

Programa polimotor de capacidades coordinativas sobre la memoria de trabajo en escolares de Onzaga, Santander*

Multimotor program for coordinative abilities on working memory in schoolchildren from Onzaga, Santander

Programa multimotor para habilidades coordinativas na memória de trabalho em escolares de Onzaga, Santander

<https://doi.org/10.15332/2422474X.10199>

Artículos

Juan Diego Ramírez-Martínez¹

Héctor Reynaldo Triana-Reina²

Recibido: 14/02/2024

Evaluado: 26/04/2024

Aceptado: 10/05/2024

Citar como:

Ramírez-Martínez, J. D., & Triana-Reina, H. R. (2024). Programa polimotor de capacidades coordinativas sobre la memoria de trabajo en escolares de Onzaga, Santander. *Cuerpo, Cultura Y Movimiento*, 14(2), 29-44
<https://doi.org/10.15332/2422474X.10199>



Resumen

El desarrollo motor grueso (DMG) y la memoria de trabajo (MT) son habilidades distintas que pueden activar áreas cerebrales similares, sin embargo, esta es una dualidad que poco se ha estudiado a profundidad. El objetivo de este

* Artículo de investigación. No financiada. Sin vinculación con grupo o semillero de investigación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.

¹ Profesional en cultura física deporte y recreación, Estudiante Maestría en Pedagogía de la Cultura Física, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. Correo electrónico: juan.ramirez21@uptc.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1343-5965>

² Magíster en Motricidad – Desarrollo Humano. Docente del programa de Cultura Física, Deporte y Recreación de la Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: hector triana@usta.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6334-7082>

artículo es identificar el efecto de un programa polimotor de capacidades coordinativas sobre la MT en escolares de una institución educativa pública. El estudio cuasi experimental de dos brazos (GI y GC) en ocho semanas fue realizado en 40 escolares de ambos sexos (8 a 11 años). El DMG fue medido con la prueba T3js y la MT por los cubos de Corsi. La edad media fue 9.67 ± 0.95 años. Se observó una relación positiva en el GI entre DMG (T3js7) y MT (Spam 6) (McNemar = 6109, $p < 0.05$). La intervención de un programa polimotor de capacidades coordinativas en la MT identificó que la conducción de balón (T3js7), al parecer, presenta una mayor implicación en la memorización de series de cubos, lo que podría ser utilizado como una estrategia desde la educación física.

Palabras clave: cubos de Corsi, desarrollo motor grueso, educación física, habilidades motoras, T3js.

Abstract

Gross motor development (GDM) and working memory (WM) are different skills that can activate similar brain areas, a duality that has not been studied in depth. Objective: to identify the effect of a multimotor program of coordinative abilities on WM in schoolchildren from a public educational institution. The quasi-experimental study of 2 arms (GI and CG) in 8 weeks was carried out in 40 schoolchildren of both sexes (8 to 11 years). DMG was measured with the T3js test and MT by Corsi cubes. The mean age was 9.67 ± 0.95 years. A positive relationship was observed in the GI between DMG (T3js7) and MT (Spam 6) (McNemar = 6109, $p < 0.05$). The intervention of a multi-motor program of coordinative abilities in MT, identified that ball driving (T3js7) apparently presents a greater involvement in the memorization of series of cubes, which could be used as a strategy from Physical Education.

Keywords: Corsi cubes, gross motor development, physical education, motor skills, T3js.

Resumo

O desenvolvimento motor grosso (DMG) e a memória de trabalho (MT) são habilidades diferentes que podem ativar áreas cerebrais semelhantes, uma dualidade que não foi estudada em profundidade. Objetivo: identificar o efeito de um programa multimotor de habilidades coordenativas na MO em escolares de uma instituição pública de ensino. O estudo quase experimental de 2 braços (GI e GC) em 8 semanas foi realizado em 40 escolares de ambos os sexos (8 a 11 anos). O DMG foi medido com o teste T3js e o MT com cubos de Corsi. A média de idade foi de $9,67 \pm 0,95$ anos. Foi observada relação positiva no GI entre DMG (T3js7) e MT (Spam 6) (McNemar = 6109, $p < 0,05$). A intervenção de um programa multimotor de habilidades coordenativas em MT, identificou que a condução da bola (T3js7) aparentemente apresenta maior envolvimento na

memorização de séries de cubos, o que poderia ser utilizado como estratégia da Educação Física.

Palavras-chave: cubos de Corsi, desenvolvimento motor grosso, educação física, habilidades motoras, T3js.

Introducción

El desarrollo motor es un aspecto importante y trascendental para el crecimiento de los niños, los procesos de maduración y la adquisición de habilidades motrices (Rosa et ál., 2018). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2006), el desarrollo motor en la primera infancia es un factor fundamental que incide de manera positiva en el crecimiento y bienestar, lo que permite una adecuada transición hacia las siguientes etapas. Sin embargo, un factor que posiblemente altera la adecuada maduración en los procesos de desarrollo son los trastornos de coordinación. Gillberg y Kadesjö (2010) los definen como aquellos trastornos neuromotores que se generan en edades tempranas, caracterizados por presentar una coordinación por debajo de los estándares esperados para la edad, que llegan a afectar la motricidad fina, la motricidad gruesa (MG) o, en dado caso, llegan a afectar las dos. La Fundación Británica Dyspraxia Foundation plantea que la prevalencia de trastornos de coordinación oscilan entre el 1 al 10 % con respecto al continente americano; por su parte, la Asociación Americana de Pediatría presenta un índice entre el 5 al 6 %, estimando que al menos uno de cada veinte niños presenta trastornos de coordinación (Naranjo y Salamanca, 2015).

