

El salto y el lanzamiento como factores determinantes en el rendimiento del balonmano

Jumping and shooting as determinant factors in handball performance

Antonio Jesús Rodríguez-Frías

Grado en Ciencias de la actividad Física y Deporte. Escuela Universitaria de Osuna.
Universidad de Sevilla.

Rafael Baena-González

Doctor en Ciencias del Deporte por la Universidad Católica San Antonio de Murcia. Profesor titular de la Escuela Universitaria de Osuna. Universidad de Sevilla. ORCID: 0000-0002-5491-2211

Resumen:

Este estudio tuvo como objetivo mejorar las habilidades de lanzamiento y salto vertical en jugadores de balonmano amateur utilizando un programa de entrenamiento basado en contraste a jugadores de un equipo masculino amateur de balonmano. Participaron 7 jugadores amateur de balonmano cuya media de edad fue de 22.14 años, los cuales realizaron un programa de entrenamiento de fuerza durante 8 semanas. Se estableció un diseño experimental a través del cual se realizaron evaluaciones pre y post intervención de velocidad de lanzamiento desde el punto de penalti (7 metros), en carrera y en apoyo desde los 9 metros y en suspensión desde los 9 metros. Y en cuanto a las evaluaciones de salto pre y post intervención se analizaron CMJ bipodal, CMJ unipodal, CMJ con ayuda de los brazos bipodal, CMJ con ayuda de los brazos unipodal, SJ y DJ. Los resultados muestran que hubo una mejoría notable en las pruebas de salto, pero no en las pruebas de lanzamiento. En conclusión, el protocolo de entrenamiento de fuerza de contraste es efectivo en la mejora de la habilidad del salto en el balonmano.

Palabras clave: Salto vertical, fatiga muscular, lanzamiento, entrenamiento y velocidad de ejecución.

Abstract:

The purpose of this study was to improve throwing and vertical jumping skills in amateur handball players using a contrast-based training program for players of an amateur male

handball team. Seven amateur handball players whose mean age was 22.14 years participated in a strength training program for 8 weeks. An experimental design was established through which pre- and post-intervention evaluations of throwing speed from the penalty spot (7 meters), in running and in support from 9 meters and in suspension from 9 meters were performed. And as for the pre and post intervention jumping evaluations, CMJ bipodal, CMJ unipodal, CMJ with bipodal arm support, CMJ with unipodal arm support, SJ and DJ were analyzed. The results show that there was a noticeable improvement in the jumping tests, but not in the throwing tests. In conclusion, the contrast strength training protocol is effective in improving jumping skill in handball.

Keywords: vertical jump, muscular fatigue, shot, training, execution speed.

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El balonmano es un deporte de equipo en el que dos equipos de siete jugadores (seis jugadores de campo y un portero) compiten por marcar goles en la portería del equipo contrario. El objetivo del juego es lanzar el balón con la mano y superar al portero del equipo contrario para marcar goles en la portería del equipo contrario. El juego se divide en dos periodos de 30 minutos cada uno.

Hermassi et al., (2011) nos habla de cómo la fuerza muscular y la potencia son los factores más importantes que dan una clara ventaja en las competiciones de élite. Las características antropométricas apropiadas y la habilidad para lanzar balonmano también son importantes para el éxito. A pesar del aumento en la profesionalización de este deporte, existe una escasez de investigación sobre las características de rendimiento de los jugadores de élite, y hay pocos datos disponibles para los jugadores de balonmano durante una temporada completa. Debido a las crecientes demandas del entrenamiento técnico y la competencia, se ha propuesto la fuerza y el acondicionamiento durante la temporada para mantener niveles adecuados de fuerza y potencia durante la temporada de juego. Aunque jugar al balonmano en sí mismo puede mejorar muchos de estos factores, los competidores de élite deben participar en un acondicionamiento adicional específico del balonmano. Incluyendo ejercicios para desarrollar esfuerzo aeróbico intermitente de alta intensidad, velocidad, agilidad, fuerza y potencia; se necesita una combinación de entrenamiento de velocidad y fuerza explosiva para mejorar la velocidad máxima de carrera y la altura de salto.

La pliometría es un tipo de entrenamiento que desarrolla la capacidad de los músculos para producir fuerza a altas velocidades en movimientos dinámicos; estos movimientos implican un estiramiento del músculo seguido inmediatamente por una contracción explosiva del músculo. Este patrón de contracción muscular se conoce como ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA). Los

ejercicios pliométricos incluyen saltos verticales, durante los cuales el atleta salta lo más alto posible, y saltos, durante los cuales el atleta salta lo más alto y más lejos posible, moviendo así el cuerpo en los planos horizontal y vertical. Por lo cual, cuanto más específico sea un ejercicio de entrenamiento para movimiento competitivo, mayor será la transferencia del efecto del entrenamiento al rendimiento (Monsef et al., 2011).

El perfil de fuerza-velocidad es la relación entre la fuerza máxima que un individuo puede generar y su capacidad para generar esta fuerza a alta velocidad. Por otro lado, un encoder lineal es un dispositivo que se utiliza para medir la posición y el movimiento lineal de un objeto en tiempo real.

En el contexto del entrenamiento deportivo, un encoder lineal puede ser utilizado para medir la velocidad y la fuerza de los movimientos realizados por un atleta. Por ejemplo, en el levantamiento de pesas, se puede utilizar un encoder lineal para medir la velocidad y la fuerza de la barra durante el levantamiento. Esto puede proporcionar información valiosa sobre el perfil de fuerza-velocidad del atleta y ayudar a diseñar un programa de entrenamiento adecuado.

Es decir, el uso de un encoder lineal puede ser una herramienta útil para evaluar el perfil de fuerza-velocidad de un atleta y diseñar un programa de entrenamiento adecuado. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el perfil de fuerza-velocidad es un concepto general y que cada individuo es único en términos de su capacidad para generar fuerza y velocidad. Además, la relación entre la fuerza y la velocidad puede cambiar con el entrenamiento, lo que significa que los perfiles pueden cambiar con el tiempo.

Los test más utilizados para analizar el salto vertical tanto bipodal como unipodal son: el Contramovement Jump (CMJ), CMJ con ayuda de los brazos, Squat Jump (SJ) y Drop Jump (DJ).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 PREPARACIÓN FÍSICA EN BALONMANO

En este deporte se requiere un alto nivel de preparación física para completar los 60 minutos que dura un partido. Los patrones de movimiento en el balonmano se caracterizan por ser intermitentes y cambiar continuamente en respuesta a diferentes situaciones ofensivas y defensivas en las que las características antropométricas y los altos niveles de fuerza, potencia muscular y velocidad son los factores más importantes (Monsef et al., 2011). Por eso, la

preparación física es esencial en este deporte, ya que se trata de un deporte muy exigente que requiere una gran cantidad de resistencia, fuerza y velocidad. Para mejorar su rendimiento en el balonmano, los jugadores deben enfocarse en varios aspectos de la preparación física, como la resistencia cardiovascular, la fuerza muscular, la flexibilidad, la agilidad y la velocidad. La resistencia cardiovascular es importante para que los jugadores puedan mantener un alto nivel de actividad durante todo el partido. La fuerza muscular es necesaria para realizar los movimientos explosivos que se requieren en el balonmano, como saltar para lanzar o interceptar el balón. La flexibilidad y la movilidad son importantes para prevenir lesiones y mejorar el rango de movimiento de los jugadores. La agilidad y la velocidad son cruciales para moverse rápidamente en la pista y realizar cambios de dirección rápidos.

