

Efecto de ejercicios pliométricos modificados en voleibol categoría 13-15 años masculino**Effect of modified plyometric exercises in volleyball 13-15 years old male category**

María Esperanza Peña-Brito, Ana Cristina Delgado, Gisselle Soto, Xavier Coronel-Rosero & Susana Andrade

Universidad de Cuenca (Ecuador)

Resumen. Los estudios de voleibol en pre-adolescentes masculinos son escasos pero necesarios para mantener la competitividad en torneos deportivos. El objetivo del estudio fue analizar el efecto de un programa de ejercicios pliométricos específicos a través de implementos deportivos para mejorar la fuerza explosiva en voleibolistas de 13-15 años. Se contaron con dos grupos: un grupo control (GC, n=12) y un grupo experimental (GE, n=13). El GC realizó un programa pliométrico convencional y el GE un programa pliométrico con implementos (entrenador de salto, arnes de resistencia, bandas de resistencia, etc.) por un periodo de doce semanas. La capacidad de salto pre-intervención y post-intervención se evaluó mediante las pruebas Alcance de Bloqueo, Alcance de Ataque, Abalakov y Squat Jump. Se aplicó pruebas-t y el test de Cohen para identificar diferencias estadísticas en el salto y el tamaño del efecto de la intervención (TE). Ambos grupos presentaron una ganancia en la capacidad de salto en las 4 pruebas, sin embargo, la única ganancia estadísticamente significativa se presentó en la prueba Abalakov ($p=0.02$), específicamente la ganancia fue de 5.415 ± 2.60 cm y un $TE=0.54$ (efecto mediano) para el GE y de 3.066 ± 2.63 cm y un TE de 0.73 (efecto mediano) para el GC. Se concluye que el programa de ejercicios pliométricos con implementos mejoró el salto vertical medido con la Prueba de Abalakov, el cual simula mejor las condiciones de juego. Es aconsejable continuar con estudios enfocados en la fuerza explosiva de este grupo etario, considerando la experiencia deportiva y desarrollo fisiológico del individuo; así también es importante que los programas de entrenamiento incluyan otros componentes (e.g. entrenamiento de la fuerza y velocidad, alimentación, y/o salud mental) que podrían influir en la fuerza explosiva.

Palabras clave: Voleibol, pliometría, fuerza explosiva, salto vertical, implementos deportivos modernos.

Abstract. Volleyball studies in male pre-adolescents are scarce but important to maintain competitiveness in sports tournaments. The aim of the study was to analyze the effect of a specific plyometric exercise program using sports implements to improve explosive strength in 13–15-year-old volleyball players. There were two groups: a control group (CG, n=12) and an experimental group (EG, n=13). The CG performed a conventional plyometric program and the GE a plyometric program with implements (jump trainer, resistance harness, resistance bands, etc.) for a period of twelve weeks. Pre-intervention and post-intervention jumping ability was assessed using the Block Jump, Attack Jump, Abalakov and Squat Jump tests. T-tests and Cohen's test were applied to identify statistical differences in jumping and intervention effect size (TE). Both groups presented a gain in jumping ability in the 4 tests, however the only statistically significant gain was presented in the Abalakov test ($p=0.02$), specifically the gain was 5.415 ± 2.60 cm and a $TE=0.54$ (median effect) for the GE and 3.066 ± 2.63 cm and a TE of 0.73 (median effect) for the GC. It is concluded that the plyometric exercise program with implements improved the vertical jump measured with the Abalakov Test, which better simulates game conditions. It is advisable to continue with studies focused on explosive strength in this age group, considering the sports experience and physiological development of the individual; it is also important that training programs include other components (e.g., strength and speed training, nutritional advice, and/or mental health) that could influence explosive strength.

Key words: Volleyball, plyometric, explosive force, vertical jump, modern sports equipment.

Sumário. Os estudos de voleibol em pré-adolescentes masculinos são escassos mas necessários para manter a competitividade nos torneios desportivos. O objectivo do estudo era analisar o efeito de um programa específico de exercício plyométrico utilizando implementos desportivos para melhorar a força explosiva em jogadores de voleibol dos 13-15 anos. Havia dois grupos: um grupo de controlo (CG, n=12) e um grupo experimental (EG, n=13). O CG realizou um programa plyométrico convencional e o GE um programa plyométrico com implementos (treinador de saltos, arnês de resistência, bandas de resistência, etc.) durante um período de doze semanas. A capacidade de salto pré-intervenção e pós-intervenção foi avaliada usando os testes Block Reach, Attack Reach, Abalakov e Squat Jump. Os testes T e o teste de Cohen foram aplicados para identificar diferenças estatísticas em salto e tamanho do efeito de intervenção (TE). Ambos os grupos mostraram um ganho na capacidade de saltar nos 4 testes, contudo o único ganho estatisticamente significativo foi no teste Abalakov ($p=0.02$), especificamente o ganho foi de $5,415 \pm 2,60$ cm e um $TE=0,54$ (efeito mediano) para o GE e $3,066 \pm 2,63$ cm e um TE de 0,73 (efeito mediano) para o GC. Conclui-se que o programa de exercício plyométrico com implementos melhorou o salto vertical medido com o Teste Abalakov, que simula melhor as condições de jogo. É aconselhável continuar com estudos centrados na força explosiva neste grupo etário, considerando a experiência desportiva e o desenvolvimento fisiológico do indivíduo; é também importante que os programas de treino incluam outros componentes (por exemplo, treino de força e velocidade, nutrição e/ou saúde mental) que possam influenciar a força explosiva.

Palavras-chave: Voleibol, pliometria, força explosiva, salto vertical, equipamentos esportivos modernos.