Dado lo anterior, y sabiendo que los procesos motores son importantes dentro de la esfera que compone al ser humano, la manera en la que se expresan los movimientos lleva a generar un medio de interacción con el entorno (Mendieta et ál., 2017), y para que esto sea posible, se necesita de la interrelación entre los procesos mentales y los físicos; a este componente se le conoce como psicomotricidad, la cual se caracteriza por la relación entre los procesos psíquicos y motrices que llevan a la comprensión del movimiento humano mediante connotaciones psicológicas que van más allá de lo biomecánico, entendiendo el movimiento como un factor de desarrollo y expresión en relación con su entorno (León Castro et ál., 2021). Por lo tanto, el desarrollo de la motricidad influye positivamente en el movimiento espontáneo, expresión y relación con el contexto, y permite la construcción multidimensional de respeto hacia su propio cuerpo y el de los demás (Mendieta et ál., 2017). De esta manera, Pacheco (2015) expone que la psicomotricidad utiliza el medio corporal para el desarrollo en las diferentes dimensiones de los sujetos, como la motora, afectivo-social, comunicativo-lingüística e intelectual-cognitivo.

En un estudio realizado por Rigoli et ál. (2012), los autores mostraron que la capacidad psicomotora, modelada como una variable manifiesta, estaba relacionada indirectamente con el rendimiento académico general, el cual estuvo mediado por la memoria de trabajo (MT), modelada como una variable latente, siendo esta una función básica que permite el almacenamiento de la información de manera temporal. Para que esto suceda se requiere de registros sensoriales que ayudan en los procesos de razonamiento, resolución de problemas y planificación. La MT se encuentra en el lóbulo frontal del cerebro, que es activado al presentarse nueva información, la cual se debe mantener durante un tiempo determinado para solucionar un problema en el momento en que se presenta (Caranqui y Vinuesa, 2022). Por lo tanto, los procesos mentales dependen de una amplia gama de habilidades para la creación de vías de aprendizaje, respuestas ante estímulos y respuestas ante los diferentes desafíos del exterior.

Es importante enfatizar que, para efectos educativos y dentro de la amplitud de procesos mentales, la MT es esencial para la ejecución de funciones, como lo son el almacenamiento y la manipulación temporal de la información, necesaria para llevar a cabo tareas cognitivas como el aprendizaje, el razonamiento y la comprensión (Alloway, 2007). Dado lo anterior, Campo (2010) considera que el desarrollo físico en la infancia es la base para el desarrollo psicológico, aunque estos aspectos sean independientes, de esta manera, el desarrollo motor se presenta como un puente entre el desarrollo físico y el psicológico, ya que necesita de los músculos, nervios, sistemas relacionados y las capacidades sensorio-perceptivas para la ejecución de movimientos acordes a los problemas que presenta el entorno, lo que permite evidenciar una relación positiva entre el desarrollo motor en función de la edad con el desarrollo cognitivo y del lenguaje.

Entendiendo la importancia del desarrollo motor dentro de los procesos físicos y mentales, las edades tempranas son el momento idóneo para sentar la base y estimular de manera apropiada las capacidades coordinativas, sin embargo, el panorama real ofrece todo lo contrario. La OMS informa que más de 200 millones de niños sobreviven, pero no logran desarrollar todas sus potencialidades humanas debido a la ineficiencia de sus condiciones sociales y socioeconómicas —como la adecuada nutrición, cuidados afectuosos y el estímulo de las capacidades coordinativas en edades tempranas—, que dificultan el buen desempeño académico, la mejora de la salud y la participación en sociedad.

Además, la OMS refiere que en el 60 % de los niños menores de 6 años, el desarrollo psicomotor presenta una baja estimulación, lo cual puede condicionar un mayor retraso, situación que se presenta con mayor prevalencia en el área rural (Román y Calle, 2017). La estimulación temprana hace referencia al conjunto de acciones que permiten potencializar las capacidades físicas, mentales y

psicosociales en los niños mediante la repetición constante y sistemática de los estímulos. Esta estimulación fomenta el desarrollo motor y cognitivo en los niños debido a la plasticidad cerebral para la adquisición de aprendizajes, creandomejores respuestas para adaptarse a los diferentes entornos y situaciones (Esteves-Fajardo et ál., 2018).

Se debe tener presente la importancia de la estimulación temprana, dados los procesos decadentes que se generan de no ser aplicada. Por lo tanto, los procesos de desarrollo motor se ven afectados y pueden generar trastornos de coordinación por falta de estimulación en edades tempranas. Estos trastornos, que están dados por la falta de desarrollo y adquisición de habilidades motrices, desencadenan una serie de problemas a nivel físico, específicamente afecciones como desequilibrios musculares, riesgo de osteopenia, obesidad y baja tolerancia a la actividad física; desde el punto de vista socioafectivo, disminución en la motivación, aislamiento; y en la salud mental, problemas conductuales (Naranjo y Salamanca, 2015).

En un estudio llevado a cabo por Harris et ál. (2015), encontraron que los niños que presentan trastorno en el desarrollo de coordinación tienen más prevalencia de sufrir ansiedad y depresión; de hecho, los síntomas depresivos presentan una relación de 5:1 con respecto a los niños típicos. Sumado a estos problemas, la aptitud física se ve comprometida, hay hipermovilidad de las articulaciones y mayor posibilidad de padecer problemas de sobrepeso y obesidad, lo que trae consigo problemas psicosociales.

