



universidad
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Curso Académico 2017/2018

EL USO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA VALORAR LA
MEJORA DE LA CAPACIDAD DE SALTO EN VOLEIBOL AMATEUR

The use of new technologies to assess the improvement of jumping
ability in amateur volleyball

Autor: Roberto Ramajo Martín

Tutor: José Vicente García Tormo

Fecha: 2 – julio – 2018

Vº Bº TUTOR

Vº Bº AUTOR

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
1. JUSTIFICACIÓN	4
2. INTRODUCCIÓN	4
3. OBJETIVOS	9
4. METODOLOGÍA	9
4.1 Muestra	9
4.2 Instrumentos	10
4.3 Procedimiento	10
4.4 Análisis estadístico	13
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
5.1 Resultados ganancia de salto	14
5.2 Resultados de potencia de salto	17
5.3 Programa de entrenamiento	17
5.4 Análisis por puestos	19
6. CONCLUSIONES	23
6.1 Conclusión final	24
7. APLICACIONES PRÁCTICAS Y DE FUTURO	25
8. VALORACIÓN PERSONAL	26
9. REFERENCIAS	26
10. ANEXOS	30

RESUMEN

Debido al gran desarrollo tecnológico en el que está sumergida la sociedad, los entrenadores y deportistas tienen acceso a nuevas herramientas con las que valorar su rendimiento deportivo. El objetivo planteado es analizar la aplicabilidad del uso de la aplicación informática "My Jump 2" para valorar la capacidad de salto en deportistas amateur tras un programa de mejora de fuerza basado en la velocidad de ejecución.

La muestra empleada han sido 13 jugadores y 12 jugadoras del equipo de voleibol amateur de la Universidad de León. Estos jugadores fueron divididos en dos grupos, uno control y otro experimental que realizó el programa de fuerza. La cuantificación de la carga de este entrenamiento fue estimada mediante las sensaciones de los propios jugadores. Tras dos valoraciones (pre y post programa), el grupo experimental masculino mejoró su salto en 2,27 cm. mientras que el femenino mejoró 3,95 cm. Los grupos control no obtuvieron mejoras significativas.

La aplicación "My Jump 2" permite valorar y cuantificar la capacidad de salto de los deportistas, con bajo coste y facilidad de uso. Además, la metodología utilizada para el trabajo de fuerza ha sido de fácil asimilación por los deportistas, aportando mayor autonomía e individualización.

Palabras clave: Nuevas tecnologías, salto vertical, velocidad de ejecución, voleibol.

ABSTRACT

Due to the great technological development in which society is immersed, coaches and sportsmen have access to new tools with which to assess their performance. The aim is to analyse the applicability of the "My Jump 2" to assess the ability to jump in amateur athletes following a strength improvement programme based on speed of execution.

The sample used was 13 male and 12 female of amateur volleyball team of the University of León. These players were divided into two groups. The experimental group performed the strength program. The quantification of the load of this training was estimated by the players' own feelings. After two evaluations (pre and post program), the male experimental group improved their jump by 2.27 cm. while the female improved 3.95 cm. The control groups did not achieve significant improvements.

"My Jump 2" application is a tool that allows to evaluate and quantify the jumping capacity, with low cost and ease of use. In addition, the strength training methodology was easily assimilated by athletes, providing greater autonomy and individualization.

Key words: New technologies, vertical jump, speed of execution, volleyball.

1. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de fin de grado (TFG) analiza una de las nuevas herramientas que surge en el mercado con el objetivo de identificar sus puntos fuertes y sus debilidades. En este caso se trata de una aplicación llamada “*My Jump 2*” que mide la altura alcanzada en diferentes tipos de salto vertical.

Este análisis se considera necesario para demostrar, de un modo objetivo, si realmente esta aplicación puede usarse como un método eficaz de valoración tanto del rendimiento como de la calidad de nuestros entrenamientos.

