
NEUROFEEDBACK VS. METILFENIDATO PARA EL TRATAMIENTO DEL TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN CON HIPERACTIVIDAD EN NIÑOS Y ADOLESCENTES.

Neurofeedback vs. Methylphenidate for the treatment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in children and adolescents

Neurofeedback vs. Metilfenidato para o tratamento do Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade em crianças e adolescentes

RECIBIDO: 30 de marzo 2019

ACEPTADO: 25 de agosto 2019

M^a Isabel Abenia Abenia^a

Adriana Jiménez-Muro Franco^b

a. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas Universidad de Zaragoza (España) <https://orcid.org/0000-0003-0497-3064>
Psicóloga General Sanitaria b. Departamento de Psicología y Sociología Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Universidad de Zaragoza (España) <https://orcid.org/0000-0003-0252-8610> Doctora en Psicología.

Palabras claves: Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH); Metilfenidato (MFD); Neurofeedback (NFB); Ensayo Controlado Aleatorio (ECA); tratamiento

Key words: Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD); Methylphenidate (MFD); Neurofeedback (NFB); Randomized Controlled Trial (RCT); treatment.

Palavras-chave: Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH); Metilfenidato (MFD); Neurofeedback (NFB); Ensaio Clínico Randomizado (ECR); tratamento

RESUMEN

Esta revisión pretende comprobar si Neurofeedback (NFB), en comparación con Metilfenidato (MFD), es un tratamiento eficaz y suficiente para el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes. Con la búsqueda sistemática en las bases de datos PubMed y Science Direct se obtuvo un total de 106 artículos, de los que se seleccionaron 12 ensayos controlados aleatorios (ECA). Su gran variabilidad de resultados no respalda el uso de NFB como intervención eficaz y suficiente para el TDAH. Aunque se ha encontrado que el tratamiento combinado de NFB y MFD puede resultar una alternativa prometedora para el TDAH, siendo necesario probar su evidencia en futuras investigaciones

ABSTRACT

This review aims to verify whether Neurofeedback (NFB), compared with Methylphenidate (MFD), is an effective and sufficient treatment for Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) in children and adolescents. With the systematic search in the PubMed and Science Direct databases, a total of 106 articles were obtained, from which 12 randomized controlled trials (RCTs) were selected. The great variability of results doesn't support the use of NFB as an effective and sufficient intervention for ADHD. Although it has been found that the combined treatment of NFB and MFD may be a promising alternative for ADHD, it is necessary to prove its evidence in future research.

RESUMO

Esta revisão tem como objetivo verificar se Neurofeedback (NFB), em comparação com metilfenidato (MFD) é um tratamento eficaz e adequado para o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) em crianças e adolescentes. Com a busca sistemática nas bases de dados PubMed e Science Direct, um total de 106 artigos foram obtidos, dos quais 12 ensaios clínicos randomizados (ECR) foram selecionados. Sua grande variabilidade de resultados não suporta o uso de NFB como uma intervenção efetiva e suficiente para o TDAH. Embora tenha sido encontrado que o tratamento combinado de NFB e MFD pode ser uma alternativa promissora para o TDAH, seria necessário provar as suas provas em futuras investigações.

Introducción

El Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) es un trastorno del desarrollo neurológico con mayor diagnóstico en la infancia y que suele continuar a lo largo de la edad adulta. Según APA (2014), se caracteriza por un "patrón persistente de inatención y/o hiperactividad-impulsividad que interfiere con el funcionamiento o el desarrollo" del área personal, social y académico-laboral. En función de los síntomas puede catalogarse como combinado, inatento o hiperactivo-impulsivo.

Su prevalencia es de aproximadamente un 3,4% en edad escolar, con un diagnóstico casi tres veces mayor en niños que en niñas. Aunque esta diferencia no se observa en población adulta (Tamm, 2017). Además, se trata de un trastorno con elevada comorbilidad con trastornos de ansiedad, del comportamiento y del aprendizaje (Gillberg et al., 2004).

Desde la década de 1960 la medicación estimulante, como el metilfenidato (MFD), ha sido el tratamiento de primera elección para el TDAH (NICE, 2018). El MFD mejora, a corto plazo, los síntomas conductuales y neurocognitivos como la reducción de la hiperactividad o impulsividad, mejora de la atención y regulación del afecto. Al mismo tiempo, muestra bajo riesgo de farmacodependencia lo que favorece su administración en la etapa infantil, en la que el organismo y el cerebro del niño están en pleno desarrollo (Zimmer y Fournier, 2018).

Es efectivo en el 70-80% de los niños, pero el 20-25% no responden al fármaco o abandonan debido a efectos secundarios. Según Tamm (2017) los efectos más comunes son el incremento de irritabilidad, insomnio, disminución del apetito y dolor de cabeza o estomacal.

Las limitaciones de la medicación estimulante, como la tasa de abandono, efectos secundarios y escasa eficacia a largo plazo, ponen en entredicho su uso como único tratamiento para el TDAH (Van de Loo-Neus, Rommelse y Buitelaar, 2011). Según Zimmer y Fournier (2018), se ha de combinar con una intervención psicológica integral que responda a las necesidades tanto del niño como de sus cuidadores principales.

A lo largo de los años se ha realizado un tratamiento multicomponente combinando la medicación estimulante con intervenciones cognitivo-conductuales y programas de habilidades sociales, una alternativa efectiva pero insuficiente (Tamm, 2017). De modo que los profesionales encargados del tratamiento del TDAH solicitan el desarrollo de tratamientos que demuestren resultados más eficaces y prolongados. Una de las alternativas encontradas es el entrenamiento de Neurofeedback (NFB), que también mejora los síntomas conductuales y neurocognitivos del trastorno (Geladé et al., 2018).

