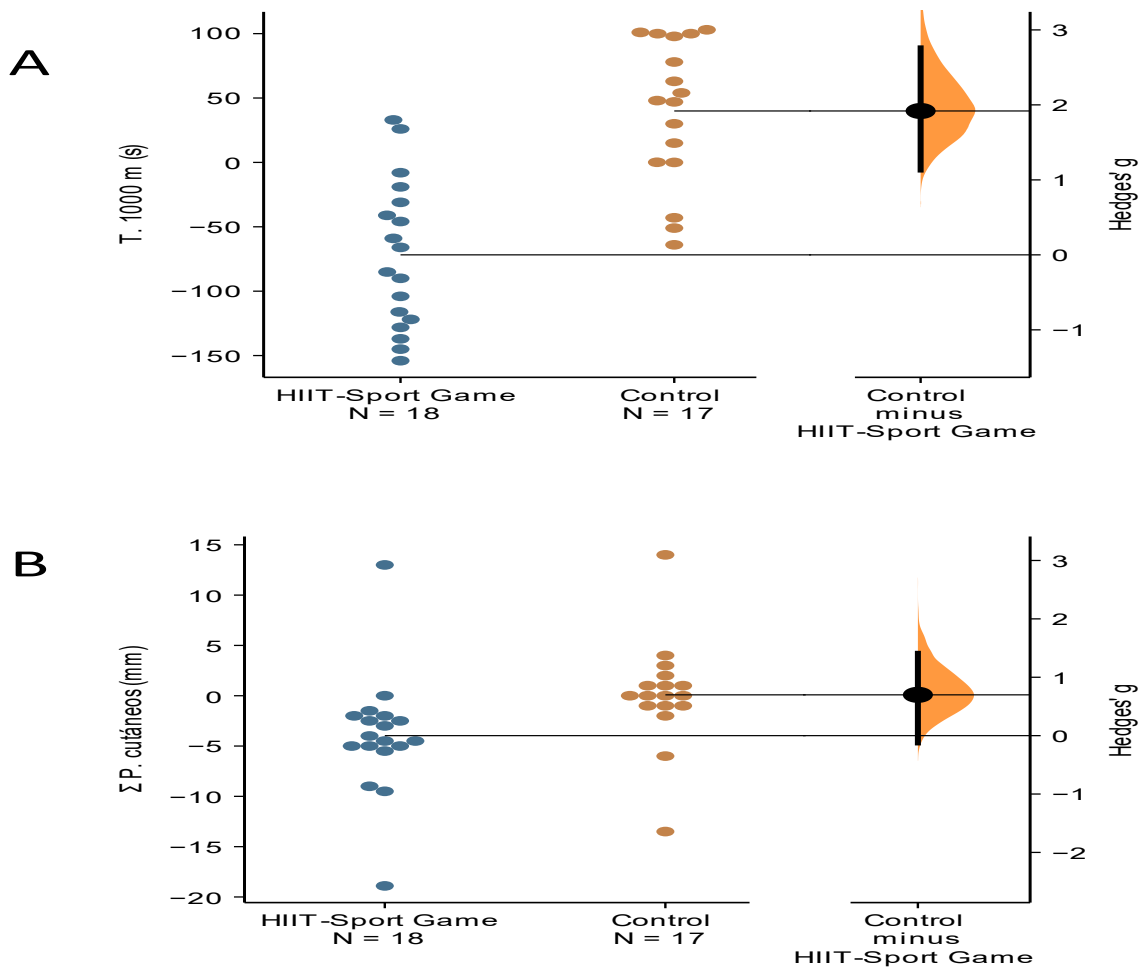
Para la aptitud física cardiorrespiratoria, evaluada mediante la prueba de 1000 m, se observó una mejora significativa en el grupo HSG. Lo anterior evidenció un TE grande ($p < 0.001$, $g = 1.22$). Por otro lado, el grupo de Control mostró una disminución significativa en esta variable durante el periodo de seguimiento ($P = 0.010$, $g = 0.69$). Al realizar la comparación de la DID, se halló una diferencia significativa y un TE grande ($p < 0.001$, $g = -1.92$), evidentemente, a favor del grupo HSG (Tabla 22)

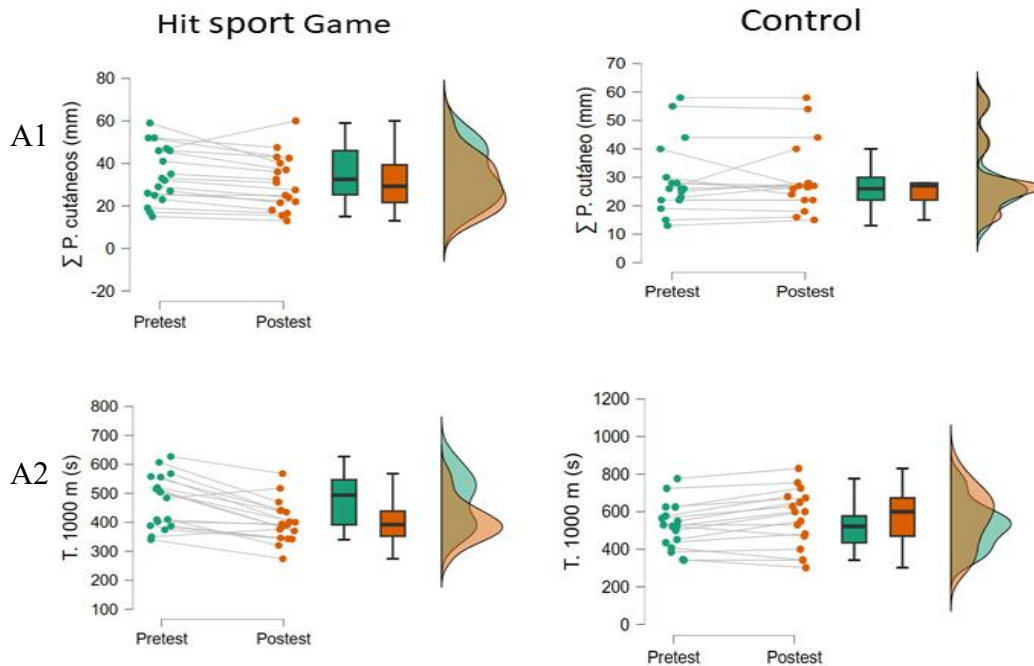
Tabla 22 Resultados de las variables de aptitud física

	HIIT-Sport Game (n = 18)					Control (n = 17)					Diferencia entre los grupos		
	Pretest ^a	Posttest	Δ	g	p	Pretest	Posttest	Δ	g	p	DID*	g	p
Σ P. cután eos, mm	32.5 (24.5, 46.3)	29.3 (20.6, 40.7)	-4.3 (-5.1, -2.0)	0. 65	0.00 4	26.0 (22.0, 35.0)	27.0 (22.0- 34.0)	0.0 (-1.0, 1.5)	0. 02	0.7 50	-4.1 (-8.0, - 0.2)	- 0.7 0	0.04 2
T. 1000 m, s	472.5 (91.1)	400.7 (70.8)	-71.8 (57.6)	1. 22	<0.0 01	522.4 (122.7)	562.3 (154.6)	39.9 (56.1)	0. 69	0.0 10	-111.7 (- 150.9, -72.6)	- 1.9 2	<0.0 01

Nota. Los valores se expresan como media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartílico). Σ PC, sumatoria pliegues cutáneos; T. 1000 m, prueba de 1000 metros continuos; *DID, diferencia-en-diferencia); g, tamaño del efecto de la g de Hedges. ^a No encontraron diferencias estadísticamente significativas en la línea de bases para estas.

Figura 10. Análisis de la diferencia en las diferencias entre los grupos para la sumatoria de pliegues (A) y aptitud cardiorrespiratoria (B)





Se muestra en el gráfico de estimación de Gardner-Altman. Ambos grupos se trazan en los ejes de la izquierda; la diferencia de medias se traza en ejes flotantes a la derecha como una distribución de muestreo de arranque. Asimismo, la diferencia media se representa como un punto; el intervalo de confianza del 95 % está indicado por los extremos de la barra de error vertical. Σ P. cutáneos, sumatorias de pliegues cutáneos, T. 1000 m, prueba de 100 m continuos.

9.2.2 Atención sostenida

La atención sostenida se evaluó en este estudio mediante el test de atención D2. Según el análisis estadístico, se observaron diferencias significativas en el total de respuestas (TR) del grupo HSG después de la intervención ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 2.19$). De igual manera, en el grupo Control también se hallaron diferencias significativas ($p = 0.020$), pero con un TE medio ($g = 0.61$). El análisis de la DID muestra diferencias significativas ($p = 0.012$) a favor del grupo HSG, con un TE grande ($g = 0.90$), como se muestra en la Tabla 23 y en la Figura 11C.

Para el Total de aciertos (TA), el grupo HSG presentó diferencias significativas ($p = 0.001$) con un TE muy grande ($g = 1.78$). En cambio, para el grupo Control no se observaron cambios significativos ($p = 0.068$, $g = 0.49$). El análisis de la DID mostró diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.037$); en esa medida, se evidenció un TE medio ($g = 0.72$) a favor del grupo HSG (Tabla 23 y Figura #11D).

Con respecto a las omisiones y comisiones, se detectaron cambios significativos para el grupo HSG ($p = 0.025$, $g = -0.38$ y $p = 0.038$, $g = -0.47$, respectivamente). Sin embargo, en estos indicadores no se observaron cambios significativos o efectos relevantes en el grupo Control ($p = 0.393$, $g = -0.18$ y $p = 0.586$, $g = 0.13$, respectivamente). Al realizar el análisis de la DID para las omisiones y comisiones, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) y los TE observados fueron pequeños ($g < 0.5$). (Ver Tabla 23 y Figura 11 E, F).

Para el indicador total, que representa la efectividad total de los niños en la prueba del D2, se identificaron diferencias significativas en el grupo HSG ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 2.20$). En el grupo Control, no se observaron cambios significativos ($p = 0.055$) y la magnitud del efecto fue moderada ($g = 0.56$). Además, se observaron diferencias significativas a favor del grupo HSG ($p = 0.008$), con un tamaño de efecto grande ($g = 0.94$) (ver Tabla 23 y Figura 11I).

En cuanto al indicador de concentración (Con), en el grupo HSG se hallaron diferencias significativas ($p = 0.001$) con un TE muy grande ($g = 1.78$); en cambio, para el grupo Control no fue significativa ($p = 0.256$); de hecho, el TE fue pequeño ($g = 0.41$). Finalmente, el análisis de la DID de los grupos para este indicador mostró diferencias significativas y un TE grande ($p = 0.018$, $g = 0.82$). (Ver Tabla 23 y Figura 11G).

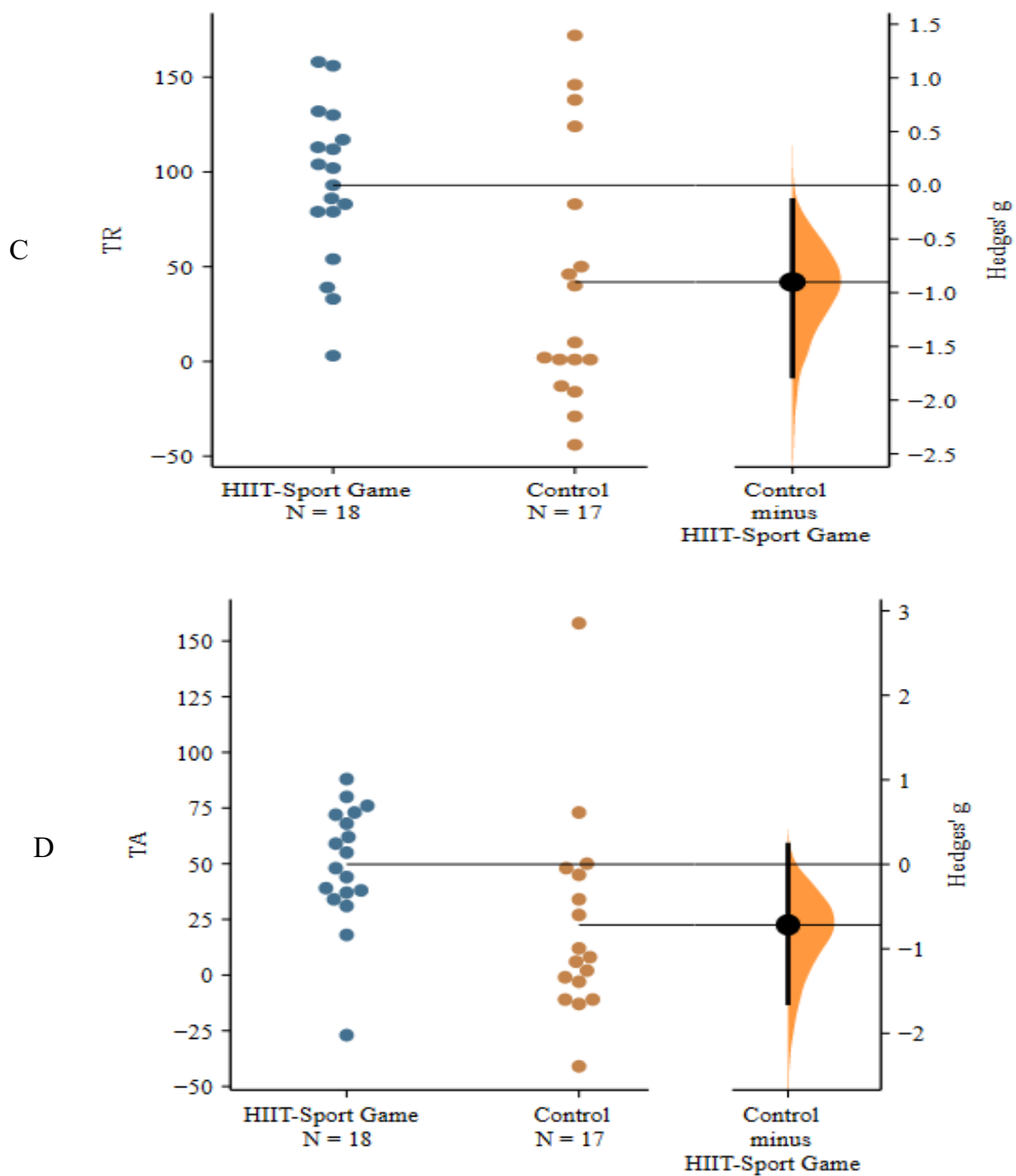
En el índice de variación (Var) no se observaron diferencias significativas o efectos relevantes en el grupo HSG, mucho menos en el grupo Control ($p = 0.220$, $g = -0.07$ y $p = 0.209$, $g = 0.31$, respectivamente). Adicionalmente, el análisis de la DID indicó que no existen diferencias entre los grupos ($p = 0.220$, $g = -0.41$). En la Tabla 23 y en la Figura 11 H se pueden visualizar estos resultados.

Tabla 23 Resultados de las variables de atención sostenida

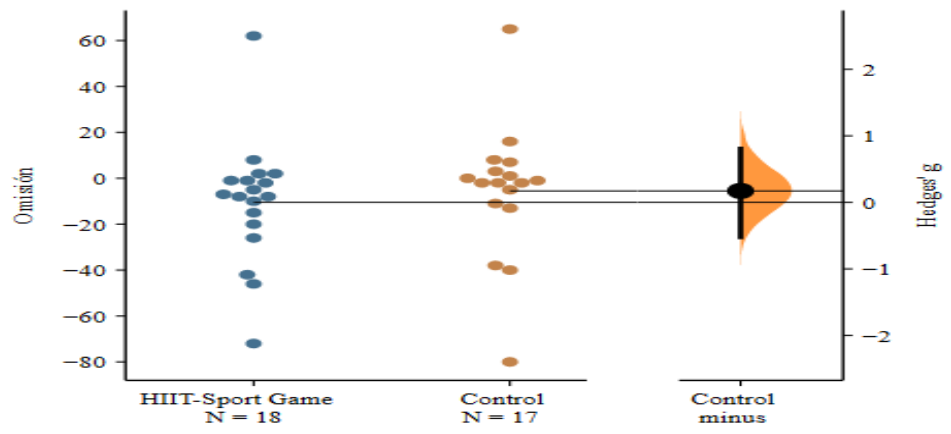
	HIT-Sport Game (n = 18)					Control (n = 17)					Diferencia entre los grupos		
	Pretest ^a	Postest	Δ	g	p	Pretest	Postest	Δ	g	p	DID*	g	p
TR	290.3 (57.3)	383.3 (73.1)	92.9 (41.5)	2.19	<0.00 1	283.0 (79.3)	324.9 (70.2)	41.9 (67.0)	0.61	0.02 0	51.1 (12.1, 90.0)	0.90	0.01 2
TA	101.6 (29.9)	151.3 (40.0)	51.5 (36.3, 72.3)	1.78	<0.00 1	89.6 (31.0)	112.1 (38.8)	8.0 (-7.0, 46.5)	0.49	0.06 8	27.2 (1.7, 52.7)	0.72	0.03 7
Omisión	12.5 (4.8, 44.3)	3.5 (1.8, 8.8)	-7.5 (-21.5, - 0.3)	-	0.025	25.0 (7.5, 58.0)	11.0 (6.5, 47.0)	-2.0 (-12.0, 5.0)	-	0.39 3	-5.0 (-24.5, 14.5)	-	0.25 4
Comisión	4.5 (1.0, 10.3)	1.0 (0.0, 3.0)	-2.5 (-6.3, 0.0)	-	0.038	4.0 (2.5, 12.0)	4.0 (0.5, 15.5)	-2.0 (-6.5, 3.0)	0.13	0.58 6	-5.5 (-14.4, 3.5)	-	0.50 8
Total	263.1 (59.9)	369.6 (80.4)	112.0 (82.5, 143.5)	2.20	<0.00 1	241.1 (66.9)	286.0 (75.9)	5.0 (-3.0, 86.0)	0.56	0.05 5	61.6 (17.4, 105.8)	0.94	0.00 8
Con	95.8 (32.1)	148.6 (41.0)	53.5 (39.5, 73.8)	1.78	<0.00 1	77.6 (37.0)	97.5 (48.4)	2.0 (-9.5, 38.5)	0.41	0.25 6	33.0 (5.9, 60.0)	0.82	0.01 8
VAR	17.4 (8.5)	16.7 (6.4)	-0.8 (10.5)	-	0.757 0.07	16.9 (8.8)	21.3 (11.3)	4.4 (13.9)	0.31	0.20 9	-5.2 (-13.6, 3.3)	-	0.22 0

Nota. Los valores se expresan como media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartílico). TR, total respuestas; TA, total de aciertos; total, efectividad total en la prueba; Con, índice de concentración; VAR, índice de variación o diferencia; * DID, diferencia en las diferencias; media y su intervalo de confianza al 95 %. g, tamaño del efecto de la g de Hedges. ^a No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la línea de bases para estas variables ($p > 0.5$).

