

Trabajo Fin de Grado

Efectos de un programa de ejercicios en la coordinación, control motor y habilidad lectora en niños/as disléxicos.

Serie de casos.

Effects of an exercise program on coordination, motor control and reading ability in dyslexic children.

A case series

Autor/es

Jorge Pérez Rey

Director/es

Magdalena Pilar Comín Comín

Marina Gil Calvo

Facultad de Ciencias de la Salud

2021

Índice

Índice de figuras	3
Índice de tablas	3
Índice de abreviaturas	4
RESUMEN	5
Introducción	5
Metodología.....	5
Resultados	5
Conclusión	5
Palabras clave.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
Dislexia	6
Control postural en niños disléxicos	6
Reflejos primitivos en niños/as disléxicos	8
Tratamiento fisioterápico y justificación del tema	10
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	14
Hipótesis.....	14
Objetivos	14
3. METODOLOGÍA.....	15
Diseño del estudio	15
Reclutamiento de sujetos.....	15
Criterios de selección de los sujetos	15
Tamaño de la muestra	15
Variables.....	15
Procedimiento.....	16
Material de evaluación.....	18
Cronograma.....	20

Intervención fisioterápica	21
Ejercicios domiciliarios propuestos.....	21
Aspectos éticos	22
Recogida de los datos	23
Análisis estadístico	24
4. RESULTADOS	26
Análisis descriptivo	26
Participante 1.....	26
Participante 2.....	27
Participante 3.....	28
Participante 4.....	30
Participante 5.....	31
Participante 6.....	32
Análisis inferencial.....	33
Efecto del entrenamiento y la lectura en la estabilometría	33
Efecto del entrenamiento en el test de Ozeretski- Guillmain.....	34
Efecto del entrenamiento en el número de palabras por minuto leídas	37
Efecto del entrenamiento en los Reflejos primitivos	37
Efecto del entrenamiento en el cuestionario CTDC '07.....	38
Análisis de las respuestas al Cuestionario de satisfacción.....	38
5. DISCUSIÓN.....	40
6. CONCLUSIONES.....	44
7. BIBLIOGRAFÍA.....	45
8. ANEXOS	50

Índice de figuras

Figura 1 Cadena ontogénica causal de la dislexia (Fawcett AJ, 2011) (28)	10
Figura 2 Ejemplos de los ejercicios.....	22
Figura 3 Prueba estabilométrica.....	24

Índice de tablas

Tabla 1 Variables según la prueba.....	16
Tabla 2 Datos Estabilimetría participante 1	26
Tabla 3 Datos Estabilimetría participante 2	27
Tabla 4 Datos Estabilimetría participante 3	28
Tabla 5 Datos Estabilimetría participante 4	30
Tabla 6 Datos Estabilimetría participante 5	31
Tabla 7 Datos Estabilimetría participante 6	32
Tabla 8 Comparación en la Prueba estabilométrica	34
Tabla 9 . Resultados Pre-Post en las pruebas de Ozeretski-Guillmain	35
Tabla 10 Comparación en el número de palabras leídas por minuto Pre-Post tratamiento.....	37
Tabla 11 Comparación de los Reflejos primitivos Pre-Post	37
Tabla 12 . Comparación en las subescalas del Cuestionario CTDC ´07 Pre- Post tratamiento	38
Tabla 13 Respuestas al Cuestionario de satisfacción.....	39

Índice de abreviaturas

RMT: Terapia de movimientos rítmicos

ATNR: Reflejo Tónico Asimétrico del cuello

STNR: Reflejo Tónico Simétrico del cuello

TLR: Reflejo Tónico Laberíntico.

COP: Centro de presiones

DDAT: Dyslexia, Dyspraxia and Attention Treatment

Ppm: Palabras por minuto

CEICA: Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón

RESUMEN

Introducción

La dislexia es un trastorno del aprendizaje que tiene una prevalencia entre el 5% y el 10 % en España. Existe una relación entre el aspecto cognitivo y el aspecto motor que se pone de manifiesto en los niños/as disléxicos por déficits de coordinación, control motor y equilibrio, producidos por una falta de integración de inputs por parte del cerebelo. La terapia a través de movimientos rítmicos (RMT) parece mejorar no solo los déficits motores en niños/as disléxicos sino las habilidades educativas. El objetivo del presente estudio fue aplicar un programa de ejercicios basados en la RMT y analizar los efectos en la coordinación, control motor y habilidad lectora en niños/as con diagnóstico de dislexia.

Metodología

Se realizó un estudio de intervención intra sujeto de serie de casos (n=6) prospectivo, longitudinal y descriptivo. Se realizaron pruebas que valoraban el control motor, el equilibrio, la coordinación, la habilidad lectora y los reflejos primitivos tónico asimétrico del cuello (ATNR), tónico simétrico del cuello (STNR), tónico laberíntico (TLR). Se pautó un programa de ejercicios domiciliarios de 11 semanas basado en la RMT y se realizó una valoración post intervención.

Resultados

Se encontraron mejorías en el equilibrio y en la habilidad lectora, así como una negativización de varios reflejos primitivos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el control motor y coordinación. Las madres de los participantes mostraron un elevado grado de satisfacción con el estudio.

Conclusión

El programa de ejercicios basados en la RMT es eficaz para la mejora del equilibrio y de la habilidad lectora en niños disléxicos.

Palabras clave

Dislexia, cerebelo, control motor, habilidad lectora, reflejos primitivos, terapia del movimiento rítmico.

1. INTRODUCCIÓN

Dislexia

La dislexia es un trastorno crónico específico del aprendizaje, persistente, de origen neurobiológico, muy probablemente genético y con una heredabilidad estimada entre el 40% y el 60% (1). Se caracteriza porque el individuo presenta dificultades en el reconocimiento preciso y/o fluido de las palabras, así como por una deficitaria habilidad ortográfica y de comprensión que provoca un retraso en la capacidad de leer, escribir y aprender. Además, puede ir acompañada de un déficit de control motor, de coordinación y de destrezas, que harán que el niño evite los juegos con pelotas y otros juegos de destrezas motoras, pudiéndole generar trastornos conductuales, inseguridad, baja autoestima, incluso ansiedad y depresión (2).

La dislexia supone el 80% de los trastornos asociados al aprendizaje, lo que la convierte en el trastorno de aprendizaje más común (3). Su prevalencia varía mucho entre los diferentes autores, siendo un tema eludido por muchos por las dificultades que aparecen a la hora de determinarla (4). Como resultado de esto encontramos estudios que ofrecen resultados que oscilan entre el 5% y el 20% (5). En España se estima que el 10% de la población tiene dislexia, lo que supone más de 4.6 millones de españoles y 800.000 niños en las aulas en España. La importancia de un diagnóstico precoz radica en el potencial de mejora de las habilidades afectas y en la integración del niño/a en su grupo de iguales. Es independiente de la clase social, del nivel educacional, de la inteligencia o motivación consideradas necesarias para una lectura precisa y fluida (6).

Control postural en niños disléxicos

El control postural en los seres humanos engloba una intrincada relación entre información sensorial y actividad motora. Mantener una postura ortostática es una tarea postural regulada automáticamente por estructuras nerviosas subcorticales y grupos de motoneuronas espinales. Se basa en la integración multisensorial de los inputs vestibulares, visuales y de la información propioceptiva. Por lo tanto, el control postural dependerá de la calidad de los estímulos recogidos por estos sentidos y de la buena integración de los mismos (7).

Hasta hace 20 años, la literatura existente sobre dislexia se centraba en estudiar únicamente las capacidades cognitivas de forma aislada, las cuales, varían entre grupos de niños disléxicos y grupos control (8). Sin embargo, la interacción entre el aspecto cognitivo y el motor es relevante a la hora de entender la pérdida de equilibrio que presentan los niños/as disléxicos durante la ejecución de una doble tarea cognitiva. Cuando un input sensorial se perturba, la integración cerebelosa permite discriminar esa información sensorial otorgando mayor peso a otra de mayor calidad para lograr la estabilidad postural y la coordinación motora (9). El déficit de equilibrio afecta aproximadamente al 50% de niños disléxicos y a alrededor del 20% de adultos con esta disfunción (10).

Desde entonces, analizando variables como la superficie, longitud y velocidad media del desplazamiento del centro de presiones (COP) mediante plataformas estabilométricas, numerosos estudios (11,12,13) han centrado sus investigaciones en la influencia de la ejecución de una tarea cognitiva en el control postural y observaron que los niños disléxicos presentaban por un lado, mayor inestabilidad postural durante la ejecución de una tarea cognitiva que el grupo control de niños no disléxicos y, por otro lado, que la cantidad de palabras leídas durante el tiempo que duró el registro estabilométrico fue significativamente más baja (14).

La atención consumida en la tarea de lectura podría ser la responsable de la inestabilidad y el déficit de coordinación motora (15). Esto reforzaría la hipótesis de que estos niños presentan una falta de integración de inputs sensoriales múltiples (16) por parte del cerebelo (17,18). Esta disfunción cerebelosa podría ser debida a un retraso en la maduración de este órgano (19). De hecho, tal y como informa Konczak en su estudio, los síntomas que presentan los niños disléxicos son similares a los niños que presentan lesiones cerebelosas (20). Mediante resonancias magnéticas realizadas a un grupo de disléxicos adultos, se han encontrado diferencias biomecánicas en el lóbulo temporo parietal izquierdo del cerebelo derecho, alteraciones de la estructura cerebral y un desarrollo anormal de la cortical cerebral (21). Además, el lóbulo anterior derecho y el volumen cerebral eran significativamente más pequeños (22).

Por otra parte, hay estudios que dicen que los problemas en la lectura y el déficit de equilibrio y coordinación motora son síntomas separados de la dislexia sin relación entre ellos, argumentando que las áreas motoras y del lenguaje quedan lejos una de la otra en el cerebro. Estos estudios comentan que en estos casos, para explicar los trastornos del aprendizaje sería fructífero asumir la hipótesis del déficit cerebeloso dentro de un marco de sistemas neuronales que trabajan juntos, en vez de estudiarlo desde las estructuras cerebrales específicas (10). Los resultados del estudio de Ashburn tampoco apoyan la teoría de que el cerebelo se vea afectado funcionalmente durante la lectura en niños con dislexia (23).

Reflejos primitivos en niños/as disléxicos

Los reflejos primitivos son patrones de movimiento automático que aparecen durante la vida fetal y están completamente presentes en los bebés nacidos a término (24). Son reacciones naturales que inician un proceso de desarrollo de un circuito neuronal para una función específica. Deben ser integrados para impedir reacciones reflejas y permitir el desarrollo de la acción motora natural (25). Estos reflejos, juegan un papel importante en el desarrollo, preparando al recién nacido para moverse contra la gravedad, conduciendo gradualmente al movimiento voluntario por el proceso de integración durante los primeros meses de vida (26). Las respuestas maduras en el progreso psicomotor de un niño solo pueden ocurrir si el sistema nervioso central ha alcanzado la madurez (27). El proceso consiste en la transición de una respuesta refleja del tronco encefálico a una respuesta controlada corticalmente (28).