En España, la mayoría de las jugadoras de voleibol de nivel nacional (primera y segunda división), no poseen niveles adecuados de fuerza y, en muchas ocasiones, no están acostumbradas a trabajar esta capacidad (da Silva-Grigoletto et al., 2008; Valladares, Joao, & García-Tormo, 2016). Por esta razón se intenta habituar a los jugadores de voleibol, sobre todo a los equipos femeninos, a realizar entrenamientos de fuerza que lograrán un incremento de su nivel deportivo logrando así alcanzar los objetivos propuestos.

Como estudiante de cuarto curso del grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, y habiendo cursado asignaturas como teoría y metodología del entrenamiento, valoración de la condición física, fundamentos de voleibol, ampliación deportiva en voleibol o planificación del entrenamiento deportivo, este trabajo experimental me permitirá poner en práctica las competencias adquiridas durante estos cuatro años de carrera. Algunas de estas competencias son:

- Diseñar y poner en práctica una metodología de entrenamiento específica para el desarrollo de las cualidades físicas, y para el perfeccionamiento de las habilidades técnicas y capacidades técnico-tácticas del deportista.
- Interpretar resultados y controlar variables utilizando diferentes métodos y técnicas instrumentales de medición o estimación, tanto de laboratorio como de campo, y aplicarlas en sus futuras tareas profesionales en diferentes grupos de población: docencia, salud, entrenamiento y rendimiento deportivo.
- Saber aplicar las tecnologías de la información y comunicación al ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

2. INTRODUCCIÓN

El voleibol es un deporte de cooperación-oposición (Damas, & Julián, 2002) en el que los equipos rivales no tienen contacto físico al no poder invadir el campo contrario (González-Silva, Moreno, Fernández-Echeverría, Claver, & Perla, 2016). Los jugadores deben rotar por las diferentes zonas del campo, lo que hace que no puedan especializarse en acciones concretas del juego (Núñez, 2011). Además, la imposibilidad de coger el balón con las manos

reduce el tiempo para llevar a cabo los diferentes gestos específicos del voleibol (Ureña, Santos, Martínez, Calvo, & Oña, 2000). Por ello debemos desarrollar una capacidad física fundamental en muchos deportes de equipo, la potencia. Ésta se define como la cantidad de trabajo que se realiza en un periodo de tiempo (Luciano, 2017).

Durante un partido de 5 sets de voleibol, Forthomme, Croisier, Ciccarone, Crielaard, & Cloes (2005), y Reeberg, Dourado, Oncken, Mançan, & da Costa (2008), aseguran que, se producen entre 250 y 300 acciones donde interviene la potencia del deportista. De estas acciones, cabe destacar por su importancia en el desarrollo del juego, el salto vertical (Quiroga, Bustamante, Avendaño, Cáceres, & Urrea, 2016). En el voleibol, el salto vertical es un factor de rendimiento, ya que muchas acciones dependen de la altura a la que ésta se ejecuta, como, por ejemplo, en el saque, el bloqueo o el remate. Según Luarte, González, & Aguayo (2014) el rendimiento en el salto vertical es muy importante para poder hacer frente a situaciones derivadas del juego (altura de la red) y del adversario (bloqueo, altura de remate) haciendo de éste una cualidad indispensable en el alto rendimiento. Otros autores, como Lidor, & Ziv (2010), aseguran que los jugadores con mejores resultados deportivos tienen una mayor altura en el salto vertical.

Esta necesidad de mejorar el salto vertical viene dada no solo por la altura conseguida, sino por la frecuencia con la que esta acción se realiza durante un partido de voleibol. Fontani, Ciccarone, & Giulianini (2000), teniendo en cuenta la nueva puntuación Rally Point System (R. P. S.), concluyen que, en voleibol femenino, se realizan una media de 77 saltos por set. Mientras, Esper (2013) afirma que, durante un partido de voleibol masculino, se efectúan una media de 97 saltos por set.

