



Revista Digital de Educación Física

ISSN: 1989-8304 D.L.: J 864-2009

EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO SOBRE LA FUERZA EXPLOSIVA DE MIEMBROS INFERIORES EN GUARDAMETAS DE FÚTBOL CATEGORÍA INFANTIL.

Javier Reina Monroy

Profesional en Ciencias del Deporte y la Educación Física. Director Grupo de Investigación Cultura Física Deporte y Sociedad, Universidad INCCA de Colombia, Bogotá. Colombia.
Email: javierleonardo.reina@unincca.edu.co

Miguel Chaves Barbosa*, Camilo Torres León*

*Profesional en Cultura Física y Deporte, Universidad INCCA de Colombia, Bogotá. Colombia.
Email: miguelchaves33@gmail.com; camilo.culturafisica@gmail.com

Luis Alberto Cardozo

Magister en Actividad Física y Salud, Profesor Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá. Colombia. Email: lualca7911@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el efecto del entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva de miembros inferiores en guardametas de fútbol de la categoría infantil en la ciudad de Bogotá, D.C. Participaron 12 niños entre los 10 y 12 años (Control n=6 y experimental n=6), el grupo experimental realizó un programa de entrenamiento de 10 semanas, 3 días por semana, donde se combinaban ejercicios pliométricos con ejercicios técnicos específicos del guardameta. Se analizaron las variables de componente elástico, componente contráctil e índice de elasticidad según el protocolo del test de Bosco. Para ello se utilizaron pruebas estadísticas descriptivas, de normalidad (Shapiro Wilk) e inferenciales (T Student para muestras relacionadas e independientes, prueba de Wilcoxon y U de Mann-Whitney). Se observaron mejoras significativas en el componente elástico e índice de elasticidad ($p < .05$) aunque la magnitud del tamaño del efecto fue moderado. Se concluye que un programa de entrenamiento pliométrico combinado con ejercicios técnicos específicos en miembros inferiores contribuye en la mejora de la fuerza explosiva. Se sugieren más estudios en esta población.

PALABRAS CLAVE:

Guardameta; pliometría; fuerza explosiva; componente contráctil; índice de elasticidad.

INTRODUCCIÓN.

El fútbol como deporte de equipo, requiere de una organización adecuada y eficaz, de manera que, radica en la ubicación de los futbolistas en determinadas posiciones, para el cumplimiento de tareas específicas y facilitar el desarrollo de habilidades en el jugador tanto en acciones ofensivas como defensivas (Sánchez, Sánchez & Torres-Luque, 2012).

Al contemplar las tareas del guardameta y su responsabilidad durante el partido, se reconoce que ocupa una posición destacada y especial, es el único jugador que puede utilizar las manos, sin embargo, su posición en el campo de juego tiene una alta y exclusiva responsabilidad defensiva, al ser el último jugador que impide marcar gol al equipo contrario (Bruggmann & Bucher, 2003; Ocaña, 2008). En cuanto a las demandas fisiológicas, los tiempos de intervención son pocos, con ejecuciones de alta intensidad y corta duración, requiriendo principalmente para el aporte energético de los fosfágenos (sistema ATP-PC) (Cullen et al., 2017; Peacock, Ball, & Taylor, 2017). En cuanto a las demandas físicas, realiza movimientos en posiciones angulares variadas y profundas en las articulaciones de cadera y rodilla, generando una alta demanda de fuerza en miembros inferiores, en varios de estos movimientos defensivos realiza esfuerzos superiores a su propio peso corporal (Álvarez & Martínez, 2009; Prieske et al., 2016). Debido a las pocas intervenciones durante el juego, el guardameta realiza un trabajo intermitente, permitiéndole tiempos de recuperación completos en cuanto la carga interna generada para su próxima actuación (Madir, 2002; Sambade, Areces, & Vales, 2009). Desde el punto de vista técnico, realiza la mayor parte de los gestos técnicos con los miembros superiores (blocajes, despejes, desvíos, saque y de gancho), acompañado siempre de acciones de miembros inferiores en acciones técnicas de pases, saque de meta, saque de volea y desvíos, a partir de contracciones musculares concéntricas, excéntricas y auxotónicas (Serrato, 2008; Casáis, 2009; Nunome, Hennig, & Smith, 2018).

Entendiendo que el guardameta requiere un entrenamiento específico debido a las características y necesidades de esta posición, las capacidades físicas más importantes a desarrollar son la flexibilidad, la fuerza explosiva, capacidad y potencia para realizar esfuerzos de corta duración y alta intensidad (García, 2009), a partir de movimientos de miembros inferiores que conllevan a acciones de fuerza en el menor tiempo posible, con el fin de propulsar el cuerpo en el aire y vencer la inercia ante una acción ofensiva de remate a la meta por parte del rival; por esta razón, el entrenamiento de la fuerza explosiva es fundamental en este jugador (Casáis et al., 2009; Spinetti et al., 2018).