Si el proceso no ha progresado adecuadamente, se puede ver afectada la maduración del órgano vestibular en el oído interno y como consecuencia, cada movimiento, incluidos los movimientos motores finos de la lengua, los músculos extraoculares y de los dedos (29). El niño puede presentar una capacidad motora deficiente, que puede manifestarse en dificultades para correr, montar en bicicleta, mantener el equilibrio y "torpeza" motora (30). También puede haber problemas para lanzar y atrapar un objeto y el niño evitará los juegos que impliquen movimientos físicos.

Los hallazgos de los estudios sugieren que para muchos niños en edad escolar el logro de las habilidades educativas básicas puede verse afectado por la

persistencia de un sistema reflejo mediado por el tronco del encéfalo que debería haberse inhibido en el primer año después del nacimiento (31,32). De este modo, se estima que el 48% de los niños de educación primaria tiene cierto nivel de presencia de algún reflejo primitivo (33).

A nivel motor son 3 los reflejos que se relacionan con el funcionamiento del sistema vestibular y las vías asociadas responsables del control motor y el mantenimiento de la postura; el reflejo tónico asimétrico del cuello (ATNR), el reflejo tónico simétrico del cuello (STNR) y el reflejo tónico laberíntico (TLR) (34). Además, estos reflejos también tienen un papel importante en funciones como la coordinación ojo mano, la integración de la parte izquierda corporal con la derecha y de la parte superior con la inferior en tareas que impliquen cruzar la línea media corporal tanto horizontal como vertical, o la función visual de acomodación y velocidad de reenfoque.

El **ATNR** aparece a las 18 semanas de vida intrauterina y debe ser integrado completamente entre los 3 y los 9 meses de vida. Puede interferir en la coordinación ojo mano, en particular en la integración izquierda derecha, en el control de la mano al escribir y en la capacidad para cruzar la línea media vertical y las habilidades visuales necesarias para la lectura como el seguimiento visual. A nivel postural se pueden encontrar deformidades raquídeas por un ATNR no inhibido.

El **STNR** aparece entre los 6 y los 9 meses de vida y se debería integrar en el Sistema Nervioso Central entre los 9 y los 11 meses de vida. Un STNR no integrado puede derivar en problemas de control postural y la coordinación entre las porciones superior e inferior del cuerpo (línea media horizontal). Esto puede manifestarse como una mala postura, dificultad para permanecer sentado, predominio del tono de los músculos flexores y reajuste lento del enfoque visual entre diferentes distancias. Si este reflejo está retenido en el niño en edad escolar se puede ver afectada la coordinación, la atención y la velocidad de reenfoque entre diferentes distancias visuales. El niño también puede tener dificultades para aprender a nadar, dar volteretas y los juegos con pelotas por la dificultad que tienen para cogerlas cuando se la lanzan.

Por su parte el **LTR** es un reflejo que aparece en el momento del nacimiento y se debería integrar completamente entre los 2 y los 4 meses de vida. La persistencia de este reflejo puede provocar un desajuste de las vías

propioceptivas vestibulo oculares afectando a la postura, la coordinación y en dificultades para mantener el equilibrio, además de desorientación y problemas con el restablecimiento del equilibrio físico y emocional. Puede implicar una visión binocular que produce un mal sentido del tiempo y frecuentes errores por descuido.

Tratamiento fisioterápico y justificación del tema

La investigación sobre la dislexia se ha caracterizado por la controversia, y la cuestión de si el déficit de equilibrio debe considerarse o no como una causa de la dislexia, ha sido uno de los temas más debatidos en los últimos años. Angela Fawcett (10) explica que son los lóbulos VI y VIIB del neocerebelo relacionados con el lenguaje los que se ven afectados por la dislexia, muy lejos de las regiones motoras y de equilibrio en el cerebelo y que la cadena causal ontogenética de la dislexia, que describe el desarrollo desde el nacimiento hasta los 8 años, deja claro que los déficits de equilibrio no están directamente relacionados con los déficits de lectura, porque involucran una ruta separada en la cadena causal. Por tanto, la hipótesis del déficit cerebeloso predeciría una mayor incidencia de dificultades de equilibrio en la dislexia, pero que no necesariamente se correlacionarían directamente con las dificultades de lectura.

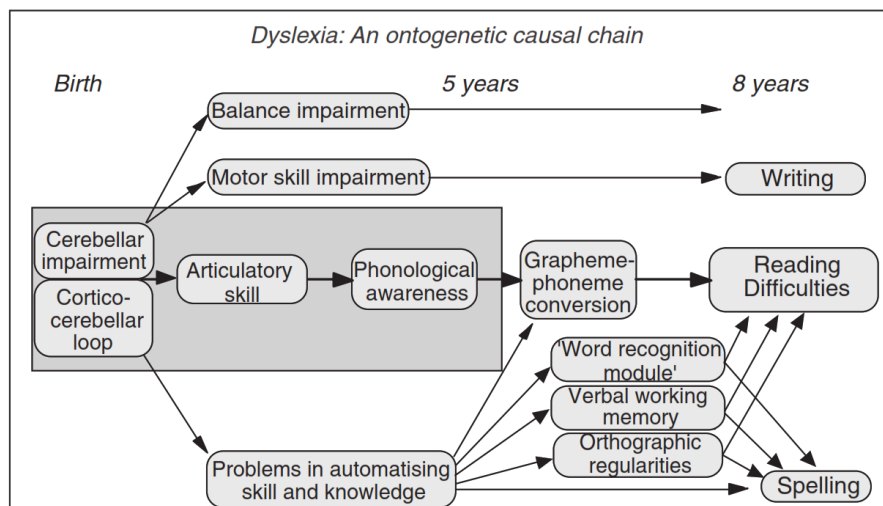


Figura 1 Cadena ontogénica causal de la dislexia (Fawcett AJ, 2011) (28)

Las dificultades de equilibrio habría que entenderlas mejor como síntomas de dislexia por un déficit de integración de estímulos múltiples por parte del cerebelo tal y como hemos explicado con anterioridad. Pueden identificarse

antes de que los niños aprendan a leer y por lo tanto, son particularmente útiles en las pruebas de detección de dislexia (28).

En respuesta a la teoría más clásica sobre la dislexia, centrada en el aspecto fonológico, numerosos estudios indican que la intervención fonológica de la dislexia combinada con el aprendizaje de las letras y la práctica de la lectura tiene una elevada evidencia y está ampliamente respaldada por la literatura científica (35).

Por el contrario, la investigación en otras formas de tratamiento es escasa y ofrece resultados contradictorios, llevando en ocasiones a la conclusión de que son métodos ineficaces. Entre estos métodos se encuentran la integración auditiva, el entrenamiento auditivo con soporte informático, la terapia visual, las gafas con diferentes filtros, el entrenamiento motor-perceptivo, las técnicas quiroprácticas, la integración sensorial, el método Davis, el neurofeedback, la musicoterapia y la educación musical o las dietas y los suplementos dietéticos (36).

Asumiendo la teoría de que existe relación entre el equilibrio, el control motor y las tareas cognitivas, diferentes autores han realizado experimentos evaluando, por un lado, cómo diferentes programas de ejercicios sensoriomotores y de control postural afectan a la madurez del sistema nervioso y, por otro lado, cómo este cambio está relacionado con las habilidades de aprendizaje por un lado y con la mejora en el control postural, la coordinación y el equilibrio en niños disléxicos por otro (37,17). Hay estudios que informan de una mejoría en estos aspectos y comentan que la plasticidad de la materia gris del cerebelo derecho y de la corteza premotora derecha podría ser la responsable de un desarrollo de la conectividad neural y por lo tanto de una mejora del control postural (38).

El estudio más controvertido hasta la fecha es el de Reynolds y sus colaboradores en el cual informan que los signos cerebelosos/ vestibulares mejoraron sustancialmente después de un programa de ejercicios denominado "Dyslexia, Dyspraxia and Attention Treatment" (DDAT) en un grupo de niños disléxicos con respecto a un grupo control. El DDAT es un programa de ejercicios de estimulación sensorial que incorpora terapia visomotora y vestibular a través de platos de equilibrio, ejercicios de tirar y

atrapar objetos, ejercicios de doble tarea y diferentes estiramientos y ejercicios de coordinación (39).

A partir de allí han sido numerosas las publicaciones (40,41,42) que han criticado el trabajo de Reynolds argumentando que su trabajo tiene numerosos errores metodológicos y estadísticos y que, por lo tanto, con los datos que el ofrece, no se puede afirmar que el programa de ejercicios que propone sea una forma eficaz y duradera de tratamiento para los niños con dificultades de lectura. Por otra parte, Bishop critica que el entrenamiento motor DDAT no mejora nada más que las habilidades entrenadas en los ejercicios (42).

La teoría cerebelosa según Reynolds no afirma que la presencia de deficiencias en las habilidades motoras sea una causa de las dificultades de lectura, sino que las tres rutas principales de las dificultades lectoras surgen de una fonología débil, una memoria de trabajo verbal débil y una automatización de habilidades ineficaz; todos los cuales se atribuyen al déficit cerebeloso.

Integrando la teoría de los reflejos primitivos como parte involucrada en los trastornos del desarrollo motor y las habilidades educativas, Mc Phillips valora la eficacia de un programa de intervención basado en replicar los movimientos generados por el sistema de reflejos primitivos durante la vida fetal y neonatal. Aporta evidencia de la relación entre las dificultades de lectura y el control del movimiento en niños con algún reflejo primitivo retenido, destacando que el desarrollo educativo del niño puede verse interferido por la persistencia de un sistema de neurodesarrollo temprano (el sistema de reflejos primitivos). Sugiere además, que su programa de ejercicios basados en la repetición de los movimientos reflejos primarios jugó un papel importante en la inhibición de estos reflejos y que la mejora lograda en la lectura en el grupo experimental de sus estudio a los que se les aplica un plan de ejercicios es clínica y estadísticamente significativa (43).

Habitualmente tanto los estudios de investigación como los tratamientos dirigidos a niños/as disléxicos se centran en el aspecto fonológico y las críticas realizadas por los diferentes autores al trabajo de Reynolds no proponen un programa alternativo de ejercicios que aborde los trastornos asociados a la dislexia desde la parte motora. El trabajo de Mc Philips supuso un cambio de

paradigma a la hora de abordar la dislexia y mostró resultados relevantes sobre la evolución de esta condición en niños, sin embargo, hasta la fecha de redacción de este trabajo, no se ha encontrado literatura científica que informe de intervenciones relacionando el aspecto motor, el cognitivo, los reflejos primitivos y la RMT en niños/as disléxicos que permitan reforzar la evidencia encontrada por Mc Philips.