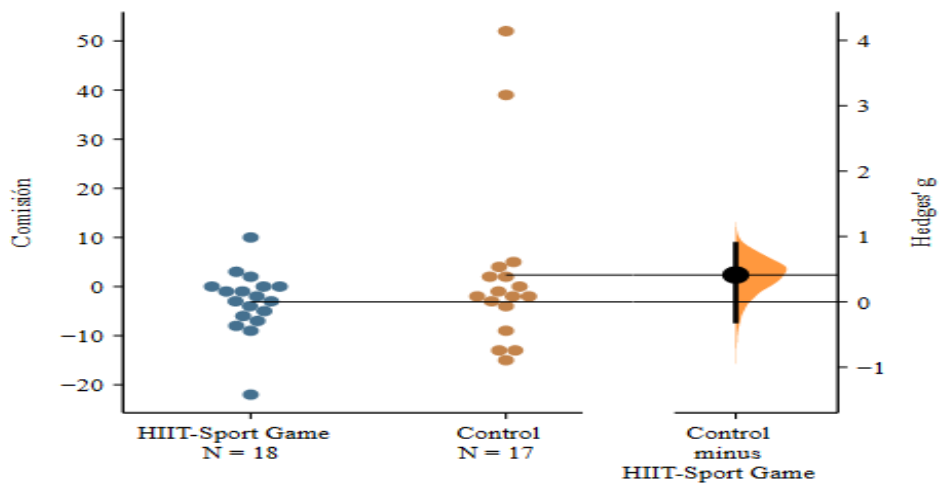
Figura 11. Análisis de la diferencia de las diferencias entre los grupos para la atención sostenida



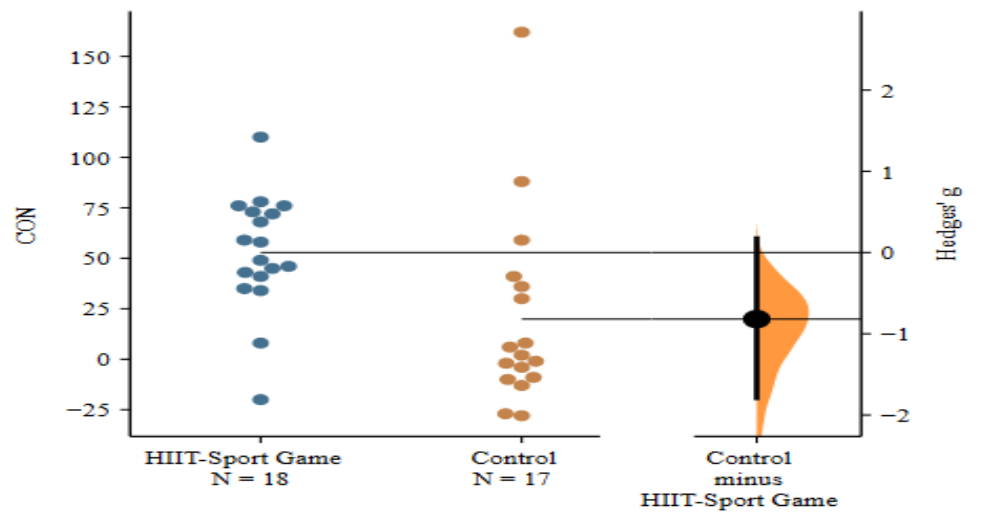
E

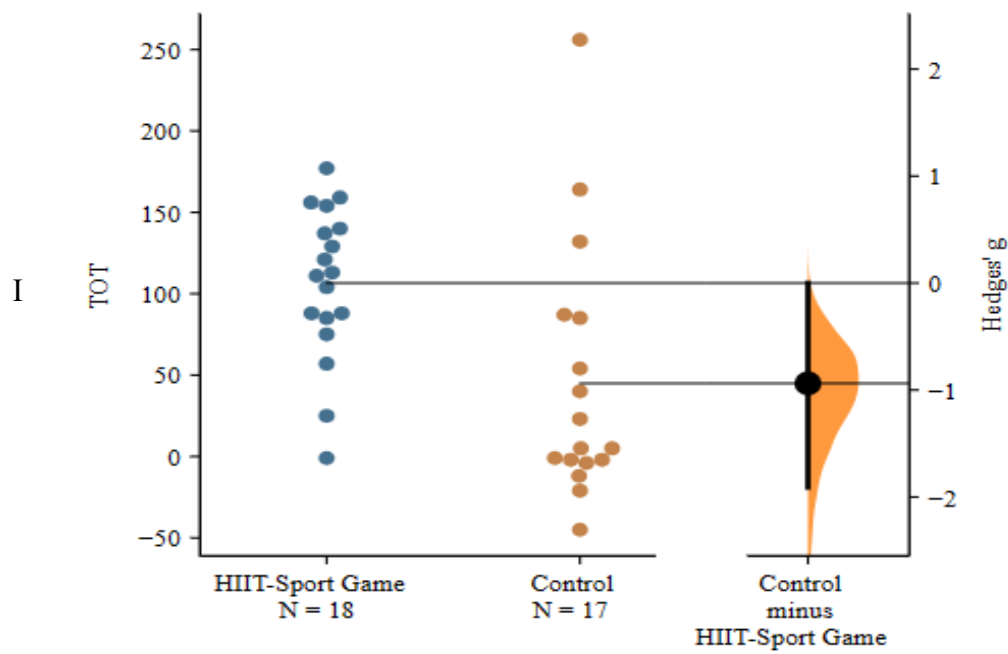
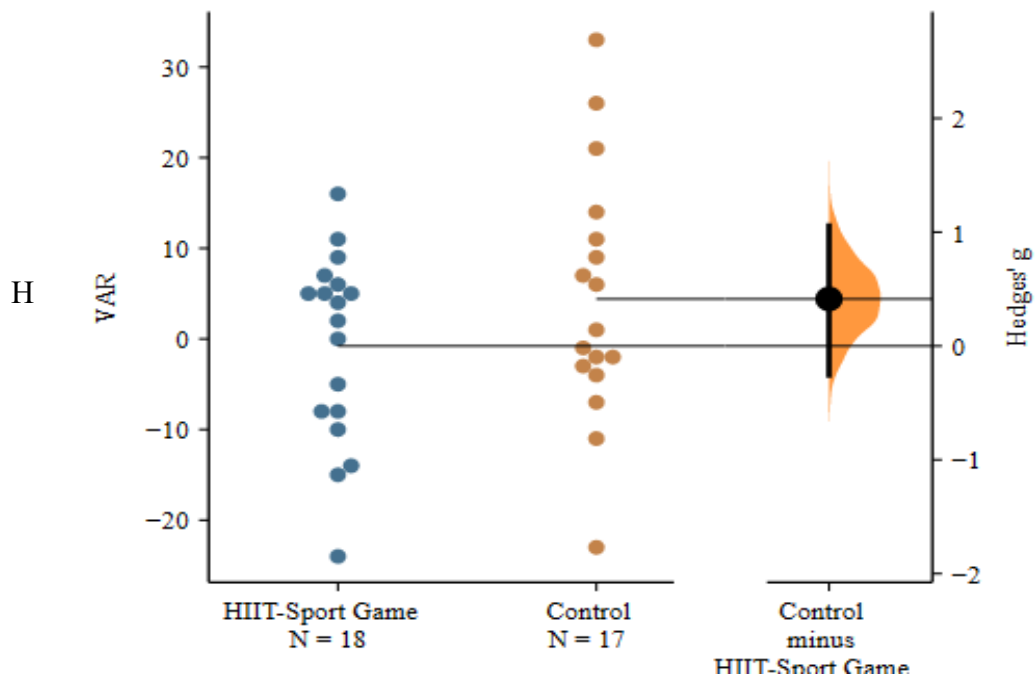


F



G

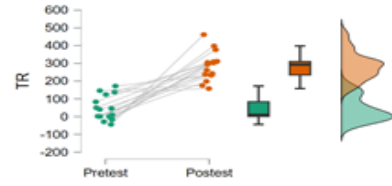
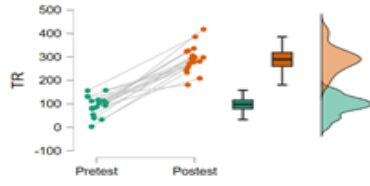




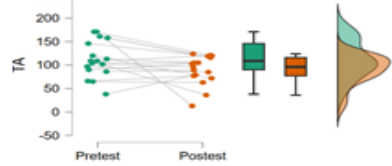
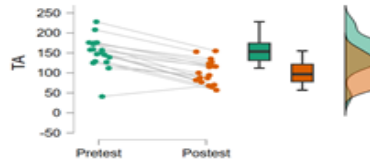
Hit sport Game

Control

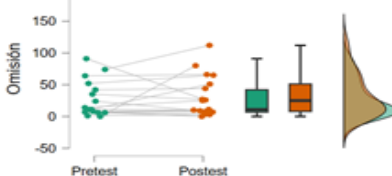
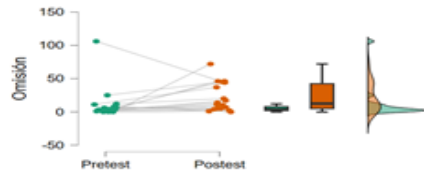
A3



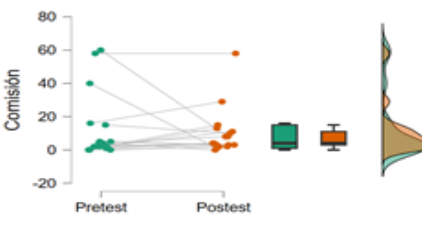
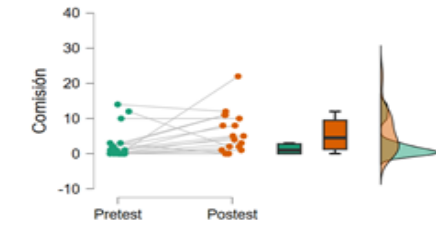
A4

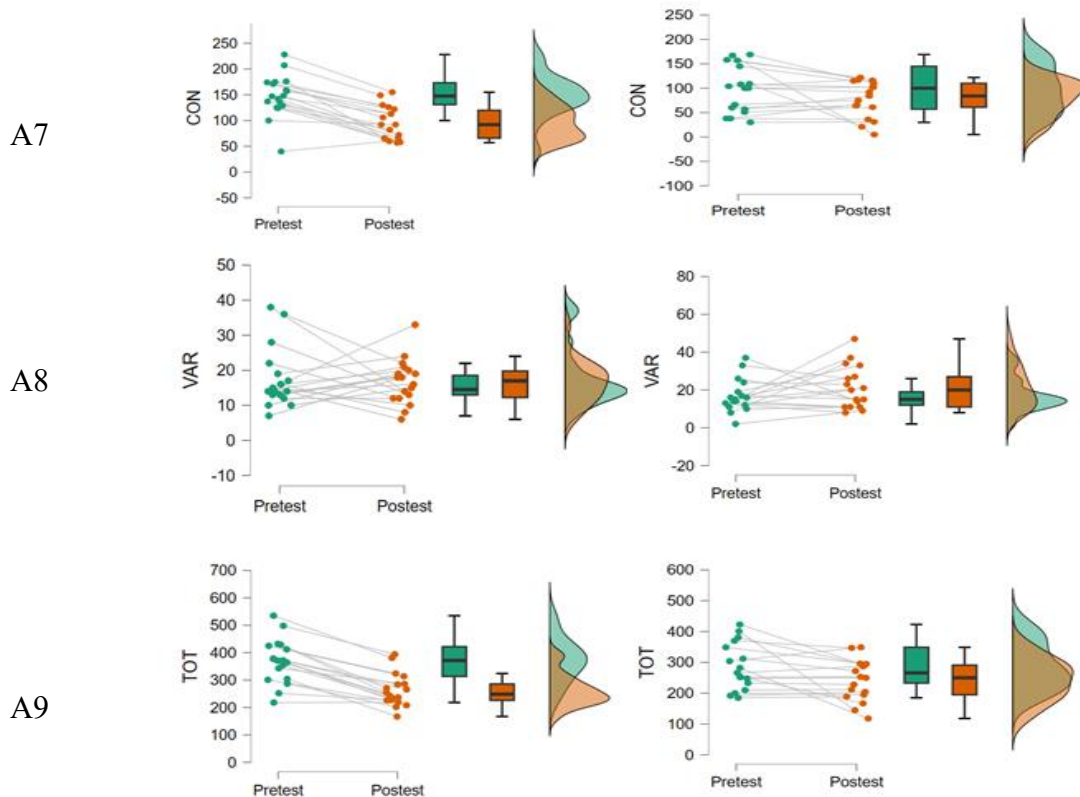


A5



A6





Nota. Análisis de la diferencia de las diferencias entre los grupos para la atención sostenida: total respuestas - TR (A), total aciertos - TA (B), omisión (C), comisión (D), concentración (E); índice de variación – VAR (F), y total (G). Se muestra en el gráfico de estimación de Gardner-Altman. En consecuencia, ambos grupos se trazan en los ejes de la izquierda; la diferencia de medias se traza en ejes flotantes a la derecha como una distribución de muestreo de arranque. La diferencia media se representa como un punto; el intervalo de confianza del 95 % está indicado por los extremos de la barra de error vertical.

9.2.3 Variabilidad de la frecuencia cardíaca

En este estudio se evaluaron los parámetros del dominio temporal de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) como indicadores de la regulación de la autonomía nerviosa. Esto se realizó mediante el registro electrocardiográfico en estado de reposo.

En primer lugar, se destacó que la frecuencia cardíaca en reposo disminuyó significativamente en el grupo HSG luego de la intervención ($p < 0.001$). En ese sentido, se observó un TE grande ($g = -1.18$). En contraste, se evidenció un aumento significativo en el

grupo Control ($p < 0.001$), con un TE grande ($g = 1.09$). En correspondencia con lo anterior, el análisis de la DID mostró que hay diferencias favor de HSG ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 2.21$), como se puede observar (Tabla 24y la Figura 12 J).

Con respecto al indicador avRR, se encontró un aumento significativo en el grupo HSG ($p = 0.013$) con un TE mediano ($g = 0.64$). Por otro lado, el grupo Control presentó una disminución significativa durante el periodo de seguimiento ($p = 0.026$), con un TE mediano ($g = 0.58$). Como resultado, el análisis de la DID reveló una diferencia significativa entre los grupos ($p = 0.001$), de este modo se destacó un tamaño de efecto grande ($g = 1.21$) en esta comparación como se puede observar (Tabla 24y la Figura 12K).

Para la medida RRSd, que indica la variabilidad total, el grupo HSG mostró un aumento significativo ($p = 0.005$) y un TE mediano ($g = 0.73$). En cambio, el grupo Control experimentó una disminución significativa ($p = 0.005$) con un tamaño de TE ($g = 0.62$) para este indicador. El análisis de la diferencia DID reveló diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 1.36$) (Tabla 24y la Figura 12Q)

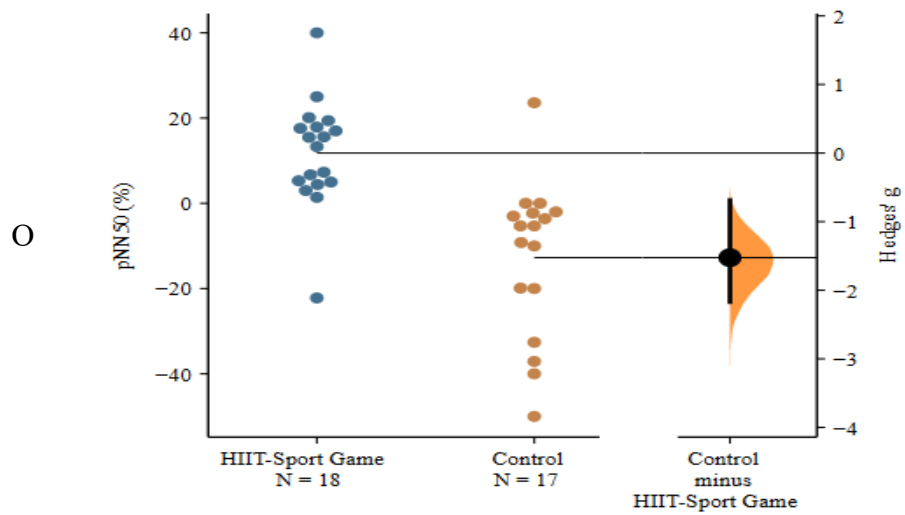
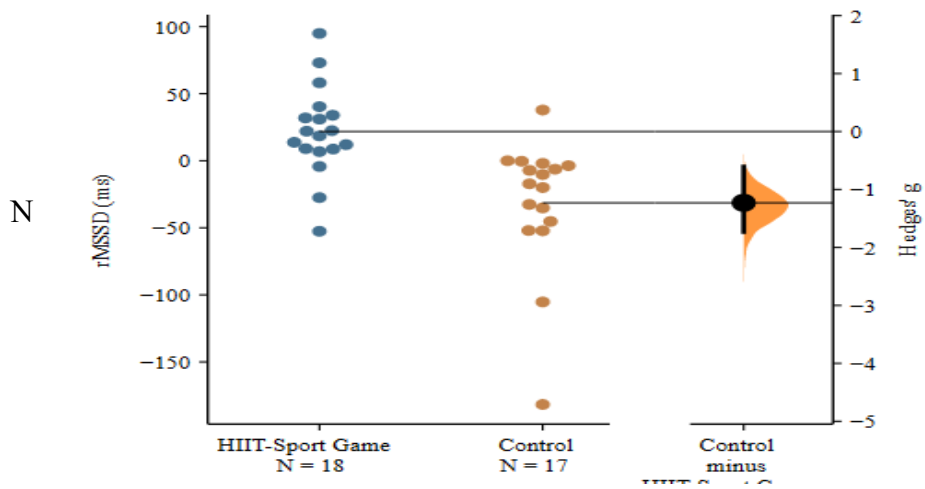
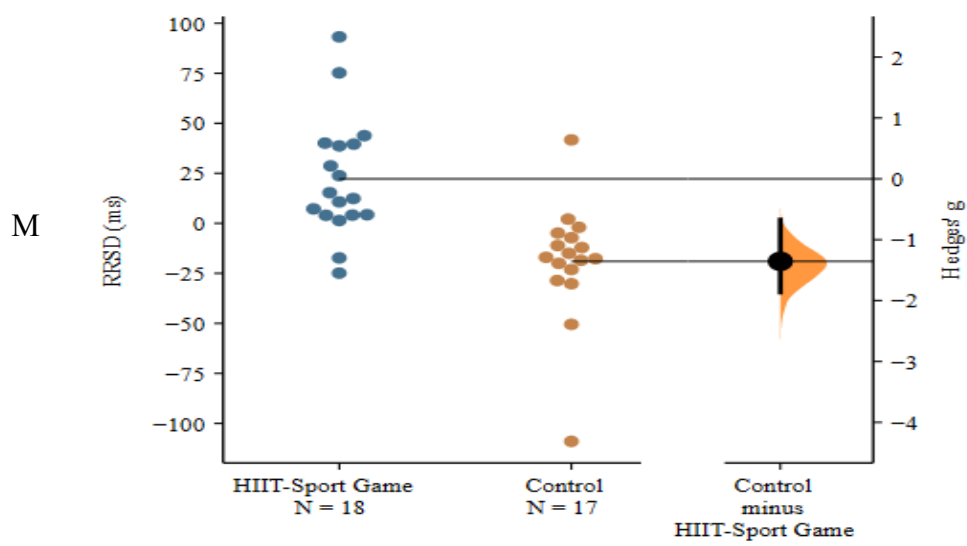
Con respecto al indicador rMSSD, relacionado con la influencia del sistema nervioso parasimpático en el sistema cardiovascular, se observó un incremento significativo en el grupo HSG tras el programa de ejercicio físico ($p = 0.014$), con un TE mediano ($g = 0.63$). Por su parte, en el grupo Control se detectó una disminución significativa con un TE mediano ($p = 0.003$, $g = 0.62$). La comparación entre los grupos, basada en el análisis de la DID, refleja una diferencia significativa ($p = 0.001$) con un TE grande ($g = 1.23$), como se puede observar en la (Tabla 24 y Figura 12M).