La estimulación temprana debe ser una parte fundamental dentro de los procesos de la coordinación motriz y la MT, y los estímulos se pueden generar a partir de un programa polimotor, que tiene como función el desarrollo multilateral de los niños mediante la aplicación de diversos estímulos que permiten el enriquecimiento de habilidades básicas motoras con predominio del sistema nervioso y propioceptivo (Castañeda, 2018). Diversos estudios permiten observar la influencia que tienen estos programas en habilidades condicionales y algunos en los procesos coordinativos (Ochoa, 2019; Uscategui, 2019; Castañeda, 2018).

Una revisión sistemática llevada a cabo por Xue et ál. (2019) reportó que intervenciones de 6 semanas o más de ejercicio, realizadas en niños y adolescentes en el área escolar, tenían una influencia positiva sobre las funciones ejecutivas (control inhibitorio, MT y flexibilidad cognitiva). En este sentido, Jiménez et ál. (2013) indican que la educación física y la escuela son el medio idóneo para el desarrollo físico, motor y cognitivo de los niños y jóvenes que acuden a estos centros educativos, resaltando la importancia que tiene esta área en la mejora de la aptitud física y el desempeño motor. A pesar de esto, la relación o aporte que tiene un programa polimotor enfocado al desarrollo de las capacidades coordinativas sobre la MT no ha sido reportada ampliamente, lo que genera la necesidad de

profundizar más en este aspecto. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es identificar el efecto de un programa polimotor de capacidades coordinativas sobre la MT en escolares de una institución educativa pública (IEP), basado en la hipótesis que se plantea con relación a la mejora de la MT a partir de la intervención de un programa polimotor de capacidades coordinativas.

Métodos

Un diseño experimental no aleatorizado de dos brazos (grupo de intervención [GI] y control [GC]) fue ejecutado con 40 escolares de ambos sexos, en edades entre 8 y 11 años, pertenecientes a los grados 3, 4 y 5 de primaria de la IEP Nuestra Señora de Fátima de la Sede Camilo Forero Reyes, en Onzaga (Santander, Colombia). Fueron excluidos los escolares con discapacidad física y cognitiva, así como aquellos con enfermedades crónicas no trasmisibles clínicamente diagnosticadas, como la diabetes de tipo 1 o 2, enfermedades cardiovasculares, autoinmunes y el cáncer u otra condición que genere limitaciones en la realización de actividades físicas.

El estudio siguió los principios éticos reconocidos internacionalmente en la Declaración de Helsinki (1975) y recibió la aprobación del Comité de Currículo del programa Maestría en Pedagogía de la Cultura Física de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sesión No. 04 del 2023. Para realizar la intervención se explicó, previamente y de manera detallada, el objetivo y su ejecución, tanto a los padres de familia o responsables del menor, como a los escolares. Se obtuvo la aprobación firmada mediante el consentimiento y asentimiento informado, junto con un reporte de salud indicando las condiciones iniciales del menor. Además, se contó con la aprobación de las directivas de la institución educativa.

Procedimiento

El estudio fue realizado en 3 fases durante 12 semanas (3 meses). En la fase 1 y 3 se realizaron las mediciones y pruebas físicas y cognitivas, durante una semana cada una; en la fase 2 se realizó la intervención del programa polimotor durante 10 semanas, con una frecuencia de 3 sesiones por semana con una intensidad de 1 hora por sesión. Para el desarrollo de las fases se contó con profesionales en el área de la educación física, previamente capacitados en la estandarización de las mediciones y las pruebas a realizar, así como para la ejecución de la intervención. Las fases fueron realizadas de la siguiente manera:

Fase 1. Evaluación antropométrica, motora y cognitiva

Para todos los escolares se tuvo en cuenta el registro de las mediciones de forma inicial. Se registraron las variables antropométricas siguiendo los protocolos de la

Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, por sus siglas en inglés) (Esparza-Ros et ál., 2019). La estatura (cm) fue registrada mediante tallímetro marca seca®206 de 0 a 220 cm con precisión de 1 mm, con el participante en posición de pie y sin calzado, respetando el plano de Frankfort (Carmenate Milián et ál., 2014). El peso (kg) fue registrado en la báscula Health oMeter Professional® 597KL con capacidad de 227 kg y 0.1 kg de precisión. Mediante estas variables se calculó el estado nutricional a partir del Índice de Masa Corporal (IMC) (kg/m^2). Se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Z-score publicados por la OMS (WHO, 2006). Se consideró normopeso todo valor entre -1y +1 DE, y exceso de peso (sobrepeso + obesidad) para los valores ubicados por encima de +1 DE (De Onis y Lobstein, 2010; Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Evaluación motora. Prueba de coordinación motriz 3JS

Para determinar la coordinación motriz gruesa se utilizó la prueba T3js, que permitió evaluar desde una perspectiva criterio-cualitativa estas habilidades, donde el evaluador requiere de agudeza visual para establecer el desempeño de cada uno de los participantes en las 7 pruebas. Los valores de calificación van dentro de un rango de 1 a 4, donde 1 corresponde a un desarrollo bajo y 4 a un desarrollo óptimo de coordinación. De acuerdo con el protocolo establecido y validado para el desarrollo de la prueba (Cenizo Benjumea et ál., 2016), los participantes debían realizarla de manera ininterrumpida, respetando el orden de ejecución, constituido de la siguiente manera: saltos sobre vallas, salto con giro (360°), lanzamiento de pelota de tenis, golpeo de balón con el pie, carrera, bote (driblin) y conducción de balón.

La coordinación motriz (CM) es la suma de las 7 tareas o pruebas que buscan evaluar dos ramas importantes en este aspecto. Por un lado, se encontraba la coordinación dinámica general que evaluaba pruebas de locomoción (carrera, saltos sobre vallas y salto con giro). Por otro lado, se encontraba la coordinación visomotora que fue evaluada mediante pruebas de control de objetos (lanzamientos, bote, golpeo y conducción) (Cenizo Benjumea et ál., 2019).