Por otra parte, la RMT, desarrollada por el psiquiatra sueco Harald Blomberg, es un programa de ejercicios que se desarrolló con el objetivo de mejorar las habilidades que se ven afectadas por un reflejo persistente mediante la integración de los reflejos primitivos que el niño ya no necesita. Los ejercicios no requieren apenas equipamiento y se pueden realizar en casa (44). Familias con hijos con dificultades de desarrollo que participaron en un estudio el cual investigaba el uso de la RMT como intervención para la integración de los reflejos primitivos persistentes, encontraron que esta terapia era fácil de realizar dentro de su rutina diaria, que era rentable en la relación coste-efectividad y sin riesgos (45).

Por todo lo anterior se considera interesante y necesario seguir investigando la dislexia y sus trastornos asociados desde la parte motora integrando en su tratamiento los reflejos primitivos y la RMT para, de esta forma intentar disminuir sus consecuencias y proporcionar al niño/a con dificultades un mejor desarrollo cognitivo, motor, educativo, social y emocional.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis

Los niños/as disléxicos sometidos a un programa de entrenamiento motor fisioterápico basado en la RMT mejorarán el control motor, el equilibrio, la coordinación y la habilidad lectora.

Objetivos

Principal

Aplicar un programa de ejercicios basados en la RMT y analizar los efectos en la coordinación, control motor y habilidad lectora en niños/as con diagnóstico de dislexia.

Específicos del programa de ejercicios

- 1 Revisar la bibliografía existente sobre la fisiopatología de la dislexia en relación a la coordinación y control motor.
- 2 Mejorar la coordinación óculo manual, coordinación dinámica, control postural y equilibrio, organización latero espacial, control del "cuerpo propio", control segmentario, control motor durante el movimiento, motricidad fina, coordinación general y equilibrio estático.
- 3 Evaluar los efectos del programa de ejercicios sobre los reflejos primitivos (ATNR, STNR, TLR).
- 4 Describir los resultados obtenidos en relación a la habilidad lectora.
- 5 Valorar el grado de satisfacción del padre o la madre con la investigación.

3. METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Para alcanzar los objetivos propuestos se diseñó un estudio descriptivo y de intervención, de tipo longitudinal y prospectivo de una serie de casos en el que se busca la relación entre el entrenamiento motor, el control motor y la habilidad lectora en niños/as diagnosticados de dislexia.

Reclutamiento de sujetos

La muestra proviene de la Asociación de dislexia de Aragón, la cual mediante un comunicado interno entre los socios y por las redes sociales hacen llegar la información del estudio a realizar entre el 14 de enero y 1 de febrero de 2021. La selección de los participantes se realizó durante la primera quincena de febrero de 2021.

Criterios de selección de los sujetos

Criterios de inclusión:

- Niños/as diagnosticados previamente de dislexia.
- Edad entre 9 y 12 años.
- Coeficiente intelectual entre 85 y 115.

Criterios de exclusión:

- Haber sido sometido a un programa de entrenamiento motor previamente.

Tamaño de la muestra

Se envió un primer cuestionario con información para realizar la selección de la muestra ([Anexo 1](#)). De 17 familias que mostraron interés inicial por el estudio, solo 6 integraron la muestra final. Ninguna de ellas abandonó el estudio.

Variables

Variable independiente:

- Entrenamiento motor basado en la RMT

Variables dependientes:

Tabla 1 Variables según la prueba

Prueba	Variable
Estabilometría	Longitud de desplazamiento del COP (mm). Longitud media X. SD long X. Longitud media Y. SD long Y. Velocidad (m/s). Área (mm ²)
Test motor Ozeretski Guillmain	Coordinación óculo manual. Coordinación dinámica. Control postural y equilibrio. Organización latero espacial. Control del "cuerpo propio". Control segmentario
Test de lectura	Palabras leídas en 30 segundos y comprensión de la lectura
Cuestionario CTDC´07	Control motor durante el movimiento. Motricidad fina. Coordinación general
Reflejos primitivos	Reflejo tónico asimétrico del cuello (ATNR). Reflejo tónico simétrico del cuello (STNR). Reflejo tónico laberíntico (TLR)

Procedimiento

A las familias de los participantes seleccionados se les citó para una entrevista. En ella se explicó verbalmente a las madres y a los niños/as en qué consistía el estudio, la evaluación y el programa de ejercicios y se resolvió cualquier duda que pudieran tener. Se les entregó documentación escrita con los detalles del estudio ([Anexo 2](#)), los consentimientos informados para participar en el estudio ([Anexo 3](#)) y la autorización para la toma y grabación de imágenes ([Anexo 4](#)).

Posteriormente a la entrevista se solicitó tanto al padre como a la madre rellenar el cuestionario CTDC´07 para la detección de los problemas de coordinación donde se recogió información específica sobre la percepción que ambos progenitores tenían de la coordinación de su hijo/a previa a la intervención y que después de la intervención sirvió para objetivar la relación propuesta en los objetivos.

Una vez recibidos los cuestionarios se citó a cada uno de los participantes seleccionados y a sus familias en el Departamento de Biomecánica de la

Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza. Ese día entregaron los consentimientos informados firmados, se realizó la evaluación previa y se pautó el programa de ejercicios.

La evaluación se realizó en presencia de uno de los progenitores protocolizada de la siguiente manera:

1. Registro de la estabilidad del participante sobre la plataforma de presiones.
2. Descanso de 5 minutos.
3. Registro de la estabilidad del niño sobre plataforma estabilométrica a la vez que leía un texto. Registro de las oscilaciones del COP y de la cantidad de palabras leídas en 30 segundos.
4. Test motor de Ozeretski- Guillmain para valorar la coordinación y el control motor.
5. Evaluación de la presencia o ausencia de los siguientes reflejos primitivos de los niños/as:
 - a) ATNR y STNR
 - b) TLR
6. Explicación de la batería de ejercicios a realizar en el domicilio. Se entregó a las madres hojas explicativas de cada ejercicio y se les permitió grabar la explicación de los ejercicios con el fin de recordar las pautas para asegurarnos una correcta ejecución de los mismos en sus domicilios.

Se entregó a las familias una hoja de registro diario de los ejercicios realizados para que el padre o la madre apuntara los ejercicios realizados cada día, el tiempo invertido, las posibles incidencias que pudieran surgir y otras observaciones como; ejercicios que el niño evita, los que no se realizan correctamente, percepción de los padres y madres de la evolución en la ejecución de los ejercicios, cambios de conducta o cualquier otra circunstancia que los consideraran.

Terminado el programa se realizaron las mismas pruebas que al inicio. Se pasó de nuevo a los padres y madres el cuestionario CTDC '07 y una encuesta de satisfacción ([Anexo 5](#)).

Una vez analizados los resultados, a cada familia se le entregó un informe de los mismos antes y después de la intervención.

Material de evaluación

El **equilibrio** se evaluó mediante la plataforma estabilométrica E.P.S ("LorAn Engineering", Italia) la cual recoge las oscilaciones del COP corporal. Para ello se colocó a cada niño sobre dicha plataforma. En primer lugar, se hizo una evaluación con una diana visual situada a 1m de distancia. Posteriormente se hizo una adquisición a 100Hz mediante el software Biomech studio 2015 (versión 1.6.5961.27730, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España) a la vez que el niño/a leía un texto acorde con su edad, para de esta forma comprobar si se producía un desequilibrio al realizar una doble tarea motora. Cada adquisición duró 30 s.

El Test motor de Ozeretski- Guillmain (46) ([Anexo 6](#)) evalúa la **coordinación motora** en niños y adolescentes entre 4 y 16 años de edad mediante pruebas precisas y contrastadas de los elementos fundamentales de la motricidad y permite la obtención de la edad motora del individuo. En este estudio se realizaron las pruebas que evalúan la coordinación óculo manual, la coordinación dinámica, el control postural y equilibrio, la organización latero espacial, el control del "cuerpo propio", el control segmentario, el control motor durante el movimiento, la motricidad fina y la coordinación general.

Cada prueba está dividida por edades. El grado de dificultad de la tarea a realizar aumenta con la edad y existen unos criterios que determinan si la prueba es superada o no. Se solicita al niño/a que realice el ejercicio propuesto para su edad cronológica. Si cumple los criterios para considerarse superada, se evalúa la tarea correspondiente a una edad superior hasta que llega una actividad que no es capaz de ejecutar. Si la prueba correspondiente a su edad cronológica no la supera se realiza la de una edad inferior, hasta que es capaz de realizarla. De esta forma obtenemos la edad motora de los participantes.

Los materiales utilizados para esta prueba fueron:

- Una caja de cerillas.
- Una cuerda, un cordón.
- Un lápiz.

- Una pelota de 6 cm de diámetro y pelotas azul, verde y roja.
- Un cuadrado de 25 cm² dibujado en un papel que hacia los efectos de una diana.
- Hojas de papel de seda de 5 cm².
- Un banco de 40 cm de alto.
- Tarjetas en las que aparece una persona realizando gestos con ambas manos.
- Plantillas con laberintos para la evaluación de la coordinación óculo manual.

Los **reflejos primitivos** se evaluaron mediante los test propuestos por Sally Goddard (24).

Así el **RTL** se evaluó con el sujeto en bipedestación con los pies juntos y los brazos relajados sobre los costados. El RTL posterior se evaluó pidiendo al participante que mirara al techo y que cerrara los ojos. A los 5 segundos se le pidió volver a la posición de partida. Seguidamente se evaluó el RTL anterior pidiéndole que mirara al suelo y que cerrara los ojos. Se tomó como criterio para considerar que estaba activo un balanceo que llevaba a la pérdida de equilibrio.

El **RTAC** se evaluó con el participante en cuadrupedia. En esa posición se le giró de forma pasiva la cabeza primero hacia un lado y luego hacia el otro, manteniéndola 5 segundos en cada posición. Se consideró que el reflejo estaba activo hacia la derecha o hacia la izquierda cuando al girar la cabeza hacia ese lado el codo de la extremidad contralateral se flexionaba.

En la misma posición que el anterior, se evaluó el **RTSC**. Se puso un objeto a 30 cm de la cara del participante y se le pidió al paciente que lo siguiera con la mirada de forma que le obligara a realizar una flexo-extensión de la cabeza. Se consideró que el RTSC anterior estaba activo cuando al realizar la flexión de cabeza el participante flexionaba los brazos y extendía las rodillas. Se consideró que el posterior estaba activo cuando al obligarle a hacer extensión cervical el participante extendía los brazos y se le extendían las rodillas.

Cuestionario para la identificación del trastorno del desarrollo de la coordinación 2007 (CTDC´07). Versión en Español.

Se trata de un cuestionario ([Anexo 7](#)) que, a través de la información proporcionada por padres y madres, pretende identificar el desorden en el desarrollo de la coordinación en niños/as. Consta de 15 preguntas que se agrupan en tres factores. El primero hace referencia al control durante el movimiento, el segundo a la motricidad fina y escritura y el tercero a la coordinación en general (47).

