

Efectos de 52 semanas de un programa de ejercicio físico sobre la velocidad y fuerza muscular de jugadores rusos de baloncesto de entre 12 a 13 años. Ensayo Controlado Aleatorizado

Effects of 52 weeks of a physical exercise program on the speed and muscle strength of Russian basketball players aged 12 to 13 years. Randomized Controlled Trial

*Georgiy Polevoy, **, ***Héctor Fuentes-Barría, ****Raúl Aguilera-Eguía

*Moscow Polytechnic University (Russia), **Universidad Arturo Prat (Chile), ***Universidad Andres Bello (Chile),

****Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile)

Resumen. Objetivos: Analizar los efectos de un programa de 52 semanas de ejercicio físico sobre las manifestaciones de fuerza-velocidad en niños rusos jugadores de baloncesto de entre 12 a 13 años. Métodos. Ensayo controlado, paralelo y aleatorizado con cegado simple llevado a cabo en la escuela secundaria n.º 60 de Kirov (Rusia). Los niños rusos jugadores de baloncesto fueron divididos en un grupo control (n = 20) y un grupo experimental (n = 20); Ambos grupos realizaron las lecciones de educación física de acuerdo con el plan de estudios, sin embargo, el grupo experimental además realizó series de ejercicios físicos orientados al desarrollo de la fuerza-velocidad específica. La valoración de la fuerza-velocidad considero las pruebas salto horizontal, Abalakov jump, 20 metros sprint y 40 segundos de carrera. Resultados: El grupo experimental mejoró las pruebas de salto horizontal ($p < 0,001$; $d = 0,08$) y vertical ($p = 0,01$; $d = 0,05$). En relación con las pruebas de velocidad, ambos grupos mejoraron la capacidad de sprint láctico ($p < 0,05$ $d < 0,2$), mientras que la velocidad aláctica solo mejoró significativamente en el grupo control ($p = 0.02$; $d = 3,39$). Conclusión: Un programa de 52 semanas con ejercicios físico puede ser eficaz para mejorar la fuerza-velocidad manifestada en niños rusos jugadores de baloncesto de entre 12 a 13 años.

Palabras clave: Baloncesto, Rendimiento atlético, Fuerza muscular, Niño.

Abstract. Objectives: To analyze the effects of a 52-week physical exercise program on strength-speed manifestations in Russian child basketball players between 12 and 13 years old. Methods. Single-blind randomized, parallel, controlled trial conducted at secondary school No. 60 in Kirov, Russia. The Russian basketball-playing children were divided into a control group (n = 20) and an experimental group (n = 20); Both groups performed the physical education lessons according to the curriculum, however, the experimental group also performed series of physical exercises aimed at developing specific strength-speed. The strength-speed assessment considers the horizontal jump, Abalakov jump, 20-meter sprint and 40-second run tests. Results: The experimental group improved the horizontal ($p < 0.001$; $d = 0.08$) and vertical jump tests ($p = 0.01$; $d = 0.05$). In relation to the speed tests, both groups improved lactic sprint capacity ($p < 0.05$ $d < 0.2$), while alactic speed only improved significantly in the control group ($p = 0.02$; $d = 3,39$). Conclusion: A 52-week program with physical exercises can be effective in improving the strength-speed manifested in Russian child basketball players between 12 and 13 years old.

Keywords: Basketball, Athletic Performance, Muscle Strength, Child.

Fecha recepción: 13-04-24. Fecha de aceptación: 18-04-24

Héctor Fuentes-Barría

hectorfuentesbarria@gmail.com

Introducción

El baloncesto es un deporte ampliamente utilizado en la educación física de niños escolares. Se caracteriza por requerir el desarrollo de cualidades físicas básicas y habilidades motrices que contribuyen al desarrollo moral y volitivo durante la infancia, así como a la mejora de la condición física general y el desenvolvimiento del individuo en edades adultas (Alves & Alves, 2019; Flôres et al., 2019; Kokol et al., 2020; Milovanović et al., 2020).

En la actualidad, la práctica del baloncesto exige un gran esfuerzo bioenergético, con una distribución de las cargas interválicas (Koyama et al., 2022), que genera un alto requerimiento tanto del sistema glucolítico como del oxidativo, manifestado en elevadas métricas de desplazamiento que pueden llegar a situarse en torno a los 6 kilómetros, así como en la realización de más de 100 saltos y lanzamientos por partido, dependiendo de la modalidad de juego (Czyż et al., 2019; Stojanović et al., 2018). Esta alta intensidad de carga ha vuelto a este deporte mucho más dinámico, siendo los requerimientos neuromusculares orientados a desarrollar la relación fuerza-velocidad un eslabón determinante para el rendimiento deportivo, a pesar de que el desarrollo

de las diversas manifestaciones de velocidad sigue siendo una tarea compleja debido a la carga genética relacionada con esta cualidad (Ciacci & Bartolomei, 2018; Maggioni et al., 2019; Ramirez-Campillo et al., 2022; Sacot et al., 2022).