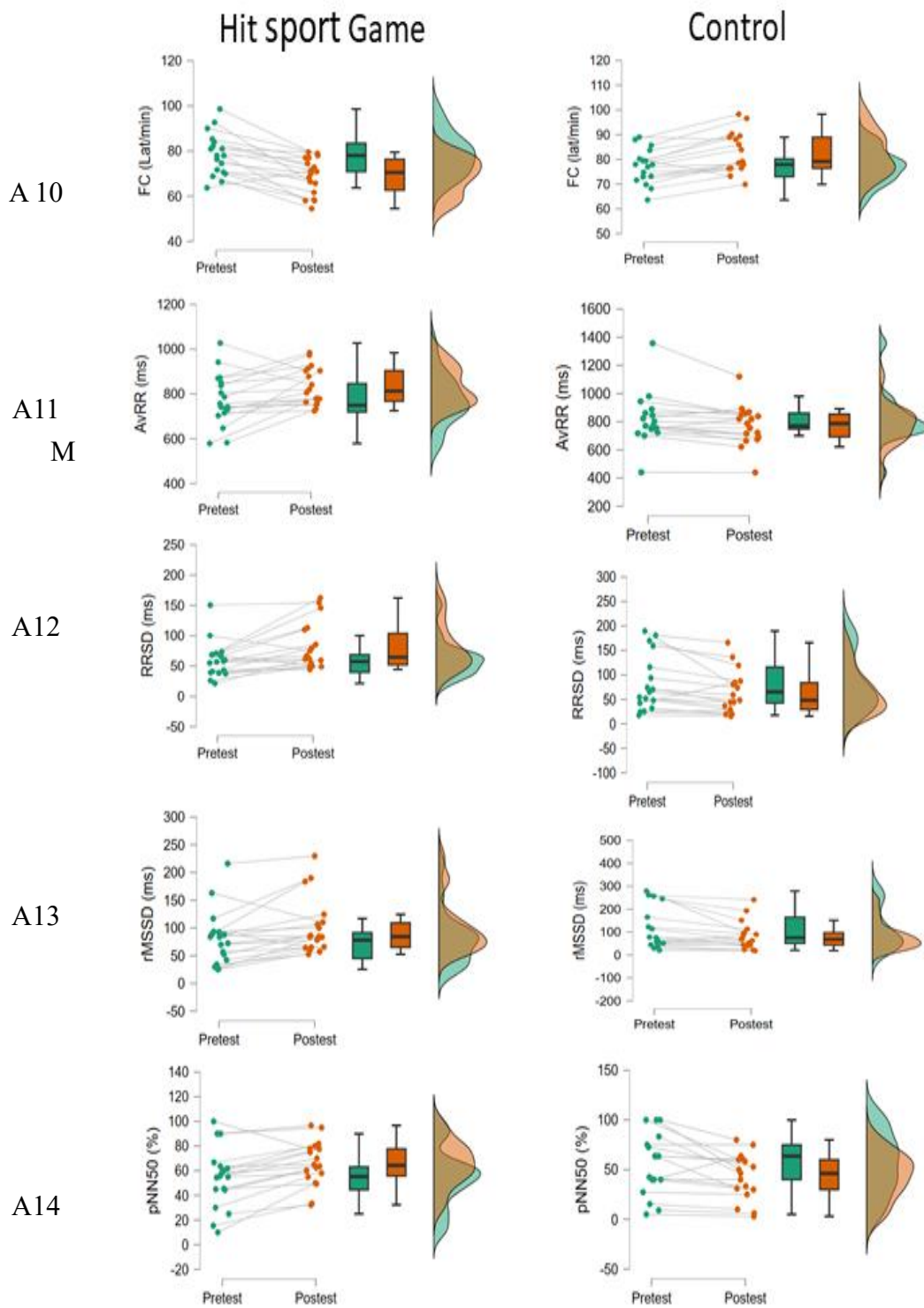
De manera similar a lo observado en los demás indicadores del tiempo de dominio de la VFC, el PNN50 % siguió la misma tendencia; es decir, hubo un incremento en el grupo HSG ($p = 0.001$, $g = 0.91$) y una disminución en el grupo Control ($p = 0.011$, $g = 0.68$). De manera consistente, se encontró una diferencia significativa también para este indicador entre los grupos ($p = 0.001$, $g = 1.53$), como se puede evidenciar en la (Tabla 24 y la Figura 12N).

Tabla 24 Resultados de la variabilidad de la frecuencia cardiaca

	HIT-Sport Game (n = 18)					Control (n = 17)					Diferencia entre los grupos		
	Pretest ^a	Postest	Δ	g	P	Pretest	Postest	Δ	g	p	DID*	g	p
FC, Lat-mi n ⁻¹	78.5 (9.4)	68.9 (8.1)	-9.5 (7.9)	- 1.18	<0.00 1	77.2 (7.0)	82.5 (8.4)	5.3 (4.8)	1.09	<0.00 1	-14.8 (-19.4, - 10.3)	- 2.21	<0.00 1
AvRR, ms	773.6 (115.6)	834.2 (83.7)	60.6 (93.2)	0.64	0.013	816.1 (182.6)	772.7 (144.6)	-43.4 (73.2)	- 0.58	0.026	104.0 (46.1, 161.8)	1.21	0.001
RRSD, ms	57.5 (39.0, 69.5)	64.6 (50.7, 110.8)	13.9 (4.1, 39.7)	0.73	0.005	65.2 (37.1, 137.6)	48.2 (28.4, 85.7)	-17.0 (-25.9, - 6.1)	- 0.62	0.005	41.2 (20.8, 61.7)	1.36	<0.00 1
rMSS D, ms	78.1 (40.3, 92.8)	84.4 (64.9, 113.9)	20.3 (8.2, 35.5)	0.63	0.014	75.8 (47.7, 205.1)	68.6 (42.1, 105.2)	-17.2 (-48.7, - 2.9)	- 0.62	0.003	53.2 (24.1, 82.2)	1.23	0.001
pNN50 , %	53.9 (24.5)	65.7 (18.1)	11.8 (12.7)	0.91	0.001	55.4 (31.2)	42.6 (23.1)	-12.7 (18.4)	- 0.68	0.011	24.5 (13.7, 35.4)	1.53	<0.00 1

Nota. Los valores se expresan como media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartílico). FC, frecuencia cardíaca; avRR, promedio medio de los intervalos R-R; RRSD, desviación estándar de los intervalos de tiempo entre los intervalos R-R; rMSSD, raíz cuadrada media de las diferencias sucesivas entre intervalos R-R adyacentes; pNN50, porcentaje de intervalos de tiempo sucesivos que difieren en más de 50 ms; *DID, diferencia en las diferencias; media y su intervalo de confianza al 95 %. g, tamaño del efecto de la g de Hedges^a. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la línea de bases para estas variables (p > 0.5).





Nota. Análisis de la diferencia en las diferencias entre los grupos para la variabilidad de la frecuencia cardíaca: frecuencia cardíaca - FC (**A**), promedio medio de los intervalos R-R - avRR (**B**), desviación estándar de los intervalos de tiempo entre los intervalos R-R - RRSD (**C**), raíz cuadrada media de las diferencias sucesivas entre intervalos R-R adyacentes - rMSSD (**D**), porcentaje de intervalos de tiempo sucesivos que difieren en más de 50 ms - pNN50 (**E**). Se muestra en el gráfico de estimación de Gardner-Altman. Ambos grupos se trazan en los ejes de la izquierda; la diferencia de medias se traza en ejes flotantes a la derecha como una distribución de muestreo de arranque. La diferencia media se representa como un punto; el intervalo de confianza del 95 % está indicado por los extremos de la barra de error vertical.

9.2.4 Actividad eléctrica cerebral

La actividad eléctrica en este estudio se evaluó mediante EEG cuantitativo, el cual registra la potencia relativa de las ondas cerebrales (Alfa, Beta, Delta y Theta). En consecuencia, se obtuvieron registros en los puntos estándar de la línea media del cráneo, específicamente en las regiones parietal (Pz), central (Cz) y frontal (Fz).

Para la onda Alfa, se encontraron incrementos significativos y un TE grande en Cz y Pz ($p < 0.001$, $g = 1.07$ y $p < 0.001$, $g = 1.2$, respectivamente). Sin embargo, no se observaron cambios significativos en Fz ($p = 0.118$, $g = 0.38$). Por otro lado, en el grupo de Control no se identificaron cambios significativos en Cz y Pz ($p = 0.381$, $g = 0.21$ y $p = 0.205$, $g = 0.31$, respectivamente), aunque sí en Fz ($p = 0.01$, $g = 0.69$). El análisis de la DID no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en Cz, Fz ni Pz ($p = 0.184$, $g = 0.45$, $p = 0.438$, $g = 0.26$, y $p = 0.243$, $g = 0.39$, respectivamente) para esta onda. (Ver Tabla 25).

En lo concerniente a la onda Beta, se detectaron disminuciones significativas en Cz ($p < 0.001$, $g = -1.53$), Fz ($p = 0.002$, $g = -0.84$) y Pz ($p < 0.001$, $g = -1.74$). De manera similar, el grupo Control también mostró una disminución significativa, pero con un TE (Cz: $p = 0.046$, $g = 0.51$; Fz: $p = 0.008$, $g = 0.72$; Pz: $p = 0.05$, $g = 0.5$). En lo que respecta a la comparación entre los grupos, el análisis de la DID reveló diferencias notables en Cz (p

< 0.001 , $g = 2.25$) y Pz ($p < 0.001$, $g = 2.47$), pero no en Fz ($p = 0.346$, $g = 0.32$) (ver resultados en la Tabla 25).

Con respecto a la onda Delta, se encontraron incrementos significativos en el grupo en todos los puntos del registro, con un TE grande en Cz ($p < 0.001$, $g = 1.18$) y mediano en Fz y Pz ($p = 0.013$, $g = 0.64$ y $p = 0.011$, $g = 0.65$, respectivamente). Asimismo, en el grupo de Control se halló un aumento significativo con un TE grande en Cz ($p = 0.002$, $g = 0.89$). No obstante, para Fz y Pz no hubo cambios relevantes ($p = 0.134$, $g = 0.37$ y $p = 0.959$, $g = 0.01$, respectivamente). De acuerdo con el análisis de la DID, el grupo HSG presentó mayores incrementos en Cz y Pz ($p < 0.001$, $g = 1.81$ y $p = 0.011$, $g = 0.89$, respectivamente); sin embargo, no hubo diferencias en Fz ($p = 0.35$, $g = 0.31$). Estos resultados se pueden ver en la Tabla 25).

Para la onda Delta, se descubrieron incrementos significativos en el grupo para todos los puntos del registro, con un TE grande en Cz ($p < 0.001$, $g = 1.18$) y mediano en Fz y Pz ($p = 0.013$, $g = 0.64$ y $p = 0.011$, $g = 0.65$, respectivamente). Igualmente, en el grupo de Control se encontró un aumento significativo con un TE grande en Cz ($p = 0.002$, $g = 0.89$). Sin embargo, para Fz y Pz no hubo cambios relevantes ($p = 0.134$, $g = 0.37$ y $p = 0.959$, $g = 0.01$, respectivamente). De acuerdo con el análisis de la DID, el grupo HSG presentó mayores incrementos en Cz y Pz ($p < 0.001$, $g = 1.81$ y $p = 0.011$, $g = 0.89$, respectivamente), pero no hubo diferencias estadísticamente significativas en Fz ($p = 0.35$, $g = 0.31$). Así, en la Tabla 25 exhiben estos resultados.

Con respecto a la onda Theta, se observaron incrementos significativos en el grupo HSG, con TE grande en Cz y Pz ($p < 0.001$, $g = 1.25$ y Pz: $p < 0.001$, $g = 1.39$, respectivamente), y mediano en Fz ($p = 0.005$, $g = 0.74$). En el grupo Control, se registró un aumento significativo en Fz con un TE mediano ($p = 0.038$, $g = 0.53$), pero no en Cz ($p = 0.505$, $g = 0.16$) ni en Pz ($p = 0.328$, $g = 0.24$). En esa medida, el análisis de la DID mostró diferencias estadísticamente significativas en el registro Cz y Pz ($p = 0.001$, $g = 1.21$ y $p = 0.003$, $g = 1.05$, respectivamente), pero no se observaron diferencias en Fz ($p = 0.823$, $g = 0.07$), como se puede apreciar en la Tabla 25.

En la relación Theta/Alfa, el grupo HSG después del programa de intervención no presentó cambios significativos en Cz y Fz ($p = 0.197$, $g = 0.31$); sin embargo, se observaron cambios en el registro obtenido en Pz, donde se observó un TE mediano ($p = 0.041$, $g = 0.51$). En cambio, para el grupo de Control no se registraron cambios significativos ni TE relevantes (Cz: $p = 0.318$, $g = 0.24$; Fz: $p = 0.154$, $g = 0.35$; Pz: $p = 0.222$, $g = 0.03$). En la comparación de grupos, según los resultados del DID, no se encontraron diferencias estadísticamente en Cz ($p = 0.128$, $g = 0.52$) y Fz ($p = 0.547$, $g = 0.2$), pero sí en Pz ($p = 0.044$, $g = 0.69$) (Ver Tabla 25).

En lo que respecta a la relación Theta/Beta, tras la intervención, el grupo HSG presentó un incremento significativo y un TE mediano en Cz ($p = 0.004$, $g = 0.78$), mientras que en Fz y Pz se observó un incremento reflejando un TE muy grande ($p < 0.001$, $g = 1.68$ y $p < 0.001$, $g = 1.78$, respectivamente). Por su parte, el grupo Control mostró un incremento significativo y un TE muy grande en el registro obtenido en Cz y Fz ($p < 0.001$, $g = 2.06$ y $p < 0.001$, $g = 1.72$), pero no en Pz ($p = 0.580$, $g = 0.13$). El análisis de la DID reveló diferencias en Cz y Pz, con mayores incrementos a favor del grupo HSG ($p < 0.001$, $g = 2.46$ y $p < 0.001$, $g = 1.58$, respectivamente). Sin embargo, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el registro de Fz ($p = 0.771$, $g = 0.1$), como se puede observar en la Tabla 25.

Tabla 25 Resultados de la actividad eléctrica del cerebro evaluada por encefalograma

	HIIT-Sport Game (n = 18)					Control (n = 17)					Dif. grupos		
	Pretest	Posttest	Δ	g	P	Pretest	Posttest	Δ	g	P	DID	g	P
Alfa													
Cz	12.72 (1.10)	11.00 (1.23)	-1.72 (1.56)	1,073	0.000	12.38 (1.86)	11.74 (2.55)	-	0.21	0.381	-1,07	0,45	0,184
Fz	12.55 (1,09)	11.52 (1,99)	-	0,380	0.118	12.78 (12.18, 13.15)	11.95 (9.9, 12.82)	-	0.69	0.010	0,67	0,26	0,438
Pz	13.62 (0.97)	11.81 (1.28)	1.03(2.66)	1,200	0.000	13.08 (2.51)	12.18 (2.96)	1.70(2.40)	0.31	0.205	-0,90	0,39	0,243
Beta													
Cz	6.61 (0.90)	8.36 (0.67)	-	-1,534	0.000	6.5 (1.03)	6.22 (1.11)	-	0.51	0.046	2,03	2,25	0,000
Fz	7.46 (1.05)	8.83 (1.56)	1.74 (1.11)	-0,836	0.002	7.58 (0.82)	7.36 (0.79)	0.28(0.54)	0.72	0.008	0,47	0,32	0,346
Pz	6.08 (0.98)	7.91 (0.94)	1.38(1.61)	-1,737	0.000	5.86 (1.09)	5.6 (1.19)	0.91(1.23)	0.50	0.050	1,88	2,47	0,000
Delta													
Cz	43.83 (4.88)	39.06 (6.76)	-	1,176	0.000	41.38 (8.61)	41.83 (8.55)	-	0.89	0.002	-4,37	1,81	0,000
Fz	41.77 (7.50)	39.62 (6.82)	3.92(3.26)	0,637	0.013	40.58 (6.95)	41.18 (6.92)	0.45(0.50)	0.37	0.134	-0,99	0,31	0,350
Pz	44.75 (6.01)	40.26 (7.34)	-	0,653	0.011	42.88 (9.45)	42.86 (8.93)	1.12(2.93)	0.01	0.959	-4,47	0,89	0,011
Theta													
Cz	17.87 (1.38)	14.83 (1.95)	-	1,245	0.000	17.7 (1.95)	17.37 (2.18)	-	0.16	0.505	-2,71	1,21	0,001
Fz	16.70 (1.53)	15.09 (1.89)	3.04(2.39)	0,735	0.005	15.68 (1.81)	15.65 (2.07)	0.33(1.97)	0.53	0.038	-0,18	0,07	0,823
Pz	17.33 (1.38)	14.30 (1.91)	1.61(2.15)	1,388	0.000	16.16 (1.82)	15.57 (2.13)	1.43(2.62)	0.24	0.328	-2,44	1,05	0,003
Theta/Alfa													
Cz	1.41 (0.16)	1.36 (0.16)	-	0,309	0.197	1.45 (0.24)	1.54 (0.36)	-	0.24	0.318	-0,15	0,52	0,128
Fz	1.34 (0.17)	1.35 (0.32)	0.06(0.19)	0,027	0.907	1.25 (0.19)	1.36 (0.33)	0.09(0.35)	0.35	0.154	-0,06	0,20	0,547
Pz	1.28 (0.13)	1.22 (0.17)	0.01(0.37)	0,511	0.041	1.26 (0.18)	1.34 (0.3)	0.07(0.20)	0.30	0.222	-0,14	0,69	0,044

Theta/Beta

Cz	2.24 (0.41)	1.79 (0.32)	-0.45 (0.57)	0,776	0.004	2.02 (1.98, 2.24)	2.8 (2.63, 2.96)	0.76(0.36)	2.06	<0.001	-1,21	2,46	0,000
Fz	2.92 (0.43)	1.78 (0.49)	- 1.13(0.66)	1,676	0.000	2.75 (0.48)	2.13 (0.23)	- 1.07(0.61)	1.72	<0.001	-0,06	0,10	0,771
Pz	2.75 (0.41)	1.87 (0.26)	- 0,87(0,48)	1,784	0.000	2.77 (0.47)	2.87 (0.6)	0,10(0,71)	0.13	0.580	-0,97	1,58	0,000

Nota. Los valores se expresan como media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartílico). Cz, Central o Vértex; Fz, Frontal; Pz, Parietal. DID, diferencias en las diferencias. g, tamaño del efecto de la g de Hedges. ^a No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la línea de bases para estas variables ($p > 0$).