En la actualidad, se deben optimizar el uso de todos los recursos disponibles, entre ellos las nuevas tecnologías, para poder alcanzar el éxito deportivo. Siguiendo a Mouche (2001), la evaluación correcta de la potencia es indispensable para su entrenamiento, y el desarrollo de esta fuerza aplicada a gran velocidad se torna imprescindible para alcanzar el éxito deportivo.

La medición de la altura de salto es un buen predictor de la potencia muscular (Jiménez-Reyes, Cuadrado-Peñafiel, & González-Badillo, 2011) por ello, es un recurso muy utilizado en el ámbito deportivo debido a su sencillez y rapidez de aplicación. Con una simple valoración podemos comprobar los resultados de nuestra planificación del entrenamiento y comprobar si se están cumpliendo los objetivos y, sino es así, modificar el entrenamiento para poder alcanzarlos.

Entre los test de salto más habituales encontramos el *squat jump* (SJ), el *drop jump* (DJ), el *repeat jump* (RJ) y el más común de todos ellos, el *countermovement jump* (CMJ), que ha

demostrado unas correlaciones muy altas con la fuerza máxima del tren inferior y es un indicador fiable de la fatiga del deportista (Balsalobre, 2014).

Nos permite comparar deportistas de diferentes niveles deportivos, por ejemplo, comparar un jugador de voleibol amateur y uno profesional para analizar los resultados obtenidos y comprobar en qué aspectos debería mejorar el jugador amateur para mejorar su rendimiento.

Estos test no son invasivos y no generan fatiga, al contrario que otro tipo de test, por lo que podremos realizarlos más a menudo sin disminuir el rendimiento del deportista, ya sea en el siguiente entrenamiento o en la competición (Balsalobre, 2015).

Debido al gran desarrollo tecnológico en el que está sumergida la sociedad, los entrenadores y deportistas tienen acceso, cada vez de una forma más fácil, a nuevas herramientas con las que valorar su rendimiento deportivo. Cada día aparecen nuevas opciones que permiten optimizar los entrenamientos consiguiendo mejores resultados.

Estas nuevas herramientas permiten (VVAA, 2009):

- **Conocer a nuestros deportistas:** En deportes de equipo permiten elegir a los diferentes jugadores del equipo en función del periodo de tiempo para obtener el mejor rendimiento colectivo. Además, vamos a conocer los puntos fuertes y débiles de nuestros deportistas para poder adaptar los entrenamientos a sus necesidades.
- **Valorar nuestros entrenamientos:** Nos va a ofrecer la oportunidad de comprobar si nuestra planificación deportiva es correcta y variarla sino se obtienen los resultados esperados en función de los objetivos propuestos.
También vamos a conseguir que el tiempo de entrenamiento sea más efectivo al facilitar labores del cuerpo técnico y de los propios deportistas.
- **Conocer a nuestros rivales:** Analizando a nuestros rivales y conociendo todas sus características (sistema de juego defensivo y ofensivo, capacidad técnica y/o táctica...).
- **Facilitar las labores de arbitraje o desarrollo del juego:** Incorporación de la tecnología al propio terreno de juego (VAR, ojo de halcón...). Incluso facilitará también la parte educativa, tanto de deportistas como árbitros o cuerpo técnico del equipo.
- **Ayudar en las labores de investigación:** El deporte no está exento de investigación, este desarrollo exponencial de la tecnología provoca que los investigadores tengan más recursos, esto provoca que aparezca una mayor cantidad de estudios y de más calidad relacionados con este ámbito. A esto hay que sumarle que tenemos la posibilidad de acceder a esta información al instante y, en muchos de los casos, de forma gratuita.

Pero el acceso a estas nuevas tecnologías es bastante limitado para ciertos deportistas o clubes deportivos, partiendo en desventaja con competidores que si puede acceder económicamente a estos recursos. Por ello es imprescindible la creación de nuevas herramientas más baratas y con materiales más pequeños para hacerlas accesibles a este grupo de población permitiéndoles valorar sus capacidades físicas o mejorar sus resultados deportivos.