El NFB es una técnica no invasiva, basada en los principios del condicionamiento operante, que promueve la autorregulación de la actividad cerebral a través de un interfaz cerebro-computadora (Tamm, 2017). Este entrenamiento utiliza la actividad cerebral (alfa, theta, delta, beta y gamma) registrada por el electroencefalograma (EEG) para reeducar al cerebro. De forma que la actividad cerebral se transforma en señales visuales, auditivas o táctiles (Ros et al., 2016) con el fin

de reforzar o inhibir la frecuencia del EEG (Friel, 2007). El número de sesiones de NFB varía en función de cada caso, siendo aconsejable una media de entre 20 y 50 sesiones para consolidar el aprendizaje a largo plazo (Tamm, 2017).

Según Lofthouse, Arnold, Hersch, Hurt y DeBeus (2012) existen diversos protocolos de NFB para TDAH. El protocolo estándar conocido como "ratio theta/beta" consiste en inhibir la actividad de ondas lentas (theta 4-8 Hz) y reforzar la actividad de ondas rápidas (beta 13-21 Hz). Su justificación empírica asienta que los niños con TDAH tienden a mostrar mayor actividad theta (vigilancia deficiente) y menor actividad beta (atención reducida).

El efecto de NFB sobre la actividad cerebral puede medirse con el Potencial Relacionado con el Evento (PRE) que consiste en registrar los cambios de voltaje producidos en la actividad neuronal al procesar el estímulo presentado en una tarea. El componente P3 es una onda positiva con una amplitud máxima de 300 milisegundos, y N2 es una onda negativa con una amplitud máxima de 200 milisegundos (Terol, Álvarez, Melgar y Manzanero, 2014). La amplitud de P3 y N2, asociada al proceso de inhibición de respuesta, se reduce en niños con TDAH (Johnstone, Barry y Clarke, 2013).

Diversos estudios muestran resultados eficaces para el tratamiento de TDAH con NFB y MFD como el de Rossiter y La Vaque (1995) que es pionero en comparar ambos tratamientos. Este inicio resultó prometedor, aunque con ciertas limitaciones a tener en cuenta en el desarrollo de esta línea, como fueron la ausencia de aleatorización o de seguimiento.

El número de ensayos controlados aleatorios (ECA) que comparan el tratamiento de MFD y NFB es reducido. El primer ECA que analizó los efectos de ambos tratamientos, de forma individual y combinada, es el de Duric, Assmus, Gundersen y Elgen (2012). Sus resultados apoyan el uso de NFB como alternativa al MFD, pese al seguimiento a corto plazo.

En definitiva, en esta revisión sistemática se compara el uso de NFB y MFD para el tratamiento del TDAH en población infantil y adolescente con el objetivo de comprobar si NFB es una intervención eficaz y suficiente para la mejora sintomatológica del TDAH.

Método

El procedimiento llevado a cabo para la búsqueda, análisis y selección de los estudios a incluir en esta revisión se presenta en la "Figura 1".

Estrategia de búsqueda

En la primera fase, búsqueda sistemática de la literatura científica, se utilizaron dos bases de datos. En PubMed, la primera búsqueda se realizó el 16 de octubre de 2018 y la segunda el 5 de noviembre de 2018 con las palabras clave "Methylphenidate, ADHD and Neurofeedback" y con el filtro "2013-2018" y "Humans", eliminando éste último en la segunda búsqueda. En Science Direct, la primera búsqueda se llevó a cabo el 22 de octubre de 2018 y la segunda el 8 de noviembre de 2018 con las palabras clave "ADHD, Methylphenidate and Neurofeedback" y con el filtro "2013-2018" y "research articles". Se obtuvo un total de 106 artículos que fueron registrados en una base de datos de Microsoft Excel, donde se incluyeron sus datos identificativos como el título, autor/es, referencia bibliográfica y motivo de inclusión-exclusión.

Análisis de los estudios

En la segunda fase, identificación y cribado, se procedió a la lectura del título y resumen de cada documento para descartar los que no cumplieren con los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 1). Este proceso redujo a 15 el número de artículos a incluir.

Resultados

El procedimiento de cribado y análisis sistemático facilitó la exclusión de aquellos documentos que no eran idóneos para esta revisión. Finalmente, se incluyó un total de 12 estudios que se detallan en la "Tabla 2".

Esta revisión está basada en una muestra total de 805 sujetos con una edad promedio de 9,8 años. De ellos, el 80% son niños y el 20% niñas, en correspondencia con los datos de prevalencia del TDAH.

En el estudio de Geladé et al. (2018), Geladé, Janssen, Bink, Maras y Oosterlaan (2016) y Geladé et al. (2017) se muestra comorbilidad con Trastornos del espectro autista, aprendizaje, ansiedad y estado de ánimo. Asimismo, Ogrim y Hestad (2013), Meisel, Servera, Garcia-Banda, Cardo y Moreno (2013) y Duric, Assmus y Elgen (2014) señalan comorbilidad con el Trastorno oposicionista desafiante, de conducta, ansiedad, depresión, problemas de aprendizaje, Síndrome de Tourette y Asperger.