10 DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el efecto de un programa de ejercicio físico multimodal denominado “HIT Sport Game” en la atención sostenida, en la regulación autonómica y la actividad eléctrica cerebral en niños diagnosticados con TDAH de Montería. En ese orden de ideas, los principales hallazgos de este estudio fueron los siguientes: i) el programa de ejercicio implementado incrementa la aptitud física cardiorrespiratoria y disminuye la adiposidad corporal; ii) mejora la atención sostenida; iii) disminuye la variabilidad de la frecuencia cardíaca, lo que indica una mejora en la regulación autonómica; iv) los cambios en la actividad eléctrica cerebral sugieren una mejora en la atención y la estabilidad de los estados de alerta en niños con TDHA.

10.1 APTITUD FÍSICA

En el contexto de la influencia de la actividad física en los procesos cognitivos, se ha observado que los niños, incluidos aquellos con TDHA, experimentan mejoras en su aptitud física relacionada con la salud (AFRS) y, al mismo tiempo, en sus capacidades cognitivas en comparación con aquellos que no realizan ejercicio físico (EF). En esa medida, los resultados obtenidos en el presente estudio aportan más evidencia a este particular. En tal sentido, el grupo de intervención, sometido a un programa de ejercicio físico (HSG), mostró una notable mejoría en componentes clave de la AFRS, esto es, una disminución de la adiposidad corporal 4.1mm y un incremento en la aptitud cardiorrespiratoria de 71.8ms

Estos cambios en la adiposidad corporal y la aptitud cardiorrespiratoria del grupo HIT, frente al grupo control, tiene profundas implicaciones en el manejo de niños con TDHA. Esto al considerar, por ejemplo, los hallazgos de Ludyga et al. (2022), el cual, con un estudio con 4576 niños diagnosticados con TDAH, evidenciaron que bajos niveles de actividad física y un IMC elevado (que está dado por una alta adiposidad) puede generar efectos deletéreos en el control cognitivo de los niños. Por lo tanto, promover el incremento

de la aptitud física (e. g., la aptitud cardiorrespiratoria) resulta beneficioso para mejorar tanto la salud física y mental en esta población.

En el presente estudio los resultados de AFRS están en correspondencia con los reportados por otros autores. Por ejemplo, El estudio de Soori et al. (2020) evaluó los efectos de un programa de entrenamiento intensivo en 43 niños y adolescentes durante 6 semanas. El grupo de intervención realizó carreras de 20 metros con descansos cortos al 85% de su frecuencia cardíaca máxima, mientras que el grupo de control no tuvo intervención. Entre las variables medidas se encontraban el IMC y masa grasa corporal. Similarmente a los resultados del presente estudio, lo autores encontraron que el grupo de intervención experimentó una reducción significativa en el IMC, la puntuación Z del IMC y la masa grasa ($P < 0,001$ y $P = 0,019$). Estas reducciones fueron más pronunciadas que en el grupo de control ($P < 0,001$).

En el estudio realizado por Yu Pan et al. en 2014, en el que participaron 43 niños con edades comprendidas entre 7 y 12 años, se centró en la evaluación de los efectos de un programa SDHRP (acrónimo en inglés de un protocolo de entrenamiento específico) en conjunto con entrenamiento físico en la aptitud física a lo largo de un período de 12 semanas. De manera coherente con las presentes observaciones, los resultados del estudio demostraron que los niños con TDAH mostraban niveles reducidos de competencia motora y aptitud cardiovascular. No obstante, la intervención implementada resultó en una mejora significativa de la aptitud física en niños con TDAH con un tamaño del efecto de 0.87. Asimismo, Torabi et al. (2018) reportó que un programa HIT de 6 semanas mejoró significativamente en aptitud física y competencia motora $p(1, 92)$; $p= 0.021$) con ($p < 0,05$), además de parámetros antropométricos e indicadores metabólicos (e. g., niveles séricos de adiponectina e índice de resistencia a la insulina).

Por otra parte, en concordancia con el resultado de la presente investigación, Pan Chang et al. (2014) evaluaron los efectos de un programa de equitación de desarrollo simulado de 12 semanas, combinado con EF, sobre la aptitud física de niños con TDAH (12 niños recibieron la intervención, mientras que 24 niños no la recibieron). Entre los

principales hallazgos encontrados por estos autores, se destacó que los niños con TDAH presentan niveles más bajos de AFRS en (11.92 m); asimismo, esta intervención incluyó EF para grupo intervención y mejoró los componentes de esta en 17.92 m. con un tamaño del efecto grande ($p < 0.001$, $g = 1.82$), evidentemente, a favor del grupo intervención.

Del mismo modo, Meßler et al. (2018) determinaron que la aplicación de un entrenamiento tipo HIT en población con TDAH optimiza los indicadores de la aptitud cardiorrespiratoria, lo cual tiene un impacto positivo en la salud cardiometabólica y la capacidad cerebral. En efecto, tales hallazgos sugieren que la actividad física vigorosa (por ejemplo, el tipo HIT, como el implementado en el presente estudio) conduce al incremento de componentes de la AFRS, como la aptitud respiratoria, lo que podría mediar en la reducción de la hiperactividad y la falta de atención (Chou y Huang, 2017).

Considerando lo anterior, el EF en el formato HIT, controlado adecuadamente mediante indicadores de carga (e. g., percepción del esfuerzo, velocidad al $VO_{2máx}$) puede mejorar la función cognitiva y el comportamiento en los niños. Esto es fundamental en el tratamiento de niños con TDHA, puesto que dichas mejoras pueden corresponder a mecanismos neurobiológicos inducidos por varios factores, como el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), un neurotransmisor que favorece la plasticidad sináptica, lo que implicaría cambios en la estructura y función del cerebro humano (Knaepen et al, 2010).

En ese sentido, se ha propuesto que el EF mejora la expresión y niveles del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF)(Muñoz et al, 2019). Este efecto puede beneficiar particularmente a niños con TDAH, debido a que el aumento del BDNF está relacionado con una mayor plasticidad sináptica y cambios positivos en la estructura y función del cerebro. Lo anterior podría tener un impacto positivo en el desarrollo cognitivo y en el comportamiento (Knaepen et al, 2010; Walsh y Tschakovsky, 2018). No obstante, se necesitan estudios específicos en niños con TDAH para evaluar cómo los factores inducidos por el EF (e. g., BDNF, irisina, dopamina, etc.) pueden mediar y desempeñar un papel fundamental en los beneficios del ejercicio en la aptitud física y la cognición de los

niños con este trastorno. Por tal motivo, entender con mayor profundidad estas interacciones podría proporcionar información valiosa para mejorar las estrategias de intervención y optimizar los resultados en el tratamiento del TDAH.

Ahora bien, dado que los efectos de la actividad física reflejan una relación positiva entre la aptitud física y la cognición, se ha planteado que estos beneficios también dan lugar a cambios en la función ejecutiva después de un entrenamiento a largo plazo. En línea con esto, Ishihara et al. (2021) evidenciaron en un estudio con 4576 niños diagnosticados con TDAH, que niveles bajos de actividad física y un IMC elevado pueden tener efectos en el control cognitivo de los niños. Por lo tanto, incrementar la actividad física promueve tanto la salud física (*e. g.*, menor adiposidad corporal), como la salud mental en esta población.

Por su parte, Sánchez et al. (2019) describieron que la actividad física no solo incide directamente sobre algunos factores asociados al trastorno en sí, sino que también está relacionada con aspectos como la dieta, el sueño, la imagen corporal, la frecuencia cardíaca, la tensión arterial, y, por supuesto, la AFRS. Aunado a esto, el EF estimula y activa áreas dentro del cerebro, de tal modo que dicha estimulación contribuye al desarrollo de otras áreas del cuerpo humano, especialmente aquellas que se relacionan con funciones ejecutivas, psicomotrices y cognitivas. Al considerar esto, y en conjunto con los hallazgos del presente trabajo, se sugiere que el entrenamiento supervisado debe ser considerado como una intervención dentro del enfoque integral para el manejo del TDAH.

En definitiva, los resultados demostraron que la implementación del HSG en niños con TDAH resultó en una mejora significativa en la aptitud cardiorrespiratoria y una disminución notable en la adiposidad corporal. En efecto, tales hallazgos indican que el abordaje mediante el programa HSG podría ser una estrategia eficaz para mejorar la AFRS en niños con TDAH. Adicionalmente, este mejoramiento en estos componentes de AFRS tienen implicaciones positivas en la función cognitiva y en el comportamiento de estos niños, lo que soporta la efectividad del programa HSG como parte del enfoque integral en el manejo de este trastorno.

10.2 ATENCIÓN SOSTENIDA

En paralelo con el incremento en la aptitud física, los hallazgos aquí detectados revelaron una mejora significativa en la capacidad de atención sostenida después de la intervención con el programa HSG, evaluada mediante el cuestionario d2. En las medidas total de respuestas (TR) del grupo HSG después de la intervención ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 2.19$), además para el total de aciertos (TA), el grupo HSG presentó diferencias significativas ($p = 0.001$) con un TE muy grande ($g = 1.78$). En cambio, para el grupo control no se observaron cambios significativos ($p = 0.068$, $g = 0.49$). El análisis de la DID mostró diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.037$).

En cuanto al indicador de concentración (Con), en el grupo HSG se hallaron diferencias significativas ($p = 0.001$) con un TE muy grande ($g = 1.78$); en cambio, para el grupo control no fue significativa ($p = 0.256$); de hecho, el TE fue pequeño ($g = 0.41$). El análisis de la DID de los grupos para este indicador mostró diferencias significativas y un TE grande ($p = 0.018$, $g = 0.82$). Adicionalmente para el indicador total, que representa la efectividad total de los niños en la prueba del D2, se identificaron diferencias significativas en el grupo HSG ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 2.20$). En el grupo control, no se observaron cambios significativos ($p = 0.055$). Además, se observaron diferencias significativas a favor del grupo HSG ($p = 0.008$), con un tamaño de efecto grande ($g = 0.94$).

En ese sentido, la atención sostenida consiste en la atención referida al estado de activación de los sistemas funcionales; es decir, esta mantiene su activación mientras se incorpora un nuevo estímulo (Suárez et al., 2018). Por lo tanto, la atención sostenida es una variable que en población con TDAH se ve afectada. (Griffiths et al., 2017)

Por consiguiente, los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con la evidencia acumulada en la literatura. En este sentido, estudios de revisión sistemática y metaanálisis, como el realizado por Cerrillo et al. (2015), han demostrado que el ejercicio físico de corta duración, en diferentes formatos de intervención de resistencia, es efectivo para reducir la falta de atención y otros síntomas del TDAH, tales como problemas en la

función ejecutiva, hiperactividad, impulsividad e incluso dificultades en el ámbito escolar y social.

En el estudio de Muñoz et al. (2019), que involucró a 24 niños con TDAH de edades entre 5 y 15 años, se implementó una intervención de 6 semanas con dos sesiones semanales de 30 minutos de actividad física deportiva y juegos de resistencia a una intensidad del 60%-70% del $VO_{2máx}$ para el grupo de intervención, mientras que el grupo control no tuvo intervención. Similar a nuestros hallazgos, los autores observaron que las mediciones de atención sostenida y atención visual mejoraron significativa en la calidad de la atención en el grupo de intervención (de 17,08 a 11,38; $p = 0,021$), mientras que no se observaron mejoras notables en el grupo control (de 19,09 a 17,73; $p = 0,697$).

En el estudio de Benzing et al. (2019) con 51 niños (8-12 años) con TDAH, divididos en grupos de intervención y control, con porcentajes de consumo de medicamentos similares (71.4% y 73.9%, respectivamente). El grupo de intervención (GI) experimentó una intervención de 8 semanas, realizando ejercicios de realidad virtual en una Xbox Kinect, involucrando entrenamiento de fuerza, coordinación y resistencia con demandas cognitivas, mientras que el grupo de control (GC) estuvo en lista de espera. Hubo mejoras significativas en la puntuación del índice global ($p = 0,022$, TE = 0,68) y el rendimiento motor. Después de la intervención, el grupo de intervención superó al grupo de control en el rendimiento total ($p = 0,008$, TE = 0,80). En estrecha relación con los hallazgos en el presente estudio, los resultados de estos autores indican que la intervención podría mejorar el rendimiento cognitivo, incluyendo la atención sostenida, en niños con TDAH, con beneficios para las funciones motoras y ejecutivas.

En el caso de Kadri et al. (2019), el estudio involucró a 40 adolescentes con TDAH (con una edad promedio de 14 años) y tuvo una duración de año y medio. Los participantes se dividieron en un Grupo de Taekwondo y un Grupo de Control. Se llevaron a cabo evaluaciones de control inhibitorio de la atención, atención visual sostenida y selectiva utilizando pruebas de Stroop y Ruff 2 y 7. En el Grupo de Intervención, los practicantes de Taekwondo mostraron mejoras en las pruebas de atención, con efectos muy grandes ($p <$

0.05, $TE > 1.20$). Los resultados de este estudio se alinean con los hallazgos de nuestro propio trabajo: la intervención mediante el programa de ejercicio físico (Taekwondo) mejoró la atención sostenida en adolescentes con TDAH. Esto subraya la importancia y relevancia de enfoques multidisciplinarios en esta población

Así, la actividad física en sus diversas manifestaciones, y prestando especial atención a su dosis (*e. g.*, frecuencia, volumen e intensidad), genera un aumento en el metabolismo y en las vías de señalización celular a diferentes niveles de complejidad (Stillman et al, 2016). Por ende, dichos cambios fisiológicos podrían modular en los niveles de múltiples factores de crecimiento y hormonas como la catecolamina, la dopamina y la norepinefrina, los cuales, a su vez, inciden directa e indirectamente en la mejora de la atención y la reducción de la inatención.

En ese sentido, la evidencia revela patrones desviados en la impulsividad del comportamiento, la recuperación de la memoria, la atención sostenida, la diferenciación de estímulos y la toma de decisiones son relevantes para el TDAH (Chou y Huang, 2017), por lo tanto, los resultados observados aquí tienen una relevancia clínica y aplicativa en el abordaje integral del TDAH.

Autores como Muñoz y Díaz (2019), por ejemplo, han documentado que la intervención con ejercicio físico de intensidad moderada a alta (por ejemplo, $\geq 70\%$ $VO_{2m\acute{a}x}$), llevada a cabo durante 6 semanas (2 sesiones de 1 hora a la semana), tiene un efecto beneficioso sobre la calidad de la atención. En tal sentido, tales autores encontraron una mejora significativa en la calidad de la atención y en la capacidad de atención sostenida en el grupo de intervención, con un tamaño del efecto moderado-grande.

Por su parte, Matthew et al. (2015) evaluaron la relación entre la aptitud cardiorrespiratoria y la inhibición en una muestra de niños pequeños con y sin riesgo de desarrollar TDAH. Por consiguiente, evidenciaron que, niveles más altos de esta capacidad, se relacionaron con una mejor inhibición, lo que se reflejó en niveles más altos de precisión de respuesta congruente e incongruente, así como en niveles más bajos de control de interferencia. De igual modo, las asociaciones bivariadas entre el estado de riesgo de

TDAH y las medidas de precisión de respuesta señalaron que los participantes sin riesgo de TDAH fueron más precisos en sus respuestas a diferencia de los participantes con riesgo de desarrollar TDAH.

En línea con la presente investigación, Benzing et al. (2018) evaluaron el efecto de un programa combinado de *Exergaming* durante 8 semanas en las funciones ejecutivas de 66 niños diagnosticados con TDAH, con edades comprendidas entre 8 y 12 años. En este programa, se implementaron 3 sesiones por semana, con una duración de 30 minutos por sesión; asimismo, se incluyó un grupo de control en lista de espera (similar a nuestro diseño). Los autores evidenciaron que el EF agudo tubo efectos significativos específicos, el grupo de intervención superó al grupo de control en el rendimiento total ($p = 0,008$, $TE = 0,80$) (e. g., reacción de la inhibición y el cambio). Como resultado, estos hallazgos sugieren que el EF agudo, con una intensidad moderada a vigorosa durante 14-15 minutos, podría ser una herramienta prometedora para mejorar los niveles de atención sostenida.

Finalmente, en estudios analizados por Suárez et al. (2018), hallaron que estos son consistentes con la metodología y los resultados propuestos en la presente investigación. Por lo tanto, los distintos estudios muestran el efecto positivo del EF en la atención de niños con TDAH. De igual modo, los resultados mostraron mejoras significativas en el comportamiento, la inhibición y la disminución de la inatención. Las intervenciones de AF incluyeron yoga, EF de resistencia de moderada a vigorosa intensidad y tipo HIT. Finalmente, las mejoras se observaron en periodos de intervención de más de 3 semanas, con sesiones de entre 20 a 45 minutos, de 3 a 5 días a la semana.

10.3 VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA

Los síntomas centrales del TDAH, como la falta de atención y la desinhibición del comportamiento, pueden estar relacionados con la desregulación del SNA (Griffiths et al., 2017). En efecto, esto corresponde con la evidencia de los últimos años, la cual muestra la relación entre el TDAH y la desregulación autonómica y, además, resalta la pertinencia de evaluar la VFC como indicador válido, no invasivo y práctico para analizar la regulación autónoma (Robe et al., 2019).

En esa medida, la VFC se puede definir como la variación en el tiempo de la frecuencia cardíaca o el intervalo latido-latido, lo que refleja el estado de los mecanismos autonómicos de control cardiovascular. Por lo tanto, los cambios rítmicos en la frecuencia cardíaca son una consecuencia de las interacciones entre el sistema nervioso autónomo, mecanismos reflejos, factores mecánicos y cambios dinámicos del nodo sinusal; por ende, una disminución en la VFC podría indicar disfunción autonómica, alteración barorrefleja e hiperactivación de mecanismos de compensación a largo plazo, como el eje renina-angiotensina-aldosterona (Rodríguez et al., 2021).

En cuanto a la investigación de la VFC, se han propuesto varios enfoques que, para efectos del presente estudio, se ha implementado el método del dominio de tiempo. Dentro del análisis de dominio de tiempo de la VFC se estudió el AvRR, RRSD, rMSSD y el pNN50. Evidenciando en primera medida que la frecuencia cardíaca en reposo disminuyó significativamente en el grupo HSG luego de la intervención ($p < 0.001$). En ese sentido, se observó un TE grande ($g = -1.18$). En contraste, se evidenció un aumento significativo en el grupo control ($p < 0.001$), con un TE grande ($g = 1.09$). En correspondencia con lo anterior, el análisis de la DID mostró que hay diferencias favor de HSG ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 2.21$).

Con respecto al indicador avRR, se encontró un aumento significativo en el grupo HSG ($p = 0.013$) con un TE mediano ($g = 0.64$). Por otro lado, el grupo Control presentó una disminución significativa durante el periodo de seguimiento ($p = 0.026$), con un TE mediano ($g = 0.58$). Como resultado, el análisis de la DID reveló una diferencia significativa entre los grupos ($p = 0.001$), de este modo se destacó un tamaño de efecto grande ($g = 1.21$).

Para la medida RRSD, que indica la variabilidad total, el grupo HSG mostró un aumento significativo ($p = 0.005$) y un TE mediano ($g = 0.73$). En cambio, el grupo Control experimentó una disminución significativa ($p = 0.005$) con un tamaño de TE ($g = 0.62$) para este indicador. El análisis de la diferencia DID reveló diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 1.36$).