La realización de ejercicios de fuerza como medio para el desarrollo de la velocidad está directamente asociada a la fuerza relativa en la extremidad inferior, donde mayores capacidades de salto conllevan un elevado dominio sobre las dinámicas de control y lanzamiento durante el juego (Ciacci & Bartolomei, 2018). En este sentido, se sabe que la preparación física puede mejorar los picos de aceleración en cada jugador (Roell et al., 2020), siendo esto un eslabón determinante tanto para la modalidad de baloncesto tradicional como para las modificaciones de espacio y número de jugadores involucrados en las adaptaciones modernas de este deporte (Blagrove et al., 2018; Chen et al., 2020; Conte et al., 2023), donde la preparación física de tipo general y específica ha demostrado ser capaz de modular a largo plazo la potencia, velocidad y habilidades de juego, además de la eficiencia energética en jugadores jóvenes de baloncesto (Balčiūnas et al., 2006). Por otra parte, el proceso de desarrollo tanto de las cualidades físicas como de las habilidades

motrices se ve condicionado por un aumento desigual plasmado en los denominados períodos o fases sensibles para el desarrollo de estas destrezas. Entre los 9 y los 18 años, los niños son más susceptibles a la influencia pedagógica escolar orientada al desarrollo de la fuerza y velocidad, mientras que el período de mayor adaptación se genera en torno a los 12 y los 16 años, producto de las mayores tasas de crecimiento relacionadas con los cambios hormonales y físicos de la pubertad (Fuentes-Barría et al., 2021; Tomkinson et al., 2018). Es así como este desarrollo se puede realizar mediante ejercicios generales y específicos, siendo el dominio de ejercicios multicomponente un factor determinante tanto para una correcta ejecución de las habilidades motoras básicas (correr, saltar y lanzar) como para la adquisición de una condición física general como parte de un proceso integral durante la educación escolar (Adi-Japha et al., 2019; Flôres et al., 2019; Polevoy et al., 2024a; Polevoy et al., 2024b; Polevoy & Fuentes-Barría., 2024; Kokol et al., 2020).

En este contexto, los métodos de entrenamiento circular de distribución repetida se han propuesto como una alternativa integral que permite el trabajo simultáneo y dirigido de diversos grupos musculares. Sus implicancias permiten generar aumentos significativos en el volumen y la densidad de la carga de trabajo, proporcionando así una mayor capacidad funcional y eficiencia motriz vinculada al desplazamiento de las zonas umbrales propuestas por el modelo trifásico convencional (Freitas et al., 2016; Skinner & McLellan, 1980). Por otro lado, los ejercicios de tipo dinámico se han sugerido como elementos eficientes para el desarrollo de la capacidad de salto en edades avanzadas a través de la utilización de autocarga y sobrecarga (pesos) para la realización de diversas tareas motrices que pueden involucrar la utilización de obstáculos (Ramirez-Campillo et al., 2022; Sacot et al., 2022). Por tanto, los métodos de entrenamiento circular agrupados en ejercicios dinámicos pueden permitir un desarrollo armónico de las manifestaciones de fuerza-velocidad involucradas en el baloncesto. Por estas razones, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos de un programa de 52 semanas de ejercicio físico sobre las manifestaciones de fuerza-velocidad en niños rusos jugadores de baloncesto de entre 12 a 13 años.

Material y métodos

Diseño

Estudio controlado, paralelo y aleatorizado con cegado simple, elaborado siguiendo la lista de chequeo "Consolidated Standards of Reporting Trials" (Junqueira et al., 2023). Siendo los participantes autorizados a participar por el padre o tutor legal mediante un consentimiento informado de acuerdo con los estándares éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013).

Elegibilidad

La muestra consideró 40 niños rusos jugadores de baloncesto del género masculino pertenecientes a la escuela

deportiva número 60 de Kirov (Rusia), cuyas edades oscilan entre 12 a 13 años. Los participantes cumplieron los siguientes criterios de elegibilidad:

Criterios de inclusión:

- Niños rusos jugadores de baloncesto de entre 12 a 13 años que asisten al colegio número 60 de la ciudad de Kirov (Rusia).

- Niños que no presenten enfermedades agudas o crónicas que les impidan participar en el experimento.

Criterio de exclusión:

- Niños y/o sus padres o tutores legales que no aceptaron participar en el experimento al no firmar el consentimiento informado.

Intervención

La investigación se llevó a cabo durante un período de 52 semanas, iniciando la investigación en Abril del 2022, siendo terminada la misma en Abril del 2023. Las 52 semanas fueron divididas en 4 mesociclo de 3 meses cada uno, mientras que cada mesociclo a su vez incorporo 5 sesiones o unidades de entrenamiento semanal, donde los niños rusos jugadores de baloncesto fueron divididos en un grupo control (GC) y un grupo experimental (GE) (Tabla 1).