Diferentes estudios orientados a la mejora de la fuerza explosiva han utilizado el método pliométrico como uno de los métodos más eficaces. Estudios en niños de edad escolar reportaron cambios en la capacidad de salto a partir de una mejora coordinativa a nivel segmentario y neuromuscular (Gonzalez et al., 2007), con ganancias en la potencia y el componente elástico del músculo esquelético (Cabrera, Díaz, & Montejo, 2013). En los saltos CMJ y ABK del test de Bosco los niños han obtenido mayores niveles de altura, mientras que las niñas tienen mayores umbrales de potencia y fuerza (López, Lara, Espejo, & Cachón, 2015).

Investigaciones en torno a la mejora de fuerza explosiva en miembros inferiores indican que el ciclo de estiramiento- acortamiento puede ser más rápido teniendo una tendencia de desarrollo diferente, contribuyendo en la mejora de diferentes aspectos del rendimiento de los futbolistas (Lloyd, Oliver, Hughes, & Williams, 2011; Stojanović, Ristić, McMaster, & Milanović, 2017). Al parecer un entrenamiento pliométrico es tan efectivo como el entrenamiento combinado para el equilibrio, la velocidad de desplazamiento, etc., produciendo mejores resultados para tiempos de carrera (Faigenbaum et al., 2009; Rodríguez-Rosell, Torres-Torrel, Franco-Márquez, González-Suárez, & González-Badillo, 2017). Otro estudio indica que el entrenamiento pliométrico y de fuerza es más efectivo, demostrando mayores niveles de potencia en miembros superiores e inferiores en los niños (Chaouachi et al., 2014). Finalmente, en relación a las edades infantiles no hay evidencia que indique que el entrenamiento de fuerza, correctamente prescrito y supervisado sea contraindicado en estas edades. (Peña et al., 2015).

Por otra parte, estudios enfocados en entrenamiento pliométrico en jugadores juveniles indican que al mejorar la fuerza explosiva también mejora la velocidad en cambios de dirección (Juárez, López & Navarro, 2008; Hernández & García, 2013). Al comparar entrenamiento pliométrico vs bandas elásticas se encontraron mejoras en la capacidad de salto en mayor proporción en aquellos sometidos a entrenamiento pliométrico (Cardozo & Yanez, 2017). En sujetos prepúberes se ha encontrado mejora de la capacidad de salto, sprint, fuerza-potencia para acciones específicas del fútbol (Michailidis et al., 2013; Silva et al., 2011). Igualmente, en jugadores juveniles de fútbol masculino mejoras a corto plazo debido a entrenamiento explosivo (Ramírez et al., 2015).

Diversos estudios enfocados a la pliometría en jugadores profesionales, semiprofesionales y amateurs de fútbol, evidencian mejoras en la fuerza explosiva como en la velocidad (García, Villa, Morante, & Moreno, 2001; Chelly, Ghenem, Abid, Hermassi, Tabka, & Shephard, 2010). El entrenamiento con trineo y pliométrico tienen efectos positivos sobre pruebas de salto vertical SJ y CMJ, así como entrenamiento pliométrico unilateral y bilateral han permitido incrementos en la potencia y fuerza máxima de los extensores de la rodilla, y pequeñas mejoras en agilidad específica del fútbol (García & Peña, 2016; Váczi et al., 2013). Por otro lado, se observó que el guardameta tiene mejor capacidad de salto vertical en SJ, mientras que en el salto CMJ los jugadores más potentes son los centrocampistas debido a una mejor capacidad elástica muscular (Jiménez, Parra, Pérez, & Grande, 2008).

Partiendo de la revisión y análisis de la literatura consultada se puede observar que el entrenamiento de la fuerza explosiva en el fútbol ha sido estudiada de forma conjunta independiente de la posición de los jugadores, dejando así un interrogante respecto a la posición del guardameta, que lo vinculan en los entrenamientos de fuerza con el resto de los jugadores, no diferenciándolo en función de las necesidades que requiere esta posición. Por otra parte, hay una gran cantidad de literatura acerca de la pliometría en escolares y jóvenes no entrenados, lo que lleva a orientar el método pliométrico de forma general pero no en cuanto a la especificidad de la posición de guardameta infantil.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue analizar el efecto del entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva en miembros inferiores en guardametas de fútbol de categoría infantil de Bogotá, D.C. Colombia.

1. MÉTODO.

1.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de este estudio fue experimental pre-prueba, post-prueba con grupo control y alcance explicativo, donde se analizó el efecto de la variable independiente (entrenamiento pliométrico) sobre la variable dependiente (fuerza explosiva).

1.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población estuvo constituida por 38 guardametas de las escuelas de formación deportivas de fútbol del Club Deportivo La Equidad Seguros de la sede Fontibón en la ciudad de Bogotá, D.C., de donde se extrajo una muestra no probabilística por conveniencia de 12 deportistas ($n=12$) en edades comprendidas entre los 10 y 12 años (11.8 ± 0.8 años), que estuvieran compitiendo en torneos de la liga de Fútbol de Bogotá categoría ascenso y promocional durante el año 2017, y se encontraran en procesos de formación deportiva hacia el alto rendimiento. Los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta fueron: Ser guardametas de fútbol de género masculino, estar vinculados al Club Deportivo y encontrarse en perfectas condiciones de salud. Los participantes del estudio se dividieron aleatoriamente en grupo control (GC, $n=6$) y grupo experimental (GE, $n=6$).