2.2 SALTO EN EL BALONMANO

El balonmano es un deporte de contacto de alta intensidad que exige un alto nivel de condición física, que también requiere velocidad, potencia, fuerza, agilidad y resistencia durante el partido. Estos atributos emergen en acciones de juego como los saltos. Según Soler-Lopez et al., (2022), los saltos contribuyen a uno de los elementos físico-técnicos más determinantes en la realización de un partido de balonmano, tanto en acciones ofensivas como defensivas. En el balonmano profesional, el lanzamiento en salto es el lanzamiento más común, representando más del 70% de todos los lanzamientos en una situación de juego. Además de la velocidad y la precisión del lanzamiento, la altura del salto vertical es potencialmente un factor de rendimiento importante en un lanzamiento con salto. Una mayor altura de salto brinda a cualquier jugador, independientemente de la posición de juego.

El salto vertical es una medida de la altura que una persona puede alcanzar desde una posición de pie mediante un salto. Es una habilidad importante en muchos deportes, incluyendo el balonmano, baloncesto y voleibol, entre otros. La capacidad de saltar alto depende de varios factores, como la fuerza de las piernas, la técnica de salto y la explosividad muscular. Para mejorar el salto vertical, es necesario realizar ejercicios de profundidad específicos de entrenamiento de fuerza y potencia, como sentadillas, saltos con una pierna, saltos de caja y saltos en. También es importante trabajar en la técnica de salto, prestando atención a la alineación del cuerpo y la posición de los pies durante el despegue y el aterrizaje. Los ejercicios de carrera, saltos y movimientos laterales pueden ayudar a mejorar la resistencia y la agilidad, mientras que los estiramientos y el trabajo de movilidad pueden ayudar a mejorar la flexibilidad.

Algunos artículos vieron la relación entre el rendimiento del salto vertical y el rango de movimiento de la articulación del tobillo (Panoutsakopoulos et al., 2022). En dicho estudio el objetivo fue examinar el efecto del rango de movimiento (ROM) de la articulación del tobillo en el rendimiento del salto vertical de jugadores adultos de balonmano. Al ejecutar una técnica deportiva, el sistema músculo esquelético se ve obligado a afrontar las demandas del movimiento aplicando las fuerzas necesarias para optimizar el rendimiento. La contribución de la articulación del tobillo al rendimiento deportivo depende de la fuerza que puedan aplicar los músculos circundantes y de su rango de movimiento. Por todo esto, una gran amplitud de movimiento de la articulación del tobillo es importante para la ejecución óptima de las técnicas deportivas y del rendimiento deportivo. La conclusión que se tuvo fue que un objetivo de los programas de entrenamiento en balonmano debe de ser la mejora del rango de movimiento del tobillo, ya que esto podría ser beneficioso para aumentar la efectividad del uso del balanceo de los brazos en el salto vertical y, por lo tanto, podría mejorar la transferencia de energía de proximal a distal.

2.3 LANZAMIENTO EN EL BALONMANO

En el balonmano, como en otros deportes de equipo, lanzar un balón a la portería es la finalización de una fase ofensiva del juego. La eficacia en el lanzamiento es la clave para ganar o perder un partido. Los factores que determinan la velocidad del lanzamiento son la técnica, la coordinación y la potencia explosiva máxima de los músculos de la parte superior e inferior del cuerpo (Machado et al., 2017).

La media de lanzamientos en un partido de balonmano varía dependiendo del nivel de juego y del estilo de juego de los equipos involucrados. En general, los equipos de alto nivel suelen realizar entre 40 y 60 lanzamientos por partido, mientras que los equipos de nivel inferior pueden realizar alrededor de 20 a 30 lanzamientos. Es importante tener en cuenta que no todos los lanzamientos resultan en goles, ya que los jugadores pueden encontrarse con defensas efectivas o pueden fallar en la precisión de sus tiros. Por lo tanto, el número de goles que se anotan en un partido de balonmano también puede variar significativamente. Además de los lanzamientos, los jugadores de balonmano también realizan pases, bloqueos y movimientos en el campo, lo que contribuye a la emoción y el dinamismo del juego. En resumen, la media de lanzamientos en un partido de balonmano varía según el nivel y estilo de juego, y es solo una parte del juego completo y emocionante del balonmano.

Machado et al., (2017) nos habla que uno de los factores que influyen en la velocidad de la cadena cinética al lanzar en un partido es la participación de la musculatura involucrada, incluyendo los músculos del core. La musculatura central incluye los músculos del tronco y la pelvis, que son responsables de mantener la estabilidad de la columna y la pelvis y ayudan a generar y transferir energía de las partes del cuerpo grandes a las pequeñas. La estabilidad central es la capacidad de controlar la posición y el movimiento del tronco sobre la pelvis y las piernas para permitir una producción, transferencia y control óptimo de la fuerza y el movimiento al segmento terminal en actividades de cadena cinética integrada.

En el balonmano, la rotación del hombro se utiliza principalmente para generar fuerza y velocidad en los lanzamientos. Durante el lanzamiento, el jugador utiliza una combinación de movimiento de brazo, muñeca y rotación de hombro para generar energía cinética y transferirla al balón. Es importante tener en cuenta que la rotación del hombro también puede ser una fuente de lesiones si se realiza de manera incorrecta o excesiva. Los jugadores de balonmano pueden sufrir lesiones en el manguito rotador, el tendón del bíceps o la articulación del hombro si realizan una rotación repetitiva o forzada del hombro.

Por eso, estudios como el de Vigolvinio et al., (2019) el objetivo fue analizar la presencia e influencia del déficit de rotación interna glenohumeral sobre la rigidez posterior y el índice de fuerza de los rotadores isométricos del hombro en jugadores de balonmano recreativos y aficionados. En este estudio se llegó a la conclusión que aunque los jugadores de balonmano presentan un déficit de rotación interna glenohumeral, ese déficit no es responsable de las diferencias en el rango de movimiento (ROM) de la abducción horizontal del hombro o la fuerza de los rotadores. Los jugadores mostraron menos ROM en la abducción horizontal en el hombro dominante, lo que sugiere una mayor rigidez posterior en el hombro de lanzamiento, una mayor fuerza de rotación externa en el hombro dominante.

2.4 TEST DE SALTO

Soler-Lopez et al., (2022) nos habla de cómo los entrenadores utilizan pruebas de salto vertical para medir las mejoras en la habilidad del salto. Por eso, la altura del salto es una de las variables más utilizadas para evaluar el rendimiento de los atletas, ya que es un indicador de la potencia muscular de las extremidades inferiores y fatiga muscular, con una gran correlación negativa con los índices de agotamiento por ejercicio.

Por todo esto, se han desarrollado varios enfoques para medir la altura del salto. Las cámaras de alta velocidad tienen una gran precisión, pero consumen mucho tiempo. Las plataformas de fuerza han sido consideradas como el estándar de oro. Y las plataformas de contacto y células miden el salto vertical durante el tiempo que el atleta está en el aire, siendo un método altamente válido y fiable.

2.5 TEST DE LANZAMIENTO

Artículos como el de Ríos et al., (2020) nos informa que aunque del hecho de que la velocidad de lanzamiento se ha utilizado en la literatura científica para una validez de propósitos, se han realizado pocas investigaciones para identificar las condiciones de prueba que maximizan la confianza del rendimiento de la velocidad de lanzamiento. La mayoría de los investigadores han utilizado lanzamientos específicos de balonmano precedidos de una carrera corta porque son los lanzamientos más comunes en este deporte. Sin embargo, otros investigadores han utilizado el lanzamiento desde los 7 metros de balonmano o incluso lanzamientos no específicos en los que se altera la cadena cinética.

2.6 PLIOMETRÍA

En el estudio de Monsef et al., (2011) crearon dos programas de entrenamientos. En el primero, consistía en realizar drop jump asociado a los lanzamientos del martes; y los sprint repetidos el jueves. Y el segundo programa de entrenamiento consistía en drop jump asociado a los lanzamientos del martes; y acciones técnicas con balón concluidas por carrera-velocidad, alternados con desplazamiento lateral asociado a la carrera-velocidad del jueves. Ambos programas duraron 6 semanas cada uno, un total de 12 semanas, con 2 sesiones de entrenamiento/semana. Entre la primera y la cuarta semana hacían un total de 40 saltos/sesión, y desde la quinta hasta la última semana hacían un total de 60 saltos/sesión.

