

Implementación de un programa de circuitos con balones medicinales para mejorar la fuerza de prensión manual y la resistencia muscular del bíceps en adolescentes

Implementation of a medicine ball circuit program to improve handgrip strength and biceps muscle endurance in adolescents

Vicente Clavijo Carreño¹

Rubén Vidal Espinoza²

<https://orcid.org/0000-0002-8593-5248>

Nicolás Vidal Fernández¹

<https://orcid.org/0000-0002-1447-0949>

¹Universidad Católica del Maule, Talca, Chile

²Universidad Católica Silva Henríquez, Chile

³Universidad Santo Tomás, Chile

Fernando Alvear Vásquez¹

<https://orcid.org/0000-0002-9461-1384>

RESUMEN

Introducción: En el ámbito escolar es relevante trabajar la aptitud muscular, para promover la salud física y mental en los estudiantes, y adquirir un estilo de vida activo y saludable en el futuro.

Objetivo: Determinar si la implementación de un programa de circuitos con balones medicinales podría mejorar la fuerza de prensión manual y la resistencia muscular del bíceps en adolescentes.

Metodología: Se diseñó un estudio preexperimental. Participaron 26 escolares entre 14 y 16 años en una intervención de 4 sesiones de entrenamiento físico en circuito con balones medicinales. En el test y post test se realizaron mediciones antropométricas, se calculó el índice de masa corporal (IMC), se evaluó la fuerza de prensión manual y curl de bíceps, junto con un cuestionario de autopercepción de la fuerza muscular.

Resultados: En las comparaciones

del pre y post test entre ambos sexos, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en las mujeres en ninguna de las variables analizadas (Fuerza de prensión manual, Curl de bíceps y autopercepción de la fuerza). En los hombres, se observó una diferencia significativa únicamente en el curl de bíceps de la mano derecha, en las demás variables, no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$).

Conclusión: La intervención evaluada mostró un efecto significativo solo en el curl de bíceps de la mano derecha en hombres, mientras que en mujeres no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas, lo que sugiere que el programa no generó cambios medibles en este grupo.

Palabras clave: Ejercicio, Fuerza resistencia, Adolescentes.



RPCAFD

ORIGINAL

Recibido: 01-08-2024

Aceptado: 25-09-2024

Correspondencia:

Fernando Alvear Vásquez

E-mail:

fernandoalvearvasquez@gmail.com



ABSTRACT

Introduction: In the school environment, it is important to work on muscular fitness to promote physical and mental health among students and to foster an active and healthy lifestyle in the future.

Objective: To determine whether the implementation of a circuit training program using medicine balls could improve handgrip strength and bicep muscular endurance in adolescents.

Methodology: A pre-experimental study was designed. Twenty-six students aged between 14 and 16 participated in an intervention consisting of four physical training sessions using medicine balls. Anthropometric measurements were taken during the pre-test and post-test, including the calculation of body mass index (BMI), evaluation of handgrip strength, bicep curls, and a self-perception questionnaire regarding muscular strength.

Results: In comparisons between pre-test and post-test results for both sexes, no significant differences ($p > 0.05$) were found for women in any of the analyzed variables (handgrip strength, bicep curls, and self-perception of strength). In men, a significant difference was observed only in the right-hand bicep curl; no significant differences were found in the other variables ($p > 0.05$).

Conclusion: The evaluated intervention showed a significant effect only on the right-hand bicep curl in men, while no significant differences were found in any of the analyzed variables for women, suggesting that the program did not generate measurable changes in this group.

Key words: Exercise, Strength Endurance, Adolescents.

Introducción

El término “aptitud muscular” se refiere a tres elementos del funcionamiento musculoesquelético, por ejemplo, la fuerza máxima, potencia muscular y resistencia muscular local¹. En este sentido, en el ámbito escolar es relevante trabajar estos subcomponentes, puesto que es fundamental para promover la salud física y mental de los estudiantes, así como para adquirir un estilo de vida activo y saludable en el futuro.

A menudo la mala condición física muscular se ha relacionado con la dinapenia pediátrica (bajos niveles de fuerza y potencia muscular en niños y adolescentes)² y la sarcopenia en individuos mayores (es decir, la pérdida de masa muscular esquelética asociada con el envejecimiento, factores neuromusculares independientes del tamaño muscular contribuyen a la debilidad muscular, riesgo de caídas, disminución de la calidad de vida y pérdida de movimiento funcional)^{1,3}.

Por ello, desarrollar la resistencia muscular a nivel escolar puede resultar en alcanzar un sistema musculoesquelético más resistente, reduciendo las lesiones relacionadas con el deporte y mejorando la aptitud general relacionada con la salud⁴.