Con respecto al indicador rMSSD, relacionado con la influencia del sistema nervioso parasimpático en el sistema cardiovascular, se observó un incremento significativo en el grupo HSG tras el programa de ejercicio físico ($p = 0.014$), con un TE mediano ($g = 0.63$). Por su parte, en el grupo Control se detectó una disminución significativa con un TE mediano ($p = 0.003$, $g = 0.62$). La comparación entre los grupos, basada en el análisis de la DID, refleja una diferencia significativa ($p = 0.001$) con un TE grande ($g = 1.23$).

De manera similar a lo observado en los demás indicadores del tiempo de dominio de la VFC, el PNN50 % siguió la misma tendencia; es decir, hubo un incremento en el grupo HSG ($p = 0.001$, $g = 0.91$) y una disminución en el grupo Control ($p = 0.011$, $g = 0.68$). De manera consistente, se encontró una diferencia significativa también para este indicador entre los grupos ($p = 0.001$, $g = 1.53$).

Por otro lado, varios autores han planteado que la evidencia a través de la VFC sugiere que el equilibrio simpático-vagal se ve afectado en diversos trastornos neurológicos (Udupa et al., 2017). En el caso del TDAH, como se ha mencionado, los estudios han demostrado una desregulación autonómica. En tal sentido, algunas investigaciones encontraron una disminución del tono vagal en el TDAH; mientras que otras investigaciones indican una sobreexcitación parasimpática. Además, hay estudios que no han mostrado diferencias en el equilibrio simpátovagal en el TDAH (Raghurama et al., 2016).

En ese sentido, investigadores como Raghurama et al., (2016), han mostrado que, en indicadores de dominio del tiempo, se observó una reducción significativa en TDAH con respecto al grupo de control. Dichos indicadores incluyen la RRSD, rMSSD y el pNN50 %. En correspondencia con estos hallazgos, en el presente estudio se observó un incremento significativo de todos estos indicadores en el grupo HSG tras el programa de EF; en cambio, en el grupo Control se encontró una disminución.

Lo anterior sugiere que la implementación del programa HSG contribuyó a mejorar la regulación autonómica, especialmente el tono vagal. Por ende, de manera hipotética, se planteó que estos cambios podrían proporcionar una base para entender los mecanismos

mediante los cuales el ejercicio físico afecta aspectos neurobiológicos, como la regulación autonómica, en niños con TDAH.

En tal sentido, si bien los mecanismos subyacentes por los cuales el EF mejora la modulación vagal son especulativos en la actualidad, la angiotensina II y el óxido nítrico (NO) son mediadores potenciales. De acuerdo con Routledge et al. (2010), la angiotensina II, que normalmente inhibe la actividad vagal cardíaca, podría ser suprimida por el EF, posiblemente relacionada con niveles más bajos de renina plasmática en personas físicamente activas, lo que sugiere una menor angiotensina II y una mayor actividad vagal cardíaca. Por su parte, el NO también puede estar involucrado al aumentar el control vagal y reducir las influencias simpáticas. El EF mejora la función endotelial y la biodisponibilidad del NO, lo que podría contribuir a la relación entre el ejercicio y la actividad vagal cardíaca.

Asimismo, se deben considerar los cambios neuroquímicos inducidos por el EF, los cuales también pueden influir, directa o indirectamente, en el aumento de la VFC en reposo, como una mayor expresión de dopamina, serotonina y factores de crecimiento (por ejemplo, BDNF) (Basso y Suzuki, 2017). Esto en población infanto-juvenil, particularmente en niños con TDAH, no está evaluado a profundidad. Por tanto, constituye futuras líneas de investigación que, en conjunto con modelos preclínicos, puedan develar los mecanismos fisiológicos implicados en el efecto del EF en la regulación autonómica de esta población.

Lo anterior sugiere que la implementación del programa HSG contribuyó a mejorar la regulación autonómica, especialmente el tono vagal. Por ende, de manera hipotética, se planteó que estos cambios podrían proporcionar una base para entender los mecanismos mediante los cuales el ejercicio físico afecta aspectos neurobiológicos, como la regulación autonómica, en niños con TDAH.

Es de resaltar que, hasta la fecha, son muy pocos los estudios y publicaciones que exploren los efectos del ejercicio físico en las adaptaciones vinculadas con la VFC, lo que confiere originalidad a nuestro estudio y abre nuevas perspectivas para futuras

investigaciones en esta variable. Sin embargo, respaldados por la evidencia de estudios transversales, se puede inferir que el aumento en la VFC observado en estos niños sugiere una regulación autonómica mejorada, la cual puede estar vinculada con la gestión emocional, el comportamiento y la atención sostenida en niños con TDAH.

Para sustentar lo anterior, Griffiths et al. (2017) estudio la VFC en reposo y atención sostenida 229 niños y adolescentes con TDAH (6-19 años) y 244 controles de desarrollo típico, y observaron que la atención sostenida se vio afectada en el TDAH, y observó que la menor VFC se relacionó con más ansiedad, comportamientos opositores y problemas sociales, respaldando la hipótesis que indican que estas medidas reflejan la regulación emocional y el comportamiento social.

Considerando en conjunto la evidencia presentada, los hallazgos del presente estudio toman una mayor relevancia al considerar la evidencia reportada en un metaanálisis conducido por Robe et al. (2019), donde se muestra que indicadores de VFC mediadas, en un nivel vagal, se han asociado positivamente con la atención óptima, la regulación emocional y el funcionamiento ejecutivo, características que a menudo se ven perturbadas en el TDAH.

Por otro lado, se respalda el planteamiento de Raghurama Rukmani et al. (2016), con respecto a que los niños con TDAH pueden presentar un mayor riesgo cardiovascular debido a una reducción en la VFC, una actividad vagal disminuida y una mayor actividad simpática, lo que se correlaciona positivamente con una mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares comórbidas. No menos importante, se considerara que, aunque los estimulantes prescritos para el TDAH presentan un riesgo mínimo de eventos adversos cardiovasculares graves, los beneficios pueden superar los riesgos; por lo tanto, es importante que los niños con TDAH sean sometidos a un seguimiento regular para evaluar su salud cardíaca (*e. g.*, seguimiento con la VFC); asimismo, es fundamental tener precaución al considerar el tratamiento médico para aquellos con antecedentes familiares o factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (Raghurama et al., 2016).

Finalmente, al considerar los resultados encontrados en la VFC en estos niños, se propuso que la mejora en la regulación autonómica, especialmente el aumento del tono vagal debido al programa HSG en niños con TDAH, conlleva beneficios significativos para su salud y, en general, estimula su calidad de vida. Por lo tanto, un mayor tono vagal está relacionado con un mejor manejo del estrés y con la reducción de la ansiedad, con beneficios cardiovasculares, mejor atención y concentración, así como una posible mejora en la calidad del sueño, lo que podría influir positivamente en el rendimiento académico y el estado de ánimo de los niños con TDHA.

10.4 ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL

Con el EEG se puede evaluar la actividad eléctrica cerebral mediante el registro de la potencia relativa de las ondas cerebrales (Alfa, Beta, Delta y Theta). Estas ondas en el EEG se clasifican de acuerdo con su frecuencia (lo que refiere al número de veces que una onda se repite en un segundo) (Martínez y Trout, 2006).

La actividad eléctrica en este estudio se evaluó mediante EEG cuantitativo, el cual registra la potencia relativa de las ondas cerebrales. De tal modo que se obtienen registros de estas ondas en los puntos estándar de la línea media del cráneo, específicamente en las regiones parietal (Pz), central (Cz) y frontal (Fz).

En consecuencia, se destacó que se encontraron mayores cambios en la actividad eléctrica del cerebro en niños TDHA que participaron en el programa HSG, como es incremento en la onda Beta y disminuciones en las ondas Alfa, Delta ($p < 0.05$), y de la relación Theta/Beta. Bajo la perspectiva del presente trabajo, esto resulta beneficioso en el manejo de TDHA, según lo planteado por Rojas et al. (2010), quienes manifiestan que las alteraciones en el EEG de niños con TDAH se caracterizan por un notable incremento en la actividad de ondas lentas y un aumento en la relación theta/beta.

En efecto, estos patrones anómalos en el EEG desempeñan un papel crucial en el diagnóstico e intervención del TDAH. Por otro lado, se resaltó que se han detectado variaciones en el EEG dependiendo de los distintos subtipos del trastorno, lo que sugiere

que el análisis de estas diferencias podría aportar valiosa información para una comprensión más profunda del TDAH en sus diferentes manifestaciones.

En el presente estudio se buscó evaluar la adaptación de la actividad eléctrica cerebral en niños con TDAH frente al programa con ejercicio físico HSG. No obstante, las respuestas agudas al ejercicio reportadas por otros autores están en relación con los hallazgos encontrados en la investigación donde se encontraron cambios en la actividad eléctrica cerebral luego de la intervención con el programa de HSG; este presentó un incremento significativo y un TE mediano en Cz ($p = 0.004$, $g = 0.78$), mientras que en Fz y Pz se observó un incremento reflejando un TE muy grande ($p < 0.001$, $g = 1.68$ y $p < 0.001$, $g = 1.78$, respectivamente). Por su parte, el grupo Control mostró un incremento significativo y un TE muy grande en el registro obtenido en Cz y Fz ($p < 0.001$, $g = 2.06$ y $p < 0.001$, $g = 1.72$), pero no en Pz ($p = 0.580$, $g = 0.13$). El análisis de la DID reveló diferencias en Cz y Pz, con mayores incrementos a favor del grupo HSG ($p < 0.001$, $g = 2.46$ y $p < 0.001$, $g = 1.58$, respectivamente).

De esta manera, se destacó una disminución en la relación Theta/Beta, lo que podría sugerir una mejora en la atención y la estabilidad de los estados de alerta en niños con TDAH., lo que sugiere una coherencia en los efectos observados.

Luque et al. (2016) evaluaron a 42 adultos jóvenes varones con TDAH en dos grupos, uno de mayor y otro de menor condición física. Ambos grupos realizaron una versión de 60 minutos de la Tarea de Vigilancia Psicomotriz (PVT). Los autores registraron datos de EEG y se analizaron las amplitudes medias de CNV y P3. La mayor aptitud física se relacionó con una mejor significativa de la actividad neuroeléctrica ($p < 0.05$), indicando una atención sostenida mejorada y una mayor habilidad para asignar recursos de atención continuamente. Asimismo, se vinculó la mayor aptitud física con una preparación de respuesta superior en la primera parte de la tarea.

En el estudio de Choi et al. (2015), 35 adolescentes varones con TDAH (edades entre 13 y 18 años) conformaron el grupo de intervención, mientras que 15 adolescentes saludables de la misma franja etaria formaron el grupo de control. Las sesiones de

intervención deportiva, con una duración de 90 minutos, involucraron ejercicios de resistencia (e.g., carrera en lanzadera, zigzag y saltos de cuerda, así como baloncesto) al 60 % de la frecuencia cardíaca máxima. En términos de actividad cerebral, al inicio del estudio, los adolescentes con TDAH presentaron una mayor activación en el lóbulo temporal derecho (lóbulo límbico) en respuesta a la estimulación de la prueba de clasificación de tarjetas de Wisconsin en comparación con los adolescentes sanos ($p = 0,003$).

Los resultados obtenidos en esta investigación siguen en parte la tendencia encontrada por Huang et al. (2018), quienes desarrollaron un estudio que constó de dos etapas. En la primera etapa, se compararon los patrones de oscilación neural de niños con y sin TDAH. En esa medida, se registraron EEG en reposo bajo una condición de ojos abiertos de 24 niños con TDAH y 28 controles emparejados. En la segunda etapa del estudio, se empleó un diseño de ensayo cruzado aleatorizado. Por consiguiente, los 24 niños con TDAH participaron en una intervención de 30 minutos que consistió en correr en una cinta de correr y en ver un video en días alternos, con EEG en reposo registrado antes y después de la intervención. Como resultado, los principales hallazgos de este estudio indican que una sola sesión de ejercicio podría normalizar los patrones de oscilación neural en niños con TDAH (e. g. relaciones más bajas de theta/beta), lo que puede mejorar su atención y concentración.

En efecto, los resultados de esta investigación representan un aporte para el estudio del TDAH, debido a que proporcionan evidencia de que la participación en el programa de EF, como el HSG, está relacionado con cambios significativos en la actividad eléctrica del cerebro en niños con este trastorno.

La evidencia de varios estudios (Gutmann et al., 2015) ha mostrado que el EF aumenta el flujo sanguíneo cerebral y se sugiere que activa mecanismos de alerta en el cerebro, lo que conduce a mejoras en el procesamiento de información implícita. Además, se ha comprobado que el entrenamiento de resistencia aumenta el volumen sanguíneo cerebral, la perfusión y el volumen del hipocampo en adultos. Asimismo, se ha reportado

que la aptitud cardiorrespiratoria se asocia positivamente con la conectividad funcional en la Red de Modo Predeterminado, lo que, en parte, media un mejor desempeño en tareas que requieren cambio de enfoque, alternancia de tareas y memoria de trabajo espacial. En consonancia con esto, el EF de resistencia mejora la conectividad funcional entre partes de los cortes frontales, posteriores y temporales en la Red de Modo Predeterminado y una Red Ejecutiva Frontal, así como la integridad de la sustancia blanca en los lóbulos frontal y temporal, además de un mayor mejoramiento en el rendimiento de la memoria. En conjunto, los resultados de estos estudios demuestran la relación entre la práctica de ejercicio, los cambios en la actividad eléctrica cerebral y la mejora en la atención (Gutmann et al., 2015), lo que sugiere un enfoque prometedor para abordar las necesidades de niños con TDAH.

En suma, estos hallazgos son relevantes porque se alinean con investigaciones previas que han identificado patrones anómalos en el EEG de niños con TDAH, como el aumento en la relación theta/beta. Asimismo, al mostrar que la participación en el programa HSG puede modular estos patrones anómalos y favorecer una mayor regularidad en la actividad cerebral, los resultados respaldan la idea de que el programa con HSG puede ser una intervención plausible en el manejo del TDAH, lo cual mejora los componentes neurobiológicos, tanto a nivel central (e. g., actividad eléctrica del cerebro), como a nivel periférico (regulación autonómica).

10.5 FORTALEZAS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Los hallazgos de este estudio representan un avance significativo en la comprensión de los efectos del ejercicio en la AFRS, la atención sostenida, la VFC y la actividad eléctrica cerebral en niños con TDHA. No obstante, es fundamental considerar tanto sus fortalezas, como sus limitaciones para una interpretación adecuada de los resultados.

El presente estudio se destacó por su diseño, por el ensayo controlado aleatorizado (ECA), lo que implicó una metodología rigurosa para evaluar los efectos del EF sobre los desenlaces relevantes para la salud y la calidad de vida de niños con TDHA. En esa medida,

la implementación de un diseño de intervención bajo un ECA posibilita la distribución equitativa de los participantes en los grupos (*i. e.*, HSG y Control), minimizando así posibles sesgos y aumentando la validez interna de los resultados. Esta sólida base proporcionada por este diseño permite inferir, hasta cierto punto, la causalidad entre la realización de EF y las mejoras observadas en la AFRS, la atención sostenida, la VFC y la actividad eléctrica cerebral en esta población.

Por tal motivo, hay que destacar que, según el conocimiento del investigador a cargo, este es el primer estudio que evalúa los efectos del entrenamiento HSG en la VFC y la actividad eléctrica cerebral en niños con TDHA. Esta novedosa contribución proporciona información relevante sobre los efectos del EF en variables neurobiológicas que están alteradas en el TDHA; de este modo, se amplía la comprensión de los mecanismos subyacentes y, por consiguiente, brinda nuevas perspectivas para futuras intervenciones y estudios en esta área.

En esta línea se resalta como una fortaleza la adherencia del programa HSG por su metodología multicomponente, atendiendo a las particularidades y características de la población por su alta vulnerabilidad social; reflejado en el compromiso permanente por parte de las familias e instituciones vinculadas al proyecto, con un nivel de cumplimiento del 99,5 % a las sesiones de entrenamiento, acorde al contexto motivacional de los niños como tratamiento alternativo de fácil acceso.

Por otra parte, este estudio presenta ciertas limitaciones importantes que deben ser consideradas al interpretar los resultados. Una de las principales limitaciones se basa en la falta de control total sobre otras variables que podrían influir en los efectos observados del EF en las variables estudiadas. Por ejemplo, no se controló completamente la dieta de los participantes o el consumo de medicamentos; asimismo, la participación en otras intervenciones terapéuticas (*e. g.*, psicológicas) ordenadas por especialistas no se manipuló o monitoreó de manera exhaustiva, lo que podría haber tenido un impacto en los desenlaces del estudio.

Otra limitación importante consiste en la evaluación de la atención sostenida mediante cuestionario. En tal sentido, es importante reconocer que los cuestionarios pueden estar sujetos a sesgos de respuestas y no siempre capturan de manera precisa y completa la atención sostenida en comparación con métodos más objetivos, como pruebas neuropsicológicas. Sin embargo, cabe destacar que se utilizó un cuestionario validado, lo que proporciona cierto grado de exactitud en la medición de la atención sostenida.

Igualmente, otro aspecto relevante por mencionar se centra en el tamaño de la muestra, que puede limitar la generalización de los resultados a poblaciones más amplias de niños con TDHA. En consecuencia, un tamaño de muestra pequeño puede afectar, evidentemente, la representatividad y la potencia estadística del estudio; esto implica que los resultados pueden no ser aplicables a todos los niños con TDHA en general. En tal sentido, es importante tener en cuenta que el TDAH es una condición heterogénea con diversos subtipos y comorbilidades asociadas, lo que podría influir en la generalización de los hallazgos a toda la población de niños con este trastorno.

11 CONCLUSIONES

El programa de entrenamiento HSG implementado mejoró los indicadores de AFRS. Se incrementó la aptitud cardiorrespiratoria y disminuyó la adiposidad corporal. En este sentido la suma de los pliegues cutáneos, como indicador de adiposidad corporal total, en el grupo HSG mostró una disminución significativa y un TE mediano tras la intervención ($p = 0.004$, $g = 0.65$); mientras que en el grupo control no se observaron cambios significativos ($p = 0.750$, $g = 0.02$). Según el análisis de la DID, se encontraron diferencias a favor del grupo HSG en comparación con el grupo Control ($p = 0.042$, $g = -0.70$).

En cuanto a los efectos del programa de entrenamiento HSG en la mejora de los indicadores de atención sostenida, después de la intervención, evaluada mediante el cuestionario d2. Evidenciamos que para el Total de aciertos (TA), el grupo HSG presentó diferencias significativas ($p = 0.001$) con un TE muy grande ($g = 1.78$). En cambio, para el grupo control no se observaron cambios significativos ($p = 0.068$, $g = 0.49$). El análisis de la DID mostró diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.037$); con TE medio ($g = 0.72$) a favor del grupo HSG.

Con respecto a las omisiones y comisiones, se detectaron cambios significativos para el grupo HSG ($p = 0.025$, $g = -0.38$ y $p = 0.038$, $g = -0.47$, respectivamente). Sin embargo, en estos indicadores no se observaron cambios significativos o efectos relevantes en el grupo Control.