Fecha recepción: 14-04-22. Fecha de aceptación: 23-01-23

María Esperanza Peña-Brito
maexiuma@hotmail.com

Introducción

El voleibol es un deporte de tipo anaeróbico, el cual es caracterizado por ser intenso, comprendiendo acciones e interacciones explosivas como desplazamientos, golpes y saltos entre los jugadores (Asencio et al., 2016). En esta disciplina, las acciones se tratan de esfuerzos de corta duración (10-12 segundos), sin embargo deben ser realizados a la máxima intensidad para alcanzar el éxito de juego y tener ventaja sobre el oponente (Silva et al., 2019). El voleibol de alto rendimiento se logra a través de entrenamiento técnico táctico, enfocado a las habilidades motoras donde el poder explosivo, velocidad y agilidad son críticas;

las principales acciones de este tipo son saltos tanto verticales, horizontales y laterales que son consideradas típicas del voleibol (Romadhoni y Pekik, 2018). En promedio, cada jugador de un equipo de voleibol realiza más de 250 saltos en un partido regular de cinco sets (Martinez, 2017; Vlantes y Readdy, 2017). Los saltos de tipo explosivos en el voleibol resultan determinantes porque les permiten a los jugadores resolver situaciones importantes como el ataque, el bloqueo y la defensa (Sopa, 2019; García et al., 2016).

La pliometría es un tipo de entrenamiento que consiste en realizar ejercicios diseñados para incrementar la intensidad, potencia y velocidad en los músculos que conforman el tren inferior, a través de la contracción y estiramiento

muscular (Sáez et al., 2012). Los ejercicios pliométricos son conocidos por tratarse de acciones explosivas realizadas en periodos cortos de tiempo, los cuales combinan la fuerza con la velocidad (Martínez, 2017). Esta clase de ejercicios implican una rápida transición en el estado muscular, de una contracción concéntrica a excéntrica y consecuentemente induciendo cambios neuromusculares que facilitan y mejoran la potencia y velocidad de las estructuras de movimiento congruentes (Karuppasamy, 2018). Con la intención de alcanzar este máximo de eficiencia pliométrica, el uso de pesas se implementa con el objetivo de una mayor producción de fuerza para vencer la resistencia, lo cual genera un mayor esfuerzo muscular y consecuentemente una mayor ganancia de fuerza en los deportistas (Silva et al., 2019; Marzano-Felisatti et al., 2022). En estudios que emplean ejercicios pliométricos combinados con implementos de peso y de resistencia, indican resultados con implicaciones positivas sobre la fuerza explosiva del tren inferior (Noreddine et al., 2016).

En la revisión sistemática del autor Silva et al. (2019), se comprueba que existen varios estudios enfocados en metodologías que buscan mejorar la fuerza explosiva por medio de ejercicios pliométricos, sin embargo, la mayoría de estos estudios son realizados con deportistas del género femenino, en etapas de alto rendimiento y en edad adulta. Los estudios que prueben la efectividad de un entrenamiento pliométrico con implementos de peso en voleibol son escasos, sobre todo estudios que analicen el efecto de este entrenamiento en deportistas masculinos de etapas formativas en el rango de edad de 13 a 15 años (Silva et al., 2019). Aunque, el entrenamiento pliométrico convencional en niños pre-púberes y púberes ha demostrado ser efectivo para mejorar el rendimiento de deportistas jóvenes, es necesario considerar que los atletas no están en un estado fisiológico maduro, sino en etapas aún de formación y desarrollo (Fischetti et al., 2018). La pubertad implica cambios de tipo muscular, neuronal y hormonal, los cuales tienen una fuerte influencia en la habilidad de ejecutar movimientos, sobre todo al momento de producir fuerza explosiva y saltar, ya que está muy influenciado por la masa muscular del individuo (Temboury, 2009; Silva et al., 2019). El máximo de crecimiento relacionado a la pubertad en niñas ocurre entre los 15 - 16 años, pero en los niños este cambio sucede de los 19 - 20 años (Silva et al., 2019). Este es el motivo por el cual la mayoría de estudios se realizan con voleibolistas femeninas en categorías menores/infantiles o con voleibolistas masculinos en etapas de madurez fisiológica. A pesar de no haber alcanzado la pubertad, los deportistas adolescentes masculinos requieren de entrenamientos efectivos que incrementen su competitividad y con ello obtener mejores resultados. De acuerdo a la Fédération Internationale de Volleyball (2022), los voleibolistas pre-adolescentes y adolescentes del continente sudamericano, incluyendo a Ecuador, participan constantemente en torneos y campeonatos, por lo que es necesario apliquen entrenamientos que prueben ser efectivos en base a sus cualidades y características fisiológi-

cas. Es así que el objetivo de este estudio fue analizar el efecto de un programa de ejercicios pliométricos específicos a través del uso implementos deportivos de pesa/resistencia, para la mejora de la fuerza explosiva del salto vertical en el voleibol en deportistas de voleibol masculino, categorías menores de rango de edad 13 a 15 años.

Material y métodos

Diseño

Se utilizó un diseño de estudio de tipo cuasi-experimental en donde se aplicó una intervención convencional y experimental de doce semanas, con una muestra total de $n=25$ participantes masculinos de dos grupos de voleibol de la ciudad de Cuenca, Ecuador. Se estudiaron un grupo control y un grupo experimental, para comparar los efectos entre el programa de entrenamiento pliométrico convencional y el programa de entrenamiento pliométrico modificado.

Participantes

El grupo experimental lo conformaron estudiantes de una institución secundaria de la ciudad de Cuenca. En este grupo las condiciones de selección incluyeron que los deportistas debían pertenecer a la academia extracurricular y que hayan pertenecido al equipo de voleibol varones de su misma institución. El grupo control constó de deportistas que pertenecían a la federación deportiva de voleibol de la ciudad. Es decir, se procuró que los dos grupos sean dos equipos comparables en términos de edad (13 a 15 años), la experiencia en nivel competitivo y prácticas de entrenamiento; las cuales fueron similares ya que la participación en campeonatos locales y nacionales, así como los días de entrenamiento fueron semejantes entre grupos.

El grupo control constó de trece deportistas de categoría menores (media $\pm$ DE; edad 13.83 ± 0.94 años, estatura 165 ± 7.05 cm, peso corporal 55.92 ± 7.59 kg, e IMC 20.48 ± 2.44) al que se le aplicó un entrenamiento pliométrico convencional, o en otras palabras un entrenamiento basado en saltos calisténicos. El grupo experimental lo conformaron doce deportistas (media $\pm$ DE; edad 14.08 ± 0.86 años, estatura 170.46 ± 9.13 cm, peso corporal 56.92 ± 9.00 kg, e IMC 20.48 ± 2.44 kg.m²) al que se le aplicó el entrenamiento pliométrico modificado con la adición de implementos experimental; los implementos usados fueron bandas de resistencia, arnés de resistencia y entrenador de salto vertical.