Test de lectura

Se hizo leer a los participantes un texto del nivel lector de los participantes en el momento de la intervención. Se evaluó la velocidad pura de lectura contabilizando las palabras leídas en 30 s, restándole los fallos, reiteraciones u omisiones y multiplicándolo por dos para obtener el número de palabras por minuto (ppm) leídas (48).

Cronograma

De noviembre de 2020 a marzo de 2021 se hizo la revisión bibliográfica, se contactó con la Asociación de Disléxicos de Aragón y se realizó el diseño del estudio.

2 niños y una niña fueron evaluados y comenzaron el programa de ejercicios el 2 de marzo de 2021 y 3 niños fueron evaluados y comenzaron el programa de intervención el 3 de marzo de 2021.

Las revisiones se realizaron online. La primera fue a la semana del inicio del programa y a partir de allí, se pautaron cada semana o cada 2 semanas en función del apoyo que cada niño necesitaba para realizar los ejercicios. En ellas, las madres mostraban a sus hijos/as haciendo los ejercicios.

Se fueron corrigiendo los que no se realizaban correctamente y se atendieron las particularidades de cada niño, modificando, cambiando y añadiendo ejercicios en función de cómo iba evolucionando cada niño/a semanalmente. La duración total de la intervención fue de 11 semanas.

Los días 18 y 19 de mayo de 2021 se realizó la evaluación post intervención con el mismo procedimiento que al inicio. Se pasó de nuevo el cuestionario

CTDC '07 a las familias y la encuesta de satisfacción. El procesamiento y análisis de los mismos se realizó durante el mes de mayo.

Intervención fisioterápica

Se pautaron una serie de ejercicios físicos para evaluar su efecto en las variables descritas.

Ejercicios domiciliarios propuestos

1. Ciclista: 1 minuto.
 - Tumbado en el suelo pedaleando con círculos grandes estirando mucho las piernas hacia el techo y hacia abajo cerca del suelo.
 - Se debe hacer despacio.
 - El niño/a debe notar tensión en el cuello.
 - Barbilla cerca pecho sin levantar cabeza para estirar cuello. Si siente dolor que coloque manos debajo del culo.
2. Golpear cabeza contra almohada: 5 repeticiones.
 - Subir cabeza.
 - Dejarla caer contra una almohada.
3. Deslizarse sobre la espalda: 1 minuto
 - Niño/a hace un movimiento rítmico de arriba abajo impulsándose desde los pies o desde las rodillas.
4. Seguir un objeto que está enfrente de los ojos del niño/a en movimiento que le obliga a girar la cabeza de un lado a otro mientras se mece desde las rodillas.
5. Seguir un objeto que está enfrente de los ojos del niño/a mientras se balanceas a 4 patas
6. Mecerse en prono desde manos: 1 minuto
 - Manos a la altura de las orejas con las palmas sobre el suelo. La barbilla se lleva al pecho.
 - El niño/a se impulsa hacia arriba y hacia debajo de forma rítmica impulsándose con las manos.
 - Si no tiene fuerza con las manos se le deja que se impulse con los pies.
7. Mecerse a 4 patas:

- El niño/a se sienta sobre sus talones y estira los brazos hacia delante.
- Se impulsa con las manos hasta que la cabeza esta justo encima de sus manos.
- Luego se deja caer hasta sentarse sobre sus tobillos y rebotando hacia delante de nuevo.

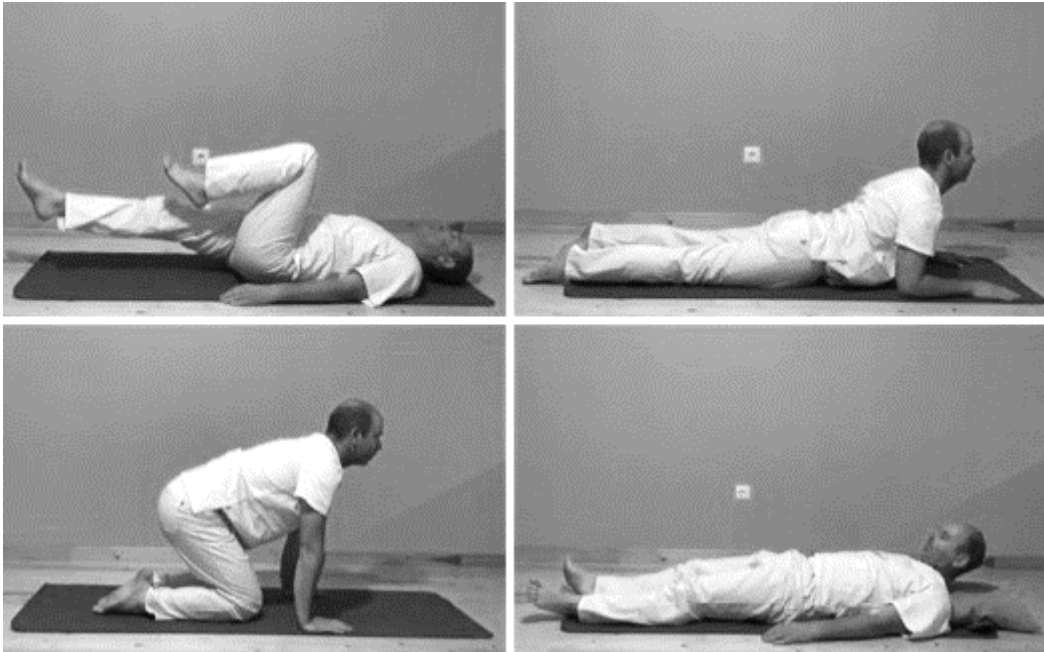


Figura 2 Ejemplos de los ejercicios

Aspectos éticos

La RMT es un programa de ejercicios no invasivo y no tiene riesgo alguno para la salud ni de los participantes ni de sus familiares.

Se solicitó el consentimiento expreso por parte del padre, madre o tutor legal para participar en el estudio.

La participación en el estudio fue voluntaria pudiendo los participantes abandonar los ejercicios e interrumpir la adhesión al estudio cuando quisieran.

En la sala de biomecánica nunca hubo más de 4 personas (2 investigadores, el participante y uno de sus progenitores) y se siguieron todos los protocolos establecidos por la Universidad de Zaragoza en materia de prevención contra la COVID-19.

Se aportó Certificado negativo de Delitos de naturaleza Sexual tal y como establece la Ley Orgánica 1/1996 obligatorio para todos los profesionales que trabajan en contacto habitual con menores.

Todos los datos recogidos, los archivos en papel, los documentos de consentimiento informado, y los cuestionarios se custodiaron y se trataron tal y como establece el REGLAMENTO (UE) 2016/679 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos.

Se siguió el protocolo de principios éticos de investigación de la declaración de Helsinki y se obtuvo el dictamen favorable del Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón (CEICA) C.I. PI21/087 ([Anexo 8](#)).

Recogida de los datos

Los consentimientos informados fueron recogidos previo a la intervención y fueron archivados.

En el **Cuestionario CTDC´07** se les solicitó a los padres y madres de los participantes que puntuaran entre 1 y 5 y según su percepción cada una de las habilidades que evalúa este test.

En la prueba de **estabilometría** se registraron antes y después de la intervención con diana visual y leyendo un texto los siguientes datos:

- Longitud (mm) de desplazamiento del COP.
- Longitud media (mm) y desviación típica en el eje X.
- Longitud media (mm) y desviación típica en el eje Y
- Velocidad (m/s) de desplazamiento del COP.
- Área (mm²) dentro de la cual se desplaza el COP.

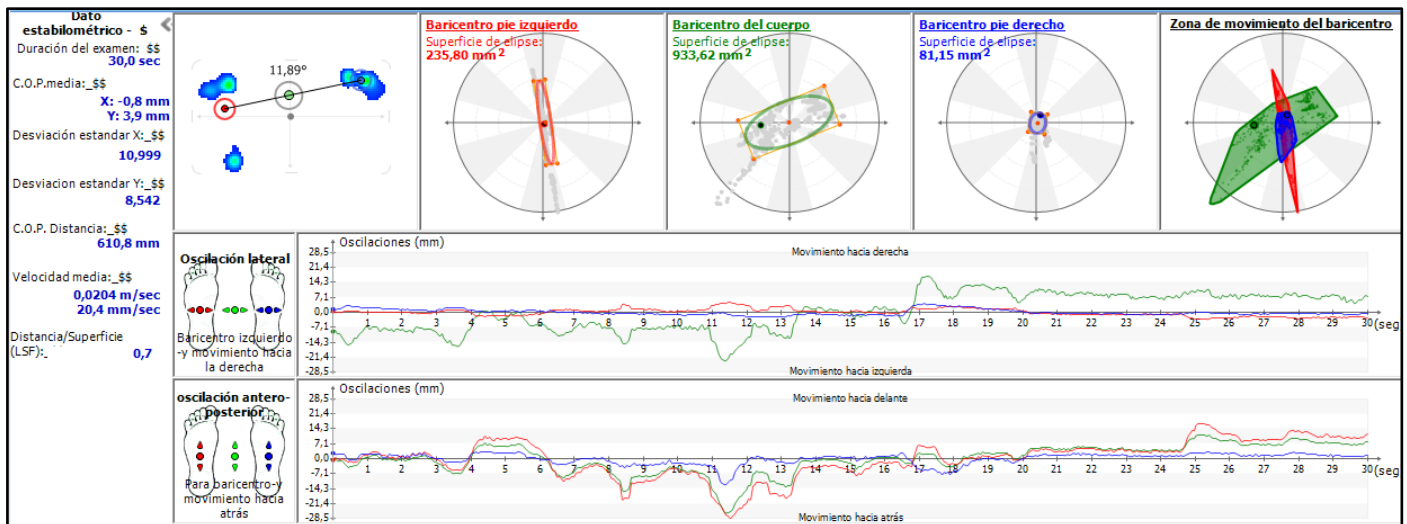


Figura 3 Prueba estabilométrica

Estos datos fueron registrados por el software propio de la plataforma desarrollado por la Universidad de Zaragoza "Biomech Studio 2015 versión 1.6.5961.27730".

A través del **Test motor de Ozeretski- Guillmain**, se determinó si la edad motora del paciente en cada una de las habilidades que describe el test era superior, igual o inferior a su edad cronológica.

Con respecto a los **reflejos primitivos** se registró "positivo" o "negativo" en función de si el reflejo estaba presente (activo) o no.

Análisis estadístico

Los datos fueron recogidos en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft office profesional plus 2016, Microsoft Inc., EEUU). Para el análisis de los datos se utilizó el Software IBM SPSS versión 25 (SPSS®IBM® Corporation, Nueva York, EEUU).

En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables analizadas de cada uno de los participantes en el estudio antes y después de realizar el programa de ejercicios, de tal forma que se puedan comprender las respuestas individuales al mismo.