Tabla 1.
Estructura del programa de ejercicio del GC (n = 20) y GE (n = 20).

GC				
	Mesociclo 1	Mesociclo 2	Mesociclo 3	Mesociclo 4
Puntuación Borg	9 - 10	9 - 10	9 - 10	9 - 10
N ° Series	3	3	4	4
N ° Repeticiones	4	4	4	4
Tiempo x repetición (s)	30	35	40	45
Tiempo efectivo (min:s)	6:00	7:00	10:40	12:00
Micro pausa (s)	30	30	30	30
Macro pausa (min)	1	1	1	1
Tiempo total (min:s)	12:30	13:30	19:40	21:00
GE				
	Mesociclo 1	Mesociclo 2	Mesociclo 3	Mesociclo 4
Puntuación Borg	9 - 10	9 - 10	9 - 10	9 - 10
N ° Series	3	3	4	4
N ° Repeticiones	8	8	8	8
Tiempo x repetición (s)	30	35	40	45
Tiempo efectivo (min:s)	12:00	14:00	21:20	24:00
Micro pausa (s)	30	30	30	30
Macro pausa (min)	1	1	1	1
Tiempo total (min:s)	24:00	26:00	38:20	41:00

Antes de comenzar cada sesión, los participantes de ambos grupos realizaron un calentamiento estandarizado que consistió en 5 minutos de ejercicios de movilidad articular, incluyendo flexiones, extensiones, abducciones y aducciones de hombros, caderas, rodillas y tobillos, con una intensidad cercana al 60% de la escala de Borg modificada (Chen et al., 2002; Fuentes-Barria et al., 2024).

Al GC se le aplico un programa escolar ruso estándar de educación física (Kainov & Kuryerova, 2019). El desarrollo de la fuerza-velocidad considero una batería de seis ejercicios (Squat jump sobre cajón, drop jump, salto de longitud con carrera de impulso, desplazamientos con salto en el lugar, saltos a la cuerda a pie junto y carrera de 10 metros finalizando con salto a banco) de los cuales los niños solo seleccionaron cuatro según sus preferencias personales. Por otra parte, al GE se le aplico el mismo programa, pero con

lecciones llevadas a cabo utilizando conjuntos de ejercicios orientados al desarrollo de las cualidades físicas generales, preparación física especial, preparación técnico-táctica y preparación integral, además de la práctica de arbitraje y superación de pruebas. Los ejercicios para el desarrollo de la fuerza-velocidad consideraron ocho ejercicios (Carrera con lanzamiento de balón desde una posición estática al tablero de baloncesto, carrera de 20 metros finalizando con salto a banco, squat jump finalizando sobre cajón, counter movement jump terminando sobre un cajón, salto a la cuerda a pie junto, media sentadilla con un compañero sobre los hombros, salto de longitud con carrera de impulso y salto con rodillas al pecho), siendo la intensidad de la carga prescrita a ambos grupos valorada por la escala de Borg modificada (Chen et al., 2002)

Finalmente, al concluir cada sesión, ambos grupos realizaron una vuelta a la calma que incluyó 5 minutos de ejercicios de movilidad articular, siguiendo la misma intensidad recomendada previamente para el calentamiento (Chen et al, 2002; Fuentes-Barria et al., 2024).

Resultados de interés

Al seleccionar las pruebas se consideraron ejercicios simples y accesibles para todos los sujetos, además de diversos. Tanto, el GC como GE fueron evaluados en Abril de 2022 y Abril de 2023, donde la magnitud de la carga de trabajo externa fue constante para todos los participantes, siendo consideradas las siguientes evaluaciones:

Horizontal jump (Aztarain-Cardiel et al, 2022; Lin et al, 2023): El niño se sitúa sobre la línea de control sin pasar los pies por encima. Luego, con un impulso coordinado de ambas piernas y brazos, realiza un salto de longitud, intentando aterrizar lo más lejos posible. La distancia recorrida se midió a través de un odómetro profesional de 5 dígitos, con rueda de 32 cm de marca Truper modelo 15831, siendo considerado para el registro el mejor de tres intentos.

Abalakov jump (Aztarain-Cardiel et al, 2022; López López et al., 2019; Rodríguez-Rosell et al, 2017): El niño se coloca de pie contra la pared, con los pies separados y los brazos pegados al cuerpo. Luego, realiza un movimiento de media sentadilla seguido de un salto vertical, extendiendo los brazos libremente para alcanzar la mayor altura posible procurando caer sobre una plataforma. El resultado se evaluó por medio de una plataforma de contacto marca DM JUMP by prometheus conectada al software DMJ v2, donde solo se consideró el mejor resultado de tres intentos.