Por ello, a nivel experimental, se debe considerar intervenir y desarrollar la resistencia muscular basal individual, lo cual, se consigue al diseñar programas de entrenamiento⁵.

Por lo tanto, priorizar el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular en el entorno escolar no solo mejora la condición física de los estudiantes, sino que también, previene problemas futuros relacionados con la dinapenia y sarcopenia, promoviendo un desarrollo integral que abarca tantos aspectos físicos como psicosociales.

En ese contexto, Smith⁴ ha sugerido el entrenamiento en circuito en la escuela para mejorar la resistencia muscular local, en niños de nivel escolar.

También se destaca que la escuela tiene un papel muy importante en la salud escolar, ya que los niños pasan una parte importante de su día en clases⁶ y a menudo son lugares óptimos para adquirir y desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para mejorar, no solo la condición física, sino también, los hábitos de actividad física de por vida⁷.

Por lo tanto, este estudio se propuso como objetivo determinar si la implementación de un programa de circuitos con balones medicinales podría mejorar la fuerza de prensión manual y la resistencia muscular del bíceps en adolescentes.

Metodología

Tipo de estudio y muestra

Se diseñó un estudio preexperimental (sin grupo control). Los adolescentes fueron sometidos a una intervención de entrenamiento físico en circuito con balones medicinales. Se seleccionaron de forma no probabilística por conveniencia a 26 escolares de ambos sexos pertenecientes a un Colegio Municipal de Talca, con edades comprendidas entre los 14 y 16 años. La muestra estuvo conformada por 15 hombres (57,6%) y 11 mujeres (42,3%). Los criterios de inclusión fueron, pertenecer al curso y estar dentro de las edades comprendidas para el estudio, se excluyeron a los que presentaban lesiones previas y/o durante la intervención, impidiendo realizar o completar el periodo de intervención (<85% de asistencia).

Técnicas y procedimientos

Previo al inicio de la intervención los padres y tutores legales fueron informados del objetivo de la intervención y se solicitó la firma del consentimiento informado, así mismo los jóvenes firmaron el asentimiento correspondiente, teniendo claro que en cualquier momento de la intervención ellos tenían la posibilidad de retirarse el programa.

En una primera instancia se realizaron las evaluaciones. La edad decimal se calculó a partir de la fecha de nacimiento y la fecha de evaluación. Para la antropometría se utilizó el protocolo propuesto por Ross et al.⁸. El peso corporal (kg) se evaluó descalzo con una báscula (Tanita, Kewdale, Australia) con precisión de 0,1 kg. La estatura se midió con un estadiómetro (SECA, Hamburgo) con precisión de 0,1 cm, manteniendo la cabeza en el plano de Frankfurt. La circunferencia de la cintura (cm) se midió en el punto medio entre las costillas flotantes y la parte superior de la cresta ilíaca con una cinta métrica de metal (Seca) con una precisión de 0,1 cm. La circunferencia de brazo (cm) izquierdo y derecho se midió ubicando el punto medio del brazo entre los puntos anatómicos

del acromio clavicular y olecranon utilizando una cinta métrica de metal (Seca).

Se calculó el índice de masa corporal (IMC) utilizando la fórmula: $IMC = \text{peso}(\text{kg}) / \text{Estatura}^2(\text{m})$ y la masa grasa se estimó a siguiendo los requerimientos propuestos por Cossio-Bolaños⁹ que consideran las variables de edad y la circunferencia de la cintura.

La prensión manual se midió para ambas manos siguiendo las recomendaciones de Richards¹⁰ donde los sujetos en posición sentados con respaldo recto realizaron dos intentos con cada mano, registrando el mejor intento para cada uno y se promediaron los intentos de ambas manos. Se ajustó al tamaño de sus manos un dinamómetro hidráulico marca JAMAR (Dinamómetro manual hidráulico Modelo R PC-5030 J1, Fred Sammons, Inc., Burr Ridge, IL: EE. UU.) Con precisión de 0, 1 kg y una escala de hasta 100kg.

Para el curl de bíceps con mancuerna en ambos lados se siguieron las recomendaciones de Rikli et al.¹¹. Se contabilizó el número de flexiones de la articulación del codo durante 30 segundos con una mancuerna (para ello se utilizó una mancuerna de 2 kilos). El ejercicio se realiza sentado con respaldo recto realizaron la prueba.

La percepción de la fuerza se evaluó con un cuestionario de 6 preguntas con respuestas que van de “Con mucha fuerza/resistencia” A “No tengo fuerza/resistencia” con puntaje mínimo de 1 y máximo de 5. Tuvieron 10 minutos para contestar en horario de Educación física previo a las pruebas físicas.