Para el análisis inferencial se calcularon las medias y medianas, las desviaciones típicas y los rangos intercuartílicos de todas las variables (estabilometría, test motor de Ozeretski- Guillmain, número de palabras leídas por minuto, integración de los reflejos primitivos) así como el intervalo de confianza para la media (al 95%) de las medidas realizadas en los dos

momentos experimentales (Pre y Post); y en el caso de las variables de estabilidad postural en las dos situaciones experimentales (con diana visual y leyendo un libro).

En primer lugar, se comprobó la normalidad por medio del test de Shapiro Wilks. Teniendo en cuenta que ninguna variable siguió una distribución normal (y las muestras son pequeñas), se llevó a cabo un análisis no paramétrico. Por ello, se realizó una prueba de Wilcoxon para comprobar si existían diferencias significativas para comprobar la influencia del programa de ejercicios (Pre-Post); y en el caso de la estabilometría para comprobar la influencia de la lectura (diana visual – leyendo).

Además, para las variables del test de Ozeretski- Guillmain, se calculó el tamaño del efecto de Cohen (ES) para las comparaciones por pares (d) entre el momento pre y post programa de intervención, y se clasificaron los efectos como pequeños (ES $d = 0,2-0,5$), moderados (ES $d = 0,5-0,8$) o grandes (ES $d >0,8$).

En el caso del cuestionario de satisfacción, en cada ítem se empleó una escala de Likert para recoger las respuestas y se van a mostrar las frecuencias absolutas y los porcentajes de las respuestas a los 15 ítems que componían el Cuestionario de satisfacción.

4. RESULTADOS

Análisis descriptivo

Participante 1

Varón de 10 años y 11 meses.

Tabla 2 Datos Estabilometría participante 1

Prueba	Mirando a una diana visual		Leyendo	
	Antes	Después	Antes	Después
Estabilométrica				
Longitud (mm)	272.8	178.5	258.8	200
Velocidad (m/s)	0.0091	0.006	0.0086	0.0067
Área (mm²)	93.9	160.06	102.88	116.15

Tal y como vemos en la tabla 2, en la estabilometría, tras la intervención, cuando el participante miraba a una diana visual, su COP se desplazó menos y a una velocidad menor, sin embargo, las oscilaciones que tuvo fueron de mayor amplitud aumentando de esta forma el área sobre el que osciló.

Cuando leía, la longitud del desplazamiento del COP, la velocidad de desplazamiento y el área sobre el que osciló fueron mayor en la evaluación post intervención.

Test de lectura

El número de palabras por minuto (ppm) que leyó fue de 38 y de 52 palabras en la evaluación pre y post intervención respectivamente.

Evaluación de los reflejos primitivos

A lo largo de la intervención el RTAC y el RTSC se negativizaron. El RTL se hizo positivo tanto en la flexión como en la extensión.

Test de Ozeretski-Guillmain

Antes de la intervención, la edad motora del participante en Coordinación óculo manual, control postural y equilibración y control segmentario fue inferior a su edad cronológica.

Después de la intervención la edad motora de la coordinación óculo manual y el control segmentario se igualaron a su edad cronológica. Además, hubo

una mejoría significativa en cuanto al control postural y equilibración, donde se obtuvo una edad motora superior a su edad cronológica.

Por otra parte, el participante presentó en la evaluación pre intervención una coordinación dinámica por encima de su edad cronológica que incluso mejoró después de la intervención.

La edad motora de la organización latero espacial tanto antes como después de la intervención fue la misma que su edad cronológica.

Por último, el participante presentó un buen control del propio cuerpo obteniendo la máxima puntuación tanto antes como después de la intervención.

Cuestionario CTDC ´07

Tanto la madre como el padre de este participante encontraron que su hijo había mejorado tras la intervención en las tres habilidades que valora este cuestionario; control durante el movimiento, motricidad fina/ escritura y coordinación general.

Participante 2

Varón de 11 años y 3 meses.

Tabla 3 Datos Estabilometría participante 2

Prueba	Mirando a una diana visual		Leyendo	
	Antes	Después	Antes	Después
Estabilométrica				
Longitud (mm)	156.4	166	119.8	147.9
Velocidad (m/s)	0.0052	0.0055	0.004	0.0049
Área (mm²)	28.23	34.96	21.41	28.9

En este caso vemos en la tabla 3, como los valores obtenidos en la evaluación post intervención son mayores en las 3 mediciones.

Test de lectura

El número de ppm que leyó fueron de 64 palabras antes y de 90 palabras en la evaluación post intervención.

Evaluación de los reflejos primitivos

Antes de la intervención los reflejos RTAC y RTSC eran positivos mientras que el RTL era negativo. Después, el RTSC en flexión fue negativo y se había positivizado el RTL en extensión.

Test de Ozeretski-Guillmain

El día de la evaluación pre intervención el participante tenía una edad cronológica de 11 años y 3 meses. Su edad motora no varió mucho antes y después de la intervención. Así, encontramos que era inferior a su edad cronológica para las pruebas de coordinación óculo manual (8 años), coordinación dinámica (8 años) y control postural y equilibración (5 años). Después de la intervención se obtuvo una edad motora de 9, 9 y 5 años respectivamente.

La edad motora para la prueba de control segmentario fue igual a su edad cronológica antes y después de la intervención.

En la prueba de organización latero espacial su edad motora antes fue de 12 años mientras que después fue de 11 años.

En la prueba de control del propio cuerpo se obtuvo la máxima puntuación (20) antes y después de la intervención.

Cuestionario CTDC '07

La percepción de las madres, fue que su hijo había mejorado en las 3 pruebas que evalúa el cuestionario; Control durante el movimiento, Motricidad fina/ escritura y coordinación general.

Participante 3

Mujer de 10 años y 5 meses.

Tabla 4 Datos Estabilometría participante 3

Prueba	Mirando a una diana visual		Leyendo	
	Antes	Después	Antes	Después
Estabilométrica				
Longitud (mm)	229.7	304.5	270.3	247.2
Velocidad (m/s)	0.0077	0.0101	0.009	0.0082
Área (mm ²)	184.33	115.65	429.13	80.51

En la tabla 4 se ve como el participante después de la intervención y mirando a una diana visual osciló más y a una velocidad mayor, pero sobre un área menor que antes.

Por otra parte, observamos cómo después de la intervención osciló menos y un área mucho menor después de la intervención mientras leía un texto.

Test de lectura

El número de palabras por minuto (ppm) que leyó fue de 50 y 110 palabras antes y después de la intervención respectivamente.

Evaluación de los reflejos primitivos

Antes de la intervención los reflejos RTAC y RTL de la participante eran positivos y ambos se negativizaron durante la intervención. El RTSC fue negativo tanto en la evaluación pre intervención como en la post intervención.

Test de Ozeretski-Guillmain

Para las pruebas de coordinación dinámica y control postural y equilibración la edad motora fue menor a su edad cronológica tanto antes como después y no varió.

La coordinación oculomotora, el control segmentario y la organización latero espacial mejoraron con la intervención. Las dos primeras pese a que mejoraron, seguían estando por debajo de su edad cronológica y la tercera después de la intervención se igualó a su edad cronológica.

Cuestionario CTDC´07

La percepción de la madre fue que su hija había empeorado en el control durante el movimiento. Según ella la coordinación general era igual y mejoró en motricidad fina/escritura.

Participante 4

Varón de 12 años y 10 meses.

Tabla 5 Datos Estabilometría participante 4

Prueba	Mirando a una diana visual		Leyendo	
	Antes	Después	Antes	Después
Estabilométrica				
Longitud (mm)	366.9	389.7	610.8	1730
Velocidad (m/s)	0.0122	0.013	0.0204	0.0577
Área (mm²)	271.99	694.9	933.62	2934.29

Este participante fue en general más inestable después de la intervención que antes, destacando la prueba de lectura donde osciló mucho más y sobre un área mucho mayor después de la intervención tal y como vemos en la tabla 5.

Test de lectura

El número de palabras por minuto (ppm) que leyó fue de 28 y de 52 palabras en la evaluación pre y post intervención respectivamente.

Evaluación de los reflejos primitivos

Los tres reflejos evaluados en la investigación eran positivos antes de la intervención. Después de la misma se negativizaron el RTSC en extensión y el RTL.

Test de Ozeretski-Guillmain

La edad motora fue menor a la edad cronológica para las pruebas coordinación óculo manual, coordinación dinámica, control postural y equilibración, organización latero espacial y control segmentario, antes y después de la intervención, aunque con mejoría en todas ellas excepto en la coordinación óculo manual que se mantuvo igual antes y después.

En la prueba de control del propio cuerpo se obtuvo un valor de 2 puntos sobre 20 que se mantuvo igual después de la intervención.

Cuestionario CTDC ´ 07

La madre percibió que su hijo ha mejorado en los 3 ítems del cuestionario; control durante el movimiento, motricidad fina/ escritura y coordinación general.

Participante 5

Varón de 11 años y 2 meses.

Tabla 6 Datos Estabilometría participante 5

<i>Prueba</i>	<i>Mirando a una diana visual</i>		<i>Leyendo</i>	
	Antes	Después	Antes	Después
<i>Estabilométrica</i>				
<i>Longitud (mm)</i>	115.4	131.9	147.4	122.3
<i>Velocidad (m/s)</i>	0.0038	0.0044	0.0049	0.0041
<i>Área (mm²)</i>	19.83	51.36	95	51.88

En este caso encontramos que el participante después de la intervención era más inestable cuando miraba a una diana visual que antes, sin embargo, cuando leía un texto osciló menos y en un área menor después que antes de la intervención tal y como muestra la tabla 6.

Test de lectura

El número de ppm que leyó fue de 64 y de 84 palabras en la evaluación pre y post intervención respectivamente.

Evaluación de los reflejos primitivos

Este participante tenía los tres reflejos evaluados negativos tanto antes como después de la intervención.

Test de Ozeretski-Guillmain

Antes de la intervención el participante presentaba una edad motora inferior a su edad cronológica para la coordinación oculomotora, coordinación dinámica, control segmentario y organización latero espacial. Los resultados de las 4 pruebas mejoraron después de la intervención, igualándose las 3 primeras a la edad cronológica.

El control postural y equilibración no varió, siendo superior a su edad cronológica.

Para el control del propio cuerpo antes de la intervención se obtuvo la máxima puntuación de 20 puntos y después de la intervención el participante cometió un error y obteniéndose una puntuación de 19.

Cuestionario CTDC ´ 07

La madre del participante consideró que su hijo había mejorado en control durante el movimiento y en la motricidad fina/escritura pero que había empeorado en coordinación general.

Participante 6

Varón de 11 años y 4 meses.

Tabla 7 Datos Estabilometría participante 6

Prueba	Mirando a una diana visual		Leyendo	
	Antes	Después	Antes	Después
Estabilométrica				
Longitud (mm)	196.9	100.7	151.2	93.6
Velocidad (m/s)	0.0066	0.0034	0.005	0.0031
Área (mm²)	138.06	9.05	62.14	13.66

En este participante observamos que fue mucho más estable después de la intervención tanto mirando a una diana visual como leyendo, lo destacable en este caso es que antes de la intervención, cuando leyó el texto era más estable que mirando a una diana visual (tabla 7).