Para el indicador total, que representa la efectividad total de los niños en la prueba del d2, se identificaron diferencias significativas en el grupo HSG ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 2.20$). Además, se observaron diferencias significativas a favor del grupo HSG ($p = 0.008$), con un tamaño de efecto grande ($g = 0.94$).

En cuanto al indicador de concentración (Con), en el grupo HSG se hallaron diferencias significativas ($p = 0.001$) con un TE muy grande ($g = 1.78$); en cambio, para el grupo Control no fue significativa ($p = 0.256$); de hecho, el TE fue pequeño ($g = 0.41$).

Finalmente, el análisis de la DID de los grupos mostró diferencias significativas y un TE grande ($p = 0.018$, $g = 0.82$).

Con relación a la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), tras la intervención con el programa de entrenamiento HIT-Sport Game, se encontró una disminución en los indicadores del dominio de tiempo de la VFC (AvRR, RRSd, rMSSD y pNN50); lo anterior indica una optimización en la regulación autonómica (*e. g.*, mayor tono vagal en reposo).

En primer lugar, se destacó que la frecuencia cardíaca en reposo disminuyó significativamente en el grupo HSG luego de la intervención ($p < 0.001$). En ese sentido, se observó un TE grande ($g = -1.18$). En contraste, se evidenció un aumento significativo en el grupo Control ($p < 0.001$), con un TE grande ($g = 1.09$). En correspondencia con lo anterior, el análisis de la DID mostró que hay diferencias favor de HSG ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 2.21$).

Respecto al indicador avRR, se encontró un aumento significativo en el grupo HSG ($p = 0.013$) con un TE mediano ($g = 0.64$). Por otro lado, el grupo Control presentó una disminución significativa durante el periodo de seguimiento ($p = 0.026$), con un TE mediano ($g = 0.58$). Como resultado, el análisis de la DID reveló una diferencia significativa entre los grupos ($p = 0.001$), con un tamaño de efecto grande ($g = 1.21$).

Para la medida RRSd, que indica la variabilidad total, el grupo HSG mostró un aumento significativo ($p = 0.005$) y un TE mediano ($g = 0.73$). En cambio, el grupo Control experimentó una disminución significativa ($p = 0.005$) con un tamaño de TE ($g = 0.62$) para este indicador. El análisis de la diferencia DID reveló diferencias significativas entre los grupos ($p = 0.001$), con un TE muy grande ($g = 1.36$).

El indicador rMSSD, relacionado con la influencia del sistema nervioso parasimpático en el sistema cardiovascular, mostró un incremento significativo en el grupo HSG tras el programa de ejercicio físico ($p = 0.014$), con un TE mediano ($g = 0.63$). Por su parte, en el grupo Control se detectó una disminución significativa con un TE mediano ($p =$

0.003, $g = 0.62$). La comparación entre los grupos, basada en el análisis de la DID, refleja una diferencia significativa ($p = 0.001$) con un TE grande ($g = 1.23$).

De manera similar a lo observado en los demás indicadores del tiempo de dominio de la VFC, el PNN50 % siguió la misma tendencia; es decir, hubo un incremento en el grupo HSG ($p = 0.001$, $g = 0.91$) y una disminución en el grupo Control ($p = 0.011$, $g = 0.68$). De manera consistente, se encontró una diferencia significativa también para este indicador entre los grupos ($p = 0.001$, $g = 1.53$).

En tanto la actividad eléctrica cerebral evaluada mediante electroencefalograma cuantitativo (EEG), con el sistema 10-20, tras la intervención, se evidenció la relación Theta/Beta, en este sentido el grupo HSG presentó un incremento significativo y un TE mediano en Cz ($p = 0.004$, $g = 0.78$), mientras que en Fz y Pz se observó un incremento reflejando un TE muy grande ($p < 0.001$, $g = 1.68$ y $p < 0.001$, $g = 1.78$, respectivamente). Por su parte, el grupo control mostró un incremento significativo y un TE muy grande en el registro obtenido en Cz y Fz ($p < 0.001$, $g = 2.06$ y $p < 0.001$, $g = 1.72$), pero no en Pz ($p = 0.580$, $g = 0.13$). En esta dirección el análisis de la DID reveló diferencias en Cz y Pz, con mayores incrementos a favor del grupo HSG ($p < 0.001$, $g = 2.46$ y $p < 0.001$, $g = 1.58$, respectivamente).

En esta línea, se resalta que se encontraron cambios en la actividad eléctrica cerebral luego de la intervención con el programa de HSG; de esta manera, se destacó una disminución en la relación Theta/Beta, lo que podría sugerir una mejora en la atención y la estabilidad de los estados de alerta en niños con TDAH. Estos resultados estuvieron de acuerdo con la hipótesis de investigación formulada por los autores de la investigación.

Por último, entre los principales hallazgos se encuentran los siguientes: i) el programa de ejercicio implementado incrementa la aptitud física cardiorrespiratoria y disminuye la adiposidad corporal; ii) mejora la atención sostenida; iii) disminuye la variabilidad de la frecuencia cardíaca, esto indica una mejora en la regulación autonómica; iv) los

cambios en la actividad eléctrica cerebral sugieren una mejora en la atención y la estabilidad de los estados de alerta en niños con TDHA.

12 RECOMENDACIONES

Al concluir la presente investigación, resulta importante plantear las siguientes recomendaciones:

Teniendo en cuenta que el programa HSG ayudó a contrarrestar los problemas con los que a diario se enfrentan las y los niños con TDAH en el ámbito escolar, social y académico, sería de gran importancia que al interior de las escuelas y centros educativos se implementen currículos y programas adaptados a las características de esta población, por su alta vulnerabilidad social. De igual modo, es recomendable que tales programas giren alrededor del ejercicio físico, donde se controlen variables como, intensidad, frecuencia, duración, tipo de ejercicio acorde a rangos de edades de los niños con TDAH, de tal modo que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los escolares y sus familias.

Por otro lado, es necesario investigar con mayor rigor otros mecanismos que permitan transitar hacia una mejora de esta enfermedad, dichos mecanismos deben pretender ir más allá de solo los tratamientos farmacológicos que, en muchas ocasiones, han generado efectos secundarios, los cuales en algunos casos terminan por agravar la enfermedad presentada.

Se deben fomentar programas multimodales extraescolar, orientado por grupos interdisciplinar de profesionales , con seguimiento y caracterización para esta población, enmarcado en una política pública de intervención garantista a nivel municipal y departamentales en el ámbito escolar y social para niños con trastornos del neurodesarrollo desde las áreas de las ciencias aplicadas; es decir, articulados a proyectos de políticas públicas (PIAR) que garanticen macroproyectos para vincular a infantes con trastornos del neurodesarrollo y sus familias.

En esta línea se requiere la articulación gubernamental con el sector salud, educación, deporte, comunidades y familias con el fin de garantizar programas sistemáticos adaptado a las particularidades de los niños con TDAH, respetando sus derechos, enmarcadas en las políticas públicas para población en alto grado de vulnerabilidad social.

Finalmente, se recomienda la difusión del programa HSG, como resultado de investigación, a diferentes centros educativos y profesionales de áreas afines, en tanto herramienta de apoyo para tratamientos dirigidos a niños caracterizados con trastornos del neurodesarrollo.

13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpízar-Velázquez, A. (2019). Emotional dysregulation in the population with ADHD. A Theoretical Approach. *Revista Costarricense de Psicología*, 38(1), 17-36.
- Álvarez, L., González, C., Núñez, P., González, J., y Bernardo, A. (2008). Evaluación y control de la activación cortical en los déficits de atención sostenida. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8(2), 209-524.
<https://www.redalyc.org/pdf/337/33712001011.pdf>
- Anastopoulos, A., Smith, T., y Garrett, M. (2011). Autorregulación de las emociones, deterioro funcional y comorbilidad en niños con TDA / H. *Revista de trastornos de la atención*, 15 (7), 583-592. <https://doi.org/10.22544/rcps.v38i01.02>
- Arnsten, A. (2007). Catecholamine and second messenger influences on prefrontal cortical networks of “representational knowledge”: a rational bridge between genetics and the symptoms of mental illness. *Cereb Cortex*, 17, 6-15.
- Arnsten, A., y Pliszka, S. (2011). Catecholamine influences on prefrontal cortical function: relevance to treatment of attention deficit/hyperactivity disorder and related disorders. *Pharmacol Biochem Behav*, 99, 211-216.
<https://doi.org/10.1016/j.pbb.2011>.
- Bará, S., Henao, P., Jiménez, D., Pineda, D., y Vicuña, G. (2003). Perfiles neuropsicológicos y conductuales de los niños con trastorno por déficit de atención/hiperactividad de Cali, Colombia. *Rev Neurología.*, 37(7), 608-615.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-28199>
- Barceló, M. (2016). *Trastorno por Déficit Atencional con Hiperactividad (TDAH) en niños. Problematizando supuestos* [Tesis de grado]. Universidad de la República de Uruguay:
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8566/1/Barcel%c3%b3%2c%20Marcelo.pdf>

- Barkley, R. (1990). *Attention deficit hyperactivity disorder: a handbook for diagnosis and treatment*. Guilford Press.
- Barkley, R. (1997). *ADHD and the nature of self-control*. Guilford Press.
- Barkley, R. (2002). *Niños hiperactivos. Cómo comprender y atender sus necesidades especiales*. Paidós Ibérica.
- Batstra, L., Hadders-Algra, M., Nieweg, E., Van Tol, D., Pijl, S., y Frances, A. (2012). Childhood emotional and behavioral problems: reducing overdiagnosis without risking undertreatment. *Developmental Medicine y Child Neurology*, 54 (6), 492-494. 10.1111/j.1469-8749.2011.04176.x
- Belmar, M., Navas, L., y Holgado, F. (2013). Procesos atencionales implicados en el trastorno por déficit atencional con hiperactividad (TDAH). *Convergencia Educativa*, 2, 9-19. <https://core.ac.uk/download/pdf/19775027.pdf>
- Benners, S., y Heaton, P. (2007). Attention deficit and hyperactivity disorder: controversies of diagnosis and safety of pharmacological and nonpharmacological treatment. *Current Drug Safety*, 2, 33-42. 10.2174/157488607779315444
- Benzing, V., Chang, Y.-K., y Schmidt, M. (2018). Acute Physical Activity Enhances Executive Functions in Children with ADHD. *Scientific Reports*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30067-8>
- Berger, I. (2011). Diagnosis of attention deficit hyperactivity disorder: much ado about something. *Isr Med Assoc J.*, 13, 571-574. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21991721/>
- Berry, J., Bloom, S., Foley, S., y Palfrey, J. (2010). Health inequity in children and youth with chronic health conditions. *Pediatrics*, 126, 111-119. 10.1542/peds.2010-1466D. 10.1542/peds.2010-1466D
- Biederman, J. (2005). Attention - deficit/hyperactivity disorder: a selective overview. *Biological Psychiatry*, 1215-1220. 10.1016/j.biopsych.2004.10.020

- Bonet, J., Parrado, E., y Capdevila, L. (2017). Efectos agudos del ejercicio físico sobre el estado de ánimo y la HRV / Acute Effects of Exercise on Mood And HRV. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 17 (65), 85-100.
- Bozhilova, N., Michelini, G., Kuntsi, J., y Asheron, P. (2018). Mind wandering perspective on attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neurosci. Biobehav. Rev*, 92, 464-476. 10.1016/j.neubiorev.2018.07.010
- Bravo, S., Arias, M., Piñones, A., Jiménez, M., y Cortés, S. (2017). Uso del test de rendimiento continuo de Conners para diferenciar niños normales y con TDAH en Chile. *Ter Psicol*, 35(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48082017000300283>
- Brickenkamp, R., y Gómez, A. (2012). *d2, Test de Atención*. <https://www.fundacioncadah.org/web/articulo/d2-test-de-atencion.html>
- Brown K.A., Samuel S., y Patel, D.R. (2018). Pharmacologic management of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents: a review for practitioners. *Translational Pediatrics*, 7(1), 36-47. 10.21037/tp.2017.08.02
- Brown, T. (2002). DSM-IV: ADHD and executive function impairments. *Advanced Studies in Medicine*, 2, 910-991.
- Bustamante, E., Santiago-Rodríguez, M., Donald, J., Moraes, B., Gisela, T., y Lynn, S. (2019). Actividad física y tdah: evidencia sobre el desarrollo, efectos neurocognitivos a corto y largo plazo y sus aplicaciones. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 17(1). <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v17i1.37863>.
- Calderón, C. (2003). *Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad. Evaluación y tratamiento psicológico*. Universitat de Barcelona. Departament de Personalitat, Avaluació i Tractament Psicològic.
- Carbonell, A., Aparicio, V., Ruiz, J., Ortega, F., y Delgado, M. (2010). *Actividad física en la infancia y adolescencia: actividad física en personas adultas (personas de 18 a*

65 años.

https://www.researchgate.net/publication/272293751_Promocion_de_la_Actividad_Fisica_en_la_infancia_y_la_adolescencia_en_el_camino_de_las_soluciones_reales

Carboni, A. (2011). El trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 1(3), 95-131.

<https://www.redalyc.org/pdf/4758/475847405007.pdf>

Carriedo, A. (s.f.). *Beneficios de la educación física en alumnos diagnosticados con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH)*.

<http://www.fundacioncadah.org/web/printPDF.php?idweb=1&account=j289eghd7511986&contenido=posibilidades-de-la>

Castellanos, R., y Pulido, M. A. (2009). Validez y confiabilidad de la escala del esfuerzo percivido de Borg. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 14(1), 169-177.

<https://www.redalyc.org/pdf/292/29214112.pdf>.

Chimal, C., y Rudomín, P. (2003). *Quimeras científicas. Letras Libres*.

https://www.researchgate.net/publication/28234113_Quimeras_cientificas

Choi, J., Han, D., Kang, K., Jung, H., y Renshaw, P. (2015). Aerobic exercise and attention deficit hyperactivity disorder: brain research. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(1), 33-39. 10.1249/MSS.0000000000000373

Chou, C.-C., y Huang, C.-J. (2017). Effects of an 8-week yoga program on sustained attention and discrimination function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *PeerJ*, 5, e2883. <https://doi.org/10.7717/peerj.2883>

Conners, C., Epstein, J., Angold, A., y Klaric, J. (2003). Continuous performance test performance in a normative epidemiological sample. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 31, 555-562. 10.1023/a:1025457300409

- Cornejo, E., Fajardo, B., López, V., Soto, J., y Ceja, H. (2015). Prevalencia de Déficit de Atención e Hiperactividad en escolares de la zona noreste de Jalisco, *Méxic. Revista Médica MD*, 6(3), 190-195. medigraphic.com/pdfs/revmed/md-2015/md153d.pdf.
- Cortese, S., Adamo, N., & Del Giovane, C. (2018) Comparative efficacy and tolerability of medications for attention-deficit hyperactivity disorder in children, adolescents, and adults: a systematic review and network meta-analysis. *The lancet Psychiatry*, 5(9), 727-738. 10.1016/s2215-0366(18)30269-4
- Cortese, S. (2012). The neurobiology and genetics of attention-deficit/ hyperactivity disorder (ADHD): what every clinician should know. *Eur J Paediatr Neurol.*, 16, 422-433.
- Crichton, A. (1798). *An inquiry into the nature and origin of mental derangement*. Printed for T. Cadell, Junior, and w. Davies, in The Strand.
- Dávila, C., González, M., Triviño, F., y Venegas, S. (2018). *Trastorno de Déficit Atencional con Hiperactividad (TDAH): ¿trastorno o construcción social? (2017-2018)*. Universidad Andrés Bello:
http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/6883/a123083_Davida_C_Trasorno_de_deficit_atencional_con_2018_tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- De Crescenzo, F., Cortese, S., Adamo, N., y Janiri, L. (2017). Pharmacological and non-pharmacological treatment of adults with ADHD: a meta-review. *Evidence-based Mental Health*, 20(1), 4-11. 10.1136/eb-2016-102415
- De la Peña Olvera, F., Ortiz, J., y Pérez, E. (2010). Declaración de Cartagena para el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH): rompiendo el estigma. *Revista Ciencias de la Salud*, 8(1).
<https://www.redalyc.org/pdf/562/56216305009.pdf>

- Denisco, S., Tiago, C., y Kravitz, C. (2005). Evaluation and treatment of pediatric ADHD. *The Nurse Practitioner*, 30(8), 14-23. <http://dx.doi.org/10.1097/00006205-200508000-00004>
- Díaz, S. (2017). Tratamiento Farmacológico Del Trastorno Por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). *THDA y Trastornos Asociados*, 83.
- Dopheide, J. (2005). ASHP therapeutic position statement on the appropriate use of medications in the treatment of attentiondeficit/hyperactivity disorder in pediatric patients. *Am J Health Syst Pharm.*, 62, 1502-1509.
- Faraone, V., y Larsson, H. (2018). Genetics of attention deficit hyperactivity disorder. *Molecular Psychiatry*, 24(4). <https://doi.org/10.1038/s41380-018-0070-0>
- Flavell, J. (2000). *El desarrollo cognitivo*. Visor.
- Flohr, J., Saunders, M., Evans, S., y Raggi, V. (2004). Effects of physical activity on academic performance and behavior in children with ADHD. *American College of Sports Medicine*, 36, 145-146.
- Flores, E. (2016). Proceso de la atención y su implicación en el proceso de aprendizaje. *Revista Didasc@lia: D&E*, 7(3), 187-200.
- Flores, E., Maureira, F., Díaz-Muñoz, H., y Navarro-Aburto, B. (2020). Modificaciones neurofisiológicas de ondas beta durante un test atencional tras una intervención de ejercicio físico. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(44), 201-211.
- Francia, A., Míguas, M., y Peñalver, Y. (2018). Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad, algunas consideraciones en su diagnóstico y su tratamiento. *Acta Médica del Centro*, 12(4), 485-495.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2018/mec184l.pdf>
- Fundación CADAH. (s.f.). *Los sistemas atencionales cerebrales implicados en el trastorno por déficit de atención*. <https://www.fundacioncadah.org/web/articulo/los-sistemas-atencionales-cerebrales-implicados-en-el-trastorno-por-deficit-de-atencion.html>

- Fusar-Poli, P., Rubia, K., Rossi, G., Sartori, G., y Balottin, U. (2012). Striatal dopamine transporter alterations in ADHD: pathophysiology or adaptation to psychostimulants? A meta-analysis. *Am J Psychiatry*, *169*(3), 264-272.
10.1176/appi.ajp.2011.11060940
- Gapin, J., Labban, J., y Etnier, J. (2011). The effects of physical activity on attention deficit hyperactivity disorder symptoms: the evidence. *Preventive medicine*, *52*(1), 70-74.
10.1016/j.ypmed.2011.01.022
- Garcés, J., y Soto, A. (2019). La prescripción del ejercicio físico para la planificación de actividades físicas y deportivas. *OLIMPIA. Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*, *13*, 144-151.
- García, F. (2017). Prehistoria de TDAH: aditivos para un diagnóstico insostenible. *Papeles del Psicólogo*, *38*(2), 107-115.
- García, J. (1997). *Psicología de la atención*. Síntesis Psicológica.
- García, A., Alonso-Martínez, A.M., Ramírez-Vélez, R., Pérez-Sousa, M., Ramírez-Campillo, R., & Izquierdo, M. (2020). Association of Physical Education with Improvement of Health-Related Physical Fitness Outcomes and Fundamental Motor Skills Among Youths: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics*. *174*(6), 200223. 10.1001/jamapediatrics.2020.0223
- Gil, C., Carballido, J., y Capdevila, L. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Archivo de Medicina del Deporte*, *123*, 41-47.
- Gizer, I., y Ficks, C. (2009). Waldman ID. Candidate gene studies of ADHD: a meta-analytic review. *Hum, Genet.*, *126*, 51-90. 10.1007/s00439-009-0694-x
- González, G., y Ramos, L. (2006). *La atención y sus alteraciones: del cerebro a la conducta*. Editorial El Manual Moderno.