Evaluación cognitiva. Memoria de trabajo (MT)

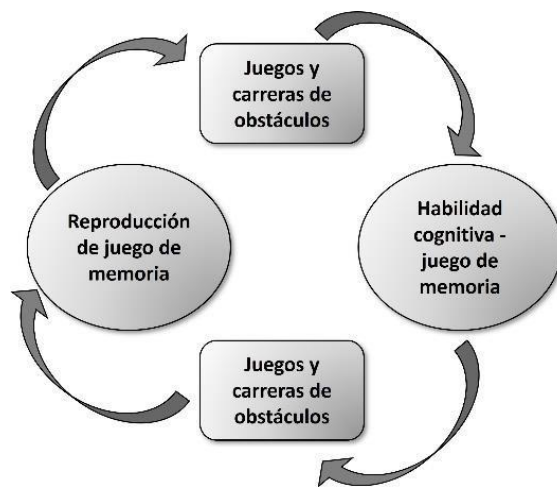
Fue evaluada mediante la prueba de cubos de Corsi. Esta consiste en utilizar 10 cubos de color azul ($3 \times 3 \text{ cm}$) enumerados de 0 a 9 en una de sus caras, siendo visible solo para el evaluador. Estos se colocan sobre una zona rectangular, ubicados de manera aleatoria, en donde el participante debe tocar cada uno de los cubos indicados por el evaluador en orden inverso a la secuencia señalada, es decir, del último al primero. El intervalo para la presentación de los cubos, que realiza el evaluador al participante, es de 1 segundo; las series que muestran los cubos inician

con 2 y van aumentando de uno en uno por serie hasta 10; posteriormente, se mantiene el mismo número de cubos cambiando la secuencia (Guevara et ál., 2014).

Fase 2. Programa polimotor

Consiste en la realización de diversas tareas enfocadas a la mejora del Desarrollo Motor Grueso (DMG) y MT, con el propósito de aportar una amplia gama de habilidades motoras dentro del desarrollo y crecimiento de los escolares (Ochoa, 2019). El esquema del programa polimotor estuvo basado, inicialmente, en la ejecución de juegos coordinativos y pruebas de obstáculos, con variedad en la realización de las actividades que demandaban la habilidad de los escolares; posteriormente, se generaban juegos de habilidad cognitiva que exigían la memorización de objetos para completar rompecabezas, secuencias de imágenes, números y palabras, donde se daba un tiempo para ver la imagen que debían entregar o representar al final de la pista de obstáculos hecha inicialmente (figura 1). Cabe resaltar que el programa estuvo contenido dentro de los parámetros de la lúdica, la diversión y el juego, buscando la adherencia y motivación por la práctica.

Figura 1. Estructura del programa polimotor



Fuente: elaboración propia.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de normalidad (prueba de Shapiro Wilk) para determinar la distribución de las variables cuantitativas, presentándose los resultados mediante medianas y rangos intercuartílicos. Para evaluar la hipótesis de diferencias entre los

grupos pre y pos-intervención, se aplicó la prueba de McNemar para las variables categóricas. Adicionalmente, se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney para identificar diferencias entre sexos. Los análisis se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico IBM Statistical Pack age for the Social Sciences® software, versión 28 (SPSS; Chicago, IL, USA. Licencia de la Universidad Santo Tomás), estableciendo un nivel de significancia de $p \leq 0.05$.

Resultados

Participaron del estudio $n=40$ escolares con edad media de $9.67 (\pm 0.95)$ años y un IMC de $17.57 (\pm 2.94)$ kg/m^2 ; todas las variables presentaron un comportamiento similar (tabla 1).

Tabla 1.

Caracterización antropométrica básica y estado nutricional de los escolares

<i>Variables</i>	Todos (n=40)	Niñas (n=16)	Niños (n=24)	Valor p
<i>Edad (años)</i>	9,67 ($\pm 0,95$)	9,76 ($\pm 1,04$)	9,60 ($\pm 0,91$)	0,622
<i>Peso (kg)</i>	32,55 (7,92)	29,67 ($\pm 6,85$)	34,47 ($\pm 8,14$)	0,059
<i>Talla (cm)</i>	135,36 (9,07)	132,22 ($\pm 9,74$)	137,45 ($\pm 8,14$)	0,074
<i>IMC (kg/m²)</i>	17,57 (2,94)	16,73 ($\pm 1,83$)	18,14 ($\pm 3,41$)	0,138

Nota: IMC: Índice de Masa Corporal; la diferencia entre los sexos fue calculada mediante la prueba t de student. Valores significativos para $p < 0,05$.

La MG evaluada por la prueba T3js en la intervención del programa mostró cambios significativos en el salto sobre el eje longitudinal correspondiente a la prueba 2 ($p < 0.022$) indicando un mayor número de aciertos dada la intervención. En los lanzamientos de pelota (prueba 3), el cambio fue mayor ($p < 0.002$), sin embargo, en la prueba 5 (carrera) se identificaron los principales cambios ($p < 0.001$) (tabla 2).

Tabla 2.