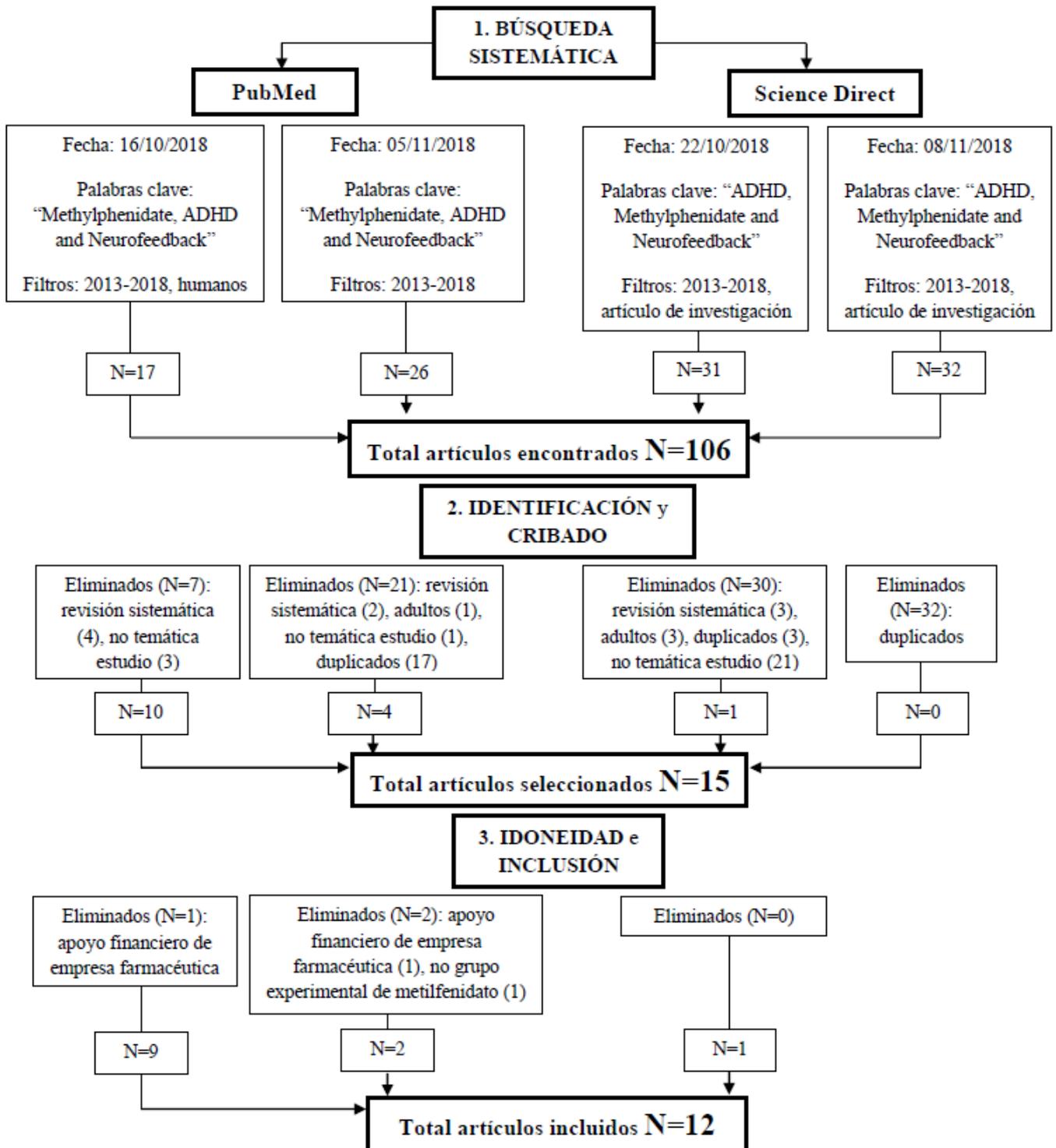


Figura 1. Diagrama de flujo

En todos los estudios se utilizó el protocolo “ratio theta/beta”, aunque Lee y Jung (2017) incluyeron bandas adicionales como high beta (22-30 Hz) y ritmo sensoriomotor (SMR, 12-15Hz), con el objetivo de potenciar beta-SMR y disminuir theta-high beta.

Todos son ECA con al menos un grupo experimental (GE) de NFB y otro de MFD. Algunos incluyen un GE de Terapia de conducta (TC) (Moreno-García, Delgado-Pardo, de Rey, Meneres-Sancho y Servera-Barceló, 2015), un grupo control (GC) de actividad física (AF) (Geladé et al., 2018; Geladé et al., 2016; Geladé et al., 2017; Janssen et al., 2016; Janssen et al., 2016) o de MFD (Lee y Jung, 2017; Duric et al., 2014).

Tabla 1

Criterios de selección de los estudios

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
- Diagnóstico de TDAH, cualquier subtipo	- No diagnóstico de TDAH
- Manual diagnóstico DSM-IV, DSM-IV-TR, DSM-5 o CIE-10	- Manual diagnóstico DSM-III, II y I o CIE-9
- Muestra de niños y adolescentes (≤ 18 años)	- Muestra de adultos (> 18 años), animales
- $N > 20$	- $N < 20$
- ECA con al menos un GE de MFD y NFB	- No GE de MFD o NFB
- Protocolo de NFB “ratio theta/beta”	- Revisión sistemática o estudio de caso único
- Comorbilidad con trastornos del desarrollo neurológico, ansiedad, estado de ánimo o comportamiento	- No tema de estudio o documento duplicado
	- Apoyo financiero empresa farmacéutica
	- Comorbilidad con trastornos relacionados con el resto de las categorías diagnósticas

TDAH – Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad; DSM – Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales; TR – Texto Revisado; CIE – Clasificación Internacional de Enfermedades; N – Tamaño total de la muestra; ECA – Estudio controlado aleatorizado; GE – Grupo Experimental; MFD – Metilfenidato; NFB – Neurofeedback

El estudio de Lee y Jung (2017) examinó el posible efecto aditivo del GE de NFB frente a MFD en la función ejecutiva. El tratamiento combinado de NFB y MFD mostró mayor tamaño de efecto (TE) que el grupo de MFD. Además, redujo la actividad de theta sin cambios significativos en el funcionamiento cognitivo.