Los resultados que tuvieron en este estudio indicaron que un programa de entrenamiento combinado entre repetición de sprint y salto vertical en la misma sesión de entrenamiento influyen positivamente en la capacidad de salto de los jugadores de balonmano. En el test de SJ tuvieron una mejora del 2.40%, en CMJ una mejora entre 2.78%, en CMJ con ayuda de los brazos una mejoría 2.42%, y en DJ un aumento de 2.62%.

2.7 ENTRENAMIENTO BASADO EN LA VELOCIDAD (VBT) Y % DE 1 REPETICIÓN MÁXIMA (%1RM)

El entrenamiento basado en la velocidad (VBT) es un método de entrenamiento indirecto que se basa en la relación carga-velocidad para predecir 1RM en el entrenamiento de fuerza, que tiene la ventaja de monitorizar la intensidad del ejercicio. Además, la relación del perfil fuerza-velocidad refleja la capacidad del sistema neuromuscular para funcionar bajo diferentes condiciones de carga de entrenamiento y, por lo tanto, afecta significativamente al movimiento (Abuajwa et al., 2022).

Durante la última década, ha habido un gran interés en el uso de la velocidad de la barra para medir y controlar la intensidad y el volumen del entrenamiento. VBT es una intervención de entrenamiento de resistencia que utiliza retroalimentación de velocidad para prescribir la carga de entrenamiento. Se adoptan dos nuevas variables para prescribir la carga de entrenamiento en VBT, una es la velocidad de repetición inicial más rápida en series para establecer la carga en lugar del %1RM, la otra es el umbral de pérdida de velocidad para terminar la serie en lugar de las repeticiones por series. Con el VBT se puede alcanzar la velocidad para estimar el 1RM y regular la intensidad en tiempo real para que coincida con la intensidad real de la sesión; y se puede monitorizar la pérdida de velocidad en la serie del entrenamiento (Liao et al., 2021).

En el estudio de Abuajwa et al., (2022) tiene como objetivo investigar los efectos de dos intervenciones de entrenamiento diferentes basadas en perfiles de velocidad de carga individualizados en la fuerza máxima de press de banca, velocidad máxima de lanzamiento y masa muscular esquelética. Los sujetos eran jugadores de balonmano universitarios y se dividieron en dos grupos, un grupo que se le asignó el entrenamiento de baja velocidad de movimiento, y otro grupo que se le asignó el entrenamiento de alta velocidad de movimiento. El primer grupo tenía que mover la barra a una velocidad de 0.75-0.96 m/s que corresponde a un 60% 1RM, mientras que el segundo grupo tenía que mover la barra a una velocidad de 1.03-1.20 m/s (40% 1RM). Ambos grupos realizaron 3 sesiones por semana durante 5 semanas. En los resultados finales se observaron que ambos grupos mejoraron significativamente después de las cinco semanas de entrenamiento, con un aumento del 15,5% y 15,0% en 1RM, y un aumento del 18,7% y 18,3% en la velocidad de lanzamiento. Llegaron a la conclusión que ambos entrenamientos a ambas velocidades provocaron cambios similares en la fuerza, masa muscular y la velocidad de lanzamiento.

En cuanto al salto, a la mejora del salto vertical utilizando el entrenamiento basado en la velocidad de movimiento, en el metanálisis de Liao et al., (2021) tenía como objetivo comparar los efectos del entrenamiento basado en la velocidad de movimiento y el entrenamiento tradicional basado en porcentajes, sobre el rendimiento de fuerza, salto, sprint lineal y cambios de dirección (CODs). Seis estudios cumplieron los criterios de inclusión e incluyeron una total de 124 participantes de 16 a 30 años de edad. La diferencia de ambos entrenamientos no fueron significativos en 1RM de sentadilla trasera y velocidad de carga 60% 1RM. Los resultados demostraron que el entrenamiento basado en la velocidad fue superior al entrenamiento tradicional en CMJ sin diferencias significativas. Estudios previos indicaron que el reclutamiento de unidades motoras y la tasa de descarga, y la fibra muscular fueron los determinantes de la tasa de desarrollo de fuerza, y la eficacia del ciclo de estiramiento-acortamiento del músculo-tendón, que se considera como los principales factores para la mejora del rendimiento en CMJ.

2.8 Entrenamiento de contraste

El balonmano al ser un deporte intermitente caracterizado por una alternancia de actividades de alta y baja intensidad, incluyendo carreras de velocidad, saltos y muchos cambios de dirección, necesitan fuerza y potencia para correr, saltar y coger el balón antes que el rival pueda anotar. Los programas de acondicionamiento óptimos deben incluir sesiones de entrenamiento de fuerza. Estos ejercicios pueden ser isométricos, entrenamiento dinámico de resistencia externa constante e isocinética. Otras opciones incluyen entrenamiento complejo, con una alternancia de entrenamiento con pesas de alta carga con ejercicios pliométricos, y entrenamiento de contraste, una alternancia de cargas bajas y altas (Hermassi et al., 2020).

El entrenamiento de fuerza de contraste francés es una técnica de entrenamiento que consiste en alternar ejercicios de fuerza máxima con ejercicios de velocidad explosiva en una misma sesión de entrenamiento. Esta técnica fue popularizada en Francia por el entrenador francés Alain Ferrand en la década de 1980. El objetivo del entrenamiento de fuerza de contraste francés es que los ejercicios de fuerza máxima estimulan el sistema nervioso central y aumentan la activación muscular, lo que a su vez mejora la capacidad de generar fuerza explosiva.

En cuanto a la implementación de esta técnica de entrenamiento, se recomienda realizar ejercicios de fuerza máxima, como sentadillas o levantamiento de pesas, seguidos de ejercicios de velocidad explosiva, como saltos o sprints. Es

importante asegurarse de que los ejercicios de fuerza máxima se realicen con una carga máxima y que los ejercicios de velocidad explosiva se realicen con la máxima velocidad posible. Al alternar estos ejercicios con ejercicios de velocidad explosiva, se busca mejorar la capacidad de generar fuerza explosiva a altas velocidades.

El entrenamiento de contraste fue una técnica adecuada para desarrollar la potencia muscular y la velocidad en atletas. El objetivo del estudio de Her-massi et al., (2020) fue determinar si el entrenamiento en circuito de 12 semanas mejoraría la fuerza, la agilidad, la capacidad aeróbica intermitente y el rendimiento del salto vertical en jugadores de balonmano. El grupo experimental reemplazó su entrenamiento de habilidades técnico-tácticas por el entrenamiento en circuito dos veces por semana. Los ejercicios que se realizaron fueron, saltos de vallas, lanzamiento de balón medicinal, CMJ Saltos en profundidad, media sentadilla y pull-over. Los efectos más grandes y las mejoras más altas se detectaron en la distancia recorrida durante el Yo-Yo y la altura de salto vertical. En conclusión, indicaron que puede mejorar efectivamente estas características de los jugadores de balonmano en comparación con un régimen estándar.

Objetivos

El objetivo principal es mejorar las habilidades de lanzamiento y salto vertical en jugadores de balonmano amateur utilizando un programa de entrenamiento basado en contraste.

Además del objetivo principal, hay varios objetivos específicos:

- Utilizar el ADR Jump para evaluar los test de salto.
- Utilizar el radar para evaluar los test de lanzamiento.
- Utilizar el ADR Encoder Lineal para poder controlar el nivel de fatiga muscular y tener un control de las cargas de los ejercicios.
- Comparar la mejora de este programa de entrenamiento de contraste, con otros entrenamientos como el de pliometría o el entrenamiento basado en la velocidad (VBT).
- Comprobar qué programa de entrenamiento sería mejor para una mejora del lanzamiento y del salto vertical en balonmano.