Los criterios de inclusión para ambos grupos fueron: jugadores masculinos con edades comprendidas entre 13 - 15 años y haber representado a la institución donde pertenece en torneos tanto locales como regionales; fueron excluidos los deportistas que presentaron lesiones actuales o recientes que impedían su normal entrenamiento. Los participantes y sus representantes firmaron un consentimiento y asentimiento respectivamente, siendo previamente informados sobre los objetivos, métodos y alcance del estudio planteado. La investigación fue aprobada por el

Comité de Bioética de la Universidad de Cuenca (CO-BIAS), cumpliendo con las normas establecidas en la declaración de Helsinki.

Procedimiento

Calentamiento previo a la evaluación

En los dos grupos tanto experimental como de control se realizaron calentamientos generales estandarizados que se repitieron en todas aquellas ocasiones en las que se realizaron las diferentes mediciones, que consistían en:

- Movilidad articular estática
- Movilidad articular en movimiento
- Ejercicios para aumentar la frecuencia cardíaca temperatura corporal como trote con una duración de 5 minutos, desplazamientos, levantamiento de rodillas y talones, saltos cortos.

Evaluación inicial

Previo a comenzar la intervención, se llevaron a cabo cuatro evaluaciones de salto vertical para conocer el estado inicial de los deportistas. Se solicitó a los participantes no realizar actividad física 48 horas antes de la evaluación. Los deportistas cumplieron un calentamiento previo antes de realizar las distintas pruebas. Las pruebas usadas para la evaluación de capacidad de salto fueron:

a) Alcance Bloqueo (AB). Esta prueba permite evaluar la capacidad de salto simulando un bloqueo en la red. Para realizar la prueba, el ejecutante se encuentra a una distancia de tres a cuatro metros de la varilla de la red de vóley. Se realizan cinco intentos máximos por ejecutante con una pausa de 1 a 3 minutos entre saltos. El salto más alto es considerado como el mejor intento, y este valor es el registrado por cada jugador (Sattler et al., 2012).

b) Alcance Ataque (AA). Esta prueba permite evaluar la capacidad de salto simulando un ataque. Para realizar la prueba, el ejecutante se encuentra a una distancia de tres o cuatro metros de la varilla de la red de vóley. Se permiten de uno a tres pasos previos para realizar el salto simulando un ataque en la red. Se realizan cinco intentos máximos por ejecutante con una pausa de 1 a 3 minutos entre saltos y se registra el mejor. El salto más alto es considerado como el mejor intento, y este valor es el registrado por cada jugador (Sattler et al., 2012).

c) Test de Abalakov (ABA). Esta prueba mide la fuerza explosiva del tren inferior en donde al deportista se le

permite usar contra-movimientos de brazos. Para su realización, el deportista se ubica en una posición de media sentadilla (rodillas a 90°), ejecuta un salto partiendo de esa posición y posee libre movimiento de brazos. Se realizan tres intentos con un intervalo de recuperación de 40 segundos y se registra el mejor intento, el cual es el salto más alto alcanzado (Rodríguez et al., 2016).

d) Test Squat Jump (SJ). Esta prueba mide la fuerza explosiva del tren inferior sin usar contra-movimientos de brazos. Para realizar esta prueba, el deportista se ubica en una posición de media sentadilla (rodillas a 90° grados), con sus manos a la altura de la cintura. Se realizan tres saltos con un intervalo de 40 segundos de recuperación y se considera el mejor intento como el salto de mayor altura (Mroczek et al., 2017).

La altura de los saltos fue medidos con la plataforma de evaluación cinemática Axón Jump 4.0 ®, la misma que presenta una alta confiabilidad relativa en los diferentes protocolos de saltos verticales de cerca del 98% (Azócar-Gallardo et al., 2022).

Entrenamiento del grupo de control

El programa de ejercicios pliométrico planteado por el grupo control se basó en ejecutar diferentes ejercicios de pliometría con el propio cuerpo del deportista sin el uso de implementos (Tabla 1). Los ejercicios realizados fueron:

- Salto en dos pies (usando la escalera)
- Salto hacia adelante con un pie en zigzag
- Salto verticales
- Salto horizontales
- Salto laterales
- Sentadillas
- Sentadillas con pesas
- Salto en gradas

Entrenamiento del grupo experimental

Los participantes cumplieron con un entrenamiento de tres sesiones por semana (lunes, miércoles y viernes), dirigidos por el entrenador de la institución. Cada sesión diaria consistía de tres partes: i) parte inicial con ejercicios de calentamiento (10 - 15 minutos); ii) parte principal con ejercicios pliométricos (variaba según día de la semana); y iii) parte final con ejercicios de flexibilidad. El programa de entrenamiento semanal se visualiza en la Tabla 2.

Tabla 1.

Planificación semanal de los ejercicios pliométricos modificados de grupo experimental.

Ejercicio principal	Carga	Tiempo	Intensidad	Descripción con el implemento utilizado	Día
Salto (cajonetas + ejercicios de ataque)	3 series de 15 repeticiones	5 - 7 minutos	80 - 90 %	Utilizando un entrenador de salto vertical se realiza desde el piso un salto hacia la cajoneta, nuevamente hacia el piso finalizando con un gesto de ataque	Lunes
Salto (cajonetas con una y dos piernas)	3 series de 10 repeticiones	3 - 5 minutos	70 - 80 %	Utilizando un arnés de resistencia se realiza un salto desde el piso hacia la cajoneta y finaliza con un salto al piso. El ejercicio fue realizado con una y dos piernas	
Salto de canguro	4 series de 10 repeticiones	5 - 7 minutos	80 - 90 %	Utilizando las bandas de resistencia, inicia el ejercicio con una sentadilla profunda y finaliza con un salto hacia adelante. Se trabajó en parejas para sostener la banda	
Salto Abalakov + Squat Jump	3 series de 15	5 - 7 minutos	70 - 80 %	Abalakov: Utilizando el entrenador de salto vertical, el deportista realiza una flexión de rodillas hasta quedar en cuclillas con las piernas flexionadas (90 grados), simultáneamente balancea los brazos de atrás hacia adelante.	