Test de lectura

El número de palabras por minuto (ppm) que leyó fue de 44 y de 100 palabras en la evaluación pre y post intervención respectivamente.

Evaluación de los reflejos primitivos

Antes de la intervención se encontró positivo el RTAC y el RTL posterior. Después de la intervención el único que permaneció positivo fue el RTAC izquierdo.

Test de Ozeretski-Guillmain

La edad motora antes de la intervención fue menor que la edad cronológica para la coordinación óculo motora, la coordinación dinámica, el control

postural y la equilibración, la organización latero espacial y el control segmentario.

Después de la intervención la coordinación óculo manual, la coordinación dinámica y el control segmentario se igualaron a la edad cronológica. El control postural y equilibración no varió y la organización latero espacial mejoró hasta situarse por encima de su edad cronológica.

Con respecto al control del propio cuerpo se obtuvo la máxima puntuación en ambas evaluaciones.

Cuestionario CTDC ´07

La madre del participante consideró que su hijo después de la intervención había empeorado en el control durante el movimiento pero que había mejorado tanto en la motricidad fina/escritura y coordinación general.

Análisis inferencial

Efecto del entrenamiento y la lectura en la estabilometría

Todos los resultados se muestran en la tabla 8. Si se comparan, en primer lugar, los valores "con diana visual" y "con lectura", se observa que en la longitud del trazo, la velocidad de desplazamiento (tanto en el Pre como en el Post) y en la desviación del eje X (sólo en el Post), se produjo una disminución de los valores (tanto en la media como en la mediana). En las longitudes medias y en el Área de desplazamiento (tanto en el Pre como en el Post), se produjo un aumento de los valores.

Si se comparan, en segundo lugar, los valores "Pre" y "Post", se observa que: Con diana visual: Disminuyeron las medianas de la Longitud del trazo, de la Velocidad de desplazamiento y del Área de desplazamiento; mientras que, aumentaron las longitudes medias y las desviaciones típicas de ambos ejes. Con lectura de un texto: sólo aumentó la mediana en la Longitud media del eje X; mientras que disminuyeron los valores en el resto de las variables (en Velocidad de desplazamiento la mediana no varió; sí disminuyó la media).

También se comprueba, en todos los casos, que hubo mucha variabilidad en las medidas.

En las pruebas de significación sólo se obtuvieron diferencias significativas en una de las medidas (Longitud media del Eje Y - Pre).

Tabla 8 Comparación en la Prueba estabilométrica

Prueba estabilométrica	Condición experimental		P
	Con diana visual	Con lectura de un libro	
Longitud de trazo (mm)			
Pre	196,9 (115,4)	151,2 (131,0)	0,686
Post	166,0 (125,2)	147,9 (115,7)	0,345
p	0,686	0,225	
Longitud media - Eje X			
Pre	0,50 (4,50)	0,60 (3,20)	0,498
Post	2,10 (3,15)	3,30 (2,55)	0,080
p	0,686	0,104	
Desviación típica - Eje X			
Pre	1,87 (3,29)	2,28 (3,85)	0,500
Post	2,14 (2,83)	1,42 (1,17)	0,500
p	0,345	0,138	
Longitud media - Eje Y			
Pre	-6,30 (4,30)	-4,90 (4,05)	0,043
Post	-5,50 (3,70)	-5,00 (4,90)	0,102
P	0,686	0,854	
Desviación típica - Eje Y			
Pre	1,53 (1,57)	2,29 (1,46)	0,686
Post	2,06 (1,64)	1,90 (2,59)	0,500
p	0,893	0,500	
Velocidad de desplazamiento del centro de presiones			
Pre	0,007 (0,004)	0,005 (0,004)	0,686
Post	0,006 (0,004)	0,005 (0,004)	0,343
p	0,686	0,221	
Área en la que se desplaza el centro de presión			
Pre	93,9 (137,2)	95,0 (224,2)	0,500
Post	51,4 (115,9)	51,9 (77,1)	0,225
p	0,686	0,225	
Mediana (Rango intercuartílico)		Prueba de Wilcoxon	

Efecto del entrenamiento en el test de Ozeretski- Guillmain

En un principio se procedió a calcular la edad cronológica de cada niño/a en el momento de realizar las pruebas (tanto Pre como Post). En cada prueba se anotó la "edad motora" del participante en función del resultado obtenido. Dado que no en todas las pruebas se obtuvo una edad motora cuantitativa (">12", "<6", ...) se procedió a establecer dos categorías como resultado de cada prueba: "Menor edad motora que cronológica" y "Mayor o igual edad motora que cronológica".

Tabla 9 . Resultados Pre-Post en las pruebas de Ozeretski-Guillmain

Medida "Pre"	Medida "Post"		P
	Menor nº (%)	Igual o mayor nº (%)	
Coordinación óculo manual			
Menor	3 (50,0%)	3 (50,0%)	0,083
Igual o mayor	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
Coordinación dinámica			
Menor	3 (50,0%)	2 (33,3%)	0,157
Igual o mayor	0 (0,0%)	1 (16,7%)	
Control postural, equilibración			
Menor	4 (66,7%)	1 (16,7%)	0,317
Igual o mayor	0 (0,0%)	1 (16,7%)	
Organización latero espacial			
Menor	2 (33,3%)	2 (33,3%)	0,564
Igual o mayor	1 (16,7%)	1 (16,7%)	
Control del propio cuerpo			
Menor	1 (16,7%)	0 (0,0%)	1,000
Igual o mayor	0 (0,0%)	5 (83,3%)	
Control segmentario			
Menor	2 (33,3%)	3 (50,0%)	0,083
Igual o mayor	0 (0,0%)	1 (16,7%)	

Frecuencia absoluta (Porcentaje)

Prueba de Wilcoxon

En la tabla 9 se pueden observar los resultados obtenidos. En la prueba de **Coordinación óculo-manual**, inicialmente, los 6 participantes mostraron una Edad motora por debajo de su Edad cronológica; y, en la medida "Post", 3 de ellos siguieron mostrando la Edad motora por debajo de la cronológica, pero los otros 3 ya mostraron una edad motora igual o mayor que la cronológica. Es decir, hubo una mejora de tres participantes (el 50%). Aunque no hubo diferencias significativas el tamaño del efecto si fue moderado (0.500)

Por su parte, en la prueba de **Coordinación dinámica**, inicialmente, hubo 5 participantes que mostraron una edad motora por debajo de la edad cronológica y sólo un participante que estaba igual o por encima de su edad

cronológica. Y, en la medida Post, hubo 3 que seguían estando por debajo de su edad cronológica y 3 que estaban igual o por encima de la edad cronológica (una que ya estaba desde el principio y dos que mejoraron). Tampoco se observaron diferencias pese a que el tamaño del efecto fue medio (0,408).

Además, en la prueba de **Control postural y equilibración**, se dio una situación inicial similar a la anterior; con la diferencia, en este caso, de que en la medida "Post" sólo mejoró un participante, que se sumó al que permanecía con edad motora igual o por encima de la cronológica. No hubo diferencias significativas y el tamaño del efecto fue pequeño (0,289).

En cuanto a la prueba de **Organización latero espacial**, se dio la situación más llamativa debido a que hubo un caso que "empeoró" en la prueba Post. Inicialmente, cuatro casos mostraron una edad motora inferior a la cronológica y dos casos la mostraron igual o superior. De los cuatro casos que estaban por debajo de su edad cronológica, en la medida Post, dos de ellos mejoraron y los otros dos siguieron por debajo; lo curioso es que, de los dos que inicialmente estaban igual o por encima de su edad cronológica, al volverles a hacer la prueba (en la medida Post), un caso presentó una edad motora por debajo de la cronológica. Es decir, mejoraron dos casos y empeoró un caso. No se obtuvieron diferencias significativas, obteniendo un tamaño del efecto pequeño (0,167).

En la prueba de **Control del propio cuerpo**, se observa que no hubo diferencias entre la situación Pre y la Post. Los cinco casos que inicialmente presentaban una edad motora por debajo de su edad cronológica, en la medida Post sucede lo mismo. Tampoco cambió de forma significativa el único caso que inicialmente presentaba una edad motora igual o mayor que la edad cronológica.

Por último, en la prueba de **Control segmentario**, se observa que hay tres casos que mejoraron entre la medida Pre y la Post. Inicialmente había 5 casos con edad motora inferior a la edad cronológica; de los cuales, tres pasaron a tener una edad motora igual o mayor a la cronológica en la medida Post. No hubo cambio, al final, en el único caso que inicialmente presentaba una edad motora igual o mayor a la edad cronológica. Tampoco, en este caso, se obtuvieron diferencias significativas, aunque el tamaño del efecto fue moderado (0,500).

Efecto del entrenamiento en el número de palabras por minuto leídas

Tal y como se ve en la tabla 10, los pacientes leyeron 33 palabras por minuto más tras el tratamiento (en la mediana, la diferencia es de 40 palabras por minuto). También se comprueba que no hay mucha variabilidad en ambas medidas (coeficientes de variación que no superan el 30%) y que hay diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 10 Comparación en el número de palabras leídas por minuto Pre-Post tratamiento

	Medida		
	Pre	Post	P
nº de palabras por minuto	48,0 (14,4) [32,9; 63,1]	81,3 (24,4) [55,7; 106,9]	0,028
	47,0 (28,5)	87,0 (50,5)	
Media (Desv.Típica) [I.C. media al 95%]			
Mediana (Rango intercuartílico)		Prueba de Wilcoxon	

Efecto del entrenamiento en los Reflejos primitivos

En la tabla 11 se observa que, en los seis reflejos, hubo un incremento de los casos "Negativos" tras el tratamiento. No obstante, en ningún caso el incremento fue significativo.

Tabla 11 Comparación de los Reflejos primitivos Pre-Post

	Medida		
	Pre	Post	P
RTAC Izquierdo			
Negativo	1 (16,7%)	3 (50,0%)	0,157
Positivo	5 (83,3%)	3 (50,0%)	
RTAC Derecho			
Negativo	1 (16,7%)	4 (66,7%)	0,083
Positivo	5 (83,3%)	2 (33,3%)	
RTSC Flexión			
Negativo	3 (50,0%)	5 (83,3%)	0,157
Positivo	3 (50,0%)	1 (16,7%)	
RTSC Extensión			
Negativo	3 (50,0%)	5 (83,3%)	0,157
Positivo	3 (50,0%)	1 (16,7%)	

RTL Flexión			
Negativo	4 (66,7%)	5 (83,3%)	0,564
Positivo	2 (33,3%)	1 (16,7%)	
RTL Extensión			
Negativo	1 (16,7%)	3 (50,0%)	0,157
Positivo	5 (83,3%)	3 (50,0%)	

Frecuencia absoluta (Porcentaje)

Prueba de Wilcoxon

Efecto del entrenamiento en el cuestionario CTDC ´07

Tanto la media como la mediana, aumentaron en la medida "Post" respecto a la medida "Pre" tal y como se observa en la tabla 12. También se comprueba que no hubo mucha variabilidad en ambas medidas en las tres subescalas (coeficientes de variación que no superan el 38%) y que solo hubo diferencias estadísticamente significativas en la subescala de la "Motricidad fina".