Programa de intervención

Luego de las evaluaciones, las siguientes 4 clases de Educación Física (una vez por semana) se dio el espacio y tiempo para realizar el programa de intervención de entrenamiento físico

en circuito con balones medicinales, en donde se contó con ejercicios de lanzamiento verticales y horizontales, lanzamientos rotacionales y de torsión, lanzamientos por encima de la cabeza hacia adelante y ejercicios isotónicos e isométricos de brazos, tren superior y cuerpo completo. Los materiales que se utilizaron fueron: un cronometro digital, conos, colchonetas y balones medicinales de 3kg, 4 kg, y 5 kg.

Cada intervención descrita en la tabla 1, tenía un volumen de trabajo que abordaba los 20 a 30 minutos de duración al pasar de las intervenciones, las series de los circuitos era de 3 a 4 por sesión, trabajando siempre a intensidades entre el 60-70% del esfuerzo percibido y con una densidad de 2:1.

Tabla 1. Programa de intervención

N° sesión	Fecha	Ejercicios	Volumen trabajo	Materiales
1	03/10/24	Lanzamiento de balón medicinal al suelo, levantamiento dinámico, Crunch ruso con balón medicinal, tríceps con balón medicinal, ejercicio leñador y curl de bíceps.	20 minutos	Balones medicinales 3 kg y 4kg.
2	10/10/24	Lanzamiento de balón medicinal hacia arriba, lanzamiento lateral de balón medicinal hacia pared, flexiones de brazos apoyados de balón medicinal, mantención de balón con codos en 90° isométrico y abdominales con levantamiento de balón medicinal.	25 minutos	Balón medicinal de 4kg, colchoneta
3	17/10/24	Lanzamiento balón medicinal hacia el frente, acostado tracción de tríceps, mantención de bíceps 90°, curl de bíceps con balón medicinal, burpees, ejercicio leñador.	30 minutos	Balones medicinales 4kg y 5 kg, conos
4	07/11/24	Press de hombros con balón medicinal, rotaciones de torso, flexiones con balón medicinal, curl de bíceps, plancha con toque de balón medicinal, abdominales con levantamiento de balón.	30 minutos	Balón medicinal de 5 kg, colchonetas

Nota. Elaboración Propia.

Estadística

Se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-wilk. Se realizó análisis estadístico descriptivo de media y desviación estándar. Las diferencias entre ambos sexos se determinaron con la prueba t para muestras

independientes, mientras que las diferencias entre las mediciones pre o post intervención con la prueba t para muestras relacionadas. En todos los casos se adoptó una probabilidad de $p < 0,05$. El análisis estadístico se efectuó en SPSS v.23.0.

Resultados

Los valores promedios y desvío de las variables antropométricas y de fuerza se observan en la tabla 1. No hubo diferencias significativas entre ambos sexos en las variables antropométricas, excepto en la estatura, donde los hombres presentaron

mayor estatura que las mujeres ($p < 0,05$). No hubo diferencias en las pruebas de fuerza ($P > 0,05$). El IMC y la MG fueron similares en ambos sexos ($P > 0,05$).

Tabla 2. Caracterización de la muestra estudiada

Variables	Hombres (n:15)		Mujeres (n:11)		p	Total (n:26)	
	X	DE	X	DE		X	DE
Edad (años)	15,09	0,67	14,76	0,35	0,155	14,95	0,57
Antropometría							
Peso (kg)	72,73	16,50	66,83	13,76	0,344	70,23	15,39
Estatura (cm)	171,53	7,47	159,45	5,16	0,000	166,42	8,89
C. Cintura (cm)	83,13	14,31	79,53	7,88	0,459	81,61	11,95
C. Brazo Der (cm)	28,38	3,91	27,18	3,52	0,429	27,87	3,72
C. Brazo Izq (cm)	28,00	3,51	27,13	3,57	0,540	27,63	3,49
Indicadores adiposidad							
IMC (kg/m ²)	24,67	5,42	26,13	4,25	0,466	25,29	4,92
Masa grasa (kg)	18,79	8,21	23,39	4,37	0,104	20,73	7,12

Leyenda: C: circunferencia, IMC: Índice de masa corporal, X: Promedio, DE: Desviación estándar

En la tabla 2 se observa las comparaciones del pre y post test en ambos sexos. En las mujeres no hubo diferencias significativas antes y después de aplicar el programa de intervención ($p > 0,05$) en la FPM, en el curl de bíceps y en la autopercepción de la fuerza. En hombres, únicamente hubo diferencias significativas en el curl de bíceps mano derecha. En las demás variables no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$).