repeticiones				Cuando los brazos se mueven hacia delante, el atleta salta lo más alto posible, al caer apoya los dos pies al mismo tiempo. Squat Jump: Utilizando el entrenador de salto vertical, el deportista mantiene la siguiente posición: rodillas en ángulo de 90°, manos en la cintura (no debe soltarse en todo el salto), tronco erguido, en el salto extiende sus rodillas hasta los 180°, durante el vuelo mantiene los pies hiperextendidos	Miércoles
Ejercicios de ataque sin balón	3 series de 10 repeticiones	5 - 7 minutos	90 %	Utilizando el entrenador vertical, se realiza el gesto de ataque sin golpear el balón	
Ejercicios de bloqueo sin balón	3 series de 10 repeticiones	5 - 7 minutos	90 %	Utilizando las bandas de resistencia y el entrenador de salto vertical se realiza el gesto técnico del bloqueo, sin balón	
Ejercicios de ataque con balón	4 series de 10 repeticiones	7 - 10 minutos	90 – 100 %	Utilizando bandas de resistencia se realiza el gesto técnico de remate con balón	
Ejercicios de bloqueo con balón	4 series de 10 repeticiones	7 - 10 minutos	90 – 100 %	Utilizando bandas de resistencia y entrenador de salto vertical se realiza el gesto técnico de bloqueo, ejecutado contra la acción de un remate.	
Salto a cajoneta con entrenador	3 series de 10 repeticiones	5 - 7 minutos	70 – 80 %	Utilizando bandas de resistencia y entrenador de salto vertical se realiza el salto sin carrera previa	Viernes
Ejercicios de ataque	3 series de 15 repeticiones	5 - 7 minutos	90 %	Utilizando bandas de resistencia se realizan remates consecutivos, considerando la carrera completa desde la línea de ataque hasta la red (3 metros).	
Ejercicios de bloqueo	3 series de 15 repeticiones	5 - 7 minutos	90 %	Utilizando bandas de resistencia se realizan varias repeticiones del gesto técnico del bloqueo	

Nota: La ejecución del ejercicio a su máxima velocidad posible fue considerada el 100%, este valor se utilizó de referencia para que los participantes trabajen a un 70%, 80% y 90%.

Tabla 2.

Planificación semanal de los ejercicios pliométricos de grupo control.

Ejercicio	Duración/ frecuencia	Descripción	Días
Salto con un solo pie	3 series de 5 repeticiones con cada pie	Se realizan saltos con un solo pie con diferentes variantes, en línea recta, en zig-zag, etc	3 a 4 días a la semana
Salto con dos pies	3 series de 5 repeticiones	Se realizan saltos con diferentes variantes, en línea recta, en zig-zag, etc	3 a 4 días a la semana
Salto a las gradas	4 series de 3 repeticiones	Se realizan saltos con un solo pie o con dos pies, subir completamente los graderíos y volver a repetir	2 a 3 días a la semana
Trineo humano	2 series de una repetición	El deportista intenta correr a su máxima velocidad y otro deportista intentar sujetarlo (detenerlo), se realiza a lo largo de la cancha	4 a 5 días a la semana
Salto sobre implementos (varios)	5 series de una repetición	Se realizan saltos con diferentes variantes, utilizando conos, platillos, ulas, escaleras de coordinación, etc. se realizan en línea recta, zig-zag o coordinando lateralidad	4 a 5 días a la semana
Salto con cuerdas	3 series de 50 saltos	Se realiza saltos con cuerda, combinando variantes: un pie alternado, pies juntos, etc	2 a 3 días a la semana

Para la ejecución de ejercicios y verificar su intensidad, se solicitó al deportista realizar el ejercicio a su máxima velocidad posible, esta ejecución fue considerada como un porcentaje del 100%, este valor fue la referencia para que los participantes trabajen a un 70%, 80% y 90%. A pesar de que es una referencia subjetiva en algunos casos se aplica de acuerdo al nivel de experticia del deportista, con el fin de regular la intensidad del ejercicio lo cual es necesario especialmente cuando la literatura recomienda rangos específicos para atletas poco experimentados hasta familiarizarse con los ejercicios, sentirse cómodos con el entrenamiento nuevo y lograr los beneficios esperados (Alfaro et al., 2018; Jastrzebski et al., 2014).

Evaluación final.

Al final de las doce semanas de intervención, se realizó una segunda evaluación considerando las mismas pruebas de la evaluación inicial en el grupo control y grupo experimental; el procedimiento de evaluación fue el mismo para todas las pruebas.

Análisis estadístico

Los resultados de las variables edad, talla, peso, IMC, Alcance de Bloqueo, Alcance de Ataque, Abalakov y Squat Jump fueron expresados en términos de media $\pm$ DE y con un intervalo de confianza del 95 %.

Para conocer si existieron diferencias significativas en

las variables entre los grupos, en primer lugar se evaluó la normalidad de los datos por medio de la prueba de Shapiro-Wilk. En el caso de que los datos cumplan la normalidad se aplicó la prueba-t de dos muestras, caso contrario se aplicaría la prueba de Mann Whitney. Previo a las pruebas estadísticas, se evaluó la diferencia estadística en las mediciones pre-test del grupo de control y el grupo de intervención y conocer si existió un mismo nivel basal de ambos grupos.

Se evaluaron las diferencias en las mediciones pre y post Alcance de Bloqueo, Alcance de Ataque, Abalakov y Squat Jump inter e intra grupos con el siguiente procedimiento:

Para evaluar el efecto del programa de intervención en sí, se realizaron los siguientes pasos: (I) Se calcularon las diferencias absolutas entre el post-test y pre-test para el grupo control y el grupo experimental. (II) Se aplicó una prueba-t de datos pareados para evaluar si existió una diferencia significativa entre el pre- y post-test en cada uno de los grupos (conocer si la ganancia absoluta fue significativa). (III) Se aplicó una prueba-t de dos muestras para evaluar si existieron diferencias significativas entre las medias de ganancia entre el grupo de control y el grupo de intervención. (IV) El tamaño del efecto fue determinado según los criterios de Cohen que categorizan el efecto según la escala de valoraciones para magnificar el cambio producido: pequeño ($TE < 0.5$); mediano ($TE > 0.5 < 0.8$);

grande ($TE > 0.8$).