20-m linear sprint (Aztarain-Cardiel et al, 2022; Fang & Jiang, 2024): Se marcan dos líneas de control a una distancia de 20 metros entre sí. El niño se posiciona en la línea de partida, asumiendo una posición inicial alta. Posteriormente, a la señal, procede a realizar un sprint hasta la segunda línea de meta. El resultado se catastro a través de un cronómetro digital marca Runick con una precisión de 1/100 segundos, siendo registrado el mejor de tres intentos.

40 s run test (Cerqueira et al, 2022): El niño se posiciona en la línea de salida. En ese momento, se da la orden de partida y el menor ejecuta una carrera durante 40 segundos, siendo esta prueba finalizada al escuchar la orden "parar". El tiempo transcurrido se catastro a través de un cronómetro digital marca Runick con una precisión de 1/100 segundos, mientras que la distancia recorrida se calculado considerando el ultimo pie que hizo contacto con el suelo, siendo esta distancia ponderada por medio de un odómetro profesional de 5 dígitos, con rueda de 32 cm de marca Truper modelo 15831.

Aleatorización

La secuencia de aleatorización se creó usando un generador de secuencia aleatoria online (<https://www.alazar.info/generador-de-secuencia-de-numeros-desordenada>), siendo este proceso realizado en forma estratificada por centro a través de una asignación 1:1 utilizando tamaños de bloques equivalentes. Los participantes fueron asignados al azar siguiendo un método simple de aleatorización codificada.

Enmascaramiento

Se llevó a cabo un cegado simple del evaluador, quien prescribió los programas de ejercicio y realizó las evaluaciones sin tener información sobre la correspondencia de cada grupo y participante.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 27.0 para sistema operativo Windows. La normalidad en la distribución de datos fue determinada con la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de Levene, obteniéndose una distribución normal de las variables. Posteriormente, para los descriptivos se emplearon las medidas de tendencia central y dispersión; media (\bar{X}) y desviación estándar (DS). El análisis inferencial se realizó a través de prueba T Student, siendo el nivel de significancia $\alpha = 0,05$ para todos los análisis. Adicionalmente, se consideró un tamaño del efecto pequeño ($\geq 0,2$), moderado ($\geq 0,5$) y grande ($\geq 0,8$) determinado por la "d" de Cohen.

Resultados

En la Figura 1 se expone el diseño del estudio, en el cual, de un total de 40 niños rusos jugadores de baloncesto, 40 cumplieron con los criterios de inclusión y fueron asignados de manera aleatoria y paralela a un grupo control ($n = 20$) y un grupo experimental ($n = 20$). Es relevante señalar que no se registraron abandonos a lo largo de la intervención.

La tabla 2 presentan las características basales para la población estudiada, donde solo se reportan diferencias significativas sobre el 20-m linear sprint ($p = 0.02$; $d = 3,39$), siendo esto indicativo de homogeneidad de base en tres de las 4 métricas evaluadas.

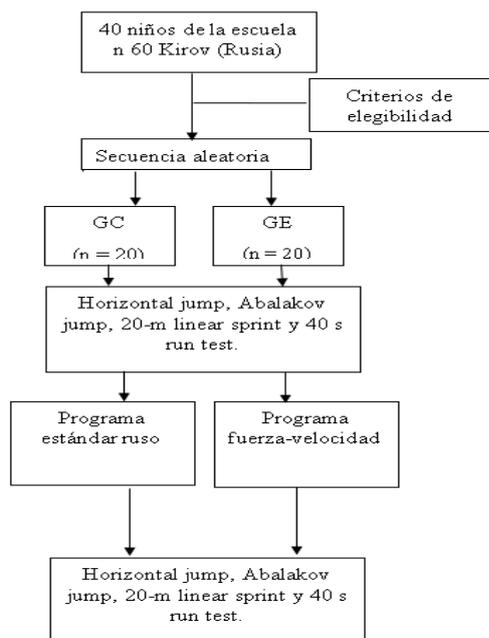


Figura 1. Diagrama de flujo del diseño del estudio.

Tabla 2. Características basales del GC (n = 20) y GE (n = 20)

Pruebas	GC X ± DS	GE X ± DS	Valor p	Tamaño efecto
Horizontal jump (cm)	183 ± 2,83	183 ± 3,25	1	0
Abalakov jump (cm)	38 ± 0,75	39 ± 1,33	0,52	0,01
20-m linear sprint (seg)	3,94 ± 0,04	3,82 ± 0,03	0,02	3,39
40 s run test (mts)	153 ± 1,75	153 ± 2,08	1	0

GC: Grupo Control, GE: Grupo experimental, X: Media. DS: Desviación estándar.

En la tabla 3 se muestra la comparación de los indicadores de fuerza-velocidad del GC antes y después del experimento, donde solo las pruebas de velocidad aláctica ponderada por medio de 20-m linear sprint ($p < 0,001$; $d = 5,94$) y láctica valorada a través de 40 s run test ($p < 0,001$; $d = 0,04$), mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 3. Comparación de indicadores de fuerza-velocidad del GC antes y después de la intervención (n = 20).