Moreno-García et al. (2015) comprobaron la eficacia del tratamiento con MFD, NFB y TC. En el control conductual no percibieron diferencias según el tratamiento, aunque MFD fue más eficaz que NFB y TC en la variable de atención.

El estudio de Sudnawa et al. (2018) comparó la eficacia del tratamiento de NFB y MFD. Obtuvieron efectos significativos de NFB con un TE moderado, según informaron los padres. Aunque el TE de MFD fue mayor tanto para padres como maestros.

Geladé et al. (2018) compararon el efecto comportamental y neurocognitivo del GE de NFB y MFD frente al GC de AF. Según los padres, las mejoras obtenidas con MFD, en comparación con NFB, no fueron significativas en el seguimiento. Sólo los maestros informaron de mejoras significativas con NFB, frente a AF, en la medida de seguimiento.

El estudio de Duric, Assmus, Gundersen, Duric y Elgen (2017) comparó los efectos de NFB y MFD con el tratamiento combinado. Los efectos del tratamiento combinado en comparación con MFD no fueron significativos en la post-intervención, pero mejoraron en el seguimiento. El tratamiento de NFB fue equivalente a los efectos de MFD, siendo la combinación de ambos el tratamiento con mayor efecto en el seguimiento.

Geladé et al. (2016) y Geladé et al. (2017) compararon los efectos de NFB y MFD junto con el GC de AF. El grupo de MFD reportó mayores efectos en la sintomatología de TDAH en comparación que NFB y AF, ambos con efectos similares.

El estudio de Janssen et al. (2016) comparó los efectos de NFB con MFD y AF en los índices de inhibición de respuesta del PRE. El aumento de la amplitud de P3 se asoció a una mejor inhibición de la respuesta en el grupo de MFD, en comparación con NFB y AF.

Janssen et al. (2016) comprobaron si NFB generaba cambios en la función cognitiva, en comparación con MFD y AF. NFB mostró efectos en la condición de reposo y MFD en la condición de tarea, de forma que ambos grupos obtuvieron mejoras neurofisiológicas.

Ogrim y Hestad (2013), al comparar el tratamiento de NFB y MFD, obtuvieron cambios de potencia theta y beta relativamente estables con ambos tratamientos. Aunque, los resultados sólo fueron significativos para el grupo de MFD.

Meisel et al. (2013) examinaron la eficacia a largo plazo de MFD frente a NFB. Los resultados fueron mejores en falta de atención que en hiperactividad e impulsividad para todos los grupos, evaluadores y mediciones temporales. El deterioro funcional mejoró con ambos tratamientos y el rendimiento académico con NFB.

El estudio de Duric et al. (2014) comparó la eficacia de NFB, MFD y el tratamiento combinado. En la post-intervención los tres grupos tuvieron mejoras similares en los síntomas centrales de TDAH. Aunque, las mejoras fueron más significativas con NFB que con el tratamiento combinado.

Tabla 2
 Características principales de los estudios

Autor	Muestra y edad	Escalas	Variables de medida	de	Tipo de intervención	Diseño de estudio	Resultados
Lee y Jung (2017)	N=36 8,7 años	DSM-IV-TR; FSIQ	K-WISC-III; CRS y ADS; EEG	ARS,	NFB: theta-high beta/beta-SMR. Feedback visual y auditivo. 20 sesiones de 60 min. MFD: no especifica	GE: 18 NFB + MFD GC: 18 MFD T0 y T1	GE mejoró síntomas frente a GC. En funcionamiento cognitivo ambos con TE similar. NFB disminuyó actividad theta en HD-HI y high beta en HI
Moreno-García et al. (2015)	N=57 8,8 años	DSM-5; SNAP-IV; TDAH-RS-IV; CBCL; K-BIT	EEG (TBR); IVA/CPT		NFB: theta/beta. Feedback visual y auditivo. 30 sesiones de 24 min. MFD: dosis baja de 1 mg./día TC: niños 15 sesiones de TCC; padres 10 sesiones de de Barkley	GE: 19 MFD GE: 19 NFB GE: 19 TC T0, T1 y T2 de dos meses	Diferencias por género con evolución similar de TBR y disminución TBR con aumento de edad. No diferencias control conductual; MFD mejor que NFB en atención visual y auditiva; MFD y TC mejor atención auditiva
Sudnawa et al. (2018)	N=39 8,8 años	DSM-5; FSI	Escala de evaluación Vanderbilt de TDAH SDQ y SWAN; Tarea extraña (MRT y CV), SST (SSRT, errores de comisión y omisión, MRT, CV), VSWM; SDSC		NFB: theta/beta. Feedback visual. 24-48 sesiones de 30 min. MFD: de acción corta con dosis inicial de 5 mg. y máxima 20 mg.	GE: 19 NFB GE: 20 MFD T0 y T1	NFB (TE medio) mejoró inatención y desempeño según padres y maestros, frente MFD (gran TE). Para maestros, MFD mejoró todos síntomas
Geladé et al. (2018)	N=92 9,5 años	DSM-IV-TR; DBDRS; WISC-III			NFB: theta/beta. Feedback visual. 30 sesiones de 45 min. ET MFD: de acción corta con dosis óptima de 5, 10, 15 y 20 mg. AF: calentamiento, ejercicio (70-80% FCmax), descanso y ejercicio (80-100% FCmax). 30 sesiones de 45 min.	GE: 33 NFB GE: 28 MFD GC: 31 AF T0, T1 y T2 de seis meses	MFD mayores cambios en comportamiento que NFB y AF, desaparecieron en T2 y le alcanzó NFB. MFD y NFB no se diferenciaron en las medidas neurocognitivas en T2, excepto control inhibitorio más rápido de MFD. NFB y AF no diferencias, salvo MRT más rápidos en NFB. La calidad del sueño no varió
Duric et al. (2017)	N=81 11,6 años	CIE-10 y DSM-5; WISC-IV	Escala de niños desafiantes de Barkley; SRQ		NFB: theta/beta. Feedback visual y auditivo. 30 sesiones MFD: de acción prolongada, dosis inicial 1 mg./día y dosis total 20-60 mg.	GE: 24 NFB GE: 28 MFD GE: 29 NFB + MFD T0, T1 y T2 de seis meses	Mejoras en atención e hiperactividad con MFD+NFB y MFD estables en T2, según padres y maestros. El rendimiento escolar no mejoró