Resultados de la prueba T3js grupo intervención y control

T3js	PRE			POS		Valor p
	Manejo	No lo hace	Lo hace	No lo hace	Lo hace	
1	1	6 (28,5%)	15 (71,4%)	0	21 (100%)	0,359
2	1	7 (33,3%)	14 (66,7%)	0	21 (100%)	0,022*
3	1	6 (28,6%)	15 (71,4%)	0	21 (100%)	0,002*
4	1	6 (28,6%)	15 (71,4%)	2 (9,5%)	19 (90,5%)	0,219
5	1	12 (57,1%)	9 (42,9%)	0	21 (100%)	<0,001**
6	1	8 (38,1%)	13 (61,9%)	1 (4,8%)	20 (95,2%)	0,16
7	1	13 (61,9%)	8 (38,1%)	7 (33,3%)	14 (66,7%)	0,109
1	2	8 (42,1%)	11 (57,9%)	9 (47,4%)	10 (52,6%)	>0,05
2	2	7 (36,8%)	12 (63,2%)	5 (26,3%)	14 (73,7%)	0,687
3	2	5 (26,3%)	14 (73,7%)	1 (5,3%)	18 (94,7%)	0,125
4	2	6 (31,6%)	13 (68,4%)	8 (42,1%)	11 (57,9%)	0,754
5	2	12 (63,2%)	7 (36,8%)	7 (36,8%)	12 (63,2%)	0,125
6	2	11 (57,9%)	8 (42,1%)	8 (42,1%)	11 (57,9%)	0,453
7	2	14 (73,3%)	5 (26,3%)	17 (89,5%)	2 (10,5%)	0,375

Nota: prueba T3js 1: saltos sobre vallas; 2: salto eje longitudinal; 3: lanzamiento de pelota de tenis; 4: pateo de balón; 5: carrera; 6: driblin baloncesto; 7: conducción de balón. La variable “Manejo” está designada con 1: Grupo de Intervención; 2: Grupo control. La diferencia obtenida entre la variable “lo hace” en Pre y Pos, se obtuvo a partir de la prueba de McNemar. Valor significativo para *p<0,05 y **p<0,001

En la MT evaluada mediante la prueba de cubos de Corsi se pudo evidenciar que se presentaron pequeños cambios en el GI con tendencia de mejora, sin embargo, no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Con respecto al GC, se encontraron cambios significativos en sentido contrario, es decir, hubo una disminución en el rendimiento de la prueba pos con respecto al pre, siendo más notorio en los resultados del SPAM 5 ($p < 0.008$) y en menor medida en el SPAM 6 ($p < 0.031$) (tabla 3).

Tabla 3.

Resultados de la prueba de cubos de Corsi grupo intervención y grupo control.

SPAM	PRE			POS		Valor p
	Manejo	No lo hace	Lo hace	No lo hace	Lo hace	
2	1	0	21 (100%)	0	21 (100%)	-
3	1	0	21 (100%)	0	21 (100%)	-
4	1	0	21 (100%)	0	21 (100%)	-
5	1	0	21 (100%)	0	21 (100%)	-
6	1	12 (57,1%)	9 (42,9%)	10 (47,6%)	11(52,4%)	0,697
7	1	17 (81,1%)	4 (19,9%)	17 (81%)	4 (19%)	>0,05
8	1	21	0	19 (90,5%)	2 (9,5%)	-
9	1	21 (100%)	0	21 (100%)	0	-

2	2	0	19 (100%)	0	19 (100%)	-
3	2	0	19 (100%)	0	19 (100%)	-
4	2	0	19	0	19	-
5	2	1 (5,3%)	18 (94,7%)	9 (47,4%)	10(52,6%)	0,008**
6	2	11 (57,9%)	8 (42,1%)	17 (89,5%)	2 (10,5%)	0,031*
7	2	18 (94,7%)	1 (5,3%)	19 (100%)	0	-
8	2	18 (94,7%)	1 (5,3%)	19 (100%)	0	-
9	2	19	0	19 (100%)	0	-

Nota: SPAM: hace referencia al número de series de cubos retenidos durante la prueba. La variable “Manejo” esta designada con 1: Grupo de Intervención; 2: Grupo control. La diferencia obtenida entre la variable “lo hace” en Pre y Pos, se obtuvo a partir de la prueba de McNemar. Valor significativo para *p<0,05 y **p<0,008.

La MG, medida a través de la prueba T3js, tuvo una relación positiva sobre la MT. La prueba 1 (saltos sobre vallas) se relacionó con la MT específicamente en el SPAM 5, siendo estadísticamente significativa para todo el grupo (p < 0.001**). En el GI y GC no se presentaron relaciones significativas entre las variables al evaluarlos de forma separada.

La prueba 7 (conducción de balón de futbol), que hace referencia al dominio visopédico, tuvo una correlación positiva con el SPAM 6, siendo estadísticamente significativo en el GI (p < 0.013*), donde se observó una mejora en las dos pruebas, con un mayor número de escolares que lo hacían con respecto a los que no. En cuanto a la totalidad del grupo se encontró una significancia estadística mayor (p < 0.001**) (tabla 4).

Tabla 4.

correlación entre los resultados de la prueba T3js y los resultados de la prueba de cubos de Corsi.

Parejas	Manejo	T3js		Spam		Chi 2 McNemar	Valor P
		Lo hace	No lo hace	Lo hace	No lo hace		
T3js1 vs Spam 5	GI	21 (100%)	0	21 (100%)	0	-	-
	GC	10(52,6%)	9(47,4%)	10(52,6%)	9(47,4%)	2,554	0,11
	Todos	31(77,5%)	9(22,5%)	31(77,5%)	9(22,5%)	12,991	<0,001**
T3js7 vs Spam 6	GI	14(66,7%)	7(33,3%)	11(52,4%)	10(47,6%)	6,109	0,013*
	GC	2(10,5%)	17(89,5%)	2(10,5%)	17(89,5%)	0,263d	0,608
	Todos	16(40%)	24(60%)	13(32,5%)	27(67,5%)	10,940 a	<0,001**

Nota: Parejas: hace referencia a la influencia que tuvo cada habilidad motora evaluada mediante la prueba T3js sobre la capacidad para recordar más series (SPAM) en la prueba de cubos de Corsi. La variable “Manejo” está designada en GI: Grupo de Intervención; GC: Grupo control y Todos: GI y GC. La correlación de los datos se llevó a cabo mediante la prueba de Chi2McNemar. Valor significativo para *p<0,05 y **p<0,001.