Estas nuevas tecnologías permiten a los entrenadores adaptar la metodología de trabajo, logrando mejores rendimientos y usando nuevas metodologías como la basada en el control de la carga de entrenamiento en función de la velocidad de ejecución que percibe el deportista a la hora de realizar los diferentes ejercicios. Autores como González-Badillo, & Gorostiaga (1995) afirman que a una carga solo se le saca el máximo partido cuando la velocidad es máxima o muy cercana a ella.

El objetivo de esta metodología es aplicar la máxima velocidad posible a cada una de las repeticiones de un ejercicio. Para ello, los jugadores realizan un entrenamiento basado en pocas repeticiones, cargas altas y focalizando la atención en movilizar la carga, en su fase concéntrica, a la máxima velocidad (Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones, & Hoff, 2004).

El control de dicha velocidad de ejecución de los diferentes ejercicios es un método muy utilizado para cuantificar el entrenamiento. Existen diferentes herramientas para medir esta velocidad como pueden ser, dispositivos de desplazamiento lineales, acelerómetros o plataformas de fuerza o de contacto (Bautista, Chiroso, Chiroso, Martín, & Rivilla, 2016). Estas herramientas suponen una gran inversión difícil de asumir por parte de clubes deportivos pequeños. Por ello, cabe la posibilidad de cuantificar la carga de entrenamiento mediante las sensaciones que percibe el jugador mientras ejecuta los diferentes ejercicios. Se ha demostrado la fiabilidad de esta metodología y prueba de ello es la aparición de escalas subjetivas de percepción de la velocidad (Herrera, 2013).

Este mismo autor (Herrera, 2013) especifica que se puede regular la velocidad de ejecución de un ejercicio para controlar su intensidad, convirtiéndose así en una variable imprescindible para conseguir mejoras tanto en la potencia como en la fuerza muscular. Esta metodología de entrenamiento produce cambios específicos en el organismo influyendo en la orientación de la sesión, debido a esto, si queremos que el deportista genere una mayor masa muscular estos movimientos deberían ser lentos y controlados pero, si queremos desarrollar las fibras rápidas del músculo, debemos realizar los movimientos a gran velocidad y con cargas máximas o submáximas. Si el objetivo del entrenamiento es aumentar la capacidad de salto vertical, el entrenamiento debería contener ejercicios de la parte inferior del cuerpo donde el deportista trabaje a la máxima velocidad de ejecución.

En cuanto a las series efectivas para el trabajo de potencia se establece un rango óptimo entre 3 y 5 series. No se han encontrado diferencias entre hombres y mujeres en el número de series más efectivas para incrementos de fuerza.

Se ha demostrado que se pueden apreciar cambios significativos en el organismo después de solo cinco semanas de entrenamiento (Blazevich, Grill, Bronks, & Newton, 2003). Una frecuencia de entrenamiento, según Sáez-Sáez, Badillo e Izquierdo (2008), de dos sesiones a la semana produce similares adaptaciones que utilizar frecuencia cuatro.

En el entrenamiento de potencia deben incluirse ejercicios específicos del tren inferior que incidan en la velocidad de ejecución (Herrera, 2013). Wisloff et al. (2004) afirman que la fuerza máxima desarrollada en una *sentadilla* tiene una fuerte correlación con el rendimiento en el salto vertical. Más concretamente, Hartmann et al. (2012), aseguran que la *sentadilla* profunda produce mayores ganancias en salto vertical que realizar cuarta *sentadilla*.

Es muy importante, en el entrenamiento, realizar ejercicios compensatorios, es decir, trabajar músculos que no intervienen en la sesión de entrenamiento. Debe realizarse trabajo de la musculatura tanto antagonista, para evitar el exceso de desarrollo de un grupo muscular frente a otro, y trabajo de musculatura unilateral si el deporte prima el desarrollo de una parte del cuerpo frente a la otra. Este trabajo evitará posibles descompensaciones en el cuerpo que podrían producir lesiones en el deportista (González, Rodríguez, de la Puente, & Díaz, 2000).