Tabla 12 . Comparación en las subescalas del Cuestionario CTDC ´07 Pre-Post tratamiento

	Medida		
	Pre	Post	P
Control durante el movimiento	16,1 (3,7) [12,7; 19,5] 15,0 (5,0)	17,3 (3,7) [13,8; 20,7] 16,0 (5,0)	0,228
Motricidad fina	8,3 (2,5) [6,0; 10,6] 8,0 (2,0)	10,4 (3,0) [7,7; 13,2] 10,0 (2,0)	0,017
Coordinación general	11,4 (4,3) [7,5; 15,4] 9,0 (9,0)	12,7 (3,5) [9,5; 15,9] 12,0 (5,0)	0,171

Media (Desv.Típica) [I.C. media al 95%]

Mediana (Rango intercuartílico) Prueba de Wilcoxon

Análisis de las respuestas al Cuestionario de satisfacción

Tal y como se observa en la tabla 13 existió una gran satisfacción con el programa, la información dada y el interés del investigador, aunque solo a un 33,3% la duración del programa de intervención les pareció corta y otros tantos se mostraron totalmente de acuerdo en continuar haciendo los ejercicios.

Un 66,7% pensó que los ejercicios habían tenido efectos beneficiosos en la coordinación, control motor, equilibrio y en el rendimiento escolar y todos volverían a participar en el estudio.

Tabla 13 Respuestas al Cuestionario de satisfacción

Ítem	Respuesta				
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
	nº (%)	nº (%)	nº (%)	nº (%)	nº (%)
Recomendaría el programa de ejercicios	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	1 16,7%	5 83,3%
El investigador se mostró interesado en la evolución de mi hijo/a	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	6 100,0%
Recibí la información adecuada sobre cómo realizar los ejercicios	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	6 100,0%
Continuaremos realizando los ejercicios, una vez terminado el estudio	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	4 66,7%	2 33,3%
Estoy satisfecho/a con el trato recibido	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	6 100,0%
Estoy satisfecho/a con el programa de ejercicios	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	6 100,0%
Estoy satisfecho/a con la duración del estudio	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	3 50,0%	3 50,0%
Hemos seguido el programa de ejercicios tal y como se nos indicó	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 33,3%	4 66,7%
En general, mi hijo/a está mejor que cuando empezamos el programa de entrenamiento	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	3 50,0%	3 50,0%
Los ejercicios han tenido efectos beneficiosos en la coordinación	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 33,3%	4 66,7%
Los ejercicios han tenido efectos beneficiosos en el control motor	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 33,3%	4 66,7%
Los ejercicios han tenido efectos beneficiosos en el equilibrio	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 33,3%	4 66,7%
El rendimiento escolar de mi hijo/a ha mejorado desde el inicio del programa	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	2 33,3%	4 66,7%
La duración del programa de intervención ha sido corta	0 0,0%	1 16,7%	1 16,7%	2 33,3%	2 33,3%
Si tuviera que volver a elegir participaría de nuevo en el estudio	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	0 0,0%	6 100,0%

5. DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue analizar los efectos de un programa de ejercicios basados en la RMT en la coordinación, control motor y habilidad lectora en niños/as diagnosticados de dislexia. Salvo en la habilidad lectora, los resultados no mostraron mejorías significativas. No obstante, el tamaño del efecto fue considerable en varias de las pruebas realizadas, lo que nos sugiere que en una muestra más grande podrían obtenerse mejoras estadísticamente significativas en las demás habilidades. Los resultados de esta investigación, mostraron las dificultades de los participantes a la hora de mantener el equilibrio mientras leían un texto, lo que concuerda con la teoría del déficit cerebeloso con la que se explica las dificultades de los niños disléxicos a la hora de realizar una doble tarea motora tal y como afirma Milena Rakuk en su estudio (49).

Además, es importante señalar que después del entrenamiento los participantes reaccionaron antes a los desequilibrios, oscilando en un área menor. Si relacionamos esto con las ppm léidas podemos ver que antes de la intervención la lectura podría haber sido para los participantes un proceso secundario jerárquicamente con respecto al mantenimiento del equilibrio, otorgando mayor importancia a este acto que a leer, motivo por el cual su nivel lector podría haber sido menor al que por edad les correspondería.

En concordancia con los hallazgos de Nathalie Goulème (17) el entrenamiento produjo una mejoría del control del equilibrio lo que podría haber permitido a los participantes otorgar más importancia a la lectura leyendo de esta forma más ppm probablemente gracias a una mejor integración de estímulos múltiples por parte del cerebelo. Esta hipótesis concuerda con los hallazgos de Reynolds en un estudio en el que evalúa un tratamiento basado en un programa de ejercicios en las dificultades de la lectura (39) encontrando mejoría en el grupo intervención con respecto al grupo control.

La coordinación fue valorada objetivamente a través del test de Ozeretski-Guillmain, y de una forma perceptiva, más subjetiva, mediante el test CTDC´07. Las diferencias que se encontraron antes y después no permitieron afirmar que el programa de entrenamiento tenga efecto en esta habilidad. Fueron varias familias las que a modo de comentario dijeron no tener criterio para hacer una evaluación realista del cuestionario CTDC´07 debido a que las

medidas destinadas a la prevención del contagio de la COVID-19 habían impedido a sus hijos/as jugar con normalidad. Esto podría ser la razón por la que la única habilidad que mostró una mejoría significativa es la de la motricidad fina, que implica habilidades que se realizan en casa, como la escritura o las manualidades. A esto se le suma el poco tiempo que los padres y madres disponían para poder realizar esta valoración.

En la relación entre los reflejos primitivos y los trastornos motores, Ewa Z. Gieysztor encontró (32) que cuanto más severos son los reflejos primitivos encontrados en los niños/as, mayores deficiencias motoras presentaban lo que sugiere la relación entre ambos aspectos. En el presente estudio solo se evaluaron los reflejos primitivos relacionados con las habilidades motoras. Un reflejo primitivo negativo puede significar que el sujeto haya integrado con anterioridad ese reflejo o puede suceder que no se haya desarrollado todavía. Esto podría explicar porque dos participantes presentaron un reflejo positivo después de la intervención que antes era negativo.

Secuencialmente, durante el proceso de desarrollo, cuando un reflejo primitivo se integra, da lugar a otro que proporcionará una nueva habilidad motora (45). Esta secuencia cronológica de desarrollo e integración de los diferentes reflejos, sugiere la idea de que, si los participantes tenían otros reflejos positivos antes de la intervención, que a su edad deberían estar integrados, si se hubieran evaluado y programado un programa de intervención específico para ellos, posiblemente los reflejos que permanecieron positivos se hubieran integrado. A este respecto Robert Melillo (50) puso a prueba un programa de ejercicios en la reducción de los reflejos primitivos existentes y evaluó la relación con la función motora, encontrando después de un programa de 12 semanas mejoría tanto en las habilidades motoras como en las cognitivas. Sin embargo, hay una falta de literatura que relacione los reflejos primitivos el aspecto cognitivo y el aspecto motor.

Sarlós (37), evaluó la madurez del sistema nervioso de una muestra de niños/as con problemas de aprendizaje a través de la evaluación de los reflejos primitivos, encontrando relación entre ellos. Mc. Philips (43) en este aspecto arroja evidencia de la relación entre las dificultades en la lectura y las dificultades de control de movimiento en niños y subraya cómo el rendimiento escolar de los niños puede estar relacionado con la interferencia

de un sistema de desarrollo neurológico temprano (el sistema de reflejos primitivos). En nuestra muestra los 6 participantes integraron al menos un reflejo primitivo probablemente relacionado con la mejora en el equilibrio, que permitió a los participantes dedicar más recursos a la lectura del texto y aumentando por lo tanto el número de ppm.

A pesar de que la dislexia es un síndrome crónico, la revisión de la literatura realizada en este trabajo muestra su relevancia y la importancia de su buen abordaje para conseguir disminuir sus repercusiones en distintos ámbitos. Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados se centran poco en el tratamiento físico y su efectividad sobre los síntomas motores que la acompañan. Por otro lado, estos estudios presentan diferencias metodológicas y de tratamiento que hacen complicado las comparaciones entre sí y con este estudio.

Futuras investigaciones deben salvar las limitaciones de esta en cuanto a la metodología, analizando una muestra más amplia y estableciendo un grupo control. Se deberán evaluar todos los reflejos primitivos y establecer nuevos criterios que permitan relacionar de forma directa el programa de ejercicios con la mejora en las habilidades estudiadas. Los datos obtenidos fueron procesados sin tener en cuenta otras variables que pudieron afectar a los resultados, como el simple hecho de la dificultad que supone trabajar con niños/as o la falta de recogida de variables emocionales. Esto, junto con el sesgo del investigador principal debido a la falta de experiencia con el manejo de los test son limitaciones que se deberán tener en cuenta.

El proceso de integración de los reflejos primitivos del neonato da lugar a una transición de una respuesta refleja del tronco del encéfalo a una respuesta controlada corticalmente. Sin embargo, este proceso solo se da si el sistema nervioso central se ha desarrollado adecuadamente (32). Los bebés prematuros o que no han tenido un correcto desarrollo fetal podrían encontrar dificultades a la hora de integrar los reflejos en los primeros meses de vida produciendo los trastornos motores descritos. Por este motivo hubiera sido interesante recoger datos como si el niño/a nació a término y la forma en que nació (parto vaginal, cesárea, etc...).

La metodología utilizada en este estudio puede ser utilizada en otras investigaciones para estudiar los efectos del ejercicio terapéutico en pacientes

que bien por el deterioro progresivo de la edad avanzada o bien por patologías específicas, cursan con un deterioro físico y cognitivo. Además, conocida la relación entre las habilidades físicas y cognitivas con el sistema temprano de neurodesarrollo y las habilidades educativas, sería interesante valorar introducir el programa de ejercicios propuesto en los colegios a través de la educación física para facilitar el correcto desarrollo psicomotor y educativo de los niños/as.