Discusión

El propósito del estudio fue identificar los efectos de un programa polimotor de 8 semanas, con 3 sesiones semanales de 60 minutos cada una, sobre la MG y la MT en escolares de 3, 4 y 5° de primaria, pertenecientes a la IEP Nuestra Señora de Fátima. Se identificó que tanto los escolares del grupo intervención como del grupo control presentaban variables antropométricas de talla y peso adecuadas para su edad (IMC, -1 y +1 DE), en correspondencia con el estado nutricional de escolares de instituciones educativas distritales de Bogotá (Pacheco-Herrera et ál., 2016).

Como principal hallazgo del estudio se pudo identificar que al correlacionar las variables MT vs. T3js, la conducción de balón (T3js7) tuvo una mayor implicación en la memorización de series de cubos. Así mismo, se identificó que el GI no presentó cambios significativos con respecto a la MT, mientras que en el GC sí se evidenciaron, pero de forma inversa, es decir, los mejores resultados se presentaron en la fase pre con respecto al pos. Por otra parte, en la MG se encontraron diferencias significativas en el GI, principalmente en 3 de las 7 pruebas evaluadas (T3js2, T3js3 y T3js5).

Dentro de las pruebas que engloban el T3js, dos de estas tuvieron mayor impacto con respecto a la MT, resaltando la prueba 7 (conducción de balón) con respecto a las demás, siendo las habilidades dinámico generales y visomotoras el pilar de la prueba y donde la locomoción era un aspecto fundamental dentro de su ejecución. Ludyga et ál. (2018) expresan que las habilidades locomotoras tienen una fuerte relación con la MT, pero los autores también plantean que las habilidades donde prima el control de objetos están más relacionadas con la inhibición a la respuesta, una afirmación contradictoria frente a los resultados del presente estudio, debido a que la prueba 7 del T3js está direccionada al control de objetos y fue significativa con respecto a su impacto en la MT. Alesi et ál. (2016), tras una intervención basada en ejercicios de fútbol, encontraron una mejora en las habilidades motoras y la MT visoespacial, lo que representa una similitud con lo encontrado en este estudio.

Los resultados tras la prueba de cubos de Corsi mostraron cómo el desempeño fue similar en ambos grupos al inicio de la intervención, en donde llegaron a niveles bajos de SPAM (5 series de cubos) y tuvieron un aumento poco significativo en los resultados pos; los escolares del grupo intervención mantuvieron y aumentaron el nivel de SPAM de la prueba, y los del grupo control tuvieron una disminución en su rendimiento con respecto al pre; estos resultados son acordes a la edad de los escolares 9.67 ± 0.95 años. De acuerdo con lo planteado por Anderson (2008), a medida que aumenta la edad se desarrolla también una maduración cognitiva completa, es decir que el desempeño en procesos cognitivos, especialmente los relacionados con la MT, se encuentran en su máxima expresión entre la segunda y la tercera década de vida, por lo que las edades tempranas son un momento de

desarrollo, en las que el desempeño en esta área es más bajo. Cabe resaltar que, “la sustancia gris en los lóbulos frontales y parietales aumenta durante la adolescencia alcanzando su máximo tamaño entre los 10 y 12 años” (Gieddet et ál., 1999, citado en Hevia, 2013), por lo tanto, se debe entender que el desarrollo de la MT es paulatino, teniendo un aumento directamente proporcional con la edad y la niñez es una etapa clave dentro de los procesos de adquisición y maduración cognitiva.

Es importante mencionar que el programa polimotor, en el tiempo planteado, encontró cambios modestos, principalmente en la MT; en cuanto a la MG, los cambios en el GI fueron más notorios. Koutsandreou et ál. (2016) evidenciaron que 10 semanas de ejercicios aeróbicos y coordinativos tuvieron un impacto positivo en la MT, potencializando las funciones cognitivas; en el presente estudio, el tiempo empleado estuvo acorde a dicha intervención, sin embargo, al ser direccionado hacia el trabajo específico de la MG, quizá se privó de los beneficios que trae consigo combinar estas capacidades con ejercicios aeróbicos.

Dado lo anterior, este estudio encontró una relación positiva pero discreta entre el DMG y la MT, corroborando la posible asociación en la activación de áreas cerebrales que generan estas habilidades. De acuerdo con Diamond (2000), las redes neuronales, incluidas la corteza frontal, parietal y motora no solo son funciones ejecutivas subyacentes, sino que están involucradas dentro de los procesos necesarios para llevar a cabo tareas de MG. En este sentido, estudios longitudinales (Leisman et ál., 2016; Ludyga et ál., 2018; Ludyga et ál., 2019) plantean que la actividad física y los ejercicios coordinativos mejoran el funcionamiento de áreas cerebrales como la corteza motora y premotora, activando al mismo tiempo la red frontoparietal donde se llevan a cabo los procesos de MT (Chang et ál., 2013). Sin embargo, se requieren más estudios que permitan identificar con mayor exactitud la relación entre la DMG y los procesos de MT, llevando a cabo experimentos de mayor rigor y profundidad metodológica en una población más amplia y/o con mayor control sobre las variables.