Pruebas	GC X ± DS	GE X ± DS	Valor p	Tamaño efecto
Horizontal jump (cm)	183 ± 2,83	189 ± 2,83	0,14	0,02
Abalakov jump (cm)	38 ± 0,75	39 ± 0,42	0,25	0,01
20-m linear sprint (seg)	3,94 ± 0,04	3,73 ± 0,03	<0,001	5,94
40 s run test (mts)	153 ± 1,75	160 ± 1,08	<0,001	0,04

GC: Grupo Control, GE: Grupo experimental, X: Media. DS: Desviación estándar.

La tabla 4 reporta la comparación de los indicadores de fuerza-velocidad del GE antes y después del experimento, donde con relación a la fuerza muscular solo las pruebas de salto horizontal ($p < 0,001$; $d = 0,08$) y vertical ($p = 0,01$; $d = 0,05$) muestran cambios estadísticamente significativos, mientras que para el desarrollo de la velocidad solo la capacidad láctica determinada por 40 s run test plasma diferencias significativas ($p = 0,003$; $d = 0,07$).

Tabla 4. Comparación de indicadores de fuerza-velocidad del GE antes y después de la intervención (n = 20).

Pruebas	GC X ± DS	GE X ± DS	Valor p	Tamaño efecto
Horizontal jump (cm)	183 ± 3,25	201 ± 3,5	<0,001	0,08
Abalakov jump (cm)	39 ± 1,33	44 ± 1	0,01	0,05
20-m linear sprint (seg)	3,82 ± 0,03	3,74 ± 0,03	0,07	2,67
40 s run test (mts)	153 ± 2,08	163 ± 1,5	0,003	0,07

GC: Grupo Control, GE: Grupo experimental, X: Media. DS: Desviación estándar.

Discusión

El propósito de este estudio fue analizar los efectos de un programa de 52 semanas de ejercicio físico sobre las manifestaciones de fuerza-velocidad en niños rusos jugadores de baloncesto de entre 12 a 13 años, donde respecto a las manifestaciones de fuerza solo el GE mejoró significativamente su salto horizontal ($p < 0,001$; $d = 0,08$) y vertical ($p = 0,01$; $d = 0,05$). En cuanto a las manifestaciones de velocidad, solo el GC mejoró su capacidad aláctica ($p < 0,001$; $d = 5,94$), mientras que tanto el GC ($p < 0,001$; $d = 0,04$) como el GE ($p < 0,003$; $d = 0,07$) mejoraron su capacidad láctica.

En relación con los hallazgos mencionados, se ha establecido que la riqueza motriz contribuye al fortalecimiento del sistema neuromuscular, donde la coordinación intra e intermuscular asociada a movimientos de potencia desempeña un papel crucial en la regulación eficaz de todos los movimientos corporales, lo que a su vez incide en el nivel de fatiga durante las actividades deportivas ((Demers et al., 2020; Polevoy et al., 2024a; Polevoy et al., 2024b; Polevoy & Fuentes-Barría., 2024). En este contexto, las mejoras observadas en los saltos horizontal y vertical pueden atribuirse a la optimización del ciclo acortamiento-estiramiento, relacionado específicamente con el entrenamiento pliométrico (Azarain-Cardiel et al., 2022; Ramirez-Campillo et al., 2022; Kurt et al., 2023), siendo las manifestaciones de fuerza muscular en función de la potencia anaeróbica desarrollada a mediano y largo plazo elementos determinantes para la relación fuerza-velocidad (Douma-van Riet et al., 2012; Steenman et al., 2016).

En cuanto a la velocidad aláctica, se ha observado que las intervenciones escolares fundamentales pueden mejorar significativamente la capacidad de sprint (Wu et al., 2023). Esta observación podría explicar, al menos en parte, por qué en el estudio presente solo el CC mostró una mejora significativa en la prueba de sprint de 20 metros, siendo los menores resultados del GE posiblemente atribuida a la variabilidad de la base, lo que podría haber limitado el margen de mejora debido al principio de especificidad en la carga de trabajo (Kasper, 2019). Por el contrario, otra posible explicación podría endosarse al hecho de que el programa de educación física estándar ruso aplicado en la escuela recopila una gran cantidad de elementos globales facilitadores del proceso adquisitivo de habilidades motrices y cualidades físicas ((Kainov & Kuryerova, 2019; Polevoy et al., 2024b).