Según autores como García-López, Peleteiro, Rodríguez-Marroyo, Morante, & Villa (2003) para poder medir la fuerza del tren inferior o las mejoras obtenidas durante un periodo de entrenamiento se pueden seguir metodologías muy diversas. Uno de los métodos más habituales es el salto vertical. Existen diferentes posibilidades, como el Test de *Sargent*, test que consiste en colocar a la persona cerca de una pared con el brazo extendido, se realiza una marca en la pared a la altura de los dedos, la persona salta y toca la pared lo más alto posible, la diferencia entre las dos marcas se corresponde con la altura de salto. Test de *Abalakov*, en este caso la diferencia de alturas se recogía a través de un cinturón fijado en la cadera de la persona que realiza el salto. Test de *Bosco*, medición de la altura de salto a partir del tiempo de vuelo, la persona salta y una plataforma de contacto recoge el tiempo que esa persona está en el aire sacando así su altura de vuelo.

Otras formas de medir la altura de vuelo consisten en medir el tiempo que la persona se encuentra en el aire. Para ello se utilizan plataformas de fuerza o de haces de infrarrojos. Estas metodologías presentan varios inconvenientes. Por un lado, la posición de despegue y de aterrizaje, en cuanto a los ángulos de las articulaciones, son diferentes, pudiendo alterar el resultado (García-López, Rodríguez-Marroyo, Pernía, Ávila, & Villa, 2008). Por otro, son

tecnologías bastante restrictivas a nivel económico para muchos deportistas o clubes deportivos (Silva-Junior et al., 2011). A mayores, el transporte de estas tecnologías está muy limitado, no pudiendo hacer uso de la plataforma de fuerza fuera del laboratorio o de la plataforma de haces infrarrojos sin disponer de un ordenador y red eléctrica para conectarla.

Por todo ello, se encuentra la necesidad de crear una tecnología más sencilla que esté al alcance de la mayoría, permitiendo una valoración de los deportistas más rápida y efectiva.

Ante esta necesidad surge la creación de la aplicación "*My Jump 2*" (anexo 1). Esta aplicación, creada por el Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte Carlos Balsalobre, es la primera validada científicamente para medir la altura alcanzada en el salto vertical (Balsalobre-Fernández, Glaister, & Lockey, 2015). Además, se puede obtener la curva de fuerza-velocidad (F-V) de nuestros deportistas, y analizar diferentes tipos de salto vertical (SJ, CMJ, DJ o *Abalakov*).

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es analizar la aplicabilidad del uso de nuevas tecnologías para valorar la capacidad de salto en deportistas amateur.

Los objetivos secundarios de este trabajo son:

- Realizar una revisión bibliográfica sobre nuevas tecnologías aplicadas a la valoración de la capacidad de salto vertical en el deporte.
- Diseñar y aplicar un programa de entrenamiento de la fuerza basado en la velocidad de ejecución para jugadores/as de voleibol amateur.
- Usar y valorar la aplicación "*My Jump 2*" como método de cuantificación del salto vertical con deportistas amateur.
- Analizar los resultados obtenidos con el programa de entrenamiento de fuerza a partir de los registros realizados con la aplicación "*My jump 2*".

4. METODOLOGÍA

4.1 Muestra

En este TFG participaron 13 jugadores del equipo de voleibol masculino de la universidad de León (ULE, 2ª división nacional) con una edad entre 16 y 26 años. Se dividió a los jugadores en un grupo experimental (n = 6) y grupo control (n = 7), de este grupo control 3 de los participantes no completaron las pruebas finales de valoración.

También participaron 12 jugadoras del equipo femenino de voleibol de la Universidad de León (AULe, 1ª división nacional) con una edad entre 16 y 28 años. Se dividió a las jugadoras en los mismos grupos: grupo experimental (n = 5), y grupo control (n = 7). Ninguna de las jugadoras abandonó el programa de entrenamiento.