Tabla 3. Comparación de los valores de FPM y Resistencia muscular (Curl de bíceps) en ambos sexos

Variables	Hombres (n:15)					Mujeres (n:11)					Total (n:26)					
	Pre		Post			Pre		Post			Pre		Post			
	X	DE	X	DE	P	X	DE	X	DE	p	X	DE	X	DE	p	
FPM derecha																
(kg)	39,98	9,48	40,81	8,58	0,476	27,40	4,56	28,75	3,81	0,054	34,66	9,94	35,71	9,16	0,142	
FPM izquierda																
(kg)	38,20	7,58	38,17	7,38	0,977	25,23	4,28	25,04	3,89	0,846	32,71	9,07	32,61	8,96	0,895	
FPM ambas																
manos (kg)	39,09	8,24	39,49	7,62	0,620	26,31	4,15	26,90	3,74	0,407	33,68	9,29	34,16	8,85	0,373	
Curl de bíceps																
Der (rep)	32,53	7,25	36,20	5,89	0,054	28,09	6,66	26,82	5,86	0,625	30,65	7,22	32,23	7,45	0,313	
Curl de bíceps																
Izq (rep)	33,27	6,85	33,53	6,09	0,880	28,00	6,71	26,64	8,33	0,644	31,04	7,16	30,62	7,79	0,787	
AFM total	24,80	2,91	23,80	3,34	0,325	22,82	3,19	22,00	4,12	0,381	23,96	3,13	23,04	3,73	0,179	

Leyenda: FPM: Fuerza de prensión manual, AFM: Autopercepción fuerza muscular

Discusión

La comparación de los resultados del pre y post test en ambos sexos revela que la intervención tuvo un impacto diferente según el género. En las mujeres, no se observaron diferencias significativas en las variables analizadas, incluyendo la Fuerza de Prensión Manual (FPM), el curl de bíceps y la autopercepción de la fuerza, lo que sugiere que el programa de intervención no logró generar cambios medibles en este grupo. Por otro lado, en los hombres, se encontró una diferencia significativa únicamente en el curl de bíceps de la mano derecha, lo que indica que el programa pudo haber tenido un efecto positivo en esta área específica. Sin embargo, en las demás variables evaluadas, no se registraron diferencias significativas.

De hecho, estos hallazgos sugieren que la intervención puede ser más efectiva para los hombres en ciertas medidas de fuerza, mientras que para las mujeres no se evidencian mejoras significativas. Tal vez, las 4 sesiones no fueron suficientes para estimar ganancias positivas en ambos sexos, por lo que existe la necesidad de ajustar el enfoque del programa para abordar mejor el número de sesiones.

Varios estudios han efectuado programas de intervención en escolares^{5,12} y en deportistas¹³, estos han demostrado que los programas de intervención deben ser integrales y adaptados a las necesidades específicas de los participantes. Esto incluye la implementación de actividades variadas que no solo se centren en el entrenamiento de fuerza, sino que también incorporen ejercicios de resistencia, flexibilidad y coordinación.

En general, el entrenamiento con balón medicinal es eficaz para mejorar la velocidad del ejercicio, la agilidad, la fuerza y la resistencia¹⁴, ya que a menudo reflejan cambios en la parte inferior y superior del cuerpo¹⁵.

En suma, se recomienda que los programas de intervención incluyan ejercicios con balón medicinal como parte integral del currículo físico escolar y deportivo. Esto no solo fomentará un desarrollo físico más completo en los estudiantes, sino que también contribuirá a establecer hábitos saludables que perduren en el tiempo. Además, es crucial prever el número de sesiones para producir cambios significativos, puesto que en este estudio las 4 sesiones no fueron suficientes.

Este tipo de ejercicios y programas es recomendado para los niños que viven en circunstancias desfavorecidas, ya que tienen menos posibilidades de participar en actividades físicas y deportes organizados¹⁶, por lo que el objetivo común en estas poblaciones es mejorar los niveles de fuerza, así como mejorar la capacidad cardiorrespiratoria y la competencia motora¹⁷.

Estos hallazgos sugieren que la prueba de lanzamiento de balón medicinal es una prueba válida y fiable para evaluar la potencia explosiva para un patrón análogo de movimiento de todo el cuerpo y la capacidad atlética general¹⁵.