El procesamiento y tabulación de la información se realizó con el programa Excel, el análisis estadístico se efectuó a través del programa *R Studio* y se consideró un nivel de significancia del 5 % para todas las pruebas.

Tabla 3.

Datos descriptivos y comparación estadística intra-grupos de los datos descriptivos entre el grupo control y grupo experimental.

	Grupo general n = 25	Grupo Control n = 12	Grupo Experimental n = 13	
Variables	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Valor p ^a
Edad (años)	13.96 $\pm$ 0.88	13.85 $\pm$ 0.94	14.08 $\pm$ 0.86	0.5
Talla (cm)	167.84 $\pm$ 8.49	165 $\pm$ 7.05	170.46 $\pm$ 9.13	0.1
Peso (kg)	56.44 $\pm$ 8.19	55.92 $\pm$ 7.59	56.92 $\pm$ 9.00	0.7
IMC (kg.m ⁻²)	20.01 $\pm$ 2.70	20.48 $\pm$ 2.44	19.57 $\pm$ 2.95	0.4

Nota: DE= desviación estándar; n= número de participantes ^a valor p obtenido a partir de la prueba-t de datos pareados

Resultados

De los análisis realizados, se comenzó con la compara-

ción estadística entre los datos descriptivos de los grupos control y experimental, de los cuales resultaron en valores $p > 0.05$, indicando que no existieron diferencias significativas entre los grupos. Es decir, los datos tales como la edad, talla, peso e IMC fueron homogéneos entre el grupo control y grupo experimental, permitiendo las siguientes comparaciones (Tabla 3).

El análisis dentro de cada grupo, grupo control y en el grupo experimental, fue realizado con las variables Alcance de Ataque, Alcance de Bloqueo, Abalakov y Squat Jump, por medio de una comparación entre los valores de salto pre-test y post-test (Tabla 4). Para ambos grupos, todos los valores p resultaron < 0.001 lo que significa que los cambios para las pruebas Alcance de Bloqueo, Alcance de Ataque, Abalakov y Squat Jump fueron significativos en los dos grupos. En otras palabras, tanto el entrenamiento del grupo control como del grupo experimental produjeron mejoras en la capacidad de salto.

Tabla 4. Comparación de cambios pre-test y post-test luego de doce semanas de intervención en grupos control y experimental

Variable	INTER-GRUPOS										INTRA-GRUPOS	
	Grupo control (n = 12)					Grupo de intervención (n = 13)						
	PreTest M $\pm$ DE	PostTest M $\pm$ DE	Valor p ^a	Ganancia absoluta IC 95 %	TE [IC95%] Categoría	PreTest M $\pm$ DE	PostTest M $\pm$ DE	Valor p ^b	Ganancia absoluta IC 95 %	TE [IC95%] Categoría	Valor p ^c	IC 95 %
Alcance Bloqueo (cm)	2,42 $\pm$ 0,11	2,53 $\pm$ 0,11	< 0.001	0.087 $\pm$ 0.02 [-0.14, -0.075]	0.73 [0.99, 0.47] Mediano	2,61 $\pm$ 0,14	2,72 $\pm$ 0,13	< 0.001	0.113 $\pm$ 0.05 [-0.14, -0.070]	1.01 [1.36, 0.65] Grande	0.2	[-0.016, 0.064]
Alcance Ataque (cm)	2,57 $\pm$ 0,07	2,68 $\pm$ 0,10	< 0.001	0.1046 $\pm$ 0.06 [-0.15, -0.077]	0.57 [0.67, 0.47] Mediano	2,76 $\pm$ 0,15	2,85 $\pm$ 0,15	< 0.001	0.1092 $\pm$ 0.05 [-0.10, -0.071]	1.16 [1.61, 0.71] Grande	0.7	[-0.042, 0.055]
Abalakov (cm)	34,95 $\pm$ 5,67	38,02 $\pm$ 5,62	< 0.001	3.066 $\pm$ 2.63 [-4.74, -1.39]	0.73 [0.96, 0.51] Mediano	37,27 $\pm$ 7,11	42,68 $\pm$ 7,45	< 0.001	5.415 $\pm$ 2.60 [-6.98, -3.84]	0.54 [0.84, 0.24] Mediano	0.02	[-4.59, -0.42]
Squat Jump (cm)	30,78 $\pm$ 5,78	33,33 $\pm$ 6,03	< 0.001	2.550 $\pm$ 1.70 [-3.62, -1.47]	0.77 [1.17, 0.38] Mediano	31,42 $\pm$ 5,27	36,13 $\pm$ 6,37	< 0.001	4.708 $\pm$ 3.69 [-6.93, -2.48]	0.42 [0.60, 0.25] Pequeño	0.07	[-4.82, 0.24]

Nota: n = número de participantes; DE = desviación estándar; M = media aritmética; IC = intervalos de confianza; TE = tamaño de efecto ^a valor p obtenido a partir de la prueba-t de datos pareados DENTRO del grupo control; ^b valor p obtenido a partir de la prueba-t de datos pareados DENTRO del grupo experimental; ^c valor p obtenido a partir de la prueba-t de dos muestras ENTRE los grupos control y experimental.

En el análisis comparativo intra-grupos, es decir al contrastar los cambios entre los dos grupos, los valores p obtenidos para las pruebas Alcance de Bloqueo, Alcance de Ataque y Squat Jump fueron mayor a 0.05. Esto significa que para estos parámetros, ningún entrenamiento presentó ventaja ante otro. Solamente para la prueba de salto Abalakov, el valor p fue de 0.02; en este caso el entrenamiento pliométrico experimental presentó un cambio pre-test y post-test mayor estadísticamente a los cambios de este parámetro para el entrenamiento control. La tabla 4 presenta los datos antes citados para ambos grupos.

En cuanto a la Prueba de Cohen que determina el tamaño de efecto (TE) se conoció la magnitud de los cambios, los cuales se categorizaron desde pequeño ($TE < 0.5$) hasta grande ($TE > 0.8$). Para el grupo control, todas las pruebas resultaron en cambios de tipo “Mediano”. En el caso del grupo experimental, la prueba Alcance de Bloqueo y Alcance de Ataque indicaron cambios de tipo “Grande”; la prueba Abalakov indicó un cambio de tipo “Mediano”; y la prueba Squat Jump indicó un cambio de tipo “Pequeño” (Tabla 4).