Tabla 1. Número y distribución de jugadores participantes en el trabajo.

EQUIPO MASCULINO		EQUIPO FEMENINO	
Grupo experimental	6	Grupo experimental	5
Grupo control	4	Grupo control	7
Edad	21 ± 5	Edad	22 ± 6

Todos los participantes fueron informados sobre las pruebas de valoración y de entrenamiento y aceptaron voluntariamente formar parte del trabajo (anexo 2).

4.2 Instrumentos

El material que se utilizó para la recogida de datos fue un iPhone 7 iOS 11.3.1 utilizado durante la valoración del equipo masculino y un smartphone Honor 8 Android 7.0 que fue utilizado para la valoración del equipo femenino.

Para la medición del salto vertical se utilizó la aplicación “*My Jump 2*”. Esta aplicación mide el tiempo que el jugador permanece en el aire mediante un vídeo. Este vídeo se realiza en modo cámara lenta ya que se debe señalar el fotograma en el que el jugador deja de estar en contacto con el suelo y en el que se retoma el contacto con él.

El entrenamiento fue ejecutado en el gimnasio de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física de la Universidad de León utilizando los diferentes materiales de los que dispone (bancos, discos y barras olímpicas...).

Los datos fueron registrados en Microsoft Excel.

4.3 Procedimiento

La muestra fue dividida entre grupo experimental y grupo control. Se utilizó para ello variables como la asistencia a los entrenamientos, posibilidad horaria o la predisposición a la realización del entrenamiento.

Después del periodo de pretemporada, e iniciada la primera vuelta, se realizaron las pruebas para cumplimentar la primera valoración al equipo masculino. En el caso del equipo femenino se realizaron en la segunda vuelta de la liga después de un periodo de entrenamiento en el periodo vacacional. Esta valoración consistió en realizar un perfil de fuerza-velocidad de cada jugador.

Se tomaron las siguientes medidas a cada uno de los jugadores participantes en el trabajo:

- **Peso:** se registraba el peso del sujeto con la ropa y zapatillas con las que iba a realizar los saltos.

- **Trocantérea:** el sujeto se quitaba una zapatilla y se tumbaba en una colchoneta boca arriba. La medida que se tomaba correspondía a la distancia entre el trocánter y la punta del pie con el tobillo en extensión.
- **Profundidad en salto:** el sujeto flexionaba las rodillas para colocarse en posición de salto con un ángulo de rodillas de 90°. Se medía la altura entre su trocánter y el suelo.

Con estas medidas obtenemos el rango de movimiento entre el punto donde el jugador comienza a subir para realizar el salto y su posición justo antes del despegue. La aplicación nos proporcionará los datos de potencia, fuerza y velocidad del salto a partir de estas medidas.

Previo a la valoración los jugadores realizaban un calentamiento que consistía en circunducciones, lanzamientos de la pierna hacia adelante y atrás, y hacia los lados, skipping, y saltos con rodillas al pecho.

La valoración consistía en la realización de varios saltos CMJ. Los saltos que debían realizar consistían en, desde una posición de pies con las manos en la cintura o agarrando el disco o barra con el peso añadido, realizar un descenso hasta una posición de *sentadilla* con una flexión de rodilla de 90° y, sin que exista pausa, comenzar la fase excéntrica del movimiento ejecutando el salto vertical. Las piernas deben mantenerse en extensión durante todo el salto para no influir en los resultados obtenidos. La altura del salto vertical se determina a través del tiempo de vuelo que presenta cada jugador.