3. METODOLOGÍA

3.1 MUESTRA

Los sujetos de esta investigación son jugadores del Club Balonmano Mar-tia, Marchena (Sevilla). Este club actualmente milita en Primera Andaluza Senior Masculina y tienen como objetivo el ascenso a la categoría de la Comunidad Au-tónoma de Andalucía (Segunda División Nacional Masculina). En total fueron 7 jugadores los que participaron en este programa de entrenamiento para ver qué mejoría habría en el salto y el lanzamiento en balonmano. Todos ellos mayores de edad con una media de 22,14 años, y con una experiencia en este mundo de una media de 11,86 años, como podemos ver en la Tabla 1, se recogieron los si-guientes datos, edad, años de experiencia en el balonmano.

Tabla 1
Muestra

SUJETOS	EDAD	AÑOS DE EXPERIENCIA	ALTURA	PESO
SUJETO 1	18	8	1,69	92,6
SUJETO 2	24	12	1,78	88,3
SUJETO 3	19	11	1,,76	92,8
SUJETO 4	20	10	1,69	59,25
SUJETO 5	23	12	1,8	58,2
SUJETO 6	26	15	1,78	77,55
SUJETO 7	25	15	1,82	73,45
MEDIA	22,14	11,86	1,76	77,45

Al ser todos mayores de edad, no fue necesario pedir permiso a ningún fa-miliar, pero sí un permiso al club para pudieran participar en este programa de entrenamiento, ya que es un equipo que tiene como objetivo el ascenso de cate-goría, y el programa de entrenamiento se realizó en las fechas más cruciales de la liga previa a la fase de ascenso.

3.2 INSTRUMENTOS

Para poder controlar el nivel de fatiga muscular y tener un control de las cargas de los ejercicios se utiliza el ADR Encoder Lineal (Figura 1). El entrena-miento basado en la velocidad de ejecución ha supuesto un nuevo paradigma dentro de los entrenamientos de fuerza para los deportistas. Con este encoder lineal se mide la velocidad de ejecución de los ejercicios de fuerza, y así poder obtener información objetiva y muy valiosa que permite tomar las decisiones que lleven al éxito con el programa de entrenamiento. En el artículo de Castilla

et al., (2021) validó el ADR Encoder, proporcionando una velocidad media al 40 % de 1RM con una mayor confiabilidad que el sistema T-Force®, pero la confiabilidad no difirió entre los dispositivos con cargas más altas (60-80 % de 1RM).

Figura 1
ADR Encoder Lineal



Se utiliza el dispositivo ADR Jumping (Figura 2) para medir todos los parámetros que son importantes a la hora de analizar la progresión de los saltos. Estos parámetros son: la altura del salto vertical, que es un gran indicador de fatiga; el tiempo de vuelo, varía en función de la fuerza que aplica el sujeto en cada salto y depende directamente de la altura de salto; y el tiempo de contacto e índice de reactividad, que es clave para evaluar el ciclo de estiramiento-acortamiento, es decir, lo rápidamente que es capaz el deportista de cambiar de una fase excéntrica a una concéntrica. González-Conde et al., (2022) tuvieron como objetivo evaluar la fiabilidad relativa, absoluta y la validez concurrente del sistema ADR-Jumping. Se usó el tapete de contacto Chronojump mientras se midió simultáneamente con el sistema ADR-Jumping para la validación. Se observaron correlaciones muy fuertes entre ambos dispositivos para todos los tipos de saltos (CMJ y SJ). Y por esto, el ADR-Jumping es una herramienta válida, fiable y útil para medir la altura del salto.

Figura 2
ADR Jumping



Son varios test los que se realizan en este estudio, tanto bipodal como unipodal, y desde diferente altura:

- El test de salto CMJ (Contramovement Jump) es una prueba utilizada en el ámbito deportivo para evaluar la capacidad de un individuo para generar fuerza explosiva en los músculos de las piernas. Para realizar la prueba CMJ, se comienza desde una posición de pie con los pies separados a la anchura de los hombros. A continuación, se realiza una flexión de rodillas para bajar el cuerpo hacia el suelo y, a continuación, se ejecuta un salto explosivo hacia arriba, elevando tanto los pies como se pueda.
- El test de salto vertical CMJ con ayuda de los brazos es una variación del test CMJ en la que se permite el uso de los brazos para ayudar en el salto. Para realizar esta prueba, se comienza en una posición de pie con los pies separados a la anchura de los hombros. A continuación, se flexionan las rodillas y se hace un movimiento de equilibrio de los brazos hacia atrás para luego impulsarlos hacia delante y arriba mientras se salta explosivamente. El objetivo del movimiento de los brazos es ayudar a generar más impulso hacia arriba, lo que permite que el individuo alcance una mayor altura en el salto. La altura alcanzada se mide de la misma manera que en el test CMJ estándar, utilizando un dispositivo que detecta la distancia desde el suelo hasta la punta de los dedos de los pies en el punto más alto del salto.
- El test de salto vertical SJ (Standing Jump), también conocido como salto sin impulso, es una prueba utilizada en el mundo deportivo para evaluar la capacidad de un ámbito individual para saltar verticalmente sin ningún tipo de impulso o carrera previa. Para realizar la

prueba de salto vertical SJ, se comienza en una posición de pie con los pies separados a la anchura de los hombros. A continuación, se flexionan las rodillas y se salta verticalmente, tratando de alcanzar la mayor altura posible.

- El test de salto vertical DJ (Drop Jump), también conocido como salto con caída o salto reactivo, es una prueba utilizada en el ámbito deportivo para evaluar la capacidad de un individuo para generar fuerza explosiva y potencia a partir de una caída previa. Para realizar la prueba de salto vertical DJ, se comienza desde una plataforma elevada, como una caja o un escalón. El individuo se coloca en la plataforma y se deja caer al suelo, aterrizando con ambos pies al mismo tiempo. Inmediatamente después de tocar el suelo, el individuo salta verticalmente hacia arriba, tratando de alcanzar la mayor altura posible.

Para analizar la velocidad de los diferentes lanzamientos que se utiliza en este estudio es el Stalker ATS II (Figura 3). La pistola de radar Stalker ATS II es un instrumento portátil y preciso que registra la aceleración y desaceleración de vehículos y otros objetos en movimiento. Este dispositivo almacena los datos en la pistola y no necesita conectarse con una computadora para recopilar los datos sobre velocidad y aceleración.