Tabla 2. Características principales de los estudios (continuación)

Autor	Muestra y edad	Escalas	Variables de medida	de	Tipo de intervención	Diseño de estudio	Resultados
-------	----------------	---------	---------------------	----	----------------------	-------------------	------------

Autor	edad	Escalas	medida	Tipo de intervención	estudio	Resultados
Geladé et al. (2016)	N=103 9,6 años	DSM-IV-TR; DBDRS; WISC-III	SDQ y SWAN; SDSC	NFB: theta/beta. Feedback visual. 30-36 sesiones de 45 min. ET MFD: de acción corta con dosis óptima de 5, 10, 15 y 20 mg. AF: calentamiento, ejercicio (70-80% FCmax), descanso y ejercicio (80-100% FCmax). 30-36 sesiones de 45 min.	GE: 38 NFB GE: 31 MFD GC: 34 AF T0 y T1	Según los padres, MFD tuvo mayor efecto en falta de atención que NFB y AF. En hiperactividad/impulsividad no diferencias. Reducción de síntomas con mayor TE en MFD que NFB y AF, según maestros. La calidad del sueño no se vio afectada
Geladé et al. (2017)	N=103 9,6 años	DSM-IV-TR; DBDRS; WISC-III	Tarea extraña (MRT y CV); SST (SSRT, errores de comisión y omisión, MRT, CV); VSWM	NFB: theta/beta. Feedback visual. 30-36 sesiones de 45 min. ET MFD: de acción corta con dosis óptima de 5, 10, 15 y 20 mg. AF: calentamiento, ejercicio (70-80% FCmax), descanso y ejercicio (80-100% FCmax). 30-36 sesiones de 45 min.	GE: 38 NFB GE: 31 MFD GC: 34 AF T0 y T1	MFD mejor NFB y AF en atención y control inhibitorio, menos errores de comisión y omisión. NFB escasa mejora de la atención e inhibición. Aumento de beta correlacionó con la mejora de control inhibitorio
Janssen et al. (2016)	N=81 9,6 años	DSM-IV-TR; DBDRS; WISC-III	SST (SSRT); PRE (N2-P3)	NFB: theta/beta. Feedback visual. 30 sesiones de 45 min. ET MFD: de acción corta con dosis óptima de 5, 10, 15 y 20 mg. AF: calentamiento, ejercicio (70-80% FCmax), descanso y ejercicio (80-100% FCmax). 30-36 sesiones de 45 min.	GE: 32 NFB GE: 25 MFD GC: 24 AF T0 y T1	Todos grupos mayor amplitud de N2, no relacionado con la inhibición de respuesta. Mayor amplitud de P3 en MFD sí reflejó mayor inhibición de la respuesta. Estos efectos no se produjeron en el grupo de NFB o AF.
Janssen et al. (2016)	N=81 9,6 años	DSM-IV-TR; DBDRS; WISC-III	SWAN; EEG: condición de reposo de EO 3 min., EC 3 min. y condición de tarea con SST; EOG	NFB: theta/beta. Feedback visual. 30 sesiones de 45 min. ET MFD: de acción corta con dosis óptima de 5, 10, 15 y 20 mg. AF: calentamiento, ejercicio (70-80% FCmax), descanso y ejercicio (80-100% FCmax). 30 sesiones de 45 min.	GE: 29 NFB GE: 25 MFD GC: 27 AF T0 y T1	En reposo EO se redujo potencia de theta, con TE medio/grande, con MFD y NFB frente AF. La reducción de theta predijo mejora sintomática, según padres, sólo para NFB. En condición de tarea sólo MFD disminuyó potencia theta. Beta no tuvo cambios con NFB

Tabla 2. Características principales de los estudios (continuación)

Autor	Muestra y edad	Escalas	Variables de medida	Tipo de intervención	Diseño de estudio	de Resultados
		DSM-IV; CI;		NFB: theta/beta. Feedback visual y auditivo. 30		MFD tuvo más cambios significativos asociados