Se excluyeron del estudio quienes no aceptaron el asentimiento informado y el consentimiento informado por parte de sus representantes legales, además de no haber participado en todos los entrenamientos programados.

En cuanto a las consideraciones éticas, se informó el procedimiento y el tratamiento de la información a los participantes y representantes legales de acuerdo con la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, la cual reglamenta los procedimientos para investigaciones en seres humanos y, de acuerdo a esta reglamentación, el nivel de riesgo del estudio fue mínimo. Por otro lado, se tuvo en cuenta la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Este estudio fue aprobado por el comité de investigación del programa de Cultura Física y Deporte de la universidad INCCA de Colombia.

1.3. MATERIAL E INSTRUMENTOS.

Para la evaluación de la fuerza explosiva de miembros inferiores se utilizó la plataforma de contacto marca BIOSALTUS, dispositivo electrónico de tecnología de contacto que activa un cronómetro automático de alta velocidad programable y envía esta información al software de medición BIOSALTUS-II&SB versión 7 (figura 1). Para el entrenamiento pliométrico se utilizaron los siguientes materiales: a) Escalera de coordinación de 5 m de largo x 0.5 m de ancho; b) 4 vallas plásticas de 30 cm de altura; c) 10 Balones de fútbol Goltly fusión # 5 (peso de 445 gramos; circunferencia de 68.6 cm a 69.5 cm).



Figura 1. Plataforma de Contacto BIOSALTUS-II&SB v.7

1.4. PROCEDIMIENTO

Inicialmente se explicó a los guardametas participantes del estudio el protocolo del test de Bosco y la técnica correcta de ejecución de los saltos a evaluar; posteriormente se realizaron prácticas de los saltos para una correcta ejecución al momento de su valoración. Previo al desarrollo del programa de entrenamiento se evaluaron los saltos Squat Jump (SJ), Countermovement Jump (CMJ) y Abalakov (ABK); con el fin de analizar las variables objeto de estudio las cuales fueron el componente contráctil muscular (CC), el componente elástico (CE) y el índice de elasticidad (IE). Para ello se utilizaron las siguientes formulas propuestas por Bosco (1994):

- Componente contráctil muscular (CC)= $SJ/ABK*100$
- Componente elástico (CE)= $CMJ-SJ/ABK*100$
- Índice de elasticidad (IE)= $(CMJ-SJ)/ SJ *100$

Se realizó un calentamiento de 15 minutos, el cual consistió en realizar movilidad articular, activación de la musculatura de los miembros inferiores y cintura pélvica (desplazamientos en diferentes direcciones, trote, sentadillas). Seguido a esto el investigador le recordaba a cada guardameta la técnica de los saltos antes de su valoración para evitar errores en el desarrollo del mismo. Entre cada salto se otorgó un descanso de 20 segundos, aspecto sugerido por López et al., (2015). Posterior a las 10 semanas de entrenamiento pliométrico, se realizaron nuevamente los test de saltos.

- **SALTO SQUAT JUMP (SJ)**

Analiza la fuerza explosiva en la modalidad de activación muscular con contracción concéntrica. Para realizar correctamente el salto se tuvo en cuenta las siguientes características: Planta de los pies en contacto con la plataforma, flexión de rodillas a 90 grados, manos en la cintura, tronco erguido, realizar el salto logrando extensión total de rodillas y la articulación del tobillo en dorso-extensión.

- **SALTO COUNTERMOVEMENT JUMP (CMJ)**

Analiza la fuerza explosiva (con reutilización de energía elástica y aprovechamiento de reflejo miotático), en la modalidad de activación muscular con contracción concéntrica precedida de una fase muy breve de contracción excéntrica. Para realizar correctamente el salto se tuvo en cuenta las siguientes características: Planta de los pies en contacto con la plataforma, rodillas a 180 grados, manos en la cintura, torso erguido, realiza una flexión de rodillas a 90 grados y realiza un salto extendiendo las rodillas a 180 grados, tobillo en dorso-extensión al momento de volver a caer sobre la plataforma.

- **SALTO ABALAKOV (ABK)**

Analiza el componente coordinativo (con reutilización de energía elástica y aprovechamiento de reflejo miotático), modalidad de activación muscular: contracción concéntrica precedida de una fase muy breve de contracción excéntrica, se realizó con el fin de evaluar la variable dependiente la cual consta del componente elástico, componente contráctil e índice de elasticidad (Bosco, 1994). El salto se realiza partiendo desde una posición erecta, y se debe tener las manos y brazos libres con el fin de ser utilizadas de forma coordinada y sincronizada con la acción de flexo-extensión de las piernas. El deportista flexiona las articulaciones de rodilla (en un ángulo libre) y salta buscando la mayor altura posible manteniendo el cuerpo estirado durante la fase de vuelo, y cae en el lugar de partida.