Discusión

El objetivo general de este estudio fue analizar el efecto de un programa de ejercicios pliométricos con el uso de implementos deportivos para mejorar la fuerza explosiva del salto vertical en voleibolistas de 13 - 15 años de edad. Los resultados evidencian cambios positivos en la capacidad de salto pre- y post-evaluación dentro de ambos grupos de intervención y control. Sin embargo, al comparar los resultados entre los dos grupos, experimental vs. control, solo se observaron diferencias estadísticas para el Test de Abalakov, y no para las otras pruebas de Alcance de Bloqueo, Alcance de Ataque y Squad Jump. El Test de Abalakov es una prueba que permite al ejecutor tener libre movimiento de sus brazos al realizar los saltos verticales (Acero et al., 2012) y por lo tanto su mejora constituye una ventaja competitiva para los jugadores de voleibol que se encuentran en formación, simulando mejor las condiciones de juego (Martínez-Rodríguez et al., 2013). Al incluir en su ejecución la ayuda del tren inferior, la mejora de la prueba de Abalakov puede explicarse por la adición de implementos específicos como las bandas de resistencia,

arnés de resistencia y entrenador de salto, que permiten se entrene en mayor medida la fuerza del tren superior a consecuencia de la oposición mecánica ejecutada añadida al peso del individuo (Keiner et al., 2013) durante el entrenamiento pliométrico. La mejora en la capacidad de salto vertical, es decir mayor altura y mayor fuerza explosiva en menor tiempo, facilita al deportista lograr el contacto con el balón por encima de la red y en menor tiempo, que a su vez significa una ventaja de juego al reducir el tiempo de respuesta del oponente atacante (Martínez, 2017; Martínez-Rodríguez et al., 2013).

El entrenamiento pliométrico experimental constó del uso de implementos y ejercicios con una carga y tiempo establecidos, como se puede observar en la planificación semanal en la Tabla 2. La principal diferencia en el entrenamiento entre el grupo experimental y control fue el uso de implementos en los ejercicios (Tabla 1). Las revisiones sistemáticas indican que los entrenamientos pliométricos experimentales usan principalmente bandas de resistencia (Silva et al., 2019) a diferencia del presente estudio que además de las bandas de resistencia, incorporó el uso del arnés de resistencia y los entrenadores de salto vertical. Las bandas de resistencia proporcionan un reclutamiento de fibras glucolíticas y rápidas con relación a la velocidad para el desarrollo de mayor fuerza excéntrica para mayor desempeño del salto. El arnés de resistencia funciona al desarrollar fuerza muscular en contra de una fuerza de retención, tanto del tren superior como del tren inferior y el entrenador de salto vertical solamente al tren inferior; en ambos casos se reclutan las fibras glucolíticas mientras se genera una respuesta neuronal más rápida, entrenando las conexiones neuromusculares (Bridgeman et al., 2016).

En cuanto a la frecuencia de entrenamiento, el presente estudio aplicó la recomendación establecida de que la pliometría puede realizarse entre dos o tres días a la semana, excepto en el caso que se alternen días para entrenar el tren superior y tren inferior (Alfaro et al., 2018). Adicionalmente, cada una de las 3 sesiones a la semana se enfocaron netamente a entrenar al tren inferior, con distintos ejercicios en cada sesión del grupo experimental. Para el caso del grupo de control la frecuencia de entrenamiento se mantuvo superior a lo recomendado (entre 3 a 4 días) y los mismos ejercicios se repiten en todas las sesiones de entrenamiento. Lo anterior podría explicar los cambios en el salto en los dos grupos (control y experimental) y también evidencia que los entrenamientos actuales (similares al entrenamiento del grupo de control) podrían mejorar su efecto sustancialmente si se incluye implementos (como los utilizados en este estudio) y se podría incluso considerar mantener la frecuencia del entrenamiento pliométrico en tres días a la semana como la literatura lo recomienda sin perder su eficacia. El entrenamiento del grupo experimental del presente estudio coincide con otras intervenciones en donde se siguió la sugerencia de cargas de ejercicio en dosis bajas para luego incrementar esta progresivamente, con el fin de no sobrecargar de esfuerzo a los jugadores (Jastrzebski et al., 2014). Es importante recalcar en

este punto, que un problema de los entrenamientos planteados en artículos es la falta de detalle de la metodología, dado que en revisiones sistemáticas que se han realizado en niños y adolescentes, solamente indican sus entrenamientos a breves rasgos como los días a la semana y el tiempo de la sesión en total (Alfaro et al., 2018). Por lo tanto, es necesario reportar en detalle la metodología aplicada con el propósito de que los entrenamientos se repliquen en otros contextos y sus resultados sean comparables con otros estudios.

Existen escasos estudios que comparan la pliometría convencional (similar al entrenamiento del grupo de control) con la pliometría añadida implementos en pre-adolescentes masculinos; de estos pocos estudios el realizado por Bashir et al (2018) y en pre-adolescentes masculinos y Vilela et al. (2021) en prepúberes femeninas, reportaron que no existieron diferencias significativas entre los entrenamientos, resultados similares a los del presente estudio. Esto se relaciona en gran medida con la etapa de la adolescencia, debido a que en este periodo existen importantes cambios a nivel muscular, neuronal y hormonal, y en el caso de los varones, estos cambios ocurren de los 15 - 16 años (más tarde que las mujeres) (Silva et al., 2019). Un pre-adolescente no posee la misma capacidad de ganancia muscular y fuerza como un individuo que experimenta o ya pasó la pubertad (Roemmich, 1995; Temboury, 2009). Con el fin de contrarrestar esta cantidad insuficiente de andrógenos y hormonas de desarrollo, la investigación en entrenamiento deportivo actualmente se enfoca en aumentar la intensidad de entrenamiento, tiempos de intervención más prolongados (Keiner et al., 2013) entre otros enfoques que se explican a continuación. Un primer aspecto para mejorar el salto vertical en pre-adolescentes masculinos es que el entrenamiento pliométrico sea complementado con entrenamientos enfocados a mejorar la fuerza y a la velocidad, con el fin de generar adaptaciones neuromusculares que incorporen todas las capacidades en este grupo de edad (Martínez, 2017). Un segundo punto a considerar es que los entrenamientos iniciados a menor edad generan una influencia favorable en cuanto a la ganancia muscular, desarrollo óseo y sobre todo la perfección de la técnica de juego (Fattahi y Sadeghi, 2014); los adolescentes que realizaron entrenamientos en etapas tempranas de su niñez, reportaron un 30% más de fuerza que los adolescentes que comenzaron a entrenar en etapas de adolescencia (Faigenabum y Kramer, 2009). Un tercer aspecto crucial es la presión y estrés presente en los jóvenes producto de la competición deportiva que afecta su rendimiento (Walton et al., 2021; Silva et al., 2022). Es imprescindible que los deportistas juveniles siempre sean sometidos constantemente a intervenciones psicológicas para precautelar su salud mental (Fernández-Echeverría et al., 2014; Xanthopoulos et al., 2020;). La última consideración para alcanzar una mejora en el salto se relaciona con la asesoría nutricional respecto a la cantidad apropiada de macronutrientes, micronutrientes y fluidos para suplementar el crecimiento propio del indivi-