Figura 3
Stalker ATS II



Son tres las pruebas de lanzamientos que se utiliza en este TFG para analizar la velocidad del lanzamiento de los jugadores de balonmano:

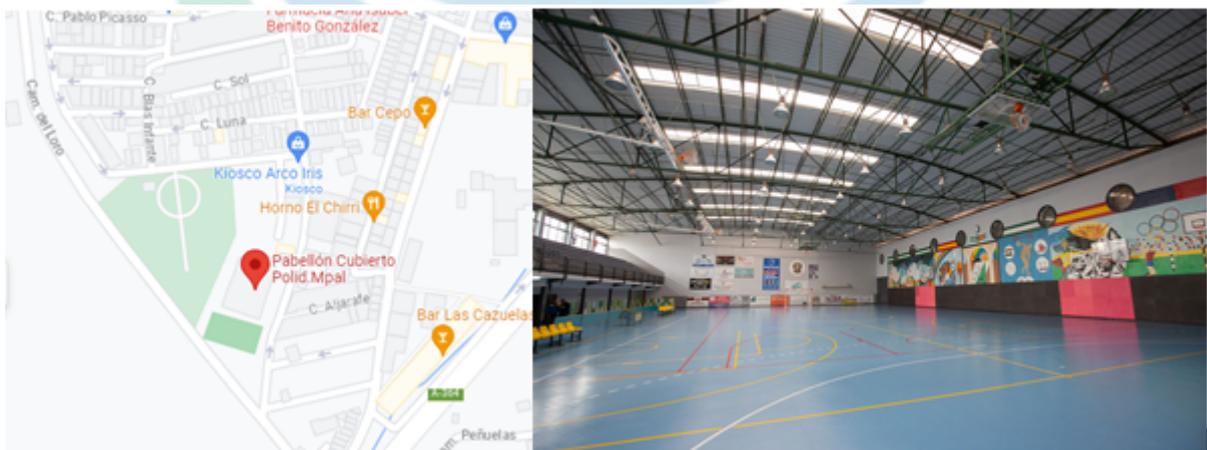
- Lanzamiento desde los 7 metros. Se realizó un lanzamiento siguiendo las normas oficiales del balonmano para el lanzamiento de penalti. Los jugadores estaban parados en la línea de 7 metros con el pie opuesto al brazo del lanzamiento.
- Lanzamiento desde 9 metros en apoyo. Los participantes realizaron una carrera preparatoria limitada a tres pasos antes de lanzar a portería detrás de la línea de 9 metros y sin saltar.
- Lanzamiento desde 9 metros en suspensión. Igual que el test anterior, los participantes realizaron una carrera preparatoria limitada a tres pasos antes de saltar y lanzar a portería.

En cuanto a las instalaciones que se utilizan en este programa de entrenamiento podemos dividirlo en dos, Pabellón Cubierto de Marchena y Gimnasio JK Fitness Deporte y Salud, ambos situados en Marchena (Sevilla).

El Pabellón Cubierto de Marchena está situado en la Calle José Montes de Torres, 41620 Marchena, Sevilla (Figura 4). Los únicos deportes que hacen uso de las instalaciones del pabellón son, el baloncesto, el fútbol sala y el balonmano. En esta instalación es donde se han realizado los pre-test y post-test de salto y lanzamiento del programa de entrenamiento.

Figura 4

Pabellón Cubierto Municipal de Marchena (Sevilla)



Y el gimnasio JK Fitness Deporte y Salud situado en la Calle Enrique Camacho Carrasco, 26, 41620 Marchena, Sevilla (Figura 5). En la sala donde se realiza en entrenamiento de fuerza en grupos reducidos (Figura 6) es donde se ha

realizado el programa de entrenamiento de fuerza y el cálculo del % de 1RM de SQ y Press Banca para realizar en cada sesión.

Figura 5

JK Fitness Deporte & Salud

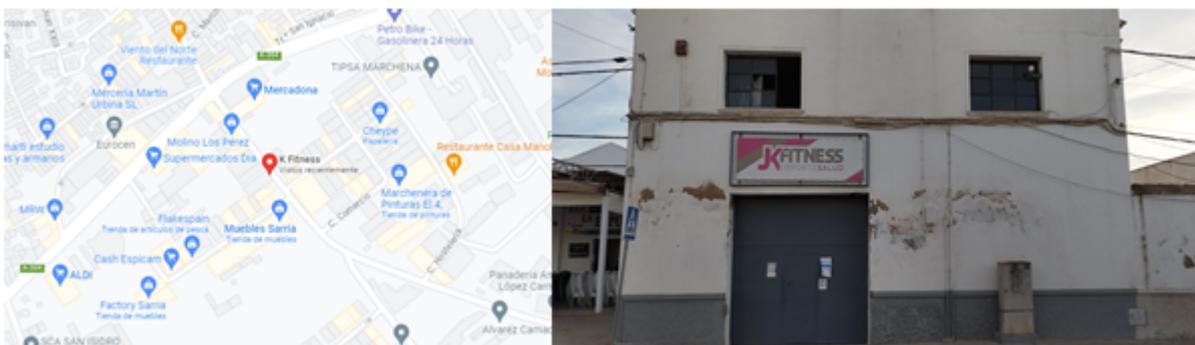


Figura 6

Sala Entrenamiento de Fuerza



3.3 PROCEDIMIENTO

Este programa de entrenamiento de fuerza tuvo una duración de ocho semanas de entrenamiento con dos sesiones cada semana, los lunes y los miércoles, ya que eran los días que no había entrenamiento técnico-táctico. Transcurrió desde la segunda semana de febrero hasta la última semana de marzo, semana previa a Semana Santa. Los pre-test de salto y lanzamiento se realizaron en la primera semana de febrero, la semana antes de comenzar el programa de entrenamiento de fuerza, y los post-test de salto se realizó en la última

semana de marzo, pero los post-test de lanzamiento se realizó en la segunda semana de abril, después de la semana de vacaciones por Semana Santa, ya que no estaba disponible la utilización del radar Stalker ATS II. Además, en la primera semana de febrero también se realizaron los test de 1RM de Press Banca y de Squat a cada sujeto (Figura 7).

Figura 7
Test de 1RM

SUJETO 1					SUJETO 2					SUJETO 3					SUJETO 4				
SENTADILLA					SENTADILLA					SENTADILLA					SENTADILLA				
100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%
160	152	144	136	128	170	161,5	153	144,5	136	120	114	108	102	96	130	123,5	117	110,5	104
75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%
120	112	104	96	80	127,5	119	110,5	102	85	90	84	78	72	60	97,5	91	84,5	78	65
PRESS BANCA					PRESS BANCA					PRESS BANCA					PRESS BANCA				
100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%
80	76	72	68	65	100	95	90	85	80	65	61,75	58,5	55,25	52	70	66,5	63	59,5	55
75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%
60	56	52	48	40	75	70	65	60	50	48,75	45,5	42,25	39	32,5	52,5	49	45,5	42	35
SUJETO 5					SUJETO 6					SUJETO 7									
SENTADILLA					SENTADILLA					SENTADILLA									
100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%					
100	95	90	85	80	120	114	108	102	96	140	133	126	119	112					
75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%					
75	70	65	60	50	90	84	78	72	60	105	98	91	84	70					
PRESS BANCA					PRESS BANCA					PRESS BANCA									
100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%	100%	95%	90%	85%	80%					
60	57	54	51	48	60	57	54	51	48	70	66,5	63	60	56					
75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%	75%	70%	65%	60%	50%					
45	42	39	36	30	45	42	39	36	30	52,5	49	45,5	42	35					

Cada sesión de entrenamiento estaba dividida en dos bloques de fuerza, uno para tren superior y otro para tren inferior, con una previa parte de movilidad y activación. Cada bloque de fuerza estaba compuesto por cuatro ejercicios, un primer ejercicio con una carga de 1RM alta (80-90%), un segundo ejercicio pliométrico con carga reactiva, un tercer ejercicio con una carga media del 80% de 1RM, y un último ejercicio con carga reactiva.

En el bloque de tren inferior los ejercicios eran, sentadilla (SQ), saltos de vallas, sentadillas con salto y saltos asistidos. Y en el bloque de tren superior, los ejercicios eran, press banca, flexiones asistidas, pull over y lanzamiento de balón medicinal. Cada semana se aumenta el número de repeticiones en los dos primeros ejercicios de ambos bloques, y en el último ejercicio del bloque de tren superior. A las tres semanas, se baja el número de repeticiones pero se aumenta la carga.