1.5. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO.

Se desarrolló un programa de entrenamiento pliométrico para miembros inferiores de 10 semanas aplicado al grupo experimental, con una frecuencia de tres días por semana, y un volumen de 200 saltos por sesión; durante las cuatro primeras semanas se realizaron ejercicios de adaptación de bajo impacto a partir de saltos unipodales y bipodales mediante una escalera de coordinación; desde la semana 5 a la 10 se realizaron saltos bipodales con vallas de 30 cm de altura. La intensidad para las 10 semanas fue baja y moderada con descansos por serie entre 3 a 5 minutos siguiendo la metodología propuesta por Bompa (2006) y teniendo en cuenta aspectos pedagógicos indicados por Verkhoshasky (2009) y Vasconcelos (2005). La variabilidad de los ejercicios en el tiempo de la intervención se realizó mediante los distintos gestos técnicos del guardameta como lo son; blocajes altos, medios y bajos con desvios de pies y manos, despejes con un puño y dos puños, caídas laterales y frontales. El grupo control continuó con su entrenamiento habitual compuesto por ejercicios técnicos, coordinativos y físico evitando algún tipo de ejercicio pliometrico dosificado.

Después de finalizar las 10 semanas de entrenamiento se realizó el pos-test, en donde se tuvo en cuenta el mismo protocolo y características de la valoración inicial.

Tabla 1.

Diseño de entrenamiento pliométrico adaptado a guardametas de fútbol categoría infantil.

Semanas	Actividades	Sesiones	Series	Saltos	Descansos	Saltos por sesión
Semana 1	ECBR	3	20	10	3-5 min	200
Semana 2	ECBMA	3	20	10	3-5 min	200
Semana 3	ECBA	3	20	10	3-5 min	200
Semana 4	EC3B	3	20	10	3-5 min	200
Semana 5	V30DR	3	20	10	3-5 min	200
Semana 6	V30DMA	3	20	10	3-5 min	200
Semana 7	V30DP	3	20	10	3-5 min	200
Semana 8	V30D2P	3	20	10	3-5 min	200
Semana 9	V30B	3	20	10	3-5 min	200
Semana 10	V30DB	3	20	10	3-5 min	200

ECBR: Escalera de coordinación con bloqueo rastrero; ECBMA: Escalera de coordinación con bloqueo a media altura; ECBA: Escalera de coordinación con bloqueo alto; EC3B: escalera de coordinación con los tres bloques; V30DR: Vallas de 30 cm con desvíos rastreros; V30DMA: Vallas de 30 cm con desvíos media altura; V30DP: Vallas de 30 cm con despeje a un puño; V30D2P: Vallas de 30 cm con despeje a dos puños; V30B: Vallas de 30 cm con bloques; V30DB: Vallas de 30 cm con desvíos y bloques.

1.6. ANÁLISIS DE DATOS

Para la recolección de datos se utilizó el software de interpretación BIOSALTUS-II&SB v.7 en el cual se trasfiere la información desde la plataforma de contacto al ordenador. En segunda instancia se utilizó una plantilla Excel (Microsoft Office 2013) para la tabulación de la información. Para el análisis de datos se utilizó el software SPSS Statistics versión 23, utilizando estadística descriptiva e inferencial, aplicando medidas de tendencia central y dispersión, pruebas de hipótesis de normalidad y homocedasticidad para verificar distribución normal de los datos, en cuanto a la comparación intra grupal se utilizó la prueba T Student para muestras relacionadas y la prueba de signos de Wilcoxon; en relación a la comparación entre grupos se utilizaron las pruebas T Student para muestras independientes y de U de Mann-Whitney. Se calculó el tamaño del efecto (Effect Size) con la prueba d de Cohen y se estableció como nivel de error mínimo aceptable $p \leq .05$.

2. RESULTADOS.

En la tabla 2, se observan los datos descriptivos de los dos grupos con el fin de observar las variables CC, CE y el IE antes de la intervención del entrenamiento pliométrico. Se observa que la media de las variables del grupo control con respecto al grupo experimental no difieren significativamente ($p > .05$).

Tabla 2.
Variables de estudio por grupo.

Grupos	Variables	Media \pm DS	Rango	Mínimo	Máximo
Grupo Control (GC)	CC	90,6 \pm 5,9	13,6	82,8	96,4
	CE	4,7 \pm 0,8	2,4	3,4	5,8
	IE	5,2 \pm 1,0	2,7	3,5	6,2
Grupo Experimental (GE)	CC	86,6 \pm 6,7	24,2	71,1	95,3
	CE	4,8 \pm 1,2	3,5	2,7	6,2
	IE	5,6 \pm 1,3	6,70	3,4	6,7

CC: Componente contráctil; CE: Componente elástico; IE: Índice elasticidad; DS: Desviación Estándar.