duo, el rendimiento óptimo en los deportes y las demandas energéticas/nutricionales propias de la disciplina (Purcell, 2013). En este caso el asesoramiento se debería enfocar en alimentos para estimular el crecimiento muscular (Xanthopoulos et al., 2020).

Como sugerencia para futuros estudios, se plantea incluir pruebas que permitan conocer la etapa hormonal en la que los participantes están. Existen pruebas de distinta índole para conocer si el individuo masculino está atravesando la pubertad. Entre las pruebas de laboratorio, están las determinaciones de hormonas tales como la testosterona principalmente; la hormona liberadora de gonadotropina y hormonas tiroideas se complementan y permiten tener una mejor determinación (Purcell, 2013). Entre las pruebas exploratorias no invasivas están las pruebas de imagen que permiten conocer el desarrollo óseo que los individuos poseen. Aunque sean muy útiles estos métodos, resultan costosos. Entre las alternativas de menor costo están la aplicación de cuestionarios que permitan al individuo responder en base a su percepción como son *The Pubertal Development Scale* o llenar la *Escala de Tanner* en base a las respuestas de los adolescentes (Gunnar et al., 2009).

El presente estudio presenta algunas limitaciones y fortalezas. La primera limitación fue el tamaño muestral, el cual podría ser considerado pequeño y conllevar a posibles errores estadísticos. No obstante, es importante considerar que un equipo de voleibol está conformado por los seis jugadores principales y sus suplentes, por lo que los dos grupos tomados en cuenta para el estudio (tanto control como experimental) representan a equipos completos y regulares de voleibol. La segunda limitación del estudio fue el tiempo de intervención de 12 semanas, sin embargo la literatura actual suele reportar y sugerir que el tiempo de intervención sea de 12 semanas o periodos mayores (Mroczek et al., 2017; Silva et al., 2019). Una tercera limitación es la evaluación subjetiva de la intensidad de los ejercicios realizados. Existen métodos como medición de la frecuencia cardíaca para evaluar la intensidad en la ejecución del ejercicio, lamentablemente en este estudio no se aplicó. Sin embargo, debido a que la literatura recomienda rangos del 70 al 100 % (Alfaro et al., 2018) para obtener efectos esperados se aplicó este rango subjetivo.

Las fortalezas de este estudio son, en primer lugar la edad de los participantes en el cual no se han realizado los estudios previos sobre la mejora del salto, una segunda fortaleza es que se ha utilizado 4 diferentes test para evaluar los cambios de salto lo cual garantiza que los diferentes aspectos del salto sean valorados, y finalmente el programa de entrenamiento incluye una serie de ejercicios con implementos deportivos que evitaría aumentar los días del entrenamiento enfocados a la mejora del salto y por ende optimizar el tiempo de entrenamiento en otros aspectos.

Conclusiones

Los resultados de este estudio demuestran que un en-

trenamiento pliométrico modificado con la adición de pesas o resistencia mediante el uso de implementos tiene un efecto estadísticamente significativo en la prueba Abalakov, prueba en la cual se representa mejor la ejecución de acciones dentro de un partido. Estos hallazgos extrapolados a la práctica implican una mejora competitiva de los jugadores masculinos pre-adolescentes que participan en diferentes torneos locales y regionales. Es necesario profundizar en programas de entrenamiento apropiados para este grupo poblacional acorde a su experiencia deportiva y desarrollo fisiológico. Se recomienda que los programas de entrenamientos incluyan mayor tiempo de intervención, y entrenamiento de la fuerza y velocidad, así también deberían considerarse otros componentes en la intervención relacionada la mejora de la alimentación y salud mental en este grupo de edad que también pueden influir en el rendimiento deportivo.

Referencias

- Acero, R. M., Sánchez, J. A., & Fernández-del-Olmo, M. (2012). Tests of vertical jump: Countermovement jump with arm swing and reaction jump with arm swing. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 87-93. doi: 10.1519/SSC.0b013e318276c353
- Alfaro-Jiménez, D., Salicetti-Fonseca, A., & Jiménez-Díaz, J. (2018). Efecto del entrenamiento pliométrico en la fuerza explosiva en deportes colectivos: un metaanálisis. *Pensar en Movimiento: Revista de ciencias del ejercicio y la salud*, 16(1). doi: 10.15517/pensarmov.v16i1.27752.
- Azócar-Gallardo, J., Azócar-Arancibia, F., Gutiérrez-Lacote, G., Ávila-Saldaña, C., Olivares-Arancibia, J., & Ojeda-Aravena, A. (2022). Confiabilidad relativa entre la plataforma de contacto Axon Jump 4.0® y la plataforma Globus Ergo Tester Italia®. *Journal of Movement & Health*, 19(2).
- Bridgeman, L. A., McGuigan, M. R., Gill, N. D., & Dudson, D. K. (2017). The effects of accentuated eccentric loading on the drop jump exercise and the subsequent postactivation potentiation response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1620-1626. doi: 10.1519/JSC.0000000000001630
- Fédération Internationale de Volleyball. (2022). *Competitions*. Obtenido del 1 de marzo del 2022 de: <https://www.fivb.com/en/volleyball/competitions>
- Fischetti, F., Vilardi, A., Cataldi, S., & Greco, G. (2018). Effects of plyometric training program on speed and explosive strength of lower limbs in young athletes. *Journal of Physical Education & Sport*, 18(4). doi: 10.7752/jpes.2018.04372.
- Asencio, C., Sánchez Moreno, M., & González Badillo, J. J. (2016). Entrenamiento combinado de fuerza y ejercicios de saltos, efectos sobre el rendimiento en el salto vertical en un grupo de alto nivel de jugadores de voleibol durante una temporada completa de competición. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y*