Tabla 2
Programa de Entrenamiento

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO								
EJERCICIOS	SEMANA A 1	SEMANA A 2	SEMANA 3	SEMANA A 4	SEMANA A 5	SEMANA A 6	SEMANA A 7	SEMANA A 8
TREN INFERIOR								
SENTADILLA	80% 3X1	80% 3X2	80% 3X3	85% 3X1	85% 3X2	85% 3X3	90% 3X1	90% 3X2
SALTOS DE VALLAS	3X3	3X3	3X3	3X4	3X4	3X4	3X5	3X5
SENTADILLA CON SALTO	40% 3X3	40% 3X3	40% 3X3	40% 3X4	40% 3X4	40% 3X4	40% 3X5	40% 3X5
SALTOS ASISTIDO GOMA	2X4	3X4	3X4	3X5	3X5	3X5	3X6	3X6
TREN SUPERIOR								
PRESS BANCA	80% 3x1	80% 3x2	80% 3x3	85% 3x1	85% 3x2	85% 3x3	90% 3x1	90% 3x2
FLEXIONES ASISTIDAS	3x4	3x5	3x6	3x4	3x5	3x6	3x5	3x6
PULL OVER	40% 3X3	40% 3X3	40% 3X3	40% 3X4	40% 3X4	40% 3X4	40% 3X5	40% 3X5
BALÓN MEDICINAL	8kg 3x4	8kg 3x5	8kg 3x6	10 kg 3x4	10kg 3x5	12 kg 3x6	12 kg 3x5	12 kg 3x6

En la Figura 8 se puede ver más detalladamente el programa de entrenamiento que se llevó a cabo a lo largo de las 8 semanas. Se puede observar los ejercicios, las series, las repeticiones, la carga, el VBT, descanso entre ejercicio y descanso entre series.

Figura 8
Programa de Entrenamiento detallado

SEMANA 1							SEMANA 2						
TREN INFERIOR							TREN INFERIOR						
EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES	EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES
SENTADILLA	3 SERIES	1	80%	0,59	20"	5'	SENTADILLA	3 SERIES	2	80%	0,59	20"	5'
SALTOS DE VALLAS		3	REACTIVO				SALTOS DE VALLAS		3	REACTIVO			
SENTADILLA CON SALTO		3	40%				SENTADILLA CON SALTO		3	40%			
SALTOS ASISTIDOS GOMA		4	REACTIVO				SALTOS ASISTIDOS GOMA		4	REACTIVO			
TREN SUPERIOR							TREN SUPERIOR						
EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES	EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES
PRESS BANCA	3 SERIES	1	80%	0,42	20"	5'	PRESS BANCA	3 SERIES	2	80%	0,42	20"	5'
FLEXIONES ASISTIDAS		4	REACTIVO				FLEXIONES ASISTIDAS		5	REACTIVO			
PULL OVER		3	40%				PULL OVER		3	40%			
BALÓN MEDICINAL		4	8KG				BALÓN MEDICINAL		5	8KG			
SEMANA 3							SEMANA 4						
TREN INFERIOR							TREN INFERIOR						
EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES	EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES
SENTADILLA	3 SERIES	3	80%	0,59	20"	5'	SENTADILLA	3 SERIES	1	85%	0,52	20"	5'
SALTOS DE VALLAS		3	REACTIVO				SALTOS DE VALLAS		4	REACTIVO			
SENTADILLA CON SALTO		3	40%				SENTADILLA CON SALTO		4	40%			
SALTOS ASISTIDOS GOMA		4	REACTIVO				SALTOS ASISTIDOS GOMA		5	REACTIVO			
TREN SUPERIOR							TREN SUPERIOR						
EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES	EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES
PRESS BANCA	3 SERIES	3	80%	0,42	20"	5'	PRESS BANCA	3 SERIES	1	85%	0,36	20"	5'
FLEXIONES ASISTIDAS		6	REACTIVO				FLEXIONES ASISTIDAS		4	REACTIVO			
PULL OVER		3	40%				PULL OVER		4	40%			
BALÓN MEDICINAL		6	8KG				BALÓN MEDICINAL		4	10KG			
SEMANA 5							SEMANA 6						
TREN INFERIOR							TREN INFERIOR						
EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES	EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES
SENTADILLA	3 SERIES	2	85%	0,52	20"	5'	SENTADILLA	3 SERIES	3	85%	0,52	20"	5'
SALTOS DE VALLAS		4	REACTIVO				SALTOS DE VALLAS		4	REACTIVO			
SENTADILLA CON SALTO		4	40%				SENTADILLA CON SALTO		4	40%			
SALTOS ASISTIDOS GOMA		5	REACTIVO				SALTOS ASISTIDOS GOMA		5	REACTIVO			
TREN SUPERIOR							TREN SUPERIOR						
EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES	EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES
PRESS BANCA	3 SERIES	2	85%	0,36	20"	5'	PRESS BANCA	3 SERIES	3	85%	0,36	20"	5'
FLEXIONES ASISTIDAS		5	REACTIVO				FLEXIONES ASISTIDAS		6	REACTIVO			
PULL OVER		4	40%				PULL OVER		4	40%			
BALÓN MEDICINAL		5	10KG				BALÓN MEDICINAL		6	10KG			
SEMANA 7							SEMANA 8						
TREN INFERIOR							TREN INFERIOR						
EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES	EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES
SENTADILLA	3 SERIES	1	90%	0,46	20"	5'	SENTADILLA	3 SERIES	2	90%	0,46	20"	5'
SALTOS DE VALLAS		5	REACTIVO				SALTOS DE VALLAS		5	REACTIVO			
SENTADILLA CON SALTO		5	40%				SENTADILLA CON SALTO		5	40%			
SALTOS ASISTIDOS GOMA		6	REACTIVO				SALTOS ASISTIDOS GOMA		6	REACTIVO			
TREN SUPERIOR							TREN SUPERIOR						
EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES	EJERCICIO	SERIES	REPS	CARGA	VBT	DESCASO EJERCICIO	DESCASO SERIES
PRESS BANCA	3 SERIES	1	90%	0,30	20"	5'	PRESS BANCA	3 SERIES	2	90%	0,30	20"	5'
FLEXIONES ASISTIDAS		5	REACTIVO				FLEXIONES ASISTIDAS		6	REACTIVO			
PULL OVER		5	40%				PULL OVER		5	40%			
BALÓN MEDICINAL		5	12KG				BALÓN MEDICINAL		6	12KG			

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 29.0.0.0 (SPSS Inc., Chicago, IL), y el programa Excel. Para cada variable analizada se calculó la diferencia obtenida entre los pre-test y los post-^{oo}tes. La prueba que se utilizó fue la de W de Wilcoxon, ya que hay dos muestras relacionadas. Los mismos sujetos hacen la prueba 2 veces, y cada prueba es una muestra. El nivel de significación para un valor de $p < 0.05$. Si $p < 0.05$ no se acepta la hipótesis nula y diríamos que hay diferencias significativas, y si por el

contrario $p > 0.05$, sí se acepta la hipótesis nula y diríamos que no hay diferencias significativas.

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS PRE-TEST

4.1.1 Test de Salto

Como se observa en la Tabla 3, en la prueba de CMJ bipodal la altura máxima que se obtuvo fue de 49'50cm, y una media de 41'39cm de altura. Con respecto a la prueba CMJ unipodal, primero con la pierna izquierda y a continuación con la pierna derecha, la altura más alta la obtuvo el sujeto 5, con 33'50cm y 29'10cm respectivamente. En la prueba de CMJ con ayuda de los brazos bipodal, la altura máxima que se consiguió fue de 56cm, y la media fue de 45'86cm de salto de altura. En cuanto a la misma prueba de forma unipodal, las alturas máximas fueron 32'60cm y 43'40cm, pierna izquierda y derecha respectivamente. Y por último, en las dos últimas pruebas, SJ y DJ, la máxima altura de salto fue de 50'10cm y 51cm.