Al observar los datos descriptivos previo al programa de entrenamiento y posterior al mismo, en el GC encontramos en la variable del CC una diferencia del 1.33%, en el CE una diferencia 0.31 % y en el IE una diferencia del 0.43%, observándose cambios mínimos. En el GE al comparar pre y pos-test encontramos que el CC presenta una reducción del 0.72%, mientras que en las variables del CE se obtuvo una ganancia del 4.62% y del IE del 5.45% con un Effect Size de 3.9 y 4.1 respectivamente, siendo moderada la magnitud del tamaño del efecto (tabla 3).

Tabla 3.
Datos descriptivos de variables pre y pos test en los grupos del estudio.

Grupo control	Componente contráctil		Componente elástico		Índice de elasticidad	
	Pre test	Pos test	Pre test	Pos test	Pre test	Pos test
GC	90,6 \pm 5,9	89,2 \pm 5,9	4,7 \pm 0,8	5,0 \pm 1,0	5,2 \pm 1,0	5,6 \pm 1,2
GE	86,6 \pm 6,7	85,9 \pm 3,3	4,8 \pm 1,2	9,5 \pm 1,0	5,6 \pm 1,3	11,0 \pm 1,4

Valores expresados en media \pm DS

La prueba de normalidad nos indica que los datos de las variables en el GC tuvieron distribución normal ($p > .05$), en el GE las variables del CC y CE tuvieron distribución normal pero en la variable del IE no se obtuvo dicha distribución ($p < .05$) (tabla 4). Por lo anterior, se realiza la prueba T Student para el GC y para el GE en las variables CC y CE, mientras que para la variable de IE se realiza la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Por otro lado, la prueba de homocedasticidad muestra que las varianzas en el GC y GE en el CC y el IE no son iguales ($F = 17.715$; $p = .002$), por lo tanto se realiza un prueba no paramétrica la U de Mann-Whitney; mientras que el CE se refleja igualdad en las varianzas ($F = .003$; $p = .958$), por lo tanto para este componente se realiza la prueba paramétrica T Student para muestras independientes.

Tabla 4.
Estadística diferencial pruebas de normalidad Intra-grupal.

		Prueba de normalidad					
		Pre-test			Post-test		
		Gl	Est	Sig	Gl	Est	Sig
GC	CC	6	0,796	.054	6	0,829	.106
	CE	6	0,977	.934	6	0,859	.186
	IE	6	0,923	.527	6	0,929	.575
GE	CC	6	0,869	.223	6	0,840	.129
	CE	6	0,917	.482	6	0,870	.228
	IE	6	0,888	.305	6	0,733	.013*

CC: Componente contráctil; CE: Componente elástico; IE: Índice elasticidad.

*Diferencia a nivel $p < .05$

Comparando las medias (Prueba T Student para muestras independientes Intra-grupal) del grupo control pre y pos-test de guardametas, no se encontraron diferencias significativas en todas las variables de estudio, $p > .05$. Así mismo, el GE en el CC no obtuvo cambios significativos ($p > .05$), sin embargo, en el CE y el IE obtuvieron ganancias significativas ($p = .01$ y $p < .05$, respectivamente), aspectos que se ven en detalle en la tabla 5.

Tabla 5.
Cambios en variables después de 10 semanas de entrenamiento pliométrico

Grupos	Variables	mediana- pre test	mediana- pos test	Dif.	T	Gl	Sig
GC	CC	93,4	89,6	3,78	0,721	5	.503
	CE	4,8	5,4	0,57	-1,956	5	.108
	IE	5,2	6,0	0,8	-2,342	5	.066
GE	CC	90,4	95,7	5,34	0,200	5	.849
	CE	4,9	9,0	4,17	-7,888	5	.001**
	Prueba de Wilcoxon IE	mediana- pre test 5,9	mediana- pos test 10,2	Dif. 4,29	Z -2,201	R+ 3,50	Sig. asintótica (bilateral) .028*

CC: Componente contráctil; CE: Componente elástico; IE: Índice elasticidad; Dif.: Diferencia.

*Diferencia a nivel $p < .05$

**Diferencia a nivel $p < .01$

Al comparar los dos grupos de estudio (GC y GE) los resultados indican que en el CC no se presentaron diferencias significativas ($p > .05$). Sin embargo, en los CE e IE si se encontraron diferencias significativas ($p < .01$), debido al programa de entrenamiento pliométrico aplicado a los guardametas infantiles del GE, aspecto que se observa con más detalles en la tabla 6.

Tabla 6.
Prueba T Student y U Mann Whitney para muestras independientes - comparación entre grupos después del entrenamiento de 10 semanas.

	Mediana GC	Mediana GE	Diferencia	U de Mann- Whitney	Z	Sig. asintótica (bilateral)
CC	89,6	95,7	-6,11	11,000	-1,121	.262
IE	6,0	10,2	-4,23	0,000	-2,887	.004**
				T	gl	Sig.
CE	5,4	9,0	-3,65	-7,924	10	.000**

CC: Componente contráctil; CE: Componente elástico; IE: Índice elasticidad.

**Diferencia a nivel $p < .01$

3. DISCUSIÓN.

El objetivo de la presente investigación fue analizar el efecto del entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva en miembros inferiores en guardametas de fútbol de la categoría infantil. Según la hipótesis, el grupo sometido a ejercicios pliométricos obtuvo mejoras en el CE e IE, el CC no se modificó en ninguno de los grupos de estudio (GE y GC).