En relación con el parámetro de velocidad láctica, se

sabe que la interacción entre la producción de potencia y la tolerancia al lactato es menor en los niños debido a su limitada capacidad metabólica anaeróbica (Buchheit et al., 2010). Sin embargo, a pesar de esto, la mejora observada en ambos grupos podría atribuirse a las adaptaciones fisiológicas crónicas generadas después de un año de entrenamiento regular. Estas adaptaciones pueden estar relacionadas con ganancias de masa muscular, las cuales facilitan acciones motoras más eficientes, así como una mayor capacidad de aclaramiento de lactato debido a una mejor hidrólisis del ATP en intensidades por encima del umbral anaeróbico. Estas mejoras se observan tanto en el contexto del baloncesto convencional como en el adaptado, siendo este último más dinámico y requiriendo, por tanto, una mayor intensidad y demanda glucolítica (Blagrove et al., 2018; Chen et al., 2020; Conte et al., 2023).

En cuanto a las limitaciones internas, la falta de un adecuado proceso de calibración del evaluador al realizar las pruebas pudo haber afectado la confiabilidad y validez debido a un posible sesgo de medición. No obstante, la aplicación de un proceso de aleatorización y cegamiento, además del uso de pruebas físicas ampliamente validadas, junto con el tamaño del efecto mostrado en los resultados, puede haber mitigado en parte esta limitación. Finalmente, estos resultados corroboran lo ampliamente documentado por la literatura en cuanto a la relevancia práctica de generar estímulos adecuados de fuerza-velocidad en edades tempranas. Esto se percibe tanto como medio de prevención para diversas patologías como un método para asegurar un desarrollo motor óptimo que garantice un desempeño adecuado en edades adultas (Cheng et al., 2019; Demers et al., 2020; Drozdowska et al., 2022; Fang & Jiang, 2024; Giuriato et al., 2021; Rodríguez-Rosell et al., 2017; Tomkinson et al., 2018). No obstante, es importante señalar que este estudio se llevó a cabo en una única escuela en la ciudad de Kirov (Rusia). Por lo tanto, la generalización de estos hallazgos a otras poblaciones o contextos podría ser limitada y debe ser interpretada con precaución.

Conclusión

La implementación de un programa de 52 semanas de ejercicio físico pueden ser una forma eficaz de mejorar la fuerza muscular y la velocidad de desplazamiento en niños rusos jugadores de baloncesto de 12 a 13 años. Sin embargo, futuras investigaciones deberían considerar un mejor aislamiento de variables para evitar posibles procesos de interferencia asociados al desarrollo simultáneo de múltiples cualidades físicas.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias

- Adi-Japha, E., Berke, R., Shaya, N., & Julius, M. S. (2019). Different post-training processes in children's and adults' motor skill learning. *PloS one*, 14(1), e0210658. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210658>
- Alves, J. G. B., & Alves, G. V. (2019). Effects of physical activity on children's growth. *Journal de pediatria*, 95(1), 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.11.003>
- Aztarain-Cardiel, K., López-Laval, I., Marco-Contreras, L. A., Sánchez-Sabaté, J., Garatachea, N., & Pareja-Blanco, F. (2022). Effects of Plyometric Training Direction on Physical Performance in Basketball Players. *International journal of sports physiology and performance*, 18(2), 135–141. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2022-0239>
- Balčiūnas, M., Stonkus, S., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2006). Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. *Journal of sports science & medicine*, 5(1), 163–170.
- Blagrove, R. C., Howatson, G., & Hayes, P. R. (2018). Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(5), 1117–1149. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0835-7>
- Buchheit, M., Duché, P., Laursen, P. B., & Ratel, S. (2010). Postexercise heart rate recovery in children: relationship with power output, blood pH, and lactate. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 35(2), 142–150. <https://doi.org/10.1139/H09-140>
- Cerqueira, H. S. C., Filho, H. T., Corrêa Junior, M., & Martinelli Junior, C. E. (2022). Effects of Theacrine as a Pre-Workout Supplement. *International journal of environmental research and public health*, 19(21), 14037. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114037>
- Chen, W. H., Yang, W. W., Lee, Y. H., Wu, H. J., Huang, C. F., & Liu, C. (2020). Acute Effects of Battle Rope Exercise on Performance, Blood Lactate Levels, Perceived Exertion, and Muscle Soreness in Collegiate Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 34(10), 2857–2866. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002661>
- Chen, M.J., Fan, X., Moe, S.T. (2002). Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *Journal of Sports Science*, 20(11):873-99.
- Cheng, Y. T. Y., Wong, T. K. S., Tsang, W. W. N., Schooling, C. M., Fong, S. S. M., Fong, D. Y. T., Gao, Y., & Chung, J. W. Y. (2019). Neuromuscular training for children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Medicine*, 98(45), e17946. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017946>
- Ciacci, S., & Bartolomei, S. (2018). The effects of two different explosive strength training programs on vertical jump performance in basketball. *The Journal of sports*