Ogrim y Hestad (2013)	N=29 10,9 años	CRS-R; DAWBA; BRIEF; QB-test	CRS-R, BRIEF; / PRE; VCPT	sesiones de 45 min. MFD: de acción corta y prolongada con dosis 30-90 mg., dextroanfetamina con dosis de 5, 10 y 15 mg.	GE: 14 NFB GE: 15 MFD T0 y T1	a los síntomas de TDAH y función ejecutiva que NFB. En PRE, el aumento de P3 en la condición de tarea fue mayor en MFD que NFB
Meisel et al. (2013)	N=23 9,2 años	DSM-IV; CBCL; WISC-IV	TDAH-RS-IV; ODD-RS-IV; AP; WFIRS	NFB: theta/beta. Feedback visual y auditivo. 40 sesiones de 35 min. MFD: dosis inferior de 1 mg./día	GE: 12 NFB GE: 11 MFD T0, T1 y T2 de dos y seis meses	NFB mejoró atención, hiperactividad, impulsividad y deterioro funcional. Según maestros, NFB mejoró escritura y comprensión lectora, no matemáticas y expresión oral. MFD mejoró síntomas, según padres y maestros. No diferencias en T2, sólo MFD mejor en matemáticas
Duric et al. (2014)	N=80 11,2 años	CIE-10; WISC-R	SRQ	NFB: theta/beta. Feedback visual y auditivo. 30 sesiones de 45 min. MFD: 1 mg./ dos veces al día; dosis final de 20-60mg./día	GE: 28 NFB GE: 25 NFB + MFD GC: 27 MFD T0 y T1	Mejoras de atención e hiperactividad en todos grupos. En rendimiento escolar, NFB obtuvo cambios en escritura y MFD en cálculo

N – tamaño total de la muestra; DSM – Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales; TR – Texto Revisado; FSIQ – Full Scale Intelligence Quotient; K – Korean; WISC –Wechsler Intelligence Scale for Children; ARS – ADHD Rating Scale for parents; CRS – Conners Behavior Rating Scale; ADS – ADHD Diagnostic System; EEG – electroencefalograma; NFB – Neurofeedback; SMR – Ritmo Sensoriomotor; min. – minutos; MFD – Metilfenidato; GE – Grupo Experimental; GC – Grupo Control; T0 – pre-intervención; T1 – post-intervención; TE – Tamaño de Efecto; HD – Hemisferio Derecho; HI – Hemisferio Izquierdo; SNAP – Swanson, Nolan and Pelham Questionnaire; TDAH – Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad; RS - Rating Scale; CBCL – Child Behavior Checklist; K-BIT – Test Breve de Inteligencia de Kaufman; TBR – Ratio Theta/Beta; IVA/CPT – Integrated Visual and Auditory/Continuous Performance Test; mg. – miligramo; TC – Terapia de Conducta; TCC – Terapia Cognitivo Conductual; T2 – seguimiento; DBDRS – Disruptive Behavior Disorders Rating Scale; WISC – Wechsler Intelligence Scale for Children; SDQ – Strengths and Difficulties Questionnaire; SWAN – Strengths and Weaknesses of ADHD symptoms and Normal Behavior Scale; MRT – Mean Reaction Time; CV – Coeficiente de Variación; SST – Stop-signal task; SSRT – Stop-signal reaction time; VSWM – Visual Spatial Working Memory; SDSC – Sleep Disturbance Scale for Children; ET – Ensayos de Transferencia; AF – Actividad Física; FCmax – Frecuencia Cardíaca máxima; CIE – Clasificación Internacional de Enfermedades; SRQ – Self Reporting Questionnaire; PRE – Potencial Relacionado con el Evento; N2-P3 – Componentes del PRE; EO – Eyes Open; EC – Eyes Closed; EOG – Electrooculograma; CI – Coeficiente Intelectual; R – Revisada; DAWBA – Development and Well Being Assessment; BRIEF – Behavior Rating Inventory of Executive Function; QB-test – Quantitative Behavior test; Qeeg – quantitative electroencefalogram; VCPT – Visual Continuous Performance Test; ODD – Oppositional Defiant Disorder; AP – Academic Performance; WFIRS – Weiss Functional Impairment Rating Scale

Discusión

La heterogeneidad de los diseños de estudio requiere la comparación de resultados en función de grupos de intervención y medidas temporales, puesto que todos los estudios no cuentan con un GC o una medida de seguimiento. Por un lado, el uso de un GC es una medida recomendada para controlar las variables no relacionadas con el efecto del tratamiento, que influyen en los resultados. Una de estas variables puede ser la interacción entre paciente-terapeuta, que se acentúa en función de la duración del tratamiento (Arns, Heinrich y Strehl, 2014). Por otro lado, la medida de seguimiento permite comprobar si los resultados, obtenidos tras la intervención, se mantienen o varían a lo largo del tiempo. En esta revisión, los estudios que realizaron un seguimiento continuaron con la administración de MFD.

Los estudios que no tienen GC ni medida de seguimiento son el de Sudnawa et al. (2018) y Ogrim y Hestad (2013), que obtuvieron mejoras sintomáticas con mayor TE en el GE de MFD que NFB, tanto para padres como maestros. Aunque en el estudio de Sudnawa et al. (2018) los padres también informaron de efectos significativos con NFB. En relación a ello, en el estudio de Janssen et al. (2016), con GC y sin medida de seguimiento, los efectos conductuales del grupo de NFB sólo fueron informados por los padres.

Los resultados de Sudnawa et al. (2018) y Janssen et al. (2016) reflejan que los niños requieren mayores niveles de atención en el colegio que en casa. De que forma NFB no sería un tratamiento suficiente para las mejoras en el entorno escolar (Sonuga-Barke et al., 2013), siendo necesario un tratamiento combinado con el que obtener beneficios en ambas áreas.