Comparando con el estudio realizado por Cabrera, Díaz & Montejo (2013) el cual tuvo una duración de 6 semanas de entrenamiento pliométrico con una frecuencia de 2 días por semana, obtuvieron cambios significativos sobre el IE, iniciando en el pre-test con un 8,17 IE y luego de la intervención con un valor del 13,23; mejorando casi un 5 %, obteniendo mejoras muy similares a nuestro estudio, aunque cabe aclarar que este estudio se realizó en infantes no entrenados. Otros estudios evidenciaron igualmente mejoras en el CE e IE en jugadores jóvenes de fútbol de categorías infantiles y juveniles (Hernández & García, 2013; Hernández & García, 2015; Ceylan & Demirjan, 2017; Demirci et al., 2018).

Negra et al. (2017) comparo 2 programas de entrenamiento pliométrico en jóvenes futbolistas pre-púberes durante 8 semanas (superficie estable vs superficie inestable), donde ambos programas generaron mejoras significativas en diferentes componentes de la condición física incluyendo, entre ellos el IE. Similares resultados fueron observados por Chaabene, & Negra (2017) durante 8 semanas con 2 sesiones de entrenamientos pliométrico semanal, donde comparo un grupo de bajo volumen de entrenamiento con un grupo de alto volumen, sin embargo no encontraron diferencias entre ambos programas de entrenamiento.

Al analizar los datos de los estudios enunciados anteriormente y los resultados de nuestra intervención se observa que el entrenamiento pliométrico contribuye en la mejora del CE y del IE. Legerlotz, Marzilger, Bohm, & Arampatzis (2016) indican que estas adaptaciones se deben al aumento del stiffness (rigidez) del tendón facilitando la elongación del componente elástico secuencial y a su vez transferir la energía potencial elástica del propio musculo de forma más rápida y efectiva al hueso. Aunque no es del todo claro por qué el CC no mejoró en nuestro estudio, sin embargo, Kubo et al. (2007) expresa que la no mejora en este componente se debe a la escasa modificación de las estructuras proteicas del musculo con este tipo de entrenamiento. Adicionalmente, el CC requiere para generar adaptaciones crónicas de esfuerzos máximos o cercanos al máximo, donde el músculo es sometido a un estiramiento muy ligero (longitud óptima), longitud que difiere sustancialmente con acciones pliométricas (Granacher, Goesele, Roggo, et al. 2011; Mitchell, Cohen, Dotan, Gabriel, Klentrou, & Falk, 2011)

Contrariamente a lo encontrado en nuestro estudio, McKinlay et al. (2018) en jugadores de 11 y 13 años encontro mejoras en el componente contráctil (CC) especialmente en el vasto lateral durante 8 semanas de entrenamiento, 3 veces por semana. Por otro lado, Ramirez-Campillo et al. (2018a) comparo dos protocolos con frecuencia de entrenamiento pliométrico semanal diferente a la utilizada en nuestro estudio (una sesión vs dos sesiones por semana), encontrando mejoras con ambos protocolos en el salto vertical CMJ y DJ, e indicando que no hubo diferencias utilizando una o dos sesiones de entrenamiento por semana, aunque no es del todo claro las posibles causas de las adaptaciones generadas con los protocolos de entrenamiento. El autor con base a las investigaciones realizadas por Markovic y

Mikulic en el 2010 se refiriere a posibles diversas adaptaciones neuromusculares, como las mejoras de coordinación inter-muscular, el aumento de la velocidad de activación de las motoras neuronas alfa, mejoras en las características mecánicas del complejo músculo-tendón, el aumento del tamaño muscular, la arquitectura y/o la mecánica de fibra muscular (como se citó en Ramírez-Campillo et al., 2018a,p.6).

Finalmente, desarrollar en categorías infantiles una progresión metodológica de los ejercicios pliométricos acorde y adecuada a sus características motrices es importante, ya que podría generar lesiones o desgastes articulares prematuros. Como lo evidencio Kubo et al. (2007) en su investigación, donde el stiffness articular aumento después de un programa de entrenamiento pliométrico, aspecto que no se encontró en los sujetos que realizaron entrenamiento de fuerza con pesos a altas cargas. Mullen et al. (2018) advierte la importancia de considerar las etapas madurativas de los jóvenes a la hora de aplicar programas de entrenamiento pliométrico debido a las respuestas fisiológicas que estos presentan de forma diferenciada entre pre-púberes y púberes. Este aspecto también es considerado importante por Asadi, Ramírez-Campillo, Arazi, & Sáez de Villarreal, (2018) indicando que la maduración ejerce un efecto condicionante en la capacidad de salto.

Una de las limitantes de nuestro estudio fue no considerar la altura óptima en los ejercicios propuestos para el desarrollo de la fuerza reactiva de manera individual en los guardametas infantiles (Índice de fuerza reactiva óptima), aspecto que es recomendado por Ramírez-Campillo et al. (2018b), sin embargo, usar alturas fijas puede proporcionar una alternativa racional y práctica.