- medicine and physical fitness, 58(10), 1375–1382. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07316-9>
- Conte, D., Lukonaitiene, I., Matulaitis, K., Snieckus, A., Kniubaite, A., Kreivyte, R., & Kamandulis, S. (2023). Recreational 3 × 3 basketball elicits higher heart rate, enjoyment, and physical activity intensities but lower blood lactate and perceived exertion compared to HIIT in active young adults. *Biology of sport*, 40(3), 889–898. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.122478>
- Czyż, S. H., Zvonař, M., Borysiuk, Z., Nykodým, J., & Oleśniewicz, P. (2019). Gaze Behavior in Basketball Free Throws Developed in Constant and Variable Practice. *International journal of environmental research and public health*, 16(20), 3875. <https://doi.org/10.3390/ijerph16203875>
- Demers, I., Moffet, H., Hébert, L., & Maltais, D. B. (2020). Growth and muscle strength development in children with developmental coordination disorder. *Developmental medicine and child neurology*, 62(9), 1082–1088. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14507>
- Douma-van Riet, D., Verschuren, O., Jelsma, D., Kruitwagen, C., Smits-Engelsman, B., & Takken, T. (2012). Reference values for the muscle power sprint test in 6- to 12-year-old children. *Pediatric physical therapy: the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, 24(4), 327–332. <https://doi.org/10.1097/PEP.0b013e3182694a4c>
- Drozdowska, A., Jendrusch, G., Platen, P., Lücke, T., Kersting, M., & Sinning, K. (2022). Dose-Related Effects of Endurance, Strength and Coordination Training on Executive Functions in School-Aged Children: A Systematic Review. *Children*, 9(11), 1651. <https://doi.org/10.3390/children9111651>
- Fang, K., & Jiang, H. (2024). Gender-Specific Effects of Short Sprint Interval Training on Aerobic and Anaerobic Capacities in Basketball Players: A Randomized Controlled Trial. *Journal of sports science & medicine*, 23(1), 8–16. <https://doi.org/10.52082/jssm.2024.8>
- Flôres, F. S., Rodrigues, L. P., Copetti, F., Lopes, F., & Cordovil, R. (2019). Affordances for Motor Skill Development in Home, School, and Sport Environments: A Narrative Review. *Perceptual and motor skills*, 126(3), 366–388. <https://doi.org/10.1177/0031512519829271>
- Freitas, T. T., Calleja-González, J., Alarcón, F., & Alcaraz, P. E. (2016). Acute Effects of Two Different Resistance Circuit Training Protocols on Performance and Perceived Exertion in Semiprofessional Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 30(2), 407–414. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001123>
- Fuentes-Barría H, Aguilera-Eguía R, & González-Wong C. (2021). Motor skills, physical qualities and sensitive periods in the development schoolchildren. *Andes pediátrica*, 92(6):983-984. <https://doi.org/10.32641/andespediatr.v92i6.4101>
- Fuentes-Barría, H., Aguilera Eguía, R., & Polevoy, G. (2024). Entrenamiento interválico de alta intensidad basado en la actividad parasimpática y su impacto sobre la capacidad cardiorrespiratoria de estudiantes universitarios. *Ensayo Controlado Aleatorizado. Retos*, 55, 513–519. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.105419>
- Giuriato, M., Codella, R., Lovecchio, N., Carnevale Pellino, V., Vandoni, M., & Nevill, A. M. (2021). Speed agility trends in children according to growth. *Annals of human biology*, 48(4), 271–279. <https://doi.org/10.1080/03014460.2021.1928285>
- Junqueira, D. R., Zorzela, L., Golder, S., Loke, Y., Gagnier, J. J., Julious, S. A., Li, T., Mayo-Wilson, E., Pham, B., Phillips, R., Santaguida, P., Scherer, R. W., Gotzsche, P. C., Moher, D., Ioannidis, J. P. A., Vohra, S., & CONSORT Harms Group (2023). CONSORT Harms 2022 statement, explanation, and elaboration: updated guideline for the reporting of harms in randomised trials. *BMJ (Clinical research ed.)*, 381, e073725. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-073725>
- Kainov, A.N., & Kuryerova, G.I. (2019). Working programs. *Physical Culture. Grades 1-11. A comprehensive program of physical education for schoolchildren. Teacher*, 169
- Kasper K. (2019). Sports Training Principles. *Current sports medicine reports*, 18(4), 95–96. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000576>
- Kokol, P., Vošner, H. B., Završnik, J., Vermeulen, J., Shohieb, S., & Peinemann, F. (2020). Serious Game-based Intervention for Children with Developmental Disabilities. *Current pediatric reviews*, 16(1), 26–32. <https://doi.org/10.2174/1573396315666190808115238>
- Koyama, T., Rikukawa, A., Nagano, Y., Sasaki, S., Ichikawa, H., & Hirose, N. (2022). Acceleration Profile of High-Intensity Movements in Basketball Games. *Journal of strength and conditioning research*, 36(6), 1715–1719. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003699>
- Kurt, C., Canli, U., Erdaş, S. E., Poli, L., Carvutto, R., Cataldi, S., Fischetti, F., & Greco, G. (2023). Effectiveness of Vertical versus Horizontal Plyometric Training on Stretch-Shortening Cycle Performance Enhancement in Adolescent Soccer Players. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 11(11), 1615. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111615>
- Lin, J., Shen, J., Zhang, J., Zhou, A., & Guo, W. (2023). Correlations between horizontal jump and sprint acceleration and maximal speed performance: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 11, e14650. <https://doi.org/10.7717/peerj.14650>
- López López, F., Martínez Cubides, W., & Acosta Tova, P. (2019). Entrenamiento pliométrico: efecto en atletas de élite. *Revista Digital: Actividad Física Y Deporte*, 6(1), 32-42
- Maggioni, M. A., Bonato, M., Stahn, A., La Torre, A.,