- recreación, (29), 140-143.
- Gunnar, Megan R.; Wewerka, Sandi; Frenn, Kristin; Long, Jeffrey D.; Griggs, Christopher (2009). *Developmental changes in hypothalamus–pituitary–adrenal activity over the transition to adolescence: Normative changes and associations with puberty. Development and Psychopathology*, 21(1), 69–. doi:10.1017/s0954579409000054
- Fernández-Echeverría, C., Moreno Arroyo, A., Gil Arias, A., Claver Rabaz, F., & Moreno Arroyo, M. P. (2014). Estudio del conocimiento procedimental, experiencia y rendimiento, en jóvenes jugadores de voleibol (Study of procedural knowledge, experience and performance in young volleyball players). *Retos*, 25, 13–16. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i25.34467>
- Jastrzebski, Z., Wnorowski, K., Mikolajewski, R., Jaskulska, E., & Radziminski, L. (2014). The effect of a 6-week plyometric training on explosive power in volleyball players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 6(2), 79. doi: 10.2478/bjha-2014-0008
- Karuppasamy, G. (2018). Effect of plyometric training and circuit training on selected physical and physiological variables among male Volleyball players. *International Journal of Yoga, Physiotherapy and Physical Education*, 3(4), 26-32.
- Martinez, D. B. (2017). Consideration for Power and Capacity in Volleyball Vertical Jump Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 39(4), 36–48. doi:10.1519/ssc.000000000000002
- Martinez-Rodríguez, A. M., Alcaraz, J. M., Calero, B. J. C., Turpin, J. A. P., & Ramón, P. E. A. (2017). La pliometría en el voleibol femenino. Revisión Sistemática. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (32), 208-213.
- Marzano-Felisatti, J. M., Guzmán Luján, J. F., & Priego-Quesada, J. I. (2022). Últimas Tendencias en el Análisis Técnico-Táctico del Voleibol de Alto Nivel. Revisión Sistemática (Latest Trends in Technical-Tactical Analysis of High-Level Volleyball. Systematic Review). *Retos*, 46, 874–889. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.91579>
- Mroczek, D., Maćkała, K., Kawczynski, A., Superlak, E., Chmura, P., Seweryniak, T., & Chmura, J. (2017). Effects of volleyball plyometric intervention program on vertical jumping ability in male volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(11), 1611-1617. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07772-6
- Noreddine, Z., Djamel, M., Houcine, B., & Mohammed, S. (2016). The Effect of the Contrastive Training Using Weights and Plyometrics on the Development of the Vertical Jump Ability to Improve the Performance of the Smash for Volleyball Players. *European Journal of Physical Education and Sport*, (1), 24-30. doi: 10.13187/ejpe.2016.11.24
- Rodríguez-Rosell, David; Mora-Custodio, Ricardo; Franco-Márquez, Felipe; Yáñez-García, Juan Manuel; González-Badillo, Juan José (2016). *Traditional vs. sport-specific vertical jump tests. Journal of Strength and Conditioning Research*, (), 1–. doi:10.1519/JSC.0000000000001476
- Roemmich, J. N., & Rogol, A. D. (1995). Physiology of growth and development: its relationship to performance in the young athlete. *Clinics in sports medicine*, 14(3), 483-502. doi: 10.1016/S0278-5919(20)30204-0.
- Romadhoni, W. N., & Irianto, D. P. (2018, December). The Effect of Plyometrics Training and Strengths on Power Skills and Agility of Male Players in Extracurricular Volleyball. In *2nd Yogyakarta International Seminar on Health, Physical Education, and Sport Science (YISHPESS 2018) and 1st Conference on Interdisciplinary Approach in Sports (CoIS 2018)* (pp. 186-189). Atlantis Press.
- Sáez, E., Requena, B., & Cronin, J. (2012). *The Effects of Plyometric Training on Sprint Performance: A Meta-Analysis. Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 575–584. doi:10.1519/jsc.0b013e318220fd03
- Sattler, Tine; Sekulic, Damir; Hadzic, Vedran; Uljevic, Ognjen; Dervisevic, Edvin (2012). Vertical Jumping Tests in Volleyball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1532–1538. doi:10.1519/jsc.0b013e318234e838
- Sopa, I. S. (2019). Developing attack point in volleyball game using plyometric exercises at 13-14 years old volleyball players. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series IX, Sciences of Human Kinetics*, 12(2), 67-76. doi: 10.31926/but.shk.2019.12.61.2.41
- Silva, Ana Filipa; Clemente, Filipe Manuel; Lima, Ricardo; Nikolaidis, Pantelis T.; Rosemann, Thomas; Knechtle, Beat (2019). *The Effect of Plyometric Training in Volleyball Players: A Systematic Review. International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2960–. doi:10.3390/ijerph16162960
- Silva, L. G. da S., Ferreira, R. W., Gaia, J. W. P., & Pires, D. A. (2022). Ansiedad precompetitiva en atletas de voleibol amateur (Pre-competitive anxiety in amateur volleyball athletes) (Ansiedade pré-competitiva em atletas de voleibol amador). *Retos*, 46, 574–580. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.93284>
- Temboury Molina, M.C.. (2009). Desarrollo puberal normal: Pubertad precoz. *Pediatría Atención Primaria*, (11) 127-142.
- Vilela, G., Caniunqueo-Vargas, A., Ramirez-Campillo, R., Hernández-Mosqueira, C., & da Silva, S. F. (2021). Efecto del entrenamiento pliométrico en la fuerza explosiva de niñas puberes practicantes de voleibol (Effects of plyometric training on explosive strength in pubescent girls volleyball players). *Retos*, 40, 41–46. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.77666>
- Vlantes, T. G., & Readdy, T. (2017). Using microsensor technology to quantify match demands in collegiate women's volleyball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(12), 3266-3278. doi: 10.1519/JSC.0000000000002208