4. CONCLUSIONES.

El entrenamiento pliométrico de intensidades bajas y moderadas contribuye en la mejora de la fuerza explosiva en miembros inferiores de guardametas de fútbol de la categoría infantil (10-12 años). Indicándonos que este tipo de entrenamiento favorecería la capacidad de utilizar la energía elástica acumulada a nivel muscular para el desarrollo de acciones específicas en competición. Sin embargo, se sugieren más estudios en esta población.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Álvarez, J. & Martínez, L. (2009). *Fútbol base: El entrenamiento en categorías de formación*. Barcelona, España: Mc Sport.

Asadi, A., Ramírez-Campillo, R., Arazi, H., & Sáez de Villarreal, E. (2018). The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *J Sports Sci*, 36(21), 2405-241.

Bompa, T. (2006). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.

Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.

Bruggmann, B., & Bucher, W. (2003). *1000 ejercicios y juegos de fútbol base*. Madrid, España: Editorial Hispano Europea.

Cabrera, R., Díaz, V., & Montejo, C. (2013). Entrenamiento pliométrico sobre el índice elástico en niños no deportistas. *Revista Educación Física y Deportes*, 1(32), 1187-1196.

Cardozo, LA & Yanez, C. (2017). Efecto del entrenamiento pliométrico vs. thera-band en la altura de salto vertical en jóvenes futbolistas. *Journal of Sport and Health Research*, 9 (2), 247-262.

Casáis, L., Domínguez, E., Lago, C., Alonso, M., Álvarez, J., Crespo, J. et al. (2009). *Fútbol base: El entrenamiento en categorías de formación*. Barcelona, España: Mc Sport.

Ceylan, L., & Demirkan, E. (2017). Effect of plyometric training on repeated sprint performance in amateur soccer players. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 12(3), 329-340.

Chaabene, H., & Negra, Y. (2017). The effect of plyometric training volume on athletic performance in prepubertal male soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*, 12(9), 1205-1211.

Chaouachi, A., Othman, A., Hammami, R., Drinkwater, E., & Behm, D. (2014). The combination of plyometric and balance training improves sprint and shuttle run performances more often than plyometriconly training with children. *J Strength Cond Res*, 28(2), 401-412.

Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump-and sprint performance of soccer players. *J Strength Cond Res*, 24(10), 2670-2676.

Cullen, B. D., Roantree, M. T., McCarren, A. L., Kelly, D. T., O'connor, P. L., Hughes, S. M., ... & Moyna, N. M. (2017). Physiological profile and activity pattern of minor Gaelic football players. *J Strength Cond Res*, 31(7), 1811-1820.

Demirci, D., Konyali, M., Akdeniz, H., Sekban, G., & Aydin, M. (2018). Reviewing the effect of the stretch-shortening cycle workouts on shot hit performance. *Physical education of students*, 22(1), 17-22.

Faigenbaum, A., Kraemer, W., Blimkie, C., Jeffreys, I., Micheli, L., Nitka, M., & Rowland, T. (2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res, Supl.*23, S60-S79.

García Ocaña, L. J. (2009). *Fútbol base: El entrenamiento en categorías de formación (Vol. 2)*. Barcelona, España: Mc Sport.

García, F., & Peña, J. (2016). Efectos de 8 semanas de entrenamiento pliométrico y entrenamiento resistido mediante trineo en el rendimiento de salto vertical y esprint en futbolistas amateurs. *Kronos*, 15(2), 1-10.

García, J., Villa, J., Morante, J., & Moreno, C. (2001). Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro

amateur de un mismo club de fútbol. *Apunts: Educación Física y Deporte*, (63), 46-52.

González, J., Díaz, N., García, L., Mora, J., Castro, J., & Facio, M. (2007). La capacidad de salto e índice de elasticidad en educación primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 7(28), 359-373.

Granacher U, Goesele A, Roggo K, et al. (2011). Effects and mechanisms of strength training in children. *Int J Sports Med*, 32(5), 357–364.

Hernández, P., & García, G. (2015). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la potencia en el salto. *Rev.Ib.CC. Act. Fís. Dep.*, 4(1), 28-41

Hernández, Y., & García, J. (2013). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la velocidad con cambio de dirección. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, (31), 17-36.

Kubo, K., Morimoto, M., Komuro, T., Yata, H., Tsunoda, N., Kanehisa, H. et al. (2007). Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. *Med Sci Sports Exerc*, 39(10), 1801-1810.

Legerlotz K, Marzilger R, Bohm S, Arampatzis A. (2016). Physiological adaptations following resistance training in youth athletes-a narrative review. *Pediatr Exerc Sci*, 28(4), 501–520.

Lloyd, R., Oliver, J., Hughes, M., & Williams, C. (2011). The influence of chronological age on periods of accelerated adaptation of stretch-shortening cycle performance in pre and postpubescent boys. *J Strength Cond Res*, 25(7), 1889-1897.