En el estudio de Geladé et al. (2016), Geladé et al. (2017) y Janssen et al. (2016), con GC y sin medida de seguimiento, se obtuvieron mejores resultados con el grupo de MFD frente a NFB y AF. Al mismo tiempo, en el estudio de Moreno-García et al. (2015), sin GC y con seguimiento, se alcanzaron mejoras en atención con el grupo de MFD y TC frente a NFB. Por lo que estos resultados no apoyan el uso de NFB como tratamiento independiente para la mejora del funcionamiento neurocognitivo en niños con TDAH.

Lee y Jung (2017), con GC y sin seguimiento, y Duric et al. (2017), sin GC y con seguimiento, obtuvieron mejores resultados con el tratamiento combinado de NFB y MFD que con ambos grupos aislados. En cambio, para Duric et al. (2014), con GC y sin seguimiento, las mejoras en atención e hiperactividad fueron más significativas con el grupo de NFB que con el tratamiento combinado. De forma que estos resultados apoyan el uso de NFB como tratamiento para el TDAH, de forma individual o combinada. Aunque los resultados de Lee y Jung (2017) deben tratarse con prudencia, debido a que el número de sesiones de NFB no alcanza el mínimo aconsejado (Tamm, 2017).

Meisel et al. (2013) realizaron el primer ECA que compara el tratamiento de NFB y MFD según los informes de padres y maestros, sin GC y con dos medidas de seguimiento a los dos y seis meses. Sus resultados respaldan el uso de NFB para el tratamiento del TDAH, puesto que no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos de tratamientos. Ello no implica que NFB y MFD sean intervenciones equivalentes sino que NFB pueda tratarse como un tratamiento alternativo o complementario a MFD.

El único estudio que incluyó un GC y una medida de seguimiento, a los seis meses de finalizar la intervención, fue el de Geladé et al. (2018). Sus resultados de seguimiento indicaron que sólo el grupo de NFB, en comparación con el de AF, tuvo efectos significativos para los maestros. Sin embargo, estos resultados deben ser interpretados con cautela, ya que algunos niños habían cambiado de maestro en la medida de seguimiento.

Esta gran variabilidad de resultados se debe al carácter heterogéneo de los estudios, siendo una limitación a tener en cuenta en futuros ECA. Para ello, sería conveniente seguir unas directrices y metodología estandarizada donde todos los ECA utilicen, al menos, un GC y una medida de seguimiento.

Al mismo tiempo, autores como Geladé et al. (2017) cuestionan la efectividad del protocolo "ratio theta/beta" en el tratamiento del TDAH, limitando así los resultados de esta revisión. Respecto a ello, la investigación reciente sugiere el entrenamiento con potenciales corticales lentos (PCL), otro tipo de señal cerebral.

Finalmente, la muestra total de estudios es reducida, lo que limita la generalización de resultados donde se han encontrado efectos significativos para el tratamiento del TDAH, tanto con el grupo de NFB como de MFD.

Conclusiones

En respuesta al objetivo principal de esta revisión, los estudios no respaldan el uso de NFB como una intervención eficaz y suficiente para el tratamiento del TDAH en población infantil y adolescente. De forma que el tratamiento farmacológico con MFD es necesario en un alto porcentaje de casos. No obstante, el tratamiento combinado de NFB y MFD resulta una alternativa innovadora y prometedora para el TDAH, tanto en el entorno escolar como en el hogar. Los estudios de Lee y Jung (2017), Duric et al. (2017) y Duric et al. (2014) aportan resultados significativos en relación a dicho tratamiento.

La investigación y análisis en este campo permite detectar las necesidades de este rango de población en el que el tratamiento farmacológico no mejora la sintomatología, genera problemas o es insuficiente. De forma que la evidencia acerca del tratamiento combinado de NFB y MFD para el TDAH en niños y adolescentes ha de ser probada en futuras investigaciones en las que se tengan en cuenta las limitaciones antes mencionadas. Asimismo, se propone indagar si el el tratamiento combinado permite la disminución de la dosis de medicación estimulante con el fin de crear un tratamiento menos invasivo tanto a corto como a largo plazo.

En conclusión, el foco de atención se dirige hacia el desarrollo de una intervención combinada que cubra los problemas que produce MFD y que se solape con los beneficios de NFB. Se trata de encontrar un punto óptimo entre ambos tratamientos que reporte beneficios a nivel clínico y social, de modo que la mejora sintomatológica del TDAH en el niño o adolescente incida en la mejora global de su calidad de vida.