6. CONCLUSIONES

1. El programa de ejercicios produjo mejoría en la estabilidad de los participantes y en su habilidad lectora.
2. Se encontró abundante bibliografía que estudia la relación entre la dislexia, la coordinación y el control motor, pero poca que además integre los reflejos primitivos como parte involucrada.
3. No se produjeron mejorías en la coordinación y el control motor, pero sí en la motricidad fina.
4. Se produjo un aumento en el número de reflejos primitivos negativos.
5. Los participantes leyeron más palabras por minuto.
6. Se obtuvo una alta satisfacción por parte de las madres con el estudio realizado.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Gialluisi A, Andlauer TFM, Mirza-Schreiber N, Moll K, Becker J, Hoffmann P, et al. Genome-wide association study reveals new insights into the heritability and genetic correlates of developmental dyslexia. *Mol Psychiatry*. 2020;1-14.
2. McArthur G, Castles A. Helping children with reading difficulties: some things we have learned so far. *NPJ Sci Learn*. 2017;2:1-4.
3. Zuppardo L, Antonio D, Fuentes R, Serrano Chica FD. Evaluación de los efectos del tratamiento de rehabilitación de la autoestima y del comportamiento en un grupo de pacientes diagnosticados con dislexia y disortografía. Tesis Doctoral. Universidad de Granada; 2020.
4. Learning Disabilities: Second Edition: From Identification to Intervention [Internet]. [citado 23 de noviembre de 2020]. Disponible en: <https://www.guilford.com/books/Learning-Disabilities/Fletcher-Lyon-Fuchs-Barnes/9781462536375>.
5. Wagner RK, Zirps FA, Edwards AA, Wood SG, Joyner RE, Becker BJ, et al. The Prevalence of Dyslexia: A New Approach to Its Estimation. *J Learn Disabil*. 2020;53(5):354-65.
6. Lyon GR, Shaywitz SE, Shaywitz BA. A Definition of Dyslexia. Vol. 53, *Annals of Dyslexia*. Springer New York LLC; 2003. p. 1-14.
7. Gouleme N, Gerard CL, Bui-Quoc E, Bucci MP. Spatial and temporal analysis of postural control in dyslexic children. *Clin Neurophysiol*. 2015;126(7):1370-7.
8. Schmalz X, Altoè G, Mulatti C. Statistical learning and dyslexia: a systematic review. *Ann Dyslexia*. 2017;67(2):147-62.
9. Baumann O, Borra RJ, Bower JM, Cullen KE, Habas C, Ivry RB, et al. Consensus Paper: The Role of the Cerebellum in Perceptual Processes. *Cerebellum*. 2015;14(2):197-220.
10. Fawcett AJ. Balance and reading are separate symptoms of dyslexia. *Dev Med Child Neurol*. 2011 Apr;53(4):294-5.

11. Bucci MP, Gerard CL, Bui-Quoc E. The effect of a cognitive task on the postural control of dyslexic children. *Res Dev Disabil.* 2013;34(11):3727-35.
12. Legrand A, Bui-Quoc E, Doré-Mazars K, Lemoine C, Gérard C-L, Bucci MP. Effect of a dual task on postural control in dyslexic children. *PLoS One.* 2012;7(4):e35301.
13. Pozzo T, Vernet P, Creuzot-Garcher C, Robichon F, Bron A, Quercia P. Static postural control in children with developmental dyslexia. *Neurosci Lett.* 2006;403(3):211-5.
14. Pia Bucci M, Bui-Quoc E, Gerard CL. The Effect of a Stroop-like Task on Postural Control in Dyslexic Children. *PLoS One.* 2013;8(10).
15. Fawcett A, Nicolson R. Dyslexia: The Role of the Cerebellum. *Electron J Res Educ Psychol.* 2004; v2:35-58.
16. Legrand A, Bui-Quoc E, Doré-Mazars K, Lemoine C, Gérard CL, Bucci MP. Effect of a dual task on postural control in dyslexic children. *PLoS One.* 2012;7(4):35301.
17. Goulème N, Gérard CL, Bucci MP. The effect of training on postural control in dyslexic children. *PLoS One.* 2015;10(7).
18. Viana AR, Razuk M, de Freitas PB, Barela JA. Sensorimotor Integration in Dyslexic Children under Different Sensory Stimulations. *PLoS One.* 2013;8(8):72719.
19. Stoodley CJ, Fawcett AJ, Nicolson RI, Stein JF. Impaired balancing ability in dyslexic children. *Exp Brain Res.* 2005;167(3):370-80.
20. Konczak J, Schoch B, Dimitrova A, Gizewski E, Timmann D. Functional recovery of children and adolescents after cerebellar tumour resection. *Brain.* 2005;128(Pt 6):1428–1441.
21. Rae C, Lee MA, Dixon RM, Blamire AM, Thompson CH, Styles P, et al. Metabolic abnormalities in developmental dyslexia detected by 1H magnetic resonance spectroscopy. *Lancet.* 1998;351(9119):1849-52.
22. Eckert MA, Leonard CM, Richards TL, Aylward EH, Thomson J, Berninger VW. Anatomical correlates of dyslexia: Frontal and cerebellar findings. *Brain.* 2003;126(2):482-94.

23. Ashburn SM, Flowers DL, Napoliello EM, Eden GF. Cerebellar function in children with and without dyslexia during single word processing. *Hum Brain Mapp.* 2020;41(1):120-38.
24. Bilbilaj DS, G DA, S DF. Measuring Primitive Reflexes in Children with Learning Disorders. *Eur J Multidiscip Stud.* 2017;5(1):285.
25. Damasceno A, Delicio AM, Mazo DFC, Zullo JFD, Scherer P, Ng RTY, et al. Primitive reflexes and cognitive function. *Arq Neuropsiquiatr.* 2005;63(3 A):577-82.
26. Pecuch A, Gieysztor E, Telenga M, Wolańska E, Kowal M, Paprocka-Borowicz M. Primitive reflex activity in relation to the sensory profile in healthy preschool children. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(21):1-16.
27. Melillo R, Leisman G, Mualem R, Ornai A, Carmeli E. Persistent Childhood Primitive Reflex Reduction Effects on Cognitive, Sensorimotor, and Academic Performance in ADHD. *Front Public Heal.* 2020;8:684.
28. Fawcett AJ. Balance and reading are separate symptoms of dyslexia. *Dev Med Child Neurol.* 2011 Apr;53(4):294-5.
29. Crispiani P, Mountstephen M, Palmieri E. Early Markers of Executive Functions and Their Relation to Dyslexia: Cross Patterns and the Level of Initial Activation. *Asia Pacific J Dev Differ.* 2019;6(1):115.
30. Baumann O, Borra RJ, Bower JM, Cullen KE, Habas C, Ivry RB, et al. Consensus Paper: The Role of the Cerebellum in Perceptual Processes. *Cerebellum.* 2015;14(2):197-220.
31. McPhillips M, Jordan-Black JA. Primary reflex persistence in children with reading difficulties (dyslexia): A cross-sectional study. *Neuropsychologia.* 2007;45(4):748-54.
32. Gieysztor EZ, Choińska AM, Paprocka-Borowicz M. Persistence of primitive reflexes and associated motor problems in healthy preschool children. *Arch Med Sci.* 2018;14(1):167-73.
33. Blythe SG. Releasing educational potential through movement: A summary of individual studies carried out using the INPP test battery and

developmental exercise programme for use in schools with children with special needs. *Child Care Pract.* 2005;11(4):415-32.

34. Pecuch A, Gieysztor E, Telenga M, Wolańska E, Kowal M, Paprocka-Borowicz M. Primitive reflex activity in relation to the sensory profile in healthy preschool children. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(21):1-16.

35. Volkmer S, Galuschka K, Schulte-Koerne G. Early identification and intervention for children with initial signs of reading deficits - A blinded randomized controlled trial. *Learn Instr.* 2019; 59:1-12.

36. Ripoll Salceda JC, Aguado Alonso G. Effectiveness of interventions for the treatment of dyslexia: A review | Eficacia de las intervenciones para el tratamiento de la dislexia: Una revisión. *Rev Logop Foniatr y Audiol.* 2016;36(2):85-100.

37. Sarlós E. Influence of Sensorimotor Exercises on Learning Abilities. En: Chova, LG and Martinez, AL and Torres, IC, editor. *ICERI2018 Proceedings.* 2018. p. 10511-8. (ICERI Proceedings; vol. 1).

38. Mohamed Abd El-Kafy E, El-Basatiny HMYM. Effect of postural balance training on gait parameters in children with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014;93(11):938-47.

39. Reynolds D, Nicolson RI, Hambly H. Evaluation of an exercise-based treatment for children with reading difficulties. *Dyslexia.* 2003;9(1):48-71.

40. Snowling MJ, Hulme C. A critique of claims from Reynolds, Nicolson & Hambly (2003) that DDAT is an effective treatment for children with reading difficulties - «Lies, damned lies and (inappropriate) statistics?» *Dyslexia.* 2003; 9(2):127-33.

41. Rack JP, Snowling MJ, Hulme C, Gibbs S. No evidence that an exercise-based treatment programme (DDAT) has specific benefits for children with reading difficulties. *Dyslexia.* 2007 May;13(2):97-104; discussion 105-9.

42. Bishop DVM. Curing dyslexia and attention-deficit hyperactivity disorder by training motor co-ordination: Miracle or myth? *J Paediatr Child Health.* 2007;43(10):653-5.

43. McPhillips M, Hepper PG, Mulhern G. Effects of replicating primary-reflex movements on specific reading difficulties in children: A randomised, double-blind, controlled trial. *Lancet*. 2000;355(9203):537-41.
44. Blomberg H. *Terapia de movimiento rítmico: Movimientos que curan*. 3ª ed. 2012. 204 p.
45. Grigg TM, Fox-Turnbull W, Culpan I. Retained primitive reflexes: Perceptions of parents who have used Rhythmic Movement Training with their children. *J Child Heal Care*. 2018;22(3):406-18.
46. González Fernández, Francisco Tomás. (2018). *Intervención educativa en Psicomotricidad. Planificación, evaluación y recursos*.
47. Salamanca L, Naranjo M, Gonzalez A, Giraldo B, Guerrero I, Letts A. *Cuestionario Para La Identificación Del Trastorno Del Desarrollo De La Coordinación 2007 - Versión En Español (Ctdc´07)*. Univ Autónoma Manizales. 2011;2007:8.
48. Ripoll Salceda JC, Tapia Montesinos MM, Aguado Alonso G. Reading rate in spanish-speaking students: A meta-analysis. *Rev Psicodidact*. 2020;25(2):158-65.
49. Razuk M, Lukasova K, Bucci MP, Barela JA. Dyslexic children need more robust information to resolve conflicting sensory situations. *Dyslexia*. 2020;26(1):52-66.
50. Melillo R, Leisman G, Mualem R, Ornai A, Carmeli E. Persistent Childhood Primitive Reflex Reduction Effects on Cognitive, Sensorimotor, and Academic Performance in ADHD. *Front Public Heal*. 2020;8:431835.

8. ANEXOS

[Anexo 1: Cuestionario con información para realizar la selección de la muestra](#)

[Anexo 2: Documento explicativo del estudio](#)

[Anexo 3: Consentimiento informado](#)

[Anexo 4: Autorización para la toma de imágenes](#)

[Anexo 5: Encuesta de satisfacción](#)

[Anexo 6: Test motor Ozeretski-Guillmain](#)

[Anexo 7: Cuestionario CTDC´07](#)

[Anexo 8: Dictamen favorable CEICA](#)