- Agnello, L., Vernillo, G., Castagna, C., & Merati, G. (2019). Effects of Ball Drills and Repeated-Sprint-Ability Training in Basketball Players. *International journal of sports physiology and performance*, 14(6), 757–764. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0433>
- Milovanović, M. Z., Pažin, N. R., Mrdaković, V. D., Erčulj, F. F., & Jakovljević, S. T. (2020). Shooting accuracy in children's basketball: Do equipment dimensions influence static and dynamic performances?. *Journal of sports sciences*, 38(23), 2740–2749. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1798716>
- Polevoy, G., Fuentes-Barría, H., & Aguilera Eguía, R. (2024). Efectos de 32 semanas de un programa físico con balón sobre las cualidades físicas en niños rusos de entre 9 a 10 años. Estudio cuasiexperimental no aleatorizado. *Retos*, 52, 240–245. <https://doi.org/10.47197/retos.v52.101547>
- Polevoy, G., Fuentes Barría, H., Aguilera Eguía, R. (2024). Development of Speed in Children Aged 11 to 12 Years Practicing Athletics - Quasi-experimental Non-randomized Study. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 12(1), 71 - 77. <https://doi.org/10.13189/saj.2024.120109>
- Polevoy, G., & Fuentes Barría, H. (2024) Efectos de un programa de entrenamiento físico de coordinación motriz sobre la condición física de niños rusos de 9 a 10 años: Ensayo Controlado Aleatorizado. *Retos*. 54, 692-697. <https://doi.org/10.47197/retos.v54.104501>
- Ramirez-Campillo, R., García-Hermoso, A., Moran, J., Chaabene, H., Negra, Y., & Scanlan, A. T. (2022). The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis. *Journal of sport and health science*, 11(6), 656–670. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.12.005>
- Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests: Reliability, Validity, and Relationship With the Legs Strength and Sprint Performance in Adult and Teen Soccer and Basketball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 31(1), 196–206. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001476>
- Roell, M., Helwig, J., Gollhofer, A., & Roecker, K. (2020). Duration-Specific Peak Acceleration Demands During Professional Female Basketball Matches. *Frontiers in sports and active living*, 2, 33. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.00033>
- Sacot, A., López-Ros, V., Prats-Puig, A., Escosa, J., Barretina, J., & Calleja-González, J. (2022). Multidisciplinary Neuromuscular and Endurance Interventions on Youth Basketball Players: A Systematic Review with Meta-Analysis and Meta-Regression. *International journal of environmental research and public health*, 19(15), 9642. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159642>
- Skinner, J. S., & McLellan, T. M. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Research quarterly for exercise and sport*, 51(1), 234–248. <https://doi.org/10.1080/02701367.1980.10609285>
- Steenman, K., Verschuren, O., Rameckers, E., Doumanvan Riet, D., & Takken, T. (2016). Extended Reference Values for the Muscle Power Sprint Test in 6- to 18-Year-Old Children. *Pediatric physical therapy: the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, 28(1), 78–84. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000209>
- Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The Activity Demands and Physiological Responses Encountered During Basketball Match-Play: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(1), 111–135. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0794-z>
- Tomkinson, G. R., Carver, K. D., Atkinson, F., Daniell, N. D., Lewis, L. K., Fitzgerald, J. S., Lang, J. J., & Ortega, F. B. (2018). European normative values for physical fitness in children and adolescents aged 9-17 years: results from 2 779 165 Eurofit performances representing 30 countries. *British journal of sports medicine*, 52(22), 1445–14563. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098253>
- World Medical Association (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Wu, J., Yang, Y., Yu, H., Li, L., Chen, Y., & Sun, Y. (2023). Comparative effectiveness of school-based exercise interventions on physical fitness in children and adolescents: a systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in public health*, 11, 1194779. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1194779>

Datos de los/as autores/as:

Georgiy Polevoy	g.g.polevoy@gmail.com	Autor/a
Héctor Fuentes-Barría	hectorfuentesbarria@gmail.com	Autor/a
Raúl Aguilera-Eguía	kine.rae@gmail.com	Autor/a