REFERENCIAS

- APA, Asociación Americana de Psiquiatría (2014). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5)*, 5a Ed. Arlington, VA: Editorial médica panamericana.
- Arns, M., Heinrich, H. y Strehl, U. (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD: the long and winding road. *Biological psychology*, 95, 108-115.
- Duric, N. S., Assmus, J. y Elgen, I. B. (2014). Self-reported efficacy of neurofeedback treatment in a clinical randomized controlled study of ADHD children and adolescents. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 10, 1645-1654.
- Duric, N. S., Assmus, J., Gundersen, D., Duric, A. G. y Elgen, I. B. (2017). Multimodal treatment in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder: a 6-month follow-up. *Nordic journal of psychiatry*, 71(5), 386-394.
- Duric, N. S., Assmus, J., Gundersen, D. y Elgen, I. B. (2012). Neurofeedback for the treatment of children and adolescents with ADHD: a randomized and controlled clinical trial using parental reports. *BMC psychiatry*, 12(107), 1-8.
- Friel, P. N. (2007). EEG biofeedback in the treatment of attention deficit/hyperactivity disorder. *Alternative medicine review*, 12(2), 146.
- Geladé, K., Bink, M., Janssen, T. W., van Mourik, R., Maras, A. y Oosterlaan, J. (2017). An RCT into the effects of neurofeedback on neurocognitive functioning compared to stimulant medication and physical activity in children with ADHD. *European child & adolescent psychiatry*, 26(4), 457-468.
- Geladé, K., Janssen, T. W., Bink, M., Maras, A. y Oosterlaan, J. (2016). Behavioral effects of neurofeedback compared to stimulants and physical activity in attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized controlled trial. *The Journal of clinical psychiatry*, 77(10), 1270-1277.
- Geladé, K., Janssen, T. W., Bink, M., Twisk, J. W., van Mourik, R., Maras, A. y Oosterlaan, J. (2018). A 6-month follow-up of an RCT on behavioral and neurocognitive effects of neurofeedback in children with ADHD. *European child & adolescent psychiatry*, 27(5), 581-593.
- Gillberg, C., Gillberg, I. C., Rasmussen, P., Kadesjo, B., Soderstrom, H., Rastam, M., Johnson, M., Rothenberger, A. y Niklasson, L. (2004). Co-existing disorders in ADHD – implications for diagnosis and intervention. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13(1), 80-92. doi: 10.1007/s00787-004-1008-4
- Janssen, T. W., Bink, M., Geladé, K., van Mourik, R., Maras, A. y Oosterlaan, J. (2016). A randomized controlled trial into the effects of neurofeedback, methylphenidate, and physical activity on EEG power spectra in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 57(5), 633-644.
- Janssen, T. W. P., Bink, M., Geladé, K., van Mourik, R., Maras, A. y Oosterlaan, J. (2016). A randomized controlled trial investigating the effects of neurofeedback, methylphenidate, and physical activity on event-related potentials in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of child and adolescent psychopharmacology*, 26(4), 344-353.
- Johnstone, S. J., Barry, R. J. y Clarke, A. R. (2013). Ten years on: a follow-up review of ERP research in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, 124(4), 644-657.
- Lee, E. J. y Jung, C. H. (2017). Additive effects of neurofeedback on the treatment of ADHD: A randomized controlled study. *Asian journal of psychiatry*, 25, 16-21.
- Lofthouse, N., Arnold, L. E., Hersch, S., Hurt, E. y DeBeus, R. (2012). A review of neurofeedback treatment for pediatric ADHD. *Journal of attention disorders*, 16(5), 351-72.
- Meisel, V., Servera, M., Garcia-Banda, G., Cardo, E. y Moreno, I. (2013). Reprint of "Neurofeedback and standard pharmacological intervention in ADHD: a randomized controlled trial with six-month follow-up". *Biological psychology*, 94(1), 12-21.
- Moreno-García, I., Delgado-Pardo, G., de Rey, C. C. V., Meneres-Sancho, S. y Servera-Barceló, M. (2015). Neurofeedback, pharmacological treatment and behavioral therapy in hyperactivity: multilevel analysis of treatment effects on electroencephalography. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 15(3), 217-225.

- NICE, National Institute for Health and Care Excellence. (2018). *Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Diagnosis and Management of ADHD in Children, Young People and Adults*. Recuperado el 23 de noviembre de 2018, de <https://www.nice.org.uk/guidance/ng87>
- Ogrim, G. y Hestad, K. A. (2013). Effects of neurofeedback versus stimulant medication in attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized pilot study. *Journal of child and adolescent psychopharmacology*, 23(7), 448-457.
- Ros, T., Frewen, P., Théberge, J., Michela, A., Kluetsch, R., Mueller, A., Candrian, G., Jetly, R., Vuilleumier, P. y Lanius, R. A. (2016). Neurofeedback tunes scale-free dynamics in spontaneous brain activity. *Cerebral Cortex*, 1-12.
- Rossiter, D. T. R. y La Vaque, T. J. (1995). A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit/hyperactivity disorders. *Journal of Neurotherapy*, 1(1), 48-59.
- Sudnawa, K. K., Chirdkiatgumchai, V., Ruangdaraganon, N., Khongkhatithum, C., Udomsubpayakul, U., Jirayucharensak, S. y Israsena, P. (2018). Effectiveness of Neurofeedback Versus Medication in Treatment of ADHD. *Pediatrics International*. doi: 10.1111/ped.13641
- Sonuga-Barke, E. J. S., Brandeis, D., Cortese, S., Daley, D., Ferrin, M., Holtmann, M., Stevenson, J., Danckaerts, M., van der Oord, S., Döpfner, M., Dittmann, R. W., Simonoff, E., Zuddas, A., Banaschewski, T., Buitelaar, J., Coghill, D., Hollis, C., Konofal, E., Lecendreux, M., Wong, I.C.K., Sergeant, J. y European ADHD Guidelines Group. (2013). Nonpharmacological Interventions for ADHD: Systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of dietary and psychological treatments. *The American Journal of Psychiatry*, 170, 275-289.
- Tamm, L. (2017). Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Encyclopedia of Neuroscience*, 617-624.
- Terol, O., Álvarez, M., Melgar, N. y Manzanero, A. L. (2014). Detección de información oculta mediante potenciales relacionados con eventos. *Anuario de Psicología Jurídica*, 24(1), 49-55.
- Zimmer, L. y Fournieret, P. (2018). Tout ce que vous devez connaître sur le méthylphénidate (sans oser le demander...). *Archives de Pédiatrie*, 25(3), 229-235.
- Van de Loo-Neus, G.H., Rommelse, N. y Buitelaar, J. K. (2011). To stop or not to stop? How long should medication treatment of attention-deficit hyperactivity disorder be extended? *European Neuropsychopharmacology*, 21(8), 584-99.