Tabla 3
Pre-Test de salto

	CMJ	CMJ (IZQ)	CMJ (DER)	CMJ BRAZOS	CMJ BRAZOS (IZQ)	CMJ BRAZOS (DER)	SJ	DJ
NOMBRE	ALTURA (CM)	ALTURA (CM)	ALTURA (CM)	ALTURA (CM)	ALTURA (CM)	ALTURA (CM)	ALTURA (CM)	ALTURA (CM)
SUJETO 1	37	19,6	20,9	40,8	22,5	20,9	32,6	30,9
SUJETO 2	48,2	24,4	26,8	55,8	36,2	37,9	48,5	37,9
SUJETO 3	31,7	17,9	15,8	34,1	22,5	22	30,4	36,9
SUJETO 4	43,1	21,7	21,6	43,9	30,4	24,5	41,1	47
SUJETO 5	49,5	33,5	29,1	56	32,6	43,4	50,1	51
SUJETO 6	35,7	30,2	25,8	40,2	32,4	31,6	35,3	39,8
SUJETO 7	44,5	24,7	21,5	50,2	31	27,6	43,5	51,6
MEDIA (CM)	41,3	24,3	23,07	45,3	29,7	29,7	40,21	42,16

4.1.2 Test de Lanzamiento

Como se observa en la Tabla 4, podemos ver los km/h de todos los lanzamientos. En el lanzamiento desde los 7 metros, la velocidad máxima fue de 85'10km/h, desde los 9 metros en apoyo fue de 99'80km/h, y en suspensión fue de 90'50km/h.

Tabla 4
Pre-Test de lanzamiento

	7 metros	9 metros apoyo	9 metros suspensión
Nombre	KM/h	KM/h	KM/h
Sujeto 1	80,4	83	81,2
Sujeto 2	84,6	91,9	90,5
Sujeto 3	77,1	81,2	81,5
Sujeto 4	80,5	86,1	79
Sujeto 5	81	88,7	82,7
Sujeto 6	81,3	87,7	83,6
Sujeto 7	85,1	99,8	89,8
Media (cm)	81,43	88,34	84.04

5. RESULTADOS POST-TEST

5.1.1. Test de Salto

Una vez realizado el programa de entrenamiento se realizaron los post-test de salto (CMJ bipodal y unipodal, CMJ con ayuda de los brazos bipodal y unipodal, SJ y DJ). Como se observa en la Tabla 5, en la prueba de CMJ bipodal la altura máxima que se obtuvo fue de 62'20cm, y 36'20cm y 35'50cm en las pruebas unipodal, primero izquierda y luego derecha. En la prueba de CMJ con ayuda de los brazos bipodal, la altura máxima que se consiguió fue de 59'80cm. En cuanto a la misma prueba de forma unipodal, las alturas máximas fueron 47'30cm y 42'20cm, pierna izquierda y derecha respectivamente. Y, por último, en las dos últimas pruebas, SJ y DJ, la máxima altura de salto fue de 64'20cm y 55'80cm.

Tabla 5
Post-Test de salto

	CMJ	CMJ (IZQ)	CMJ (DER)	CMJ BRAZOS	CMJ BRAZOS (IZQ)	CMJ (DER) SJ	DJ
NOMBRE	altura (cm)	altura (cm)	altura (cm)	altura (cm)	altura (cm)	altura (cm)	altura (cm)
SUJETO 1	38,3	25,7	22,2	40	25,9	23	32
SUJETO 2	53,6	31,9	32,1	59,8	35,3	42,2	45,8
SUJETO 3	32,4	21,6	16,6	40,9	24,5	22,6	42,9
SUJETO 4	45,7	26,4	23,9	59,3	35	29,8	47,6
SUJETO 5	62,2	34,8	35,5	76,5	47,3	41,9	49,3
SUJETO 6	45,7	36,2	32,5	48,7	35,8	35	48,1
SUJETO 7	50,3	31,2	26,1	59,3	35,3	29,7	55,8
MEDIA (cm)	46,89	29,69	26,99	54,93	34,16	32,03	45,14

5.1.2 Test de Lanzamiento

Como se observa en la Tabla 6, se recogen los dos post-test de lanzamiento después del programa de ocho semanas. Las máximas velocidades de lanzamiento que se obtuvieron fueron, 86'80km/h en lanzamiento desde los 7 metros, 97'50km/h desde los 9 metros en apoyo, y 93'40km/h en suspensión desde los 9 metros.

Tabla 6
Post-Test de lanzamiento

	7 METROS	9 METROS APOYO	9 METROS SUSPENSIÓN
NOMBRE	KM/h	KM/h	KM/h
SUJETO 1	82,9	81,1	78,8
SUJETO 2	86,8	92,6	93,4
SUJETO 3	79,1	83,8	83,3
SUJETO 4	83,4	89,7	83,9
SUJETO 5	81,5	83,5	80,3
SUJETO 6	79	90,1	84,9
SUJETO 7	86,3	97,5	86,8
MEDIA (cm)	82,71	88,33	84,49

5.2 COMPARACIÓN PRE-TEST Y POST-TEST

Una vez recogido los datos post-test después del programa de entrenamiento de ocho semanas y analizados con los datos obtenidos en los pre-test, se analizan con la prueba de W de Wilcoxon para ver el nivel de significación.

5.2.1 Test de Salto

En todos los test de salto menos en el test de SJ y DJ, se obtuvo una significación $p < 0.05$, por lo cual, hay diferencias significativas entre los pre-test y los post-test después del programa de entrenamiento de ocho semanas desarrollado en este estudio. En cuanto a los test SJ y DJ, se obtiene una significación $p > 0.05$, 0.051 y 0.063 respectivamente. Por tanto, no hay diferencias significativas después del programa de entrenamiento (Tabla 7).

Tabla 7
Resultados Test de salto

Estadísticos de prueba ^a								
	PostTest- tCMJ- Pre- Test- CMJ	PostTest- CMJzq- PreTest- CMJzq	PostTest- CMJDer- ProTest- CMJDer	PostTest- CMJBra- zos	PostTest- CMJzqBra- zos- ProTest- CMJDerBra- zos	ProTest- CMJDerBra- zos- PreTest- CMJDerBra- zos	PostTe- st8J- Pre- TestSJ	PostTest DJ- Pre- TestDJ
Z	-2,366 ^b	-2,366 ^b	-2,366 ^b	-2,197 ^b	-2,201 ^b	-2,032 ^b	-1,947 ^b	-1,859 ^b
Sig. asin. (bilate- ral)	0,018	0,018	0,018	0,028	0,028	0,042	0,051	0,063

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos

5.2.2 Test de Lanzamiento

En cuanto a los test de lanzamiento, en ninguno de los tres test se obtuvo una significación $p < 0.05$. Se obtuvo una significación 0.128 en el test del lanzamiento desde el punto de penalti, 0.735 en el lanzamiento desde los nueve metros en apoyo, y 0.866 en el test de lanzamiento en suspensión desde los nueve metros. Por lo cual no hay diferencias significativas después de las ocho semanas de entrenamiento.

Los post-test se realizaron dos semanas más tarde después de la última sesión del programa de entrenamiento de fuerza, ya que no estaba disponible la herramienta Stalker ATS II. Si la recogida de datos post-test hubiera sido junto con la de los test de salto, los resultados hubieran sido diferentes (Tabla 8).