Esta investigación tiene algunas debilidades, por ejemplo, se efectuó un limitado número de sesiones, así como no se tuvo en cuenta un grupo control, lo que limita los resultados obtenidos. Los estudios futuros deben mejorar estos aspectos y contrastar con estos resultados. También presenta algunas fortalezas, ya que es uno de los pocos estudios que utilizó los circuitos como método de trabajo para mejorar los niveles de fuerza de prensión manual y la resistencia muscular en adolescentes. Estos resultados pueden servir como referencia para organizar y diseñar futuros estudios.

Conclusión

La intervención evaluada mostró un efecto significativo solo en el curl de bíceps de la mano derecha en hombres, mientras que en mujeres no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas, lo que sugiere que el programa no generó cambios medibles en este grupo. Esto indica la necesidad de adaptar el enfoque del programa para mejorar su efectividad en ambos sexos.

Referencias

1. Smith JJ, Eather N, Weaver RG, Riley N, Beets MW, Lubans DR. Behavioral Correlates of Muscular Fitness in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Sports Med.* 2019;49(6):887-904. doi: 10.1007/s40279-019-01089-7.
2. Faigenbaum AD, Bruno LE. A fundamental approach for treating pediatric dynapenia in kids. *ACSM Health Fit J.* 2017;21(4):18–24. doi:10.1249/FIT.0000000000000312.
3. Signorile JF. Targeted resistance training to improve independence and reduce fall risk in older clients. *ACSM Health Fit J.* 2016;20(5):29–40. doi:10.1249/FIT.0000000000000238.
4. Smith JJ, Eather N, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Faigenbaum AD, Lubans DR. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2014;44: 1209–23.
5. Stojanović N, Stupar D, Marković M, Trajković N, Aleksić D, Pašić G, Koničanin A, Zdražnik M, Stojanović T. School-based circuit training intervention improves local muscular endurance in primary school students: a randomized controlled trial. *Children (Basel).* 2023;10(4):726. doi:10.3390/children10040726.

6. Kriemler S, Meyer U, Martin E, van Sluijs EMF, Andersen LB, Martin BW. Effect of school-based interventions on physical activity and fitness in children and adolescents: a review of reviews and systematic update. *Br J Sports Med*. 2011;45: 923–30.
7. Stanković D, Pivač S, Antonijević M, Pekas D, Trajković N. School-based exercise programs for promoting musculoskeletal fitness in children aged 6 to 10 years old: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies. *Youth* 2022;2(3):309-17. doi:10.3390/youth2030023.
8. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Geeny HJ, editors. *Physiological testing of elite athletes*. Champaign (IL): Human Kinetics; 1991. p. 223, 308–314.
9. Cossio-Bolaños M, de Arruda M, Sulla Torres J, Urrea Albornoz C, Gómez Campos R. Desarrollo de ecuaciones y propuesta de valores referenciales para estimar la masa grasa de niños y adolescentes chilenos. *Arch Argent Pediatr*. 2017;115(5):453-61. doi:10.5546/aap.2017.453.
10. Richards LG, Olson B, Palmiter-Thomas P. How forearm position affects grip strength. *Am J Occup Ther*. 1996;50(2):133-8.
11. Rikli RE, Jones CJ. *Senior fitness test*. Champaign (IL): Human Kinetics; 2001.
12. García-Baños C, Rubio-Arias JÁ, Martínez-Aranda LM, Ramos-Campo DJ. Secondary-school-based interventions to improve muscular strength in adolescents: a systematic review. *Sustainability*. 2020;12(17):6814. doi:10.3390/su12176814.
13. Ignjatovic AM, Markovic ZM, Radovanovic DS. Effects of 12-week medicine ball training on muscle strength and power in young female handball players. *J Strength Cond Res*. 2012 Aug;26(8):2166-73. doi:10.1519/JSC.0b013e31823c477e.
14. Faigenbaum AD, Mediate P. Effects of medicine ball training on fitness performance of high-school physical education students. *Phys Educ*. 2006;63: 160.
15. Stockbrugger BA, Haennel RG. Validity and reliability of a medicine ball explosive power test. *J Strength Cond Res*. 2001;15(4):431-8.
16. Bolger LE, Bolger LA, O'Neill C, Coughlan E, O'Brien W, Lacey S, Burns C, Bardid F. Global levels of fundamental motor skills in children: a systematic review. *J Sports Sci*. 2020;39: 717–53. doi:10.1080/02640414.2020.1841405.
17. Verbecque E, Coetzee D, Ferguson G, Smits-Engelsman B. High BMI and low muscular fitness predict low motor competence in school-aged children living in low-resourced areas. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(15):7878. doi:10.3390/ijerph18157878.

Conflicto de intereses: No existe entre los autores

Financiamiento: Propio