López, F., Lara, A., Espejo, N., & Cachón, J. (2015). Evaluación de la fuerza explosiva de extensión de las extremidades inferiores en escolares. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 122(4), 44-51.

Madir, I. R. (2002). Nuevas perspectivas del entrenamiento del portero de fútbol en el desarrollo evolutivo. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 69(3), 27-36.

McKinlay, B. J., Wallace, P., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A., & Falk, B. (2018). Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness, and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *J Strength Cond Res*, 32(11), 3039-3050.

Michailidis, Y., Fatouros, I., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A. et al. (2013). Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes. *J Strength Cond Res*, 27(1):38-49.

Mitchell C, Cohen R, Dotan R, Gabriel D, Klentrou P, Falk B. (2011) Rate of muscle activation in power and endurance trained boys. *Int J Sport Physiol*, 6(1):94–105.

Mullen, C. M., Taylor, J. B., Aube, M. A., Westbrook, A. E., Nguyen, A. D., Smoliga, J. M., & Ford, K. R. (2018). Effect of maturation on heart rate during a six-week plyometric training in female soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 50(5S), 778-779.

Negra, Y., Chaabene, H., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Mkaouer, B., Hachana, Y., & Granacher, U. (2017). Effects of plyometric training on components of physical fitness in prepuberal male soccer athletes: The role of surface instability. *J Strength Cond Res*, 31(12), 3295-3304.

Nunome, H., Hennig, E., & Smith, N. (2018). *Football Biomechanics*. New York: Routledge.

Ocaña, F. G. (2008). *El portero de fútbol*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.

Peacock, J., Ball, K., & Taylor, S. (2017). The impact phase of drop punt kicking for maximal distance and accuracy. *J Sports Sci*, 35(23), 2289-2296.

Peña, G., Heredia, J., Lloret, C., Martín, M., & Da Silva Grigollito, M. (2015). Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: revisión. *Rev Andal Med Deporte*, 9(1), 41-49.

Prieske, O., Muehlbauer, T., Borde, R., Gube, M., Bruhn, S., Behm, D. G., & Granacher, U. (2016). Neuromuscular and athletic performance following core strength training in elite youth soccer: Role of instability. *Scand J Med Sci Sports*, 26(1), 48-56.

Ramírez, R., Burgos, C., Henríquez, c., Andrade, D., Martínez, C., Álvarez, C. et al. (2015). Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *J Strength Cond Res*, 29(5), 1317-1328.

Ramirez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Gonzalo-Skok, O., Rodríguez-Fernandez, A., Carretero, M., & Nakamura, F. Y. (2018a). Specific Changes in Young Soccer Player's Fitness After Traditional Bilateral vs. Unilateral Combined Strength and Plyometric Training. *Front Physiol* 9, 1-10.

Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., García-Pinillos, F., Sánchez-Sánchez, J., Yanci, J., Castillo, D., ... & Izquierdo, M. (2018b). Optimal reactive strength index: is it an accurate variable to optimize plyometric training effects on measures of physical fitness in young soccer players?. *J Strength Cond Res*, 32(4), 885-893.

Rodríguez-Rosell, D., Torres-Torrelo, J., Franco-Márquez, F., González-Suárez, J. M., & González-Badillo, J. J. (2017). Effects of light-load maximal lifting velocity weight training vs. combined weight training and plyometrics on sprint, vertical jump and strength performance in adult soccer players. *J Sci Med Sport*, 20(7), 695-699.

Sambade, Areces, & Vales. (2009). *Fútbol base: El entrenamiento en categorías de formación (Vol. 2)*. Barcelona, España: Mc Sport.

Sánchez, M. L. Z., Sánchez, A. J. L., & Torres-Luque, G. (2012). Análisis de la condición física en jóvenes jugadores de fútbol en función de la categoría de formación y del puesto específico. *Apunts: Educación física y deportes*, 109(3), 54-62.

Serrato Roa, M. (2008). *Medicina del deporte*. Bogotá D.C, Colombia: Universidad del Rosario.

Silva, J., Palma, A., Costa, P., Pereira, J., Barroso, R., Abrantes, J. et al. (2011). Relação entre as potências de sprint e salto vertical em jovens atletas de futebol. *Motricidade*, 7(4), 5-13.

Spinetti, J., Figueiredo, T., Willardson, J. M., de Oliveira Bastos, V., Assis, M., Fernandes, L. D. O., ... & Simao, R. (2018). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 59(1):42-49.

Stojanović, E., Ristić, V., McMaster, D. T., & Milanović, Z. (2017). Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sport Med*, 47(5), 975-986.

Vácz, M., Tollár, J., Meszler, B., Juhász, I., & Karsai, I. (2013). Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players. *J Strength Cond Res*, 36(1), 17-26.

Vasconcelos Raposo, A. (2005). *La fuerza entrenamiento para jóvenes*. Barcelona, España: Paidotribo.

Verkhoshasky, Y. (2009). *Todo sobre el método pliométrico*. Barcelona, España: Paidotribo.

Fecha de recepción: 7/9/2018
Fecha de aceptación: 7/1/2019