Una de las limitaciones del estudio, y que pudo afectar los resultados, fue el tiempo de intervención, que fue ligeramente menor en comparación al presentado en otros estudios (Ochoa, 2019; Castañeda, 2018); es posible que, al extenderse el tiempo de intervención, se puedan encontrar mejoras más notables en la DMG y la MT. Por otro lado, la muestra seleccionada fue muy pequeña, por lo que la generalización de los resultados y posible aplicación hacia otras poblaciones puede no llegar a tener un impacto significativo. Además, las baterías para llevar a cabo evaluaciones en la parte cognitiva son muy costosas, siendo inasequibles para su utilización como material evaluativo en estudios como este. Otra de las limitaciones encontradas fue el diseño que, al ser cuasiexperimental, no permitió controlar todas las variables ni ser muy concluyentes en los resultados, esto debido a la no aleatorización de la población ni otro tipo de elementos que se requieren en estudios

experimentales más rigurosos. Sin embargo, el programa polimotor se mostró como una herramienta efectiva y novedosa para trabajar la MG y, de manera implícita, procesos cognitivos como la MT, ya que contó con el respaldo de profesionales del deporte para llevar a cabo su construcción y ejecución; además, genera un aporte sobre la influencia que tiene el DMG sobre la MT, lo que contribuye a la literatura e investigación que requiere este tema.

Conclusión

La intervención llevada a cabo por medio de un programa polimotor de capacidades coordinativas, en relación con la MT, pudo identificar que la conducción de balón (T3js7), al parecer, presenta una mayor implicación en la memorización de series de cubos. Así mismo, la influencia en el DMG presentó mejores resultados en dos capacidades de tipo dinámico general (salto y carrera) y una visomotora (lanzamiento).

Referencias

- Alesi, M., Bianco, A., Luppina, G., Palma, A. y Pepi, A. (2016). Improving children's coordinative skills and executive functions: the effects of a football exercise program. *Perceptual and motor skills*, 122(1), 27-46. <https://doi.org/10.1177/0031512515627527>
- Alloway, T. P. (2007). Working memory, reading, and mathematical skills in children with developmental coordination disorder. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(1), 20-36. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.07.002>
- Anderson, P. J. (2008). Towards a developmental model of executive function. En V. Anderson, R. Jacobs y P. J. Anderson (eds.). *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective* (pp. 3-22). Nueva York: Psychology Press.
- Caranqui Sornoza, A. A. y Vinuesa Morales, K. M. (2022). Influencia de la natación en el desarrollo de las funciones cognitivas (razonamiento fluido y memoria de trabajo) y habilidades motrices (coordinación, motricidad gruesa y fina) Estudio comparativo entre niños de 4 a 6 años del Club de natación ACUAKID y niños que no practican la natación en el año 2022 [disertación previa a la obtención del título de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional PUCE. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/cfe0c03d-cd13-4a95-aea3-6e01f62da370>
- Campo, L. A. (2010). Importancia del desarrollo motor en relación con los procesos evolutivos del lenguaje y la cognición en niños de 3 a 7 años de la ciudad de Barranquilla (Colombia). *Salud Uninorte*, 26(1), 65-76. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-55522010000100008&script=sci_arttext
- Carmenate Milián, L., Moncada Chávez, F. A. y Borjas Leiva, E. W. (2014). *Manual de Medidas Antropométricas*. <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-del-azuay/medicina/manual-de-medidas-antropometricas/91557480>
- Castañeda Rodríguez, A. M. (2018). Efecto de la implementación de un programa polimotor en los procesos cognitivos (atención y memoria) en niños de edad preescolar [tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional USTA. <http://dx.doi.org/10.15332/tg.mae.2018.00405>
- Cenizo Benjumea, J. M., Ravelo Afonso, J., Morilla Pineda, S., Ramírez Hurtado, J. M. y Fernández-Truan, J. C. (2016). Diseño y validación de instrumento para evaluar coordinación motriz en Revista de Investigación Cuerpo, Cultura y Movimiento
ISSN: 2248-4418 | e-ISSN: 2422-474X |  <https://doi.org/10.15332/2422474X>
Vol. 14 N.º 2 | julio-diciembre del 2024

- primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 16(62), 203-219. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.002>
- Cenizo Benjumea, J. M., Ravelo-Afonso, J., Ferreras-Mencía, S. y Gálvez González, J. (2019). Diferencias de género en el desarrollo de la coordinación motriz en niños de 6 a 11 años. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 15(55), 55-71. <https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05504>
- Chang, Y. K., Tsai, Y. J., Chen, T. T. y Hung, T. M. (2013). The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children: an ERP study. *Experimental Brain Research* (pp. 187-196). <https://link.springer.com/article/10.1007/s00221-012-3360-9>
- De Onis, M., Lobstein, T. (2010). Defining obesity risk status in the general childhood population: Which cutoffs should we use? *International journal of pediatric obesity*, 5(6), 458-460. [10.3109/17477161003615583](https://doi.org/10.3109/17477161003615583)
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child development*, 71(1), 44-56. <https://srcd.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-8624.00117>
- Esteves-Fajardo, Z. I., Avilés-Pazmiño, M. I. y Matamoros-Dávalos, Á. A. (2018). La estimulación temprana como factor del desarrollo infantil. *Revista Espirales*, 2(14), 25-36. <http://revistaespirales.com/index.php/es/article/view/229>
- Gillberg, C. y Kadesjö, B. (2010). TDAH con trastorno del desarrollo de la coordinación. En *Comorbilidades del TDAH* (2.ª ed.) (pp. 305-314). <https://doi.org/10.1016/b978-84-458-2021-6.00017-8>
- Guevara, M. Á., Hernández, M., Hevia, J. C., Rizo, L. E. y Almanza, M. L. (2014). Memoria de trabajo visoespacial evaluada a través de los Cubos de Corsi: cambios con relación a la edad. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 14(1), 208-222. <http://revistaneurociencias.com/index.php/RNNN/article/view/64>
- Harris, S., Mickelson, E. y Zwicker, J. (2015). Diagnosis and management of developmental coordination disorder. *Canadian Medical Association Journal*, 187(9), 659-666. <https://doi.org/10.1503/cmaj.140994>
- Hevia, J. C. (2013). Correlación electroencefalográfica en niños, adolescentes y adultos: un paso más hacia el entendimiento de la ontogenia de la memoria de trabajo [tesis de maestría, Universidad de Guadalajara]. Repositorio institucional Universidad de Guadalajara. http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5842/Hevia_Orozco_Jorge_Carlos.pdf?sequence=1
- Jiménez, L. E., Díaz, J. M., Díaz, H. y González, Y. (2013). Valoración de las capacidades físicas condicionales en escolares de básica secundaria y media del colegio distrital Gerardo Paredes de la localidad de Suba. *Movimiento científico*, 7(1), 93-104. [10.33881/2011-7191.mct.07109](https://doi.org/10.33881/2011-7191.mct.07109)
- Koutsandreu, F., Wegner, M., Niemann, C. y Budde, H. (2016). Effects of motor versus cardiovascular exercise training on children's working memory. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(6), 10.1249/MSS.0000000000000869
- Leisman, G., Moustafa, A. A. y Shafir, T. (2016). Thinking, walking, talking: integratory motor and cognitive brain function. *Frontiers in public health*, 4. [10.3389/fpubh.2016.00094](https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00094)
- León Castro, A. M., Mora Mora, A. L., & Tovar Vera, L. G. (2021). Fomento del desarrollo integral a través de la psicomotricidad. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, 9(1).
- Ludyga, S., Gerber, M., Kamijo, K., Brand, S. y Pühse, U. (2018). The effects of a school-based exercise program on neurophysiological indices of working memory operations in adolescents. *Journal of science and medicine in sport*, 21(8), 833-838. [10.1016/j.jsams.2018.01.001](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.001)
- Ludyga, S., Mücke, M., Kamijo, K., Andrä, C., Pühse, U., Gerber, M. y Herrmann, C. (2019). The role of motor competences in predicting working memory maintenance and preparatory

processing. *Child development*, 91(3), 799-813.
<https://srcd.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cdev.13227>

- Mendieta, L., Mendieta, R. y Vargas, T. (2017). *Psicomotricidad Infantil*. Guayaquil: CIDE.
<https://repositorio.cidecuador.org/bitstream/123456789/54/1/Psicomotricidad%20Infantil.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). Resolución 2465 de 2016. Por la cual se adoptan los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños y adolescentes menores de 18 años de edad, adultos de 18 a 64 años de edad y gestantes adultas y se dictan otras disposiciones.
https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Forms/DispForm.aspx?ID=4909
- Naranjo, M. M. y Salamanca, L. M. (2015). Asociación del trastorno del desarrollo de la coordinación con otros trastornos del desarrollo infantil. [tesis de maestría, Universidad Autónoma de Manizales]. Repositorio institucional UAM.
https://repositorio.autonoma.edu.co/bitstream/11182/266/1/Asociaci%C3%B3n_trastorno_desarrollo_coordinaci%C3%B3n_otros_%20trastornos_desarrollo_infantil_ciudad_Cali.pdf
- Ochoa, J. A. (2019). Efectos de un programa polimotor sobre las capacidades físicas de velocidad y resistencia y las funciones cognitivas de la atención y memoria en estudiantes del grado quinto del Colegio San José Norte I.E.D. Localidad de Engativá, Bogotá, Colombia [tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional USTA.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20337/2019jesúsochoa.pdf?sequence=7>
- Organización Mundial de la Salud [WHO] (2006). WHO child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. Ginebra: WHO.
<https://www.who.int/publications/i/item/924154693X>
- Pacheco, G. (2015). *Psicomotricidad en educación inicial*. Quito.
- Pacheco-Herrera, J. D., Ramírez-Vélez, R. y Correa-Bautista, J. E. (2016). Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutrición hospitalaria*, 33(3), 556-564. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000300009
- Rigoli, D., Piek, J. P., Kane, R. y Oosterlaan, J. (2012). Motor coordination, working memory, and academic achievement in a normative adolescent sample: Testing a mediation model. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27(7), 766-780. <https://doi.org/10.1093/arclin/acs061>
- Román Sacón, J., & Calle Contreras, P. (2017). Estado de desarrollo psicomotor en niños sanos que asisten a un centro infantil en Santo Domingo, Ecuador. *Enfermería: cuidados humanizados*, 6(2), 49-65.
- Rosa, A., García, E. y Carrillo, P. (2018). La educación física como programa de desarrollo físico y motor. *Revista digital de Educación Física*, 9(52), 105-124.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6408944>
- Uscategui, A. J. (2019). *Efectos de la implementación de un programa polimotor sobre las capacidades físicas en niños en edad preescolar* [tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional USTA. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16024>
- Xue, Y., Yang, Y. y Huang, T. (2019). Effects of chronic exercise interventions on executive function among children and adolescents: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(22), 1397-1404. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099825>
- Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R. y Marfell-Jones, M. (2019). *International Standards for Anthropometric Assessment*. ISAK