- Graveline, I. (2017). The Impact of Sleep on Novel Concept Learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 141, 19–26. 10.1016/j.nlm.2017.03.008
- Griffiths, P., Lolait, S., Harris, L., Paton, J., y O’Carroll, A. (2017). Vasopressin V1a receptors mediate the hypertensive effects of [Pyr1] apelin-13 in the rat rostral ventrolateral medulla. *J. Physiol.*, 3303–3318. <https://doi.org/10.1113/JP274178>
- Sánchez, S., y Oltra, C. (2019). Evaluación neuropsicológica de los procesos atencionales. Editorial Síntesis.
- Hansen, D., y Hansen, E. (2006). Caught in the balancing act: parent’s dilemmas regarding their TDAH child’s treatment with stimulant medication. *Qual Health Res*, 9, 1267-1285.
- Hernández, B. (2018). *Software Estadístico G* Power. Investigación. Recurso Educativo*. <https://www.investigayeduca.com/software-estadistico-gpower>
- Hinshaw S.P., & Arnold, L.E. (2015). ADHD, Multimodal Treatment, and Longitudinal Outcome: Evidence, Paradox, and Challenge. *Wiley Interdisciplinary Reviews Cognitive Science*, 6(1), 39-52. 10.1002/wcs.1324
- Homack, S., y Riccio, C. (2016). Prueba de rendimiento continuo de Conners (2.a edición; CCPT-II). *Revista de Trastornos de la Atención*, 9(3), 556-558.
- Ishihara, T., Drollete, E., y Ludyga, S. (2021). The effects of acute aerobic exercise on executive function: A systematic review and meta-analysis of individual participant data. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 15(28), 12.
- Itzek-Greulich, H., Randler, C., y Vollmer, C. (2016). The Interaction of Chronotype and Time of Day in a Science Course: Adolescent Evening Types Learn More and are More Motivated in the Afternoon. *Learning and Individual Differences*, 51, 189-198.

- Janin, B. (2013). La desatención y la hiperactividad en los niños como modo de manifestar el sufrimiento psíquico. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 3(2), 55-79.
<https://www.redalyc.org/pdf/4758/475847410004.pdf>
- Knaepen, K., Goekint, M., Heyman, E. M., y Meeusen, R. (2010). Neuroplasticity - exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(9), 765-801. <https://doi.org/10.2165/11534530-000000000-00000>
- Lavigne, R., y Romero, J. (2010). Modelo Teórico del Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad I: Definición operativa. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(3), 1303-1338.
<https://www.redalyc.org/pdf/2931/293122000017.pdf>
- Lomas, A., y Clemente, Á. (2017). Beneficios de la actividad físico-deportiva en niños y niñas con TDAH. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*, 8(44), 63-78.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5807535>
- Londoño, O. (2009). La atención: un proceso psicológico básico. *Pensando Psicología*, 5(8), 91-100.
- López, C., y García, J. (2004). *Problemas de atención en los niños*. Pirámide.
- López, G., López, L., y Díaz, A. (2015). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y actividad física. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*, 6(32), 53-65. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5381927>
- López, S., Albert, J., Fernández, A., y Carretié, L. (2010). Neurociencia afectiva del TDAH: Datos existentes y direcciones futuras. *Escritos de Psicología (Internet)*, 3(2), 17-29.
- Losier, B., McGrath, P., y Klein, R. M. (1996). Error patterns on the continuous performance test in non-medicated and medicated samples of children with and

- without ADHD: a meta-analytic review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(8), 971-987. 10.1111/j.1469-7610.1996.tb01494.x
- Luque, A., Perales, J., Cárdenas, D., y Sanabria, D. (2016). Heart Rate Variability and Cognitive Processing: The Autonomic Response to Task Demands. *Biological Psychology*, 113(2016), 83–90. 10.1016/j.biopsycho.2015.11.013
- Maestú, C., Gómez-Utrero, E., Piñeiro, R., y Sola, R. (1999). *Magnetoencefalografía: una nueva técnica de diagnóstico funcional en neurociencia*. *Neurorgs.net website*. <https://neurorgs.net/wp-content/uploads/Investigacion/cirugia-epilepsia/neurofisiologicos/magnetoencefalografia-tecnica-diagnostico-funcional-neurociencia.pdf>
- Martínez, M. I., y Trout, G. (2006). Conceptos Básicos de Electroencefalografía. *Dauzary*, 3(1), 7.
- Maureira, C., y Flores, F. (2018). Electroencefalografía (EEG) y diversas manifestaciones del movimiento: una revisión del 2000 al 2017. *Emásf, Rev. Digital de Educación Física*, 9(51), 48-63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6360322>
- Mazei-Robison, M., Bowton, E., Holy, M., Schmudermaier, M., Freissmuth, M., Sitte, H., y otros. (2008). Anomalous dopamine release associated with a human dopamine transporter coding variant. *The Journal of neuroscience: the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 28(28), 7040-7046. 10.1523/JNEUROSCI.0473-08.2008
- Meßler, C. F., Holmberg, H.-C., y Sperlich, B. (2018). Multimodal Therapy Involving High-Intensity Interval Training Improves the Physical Fitness, Motor Skills, Social Behavior, and Quality of Life of Boys With ADHD: A Randomized Controlled Study. *Journal of Attention Disorders*, 22(8), 806-812. <https://doi.org/10.1177/1087054716636936>

- McMenamy, J., Sheldrick, R., y Perrin, E. (2011). Early intervention in pediatrics offices for emerging disruptive behavior in toddlers. *J Pediatr Health Care*, 25, 77-86. 10.1016/j.pedhc.2009.08.008.
- Modesto-Lowe, V., Meyer, A., y Soovajani, V. (2012). A clinician's guide to adult attention-deficit hyperactivity disorder. *Conn Med.*, 76, 517-523. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23155670/>
- Moraga, B. (2008). *Evolución en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) a lo largo de la vida*. Draft Editores.
- Muñoz, D., Díaz, A., Navarro, J., Camacho, P., Robles, A., y Ibáñez, M. (2019). Mejora de la atención en niños y niñas con TDAH tras una intervención física deportiva dirigida. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 19(3), 37-46.
- Musso, M. (2009). Evaluación de las funciones ejecutivas en niños: análisis y adaptación de pruebas en un contexto escolar. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación*, 1(27), 157-178. <https://www.redalyc.org/pdf/4596/459645443009.pdf>
- Narbona, J. (2001). Alta prevalencia del TDAH: ¿niños trastornados o sociedad maltrecha? . *Rev Neurol*. 32(3), 229-231.
- Niripil, E., y Sciotto, E. (2020). *Neuroeducación para educadores*. Independently Published.
- Ochoa, M., Valencia, F., y Hernández, H. (2017). Trastornos por déficit de atención e hiperactividad en la infancia. *Neurología, Neurocirugía y Psiquiatría*, 45(3), 93-99. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revneuneupsi/nnp-2017/nnp173d.pdf>
- Onandia, I., Sánchez, M., y Oltra, T. (2019). *Evaluación neuropsicológica de los procesos atencionales*. Síntesis.
- Palacio, J., de la Peña-Olvera, F., Palacios-Cruz, L., y Ortiz-León, S. (2009). Algoritmo latinoamericano de tratamiento multimodal del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) a través de la vida. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 38,

35-65. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502009000500003

- Pascuala, I., y Viejo, C. (2009). *Síndrome de déficit de atención/hiperactividad*. Díaz de Santos.
- Pineda, D., Lopera, F., Henao, G., Palacio, J., y Castellanos, F. (2001). Confirmación de la alta prevalencia del Trastorno por Déficit de Atención en una comunidad colombiana. *Rev Neurol.*, 32, 217-222.
- Pliszka, S. (2005). The neuropsychopharmacology of attention deficit/hyperactivity disorder. *Biol Psychiatry*, 57, 1385-1390.
- Pliszka, S. (2007). Practice parameter for the assessment and treatment of children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 46, 894-921.
- Polanczyk, G., de Lima, M., Horta, B., Biederman, J., y Rohde, L. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. *American Journal of Psychiatry*, 164(6), 942-948. [10.1176/ajp.2007.164.6.942](https://doi.org/10.1176/ajp.2007.164.6.942)
- Porras-Alvarez, J., y Bernal-Calderón, M. (2019). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: evaluación del entrenamiento deportivo. Revisión de tema. *Duazary*, 16(2), 259-269. <https://www.redalyc.org/journal/5121/512164564009/movil/>.
- Posner, J., Polanczyk, G., y Sonuga-Barke, E. (2020). *Attention-deficit hyperactivity disorder*. *The Lancet*.
- Powell, S., Frydenberg, M., y Thomsen, P. (2015). The effects of long-term medication on growth in children and adolescents with ADHD: an observational study of a large cohort of real-life patients. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 9(50). <https://doi.org/10.1186/s13034-015-00823>

- Ramos-Galarza, C., Paredes, L., Andrade, S., Santillán, W., y González, L. (2016). Sistemas de atención focalizada, sostenida y selectiva en universitarios en Quito-Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 25(1-3), 34-40.
- Rebar, A.L., Stanton, R., Geard, D., Short, C., Duncan, M.J., y Vandelanotte, C. (2015). A meta-meta-analysis of the effect of physical activity on depression and anxiety in non-clinical adult populations. *Health Psychology Review*, 9(3), 366-78.
10.1080/17437199.2015.1022901
- Rebollo, M., y Montiel, S. (2006). Atención y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 42(2), 3-7.
- Robe, A., Dobrean, A., Cristea, I. A., Păsărelu, C. R., y Predescu, E. (2019). Attention-deficit/hyperactivity disorder and task-related heart rate variability: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 99, 11–22.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.01.022>
- Rodillo, B. (2015). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 52-59.
<https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2015.02.005>
- Rodríguez, F., Rivados, P., y Radio, R. (2019). Trastorno por Déficit de atención/hiperactividad en el ámbito de la educación física: un reto docente hacia la atención a la diversidad en el aula. *Sportis revista Técnico-Científica del Deporte Escolar, Educación Física y Psicomotricidad*, 5(3), 352-372.
- Rodríguez, J. (2014). *Fundamentos para hábitos de vida saludable*.
<https://jarodriguezayubi.files.wordpress.com/2014/05/tomo-2-hevs-capitulo-1.pdf>
- Rodríguez, L., López, J., Garrido, M., Sacristán, A., Martínez, M., y Ruiz, F. (2009). Estudio psicométrico-clínico de prevalencia y comorbilidad del Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad en Castilla y León (España). *Pediatría Atención Primaria*, 11(42), 251-270.

- Rodríguez, N. (2015). Escala de medición de esfuerzo percibido infantil (EPInfant): validación en niños y adolescentes chilenos. *Rev Chil Pediatr.*, 87(3), 211-212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.09.001>
- Rodríguez-Núñez, I., Rodríguez-Romero, N., Álvarez, A., Zambrano, L., Luciano da Veiga, G., y Romero, F. (2022). Variabilidad del ritmo cardíaco en pediatría: aspectos metodológicos y aplicaciones clínicas [Heart rate variability in children: methodological issues and clinical applications]. *Archivos de cardiología de México*, 92(2), 242–252. <https://doi.org/10.24875/ACM.20000473>
- Rommel, A., Halperin, J., Mill, J., Asherson, P., y Kuntsi, J. (2013). Protection from genetic diathesis in attention-deficit/hyperactivity disorder: possible complementary roles of exercise. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 52(9), 900-910.
- Rowland, A., Lesesne, C., y Abramowitz, A. (2002). The epidemiology of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a public health view. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 8(3), 162-170.
- Rukmani, M. R., Seshadri, S. P., Thennarasu, K., Raju, T. R., y Sathyaprabha, T. N. (2016). Heart Rate Variability in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Pilot Study. *Annals of neurosciences*, 23(2), 81–88. <https://doi.org/10.1159/000443574>
- Rusca, F., y Cortez, C. (2020). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes. Una revisión clínica. *Rev. Neuropsiquiatría*, 83(3), 148-156. <http://dx.doi.org/10.20453/rnp.v83i3.3794>.
- Sakrikar, D., Mazei-Robison, M., Mergy, M., Richtand, N., Han, Q., Hamilton, P., . . . Blakely, R. (2012). Attention deficit/hyperactivity disorder-derived coding variation in the dopamine transporter disrupts microdomain targeting and trafficking regulation. *Journal of Neuroscience*, 32(16), 5385-5397. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.6033-11.2012>

- Sánchez, F., Campos, A., de la Vega, M., Cortés, O., Esparza, A., Sánchez, J., Gallego, A., García, A., Pallás, C., Rando, Á., Muñoz, A., Revuelta, J., y Mengual, J. (2019). Promoción de la actividad física en la infancia y la adolescencia (parte 1). *Pediatría Atención Primaria*, 21(83), 279-291. <https://scielo.isciii.es/pdf/pap/v21n83/1139-7632-pap-21-83-279.pdf>
- Santana, P., N, C., Pinilla, C., y Quezada, S. (2016). *Atención selectiva, atención sostenida, inhibición y flexibilidad cognitiva en niñas y adolescentes de 12 a 14 años con TDAH predominio de falta de atención*. Universidad Católica de la Santísima Concepción.
- Sharma, A., y Couture, J. (2014). A review of the pathophysiology, etiology, and treatment of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *The Annals of Pharmacotherapy*, 48(2), 209-225. 10.1177/1060028013510699
- Sikström, S., y Söderlund, G. (2007). Liberación de dopamina dependiente de estímulos en el trastorno por déficit de atención / hiperactividad. *Revisión psicológica*, 114 (4), 1047.
- Song, P., Zha, M., Yang, Q., y Zhang Y., Li X, Rudan, I. (2021). The prevalence of adult attention-deficit hyperactivity disorder: A global systematic review and meta-analysis. *Journal of global health*, 11. 10.7189/jogh.11.04009
- Soroa, M., Iraola, J., Balluerka, N., y Soroa, G. (2009). Evaluación de la atención sostenida de niños con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad. *Revista de Psicodidáctica*, 14(1), 13-27. <https://www.redalyc.org/pdf/175/17512723002.pdf>
- Sosa, E. (2016). *Los distintos tipos de atención*. <http://laatencionenelaula.blogspot.com/2016/03/los-distintos-tipos-deatencion-siendo.html>
- Suárez, E. (2018). Efecto de un programa de actividad física de alta intensidad en la atención selectiva de jóvenes con TDAH. *International Journal of Developmental*

and Educational Psychology, 3(1), 269-280.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6432594>

Suárez, S., A. R., López, S., y Martínez, E. (2018). Actividad física y atención en escolares diagnosticados TDAH: revisión de estudios longitudinales. *Innovación Educativa*, 28, 139-152. <https://doi.org/10.15304/ie.28.4571>

Suárez, S., Ruiz, A., López, S., y Martínez, L. (2017). Efecto agudo del ejercicio físico sobre la impulsividad y estado de ansiedad, en escolares de 6 a 12 años con trastorno por déficit de atención e hiperactividad: revisión sistemática. *Educational Research Journal*, 1(1). <http://orcid.org/0000-0001-9412-5207>

Szatmari, P. (1992). The epidemiology of attention deficit hyperactivity disorders. *Child and Adolescents psychiatry clinics of North America*, 1(2), 361-371.

Tamminga, H., Reneman, L., Huizenga, H., y Geurts, H. (2016). Effects of methylphenidate on executive functioning in attention-deficit/hyperactivity disorder across the lifespan: a meta-regression analysis. *Psychol Med*, 46(9), 1791-1807. 10.1017/S0033291716000350

Téllez-Villagra, C., Valencia, F., y Beauroyre, H. (2011). Cronología conceptual del trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Revista Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 16, 39-44. <https://www.redalyc.org/pdf/473/47317815008.pdf>

Thayer, J., y Lane, R. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Affect Disord*, 61(3), 201-216. 10.1016/s0165-0327(00)00338-4.

Thomas, R., Sanders, S., Doust, J., Beller, E., y Glasziou, P. (2015). Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 135, 994-1001. 10.1542/peds.2014-3482

Udupa, K., Sathyaprabha, T. N., Thirthalli, J., Kishore, K. R., Lavekar, G. S., Raju, T. R., y Gangadhar, B. N. (2007). Alteration of cardiac autonomic functions in patients with

major depression: a study using heart rate variability measures. *Journal of Affective Disorders*, 100(1-3), 137–141. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2006.10.007>

Universidad de Alicante. (2007). *Licenciatura de psicopedagogía*.

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/3834/26/TEMA%202_PROCESOS%20PSICOL%C3%93GICOS%20BASICOS.pdf

Vázquez, M., Vaquero, E., Cardoso, M., y Gómez, C. (2001). *Atención basada en el espacio versus atención basada en el objeto: Un estudio psicofisiológico*.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5105169>

Vázquez-Justo, E., Piñón, B., y Fernández, S. (2017). Evaluación neuripsicológica de TDAH. *Lex Localis Press*, 55-82.

Vélez, C., y Vidarte, J. (2011). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), una problemática a abordar en la política pública de primera infancia en Colombia.

Revista de Salud Pública, 14(12),

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642012000800010.

Vidarte, C., Á., V., A, M., y Restrepo de M, F. (2010). Motricidad y cognición en el déficit de atención e hiperactividad TDAH. *Revista ÁNFORA*, 17(28), 125-149.