Tabla 8
Resultados Test de lanzamiento

Estadísticos de prueba ^a			
	PostTestPenalti - PreTestPenalti	PostTestApo - PreTestApoyo	PostTestSuspensión- Pre- TestSespensión
Z	-1,521 ^b	-3,38 ^b	-1,69 ^b
Sig. asin. (bilateral)	0,128	0,735	0,866

6.DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza, para el salto y el lanzamiento en el balonmano, que se caracteriza por el contraste entre los ejercicios durante las ocho semanas de entrenamiento. Durante las 16 sesiones de entrenamiento, los sujetos realizaban ejercicios de fuerza de contraste. Con respecto a las mejoras en el salto, el principal hallazgo fue una mejoría media de 5,50cm (13,29%) y 9,07cm (19,78%) en los test de CMJ y CMJ respectivamente. Si se compara los resultados obtenidos con otro programa de entrenamiento como el de programa de Monsef et al., (2011) en el cual sólo se realizaron ejercicios pliométricos durante el programa de entrenamiento. En este estudio tuvo una mejora en CMJ de 2,78%, y en CMJ con la ayuda de los brazos de 2,42%, con respecto al 13,29% y 19,78% de este estudio respectivamente. Se puede decir que un entrenamiento de fuerza de contraste obtiene mayores mejoras significativas que un programa pliométrico.

En cuanto a la utilización del perfil fuerza-velocidad, en el estudio de Liao et al., (2011) no se encontraron diferencias significativas en la mejora del CMJ entre el entrenamiento basado en la velocidad y el entrenamiento de fuerza tradicional, pero con unos efectos pequeños a favor del entrenamiento basado en la velocidad. Por ello, en este programa de entrenamiento de contraste se utiliza el perfil fuerza-velocidad, para corroborar el efecto de mejora en las pruebas de salto.

Con respecto a los resultados obtenidos de los test de lanzamientos una vez realizado las 16 sesiones de entrenamiento durante las 8 semanas, los

resultados no fueron significativos, ya que como se explicó en el apartado de resultados, los post test de lanzamiento se realizaron dos semanas más tarde de la última sesión. Como se ha comentado anteriormente, existía la limitación en la disponibilidad de la herramienta necesaria, en este caso el radar. Los resultados apenas tuvieron mejoras, 1,57% en el lanzamiento desde los 7 metros, 0,54% de mejora en el lanzamiento desde los 9 metros en suspensión. Y en el lanzamiento desde los 9 metros en apoyo, fue la única prueba donde no hubo mejora.

Si se realiza una comparativa de estos resultados con otros programas de entrenamientos como el programa de Abuajwa et al., (2022), en este después de 3 sesiones por semanas durante 5 semanas, obtuvieron un aumento significativo del 18,7% y 18,3% en la velocidad de lanzamiento.

7. CONCLUSIÓN

En conclusión, los hallazgos que se han obtenido de este estudio tras un programa de entrenamiento de fuerza de contraste de 8 semanas, 2 sesiones por semana, en los test de salto se obtienen mejoras significativas cuando comparamos los valores promedios de las pruebas entre los test iniciales y los test finales. Comparando los valores promedios de las pruebas de lanzamiento en los pre-test y los post-test, no se obtuvieron mejoras significativas. Esto se puede deber al tiempo transcurrido entre la última sesión de entrenamiento y los test finales.

Por otro lado, se considera importante indicar el papel de monitorear el entrenamiento de fuerza mediante el método basado en la velocidad, ya que se puede conocer todas las fluctuaciones en el entrenamiento. Lo que permite tener un mayor control y conocimiento de cada sujeto durante el periodo de entrenamiento, algo que debe de ser fundamental en todo tipo de atletas y principalmente en el alto rendimiento.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuajwa, B., Hamlin, M., Hafiz, E., & Razman, R. (2022). El efecto del entrenamiento basado en alta y baja velocidad en el rendimiento de lanzamiento de jugadores universitarios de balonmano. PeerJ. <https://doi.org/10.7717/peerj.14049>
- Bragazzi, N. L., Rouissi, M., Hermassi, S., & Chamari, K. (2020). Entrenamiento de resistencia y fuerza isocinética, isométrica y máxima, potencia muscular y velocidad de lanzamiento de la pelota de los jugadores de balonmano: una revisión sistemática y un metanálisis. *Investigación Ambiental y Salud Pública*.

<https://doi.org/10.3390/ijerph17082663>

Castilla, A. P., Miras-Moreno, S., Vega, A. J., & Ramos, A. G. (2021). El codificador ADR es un dispositivo fiable y válido para medir la velocidad media de la barra durante el ejercicio de press de banca en máquina Smith. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part P Journal of Sports Engineering and Technology*.

<https://doi.org/10.1177/17543371211062811>

González-Conde, A., González-Devesa, D., Suárez-Iglesias, D., & Ayán, C. (2022). La validez y confiabilidad de un dispositivo portátil (ADR-Jumping) para estimar el rendimiento del salto vertical. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*.

<https://doi.org/10.1177/17543371221127079>

Hermassi, S., Chelly, M. S., Tabka, Z., Shephard, R. J., & Chamari, K. (2011). Efectos de 8 semanas de entrenamiento de fuerza de miembros superiores e inferiores durante la temporada sobre la potencia máxima, la velocidad de lanzamiento. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2424-2433.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182030edb>

Hermassi, S., Laudner, K., & Schwesig, R. (2020). Los efectos del entrenamiento de fuerza en circuito sobre el desarrollo de la condición física y las variables relacionadas con el rendimiento en jugadores de balonmano. *Journal of Human Kinetics*, 191-203.

<https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0083>

Liao, K. F., Wuang, X.-X., Han, M.-Y., Li, L.-L., Nassis, G. P., & Li, Y.-M. (2021). Efectos del entrenamiento basado en la velocidad frente al entrenamiento tradicional basado en el porcentaje de 1RM en la mejora del rendimiento de la fuerza, salto, el sprint lineal y la velocidad de cambio de dirección. *PLOS ONE*.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259790>

Machado, C., García-Ruiz, J., Cortell-Tormo, J. M., & Martínez, J. T. (2017). Efecto del entrenamiento básico en jugadores de balonmano masculino. *Journal of Human Kinetics*, 177-185. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0035>

Monsef Cherif, M., Mohamed Said, P., Sana Chaatani, P., Olfa Nejlaoui, P., Daghbaji Gomri, P., & Aouidet Abdallah, P. (2011). El efecto de un programa combinado de entrenamiento pliométrico y de velocidad de alta intensidad en la capacidad de correr y saltar de jugadores masculinos de balonmano. *Asian Journal of Sports Medicine*, 21-28. <https://doi.org/10.5812/asjms.34721>

Nieto, R. (1 de Julio de 2021). Instituto Deporte y Vida. <https://www.institutodeporteyvida.com/revista/2021/07/01/entrenamiento-basado-en-velocidad-aplicaciones-practicas/>

Panoutsakopoulos, V., Kotzamanidou, M. C., Giannakos, A. K., & Kollias, I. A. (2022). Relación entre el rendimiento del salto vertical y el rango de movimiento de la articulación del tobillo: efecto del ángulo de la articulación de la rodilla y la destreza manual en jugadores adultos jóvenes de balonmano. *Deportes*.

<https://doi.org/10.3390/sports10060086>

Ríos, L. J., Cuevas-Aburto, J., García, D. M., Díaz, D. U., Ramírez, Ó. A., Martín, I. M., &

Ramos, A. G. (2020). Fiabilidad de la velocidad de lanzamiento durante las pruebas de lanzamiento de balonmano específicas y no específicas. *Int J Sports Med*.

<https://doi.org/10.1055/a-1273-8630>

Soler-Lopez, A., García-de-Alcaraz, A., Moreno-Villanueva, A., & Pino-Ortega, J. (2022). Validez y confiabilidad simultáneas de dispositivos para medir la altura del salto en jugadores de balonmano masculino. *Sensores*. <https://doi.org/10.3390/s22239070>

Vigolvino, L. P., Barros, B. R., Medeiros, C. E., & Pinheiro, S. M. (2019). Análisis de la presencia e influencia del déficit de rotación interna glenohumeral sobre la rigidez posterior y el índice de fuerza de los rotadores isométricos del hombro en jugadores de balonmano recreativo y aficionados. *Fisioterapia en el deporte*.

<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.12.004>