Villalba, P. (2021). *Evaluación n de la atención*. [https://docplayer.es/32089957-](https://docplayer.es/32089957-Evaluacion-n-de-la-atencion.html)

[Evaluacion-n-de-la-atencion.html](https://docplayer.es/32089957-Evaluacion-n-de-la-atencion.html)

Villarroig, L., y Muiños, M. (2017). *La atención: principales rasgos, tipos y estudio*.

http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/177765/TFG_2018_VillarroigClaramonte_Laura.pdf?sequence=1&isAllowed=

Walsh, J. J., y Tschakovsky, M. E. (2018). Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 43(11), 1095–1104. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0192>

- Wigal, S., Emmerson, N., Gehricke, J., y Galasseti, P. (2013). Exercise: applications to childhood ADHD. *Journal of attention disorders*, 17(4), 279.
10.1177/1087054712454192
- Wolraich, M., Wibbelsman, C., Brown, T., Evans, S., Gotlieb, E., Knight, J., y Wilens, T. (2005). Attention-deficit/hyperactivity disorder among adolescents: a review of the diagnosis, treatment, and clinical implications. *Pediatrics*, 115(6), 1734-1746.
<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2004-1959>
- Wright, N., Moldavsky, M., Schneider, J., Chakrabarti, I., Coates, J., y Daley, D. (2015). Practitioner review: pathways to care for ADHD - a systematic review of barriers and facilitators. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 56(6), 598-617. 10.1111/jcpp.12398
- Yáñez, M., y Hernández, D. (2019). Cognición social en niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad: una revisión narrativa de la literatura. *Archivos de Neurociencias (Mex) INNN*, 24(2), 43-58.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2019/ane192d.pdf>
- Zane, K., Gfeller, J., Roskos, P., y Bucholz, R. (2016). La utilidad clínica de la prueba de rendimiento continuo II de Conners en lesiones cerebrales traumáticas. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 31 (24), 996-1005.
- Zuluaga, J. (2007). *Evolución en la atención, los estilos cognitivos y el control de la hiperactividad en niños y niñas con diagnóstico de Trastorno Deficitario de Atención con Hiperactividad (TDAH), a través de una intervención sobre la atención*. Universidad de Manizales:
<https://repository.cinde.org.co/bitstream/handle/20.500.11907/543/ZuluagaValenciaJuan%20Bernardo2007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

14 ANEXO

Anexo 1. Programa de entrenamiento HIT - Sport Game

Efectos de un programa de entrenamiento HIT - Sport Game sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en niños con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)

SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 1													
Mesociclo:	1	Microciclo:	1	Tipo:	Adaptación								
Sesión:	1	Duración:	1h	Intensidad media:	Moderada								
Componentes de la sesión													
CALENTAMIENTO				VUELTA A LA CALMA									
Juego # 3				JUEGO 6									
ACTIVIDAD PRINCIPAL													
Fuerza		Velocidad		Coordinación		Resistencia				Flexibilidad			
1				1		2				X			
Observación													

<p>Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>													
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 2													
Mesociclo:	1			Microciclo:	1			Tipo:	Adaptación				
Sesión:	2			Duración:	1h			Intensidad media:	Moderada				
Componentes de la sesión													
CALENTAMIENTO				VUELTA A LA CALMA									
juego # 6				Juego 3									
ACTIVIDAD PRINCIPAL													
Fuerza		Velocidad		Coordinación		Resistencia				Flexibilidad			
1		1		2		x				x			
Observación													
<p>Para el desarrollo de la capacidad velocidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>													

SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 3														
Mesociclo:	1	Microciclo:	1	Tipo:	Adaptación									
Sesión:	3	Duración:	1h	Intensidad media:	Moderada									
Componentes de la sesión														
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA							
Juego # 2							JUEGO 5							
ACTIVIDAD PRINCIPAL														
Fuerza			Velocidad			Coordinación			Resistencia			Flexibilidad		
5						2			3			x		
Observación														
Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.														
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 4														

Mesociclo:	1	Microciclo:	2	Tipo:	Adaptación									
Sesión:	4	Duración:	1 h	Intensidad media:	Moderada									
Componentes de la sesión														
CALENTAMIENTO					VUELTA A LA CALMA									
JUEGO # 11					JUEGO 8									
ACTIVIDAD PRINCIPAL														
Fuerza			Velocidad		Coordinación			Resistencia			Flexibilidad			
9					4			4			x			
Observación														
Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.														
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 5														
Mesociclo:	1	Microciclo:	2	Tipo:	Adaptación									
Sesión:	5	Duración:	1 h	Intensidad media:	Moderada									

Componentes de la sesión													
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA						
JUEGO # 1							JUEGO 11						
ACTIVIDAD PRINCIPAL													
Fuerza			Velocidad		Coordinación			Resistencia				Flexibilidad	
			2		5							x	
Observación													
<p>Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>													
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 6													
Mesociclo:		1		Microciclo:		2		Tipo:			Adaptación		
Sesión:		6		Duración:		1 h		Intensidad media:				Moderada	
Componentes de la sesión													

		CALENTAMIENTO									VUELTA A LA CALMA						
		JUEGO # 5									JUEGO 2						
		ACTIVIDAD PRINCIPAL															
		Fuerza		Velocidad		Coordinación		Resistencia				Flexibilidad					
		4				6		5				x					
Observación																	
<p>Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>																	
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 7																	
Mesociclo:		1		Microciclo:		3		Tipo:		Choque							
Sesión:		7		Duración:		1 h		Intensidad media:				Alta					
Componentes de la sesión																	
		CALENTAMIENTO									VUELTA A LA CALMA						
		JUEGO # 12									JUEGO 15						

		ACTIVIDAD PRINCIPAL													
		Fuerza	Velocidad	Coordinación			Resistencia			Flexibilidad					
		2		7			6			x					
		Observación													
		Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.													
		SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 8													
		Mesociclo:	1	Microciclo:	3	Tipo:			Choque						
		Sesión:	8	Duración:	1 h	Intensidad media:			Alta						
		Componentes de la sesión													
		CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA						
		JUEGO # 9							JUEGO 15						
		ACTIVIDAD PRINCIPAL													
		Fuerza	Velocidad	Coordinación			Resistencia			Flexibilidad					

<p>Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>																
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 10																
Mesociclo:	1			Microciclo:	4			Tipo:	Adaptación							
Sesión:	10			Duración:	1 h			Intensidad media:	Moderada							
Componentes de la sesión																
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA									
JUEGO # 13							JUEGO 2									
ACTIVIDAD PRINCIPAL																
Fuerza				Velocidad			Coordinación				Resistencia			Flexibilidad		
3							10				7			x		
Observación																
<p>Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>																

SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 11													
Mesociclo:	1		Microciclo:	4		Tipo:	Adaptación						
Sesión:	11		Duración:	1 H		Intensidad media:	Moderada						
Componentes de la sesión													
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA						
JUEGO # 4							JUEGO 13						
ACTIVIDAD PRINCIPAL													
Fuerza			Velocidad		Coordinación			Resistencia			Flexibilidad		
			5		9						X		
Observación													
<p>Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>													
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 12													

Mesociclo:	1	Microciclo:	4	Tipo:	Adaptación																			
Sesión:	12	Duración:	1H	Intensidad media:	Moderada																			
Componentes de la sesión																								
CALENTAMIENTO										VUELTA A LA CALMA														
JUEGO # 5										JUEGO 15														
ACTIVIDAD PRINCIPAL																								
Fuerza					Velocidad					Coordinación					Resistencia					Flexibilidad				
7															9					X				
Observación																								
Para el desarrollo de la capacidad fuerza y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.																								
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 13																								
Mesociclo:	2	Microciclo:	5	Tipo:	Choque																			

Sesión:	13	Duración:	1 H	Intensidad media:	Alta																			
Componentes de la sesión																								
CALENTAMIENTO										VUELTA A LA CALMA														
JUEGO # 5										JUEGO 8														
ACTIVIDAD PRINCIPAL																								
Fuerza					Velocidad					Coordinación					Resistencia					Flexibilidad				
8					5					1										X				
Observación																								
Para el desarrollo de la capacidad fuerza y velocidad y coordinación se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.																								
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 14																								
Mesociclo:					Microciclo:					Tipo:					Choque									
2					5																			
Sesión:	14	Duración:	1h	Intensidad media:	Alta																			
Componentes de la sesión																								

ACTIVIDAD PRINCIPAL															
Fuerza		Velocidad		Coordinación		Resistencia				Flexibilidad					
1				2						X					
Observación															
<p>Para el desarrollo de la capacidad fuerza, coordinación y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>															
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 16															
Mesociclo:		2		Microciclo:		6		Tipo:				Choque			
Sesión:		16		Duración:		1h		Intensidad media:				Alta			
Componentes de la sesión															
CALENTAMIENTO						VUELTA A LA CALMA									
JUEGO # 6						JUEGO 8									
ACTIVIDAD PRINCIPAL															

		Fuerza	Velocidad	Coordinación	Resistencia	Flexibilidad		
			7	3	3			
Observación								
<p>Para el desarrollo de la capacidad resistencia, velocidad y coordinación se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>								
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 17								
Mesociclo:		2	Microciclo:	6	Tipo:	Recuperación		
Sesión:		17	Duración:	1h	Intensidad media:	Moderada		
Componentes de la sesión								
		CALENTAMIENTO				VUELTA A LA CALMA		
		JUEGO # 2				JUEGO 12		
ACTIVIDAD PRINCIPAL								
		Fuerza	Velocidad	Coordinación	Resistencia	Flexibilidad		
		5	8			X		

Para el desarrollo de la capacidad resistencia, coordinación y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.													
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 19													
Mesociclo:	2		Microciclo:	7		Tipo:	Recuperación						
Sesión:	19		Duración:	1h		Intensidad media:	Moderada						
Componentes de la sesión													
CALENTAMIENTO				VUELTA A LA CALMA									
JUEGO # 12				JUEGO 2									
ACTIVIDAD PRINCIPAL													
Fuerza		Velocidad		Coordinación		Resistencia				Flexibilidad			
4		9		5						X			
Observación													
Para el desarrollo de las capacidades fuerza y velocidad, coordinación y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.													

SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 20													
Mesociclo:	2	Microciclo:	7	Tipo:	Choque								
Sesión:	20	Duración:	1h	Intensidad media:	Alta								
Componentes de la sesión													
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA						
JUEGO # 12							JUEGO 11						
ACTIVIDAD PRINCIPAL													
Fuerza			Velocidad		Coordinación			Resistencia			Flexibilidad		
			10		6			6					
Observación													
<p>Para el desarrollo de las capacidades resistencia, velocidad y coordinación se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>													
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 21													
Mesociclo:	2	Microciclo:	7	Tipo:	Choque								

Sesión:	21	Duración:	1h	Intensidad media:	Alta
Componentes de la sesión					
CALENTAMIENTO			VUELTA A LA CALMA		
JUEGO # 9			JUEGO 4		
ACTIVIDAD PRINCIPAL					
Fuerza		Velocidad	Coordinación	Resistencia	Flexibilidad
6			7		X
Observación					
<p>Para el desarrollo de las capacidades fuerza, coordinación y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>					
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 22					
Mesociclo:	2	Microciclo:	8	Tipo:	Choque
Sesión:	22	Duración:	1H	Intensidad media:	Alta

Componentes de la sesión																						
CALENTAMIENTO						VUELTA A LA CALMA																
JUEGO # 8						JUEGO 9																
ACTIVIDAD PRINCIPAL																						
Fuerza			Velocidad		Coordinación			Resistencia			Flexibilidad											
			1		8			10														
Observación																						
<p>Para el desarrollo de las capacidades coordinación, velocidad y resistencia se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.</p>																						
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 23																						
Mesociclo:		2		Microciclo:		8		Tipo:		Choque												
Sesión:		23		Duración:		1h		Intensidad media:			Alta											
Componentes de la sesión																						
CALENTAMIENTO						VUELTA A LA CALMA																

Para el desarrollo de las capacidades de coordinación, resistencia y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo epifant.														
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 27														
Mesociclo:	3			Microciclo:	9			Tipo:	Recuperación					
Sesión:	27			Duración:	1h			Intensidad media:	Moderada					
Componentes de la sesión														
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA							
JUEGO # 6							JUEGO 2							
ACTIVIDAD PRINCIPAL														
Fuerza			Velocidad			Coordinación			Resistencia			Flexibilidad		
2			3			X								
Observación														
Para el desarrollo de las capacidades fuerza y velocidad, coordinación y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios basicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo EPIfant.														

SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 28													
Mesociclo:	3	Microciclo:	10	Tipo:	Choque								
Sesión:	28	Duración:	1H	Intensidad media:	Alta								
Componentes de la sesión													
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA						
JUEGO # 2							JUEGO 11						
ACTIVIDAD PRINCIPAL													
Fuerza			Velocidad		Coordinación			Resistencia			Flexibilidad		
5					4						X		
Observación													
<p>Para el desarrollo de las capacidades fuerza, coordinación y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo EPInfant.</p>													
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 29													
Mesociclo:	3	Microciclo:	10	Tipo:	Choque								


Sesión:	29	Duración:	1G	Intensidad media:	Alta
Componentes de la sesión					
CALENTAMIENTO			VUELTA A LA CALMA		
JUEGO # 11			JUEGO 1		
ACTIVIDAD PRINCIPAL					
Fuerza	Velocidad	Coordinación	Resistencia	Flexibilidad	
		5	3	X	
Observación					
Para el desarrollo de las capacidades de coordinación, resistencia y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo EPInfant.					
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 30					
Mesociclo:	3	Microciclo:	10	Tipo:	Choque
Sesión:	30	Duración:	1h	Intensidad media:	

Componentes de la sesión																						
CALENTAMIENTO						VUELTA A LA CALMA																
JUEGO # 1						JUEGO 12																
ACTIVIDAD PRINCIPAL																						
Fuerza			Velocidad		Coordinación			Resistencia			Flexibilidad											
			3		6						X											
Observación																						
<p>Para el desarrollo de las capacidades de coordinación, resistencia y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo EPInfant.</p>																						
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 31																						
Mesociclo:		3		Microciclo:		11		Tipo:		Recuperación												
Sesión:		31		Duración:		1H		Intensidad media:			Moderada											
Componentes de la sesión																						
CALENTAMIENTO						VUELTA A LA CALMA																

Para el desarrollo de las capacidades de coordinación, fuerza y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo EPInfant.														
SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 35														
Mesociclo:	3			Microciclo:	12			Tipo:	Recuperación					
Sesión:	35			Duración:	1h			Intensidad media:	Alta					
Componentes de la sesión														
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA							
JUEGO # 15							JUEGO 16							
ACTIVIDAD PRINCIPAL														
Fuerza			Velocidad			Coordinación			Resistencia			Flexibilidad		
1			1			1			5			X		
Observación														
Para el desarrollo de las capacidades de coordinación, resistencia y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo EPInfant.														

SESIÓN DE ENTRENAMIENTO 36													
Mesociclo:	3	Microciclo:	12	Tipo:	Choque								
Sesión:	36	Duración:	1h	Intensidad media:	Alta								
Componentes de la sesión													
CALENTAMIENTO							VUELTA A LA CALMA						
JUEGO # 16							JUEGO 3						
ACTIVIDAD PRINCIPAL													
Fuerza			Velocidad		Coordinación			Resistencia			Flexibilidad		
			5		2						X		
Observación													
<p>Para el desarrollo de las capacidades de coordinación, velocidad y flexibilidad se tendrá en cuenta los principios básicos del entrenamiento deportivo como principio de la individualidad, progresividad. Adicionalmente, se evaluará la intensidad con la escala de percepción del esfuerzo EPI_{Infant}.</p>													

Anexo 2. Consentimiento informado

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN- DOCENTE	CÓDIGO: GEN-GUI-003
		VERSIÓN: 1
		FECHA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO: 23/ENE/2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
GRUPO DE INVESTIGACIÓN CUERPO MOVIMIENTO Y GICAFDS**

**FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN
EN INVESTIGACIONES***

INVESTIGACIÓN: Efectos de un programa de entrenamiento Hit Sport Game sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en niños con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)


Ciudad y fecha: _____

Yo, _____ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a _____, integrantes del equipo de investigación y laboratorio de la Universidad Autónoma de Manizales, para la realización de los siguientes procedimientos, según las pruebas, instrumentos de evaluación y el protocolo de intervención a mí explicados:

1. Evaluación de variables socio-demográficas. (Encuesta sobre datos sociodemográficos y de historia de salud tales como edad, sexo estado civil, si a tenido lesiones deportivas)
2. Evaluación de variables antropométrica. (peso, talla, pliegues cutáneos).
3. Evaluación de variables funcionales. Resistencia, flexibilidad
4. Evaluación de Electroencefalografía para evaluar la actividad eléctrica cerebral.
5. Evaluación con electrocardiograma para medir Variabilidad de la frecuencia cardiaca VFC

Adicionalmente se me informó que:

6. La participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarme de ella en cualquier momento.
7. Estoy afiliado a una EPS.
8. No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos generaren información relevante para el programa de entrenamiento previo a mi participación en los Juegos Nacionales 2023.
9. Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados con confidencialidad. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad del investigador principal del proyecto de investigación.
10. Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a mi cónyuge, a otros miembros de mi familia.
11. Durante el proceso investigativo se le realizarán tomas fotográficas y de video en las que se consignará sus patrones de movimiento de miembros inferiores, este procedimiento no representa ningún riesgo para usted. Estos registros se manejarán de forma anónima, protegiendo su identidad. Autorizo el registro y el uso de imágenes como videos, fotografías y otros medios conocidos o por conocer, como soporte material y para efectos asociados a este estudio; entendiéndose así, cedidos todos estos derechos a favor de la Universidad Autónoma de Manizales de forma permanente.
12. Me han informado que existe riesgo mayor al mínimo al aplicar la evaluación y ejecutar las pruebas en el laboratorio.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN- DOCENTE	CÓDIGO: GIN-GUI-00:
		VERSIÓN: 1
		FECHA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO: 23/ENE/2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
GRUPO DE INVESTIGACIÓN CUERPO MOVIMIENTO Y GICAFDS**

**FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN
EN INVESTIGACIONES***

INVESTIGACIÓN: Efectos de un programa de entrenamiento Hit Sport Game sobre la atención sostenida, la actividad eléctrica cerebral y la regulación autonómica en niños con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)

Ciudad y fecha: _____

Yo, _____ una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo _____, integrantes del equipo de investigación y laboratorio de la Universidad Autónoma de Manizales, para la realización de los siguientes procedimientos, según las pruebas, instrumentos de evaluación y el protocolo de intervención a mí explicados:

1. Evaluación de variables socio-demográficas. (Encuesta sobre datos sociodemográficos y de historia de salud tales como edad, sexo estado civil, si a tenido lesiones deportivas)
2. Evaluación de variables antropométrica. (peso, talla, pliegues cutáneos).
3. Evaluación de variables funcionales. Resistencia, flexibilidad
4. Evaluación de Electroencefalografía para evaluar la actividad eléctrica cerebral.
5. Evaluación con electrocardiograma para medir Variabilidad de la frecuencia cardiaca VFC

Adicionalmente se me informó que:

6. La participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, estoy en libertad de retirarme de ella en cualquier momento.
7. Estoy afiliado a una EPS.
8. No recibiré beneficio personal de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos generaren información relevante para el programa de entrenamiento previo a mi participación en los Juegos Nacionales 2023.
9. Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados con confidencialidad. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad del investigador principal del proyecto de investigación.
10. Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros u otras instituciones educativas. Esto también se aplica a mi cónyuge, a otros miembros de mi familia.
11. Durante el proceso investigativo se le realizarán tomas fotográficas y de video en las que se consignará sus patrones de movimiento de miembros inferiores, este procedimiento no representa ningún riesgo para usted. Estos registros se manejarán de forma anónima, protegiendo su identidad. Autorizo el registro y el uso de imágenes como videos, fotografías y otros medios conocidos o por conocer, como soporte material y para efectos asociados a este estudio; entendiéndose así, cedidos todos estos derechos a favor de la Universidad Autónoma de Manizales de forma permanente.
12. Me han informado que existe riesgo mayor al mínimo al aplicar la evaluación y ejecutar las pruebas en el laboratorio.

Anexo 3. Aval Comité Bioética

[Solicitud aval ético - Proyecto Mariano Salleg Cabarcas Tesis Doctoral \(1\).pdf](#)

Anexo 4. Instrumento Sociodemográfico

[Instrumento recolección de datos Mariano \(3\) \(1\).pdf](#)

Anexo 5. Instrumento Evaluación d2

[Instrumento de evaluación d2.pdf](#)

Anexo 6. Guías de Manual de entrenamiento Final

[GUIAS FINAL\[262\].pdf](#)