El jugador realizaba ocho saltos CMJ con diferentes pesos. Los dos primeros saltos se realizaban con el peso corporal, los siguientes se ajustaban a sus capacidades. Los jugadores del equipo masculino realizaban un salto con un peso añadido de veinte kilogramos (barra olímpica). Si el sujeto se veía cómodo para mover ese peso se le añadían diez, veinte y treinta kilogramos a sus seis saltos restantes (dos saltos con cada peso). Si el jugador afirmaba que era demasiado peso para él, o se encontraba saliendo de una lesión, se le añadían cinco, diez y quince kilogramos a sus saltos. A todas las jugadoras del equipo femenino, debido a su falta de experiencia y niveles más bajos de fuerza, se les añadieron cinco, diez y quince kilogramos. Se dejaron dos minutos de recuperación entre saltos con diferente peso. La aplicación te ofrece el mejor salto entre los dos realizados con cada peso.

Una vez cumplimentada la valoración se procedió a la ejecución del entrenamiento. Éste se llevó a cabo durante la primera vuelta del campeonato de liga nacional en el equipo masculino y durante la segunda vuelta en el equipo femenino. Fue realizado dos días a la semana (lunes y miércoles) durante un periodo de seis semanas, haciendo un total de 12 entrenamientos, que finalmente fueron reducidos a 10 debido a periodos festivos localizados dentro de las semanas de entrenamiento (anexo 3).

El grupo control masculino no realizaba ningún entrenamiento. Sin embargo, el grupo control femenino si realizaba un entrenamiento que consistía en los siguientes ejercicios: zancadas, pull over, curl de bíceps, press militar + bloqueo, tríceps con mancuerna, jalón al pecho, isquiosurales en máquina y burpees. De todos estos ejercicios se realizaban 3 series de 10 repeticiones dejando un descanso de 1 minuto entre cada serie.

El entrenamiento de ambos grupos experimentales, tanto masculino como femenino, constaba de los siguientes ejercicios (anexo 4):

- **Sentadilla profunda (masculino) / media (femenino):** Flexo-extensión de rodillas hasta que el sujeto superaba, con su muslo, una línea paralela imaginaria con el suelo que atraviesa su rodilla (equipo masculino) o hasta llegar a la paralela con el suelo (equipo femenino). Los participantes realizaron el ejercicio con una barra en la parte posterior del cuello con diferentes pesos según el sujeto que realice el levantamiento.
- **Press banca:** Tumbados en un banco horizontal, los sujetos realizaban una flexo-extensión de codos mientras sujetan en sus manos una barra olímpica con diferente peso adaptado a sus capacidades. Se intenta conseguir una mayor fuerza en empujes del tren superior ya que se encuentran muy relacionados con el voleibol, por ejemplo, en remates o al ejecutar el saque.
- **Hip Thrust:** Los sujetos se sentaban cerca de una superficie estable que dejaban a su espalda. Se colocaban una barra olímpica con diferentes pesos a la altura de su cadera. Con los pies planos en el suelo y las rodillas flexionadas el sujeto elevaba su cadera hasta alinearla con sus rodillas y hombros. Después de realizar el levantamiento se descendía hasta que el peso volvía a encontrarse en el suelo y se comenzaba una nueva repetición.
- **Remo en máquina:** El sujeto se debía colocar con las piernas semi-flexionadas y los pies en el reposapiés. Desde esa posición se realizaba un acercamiento del agarre hacia su zona abdominal. No se podía mover la espalda para ayudar en el movimiento. El objetivo de este ejercicio es compensar el trabajo realizado en el ejercicio de *press banca*, evitando así descompensaciones que podrían producir una lesión.

El objetivo del entrenamiento consistía en la realización de los diferentes ejercicios propuestos con una carga con la que el sujeto pudiera realizar 6 repeticiones. Estas repeticiones tenían un condicionante, se debían realizar a la máxima velocidad y no se debía perder más de un 20% de velocidad entre la primera y la última repetición. Ante la falta de herramientas para la medición de esta pérdida de velocidad se optó por realizar un entrenamiento basado en sensaciones, es decir, el jugador debía parar de realizar el ejercicio cuando percibía que la última repetición había sido bastante lenta en comparación con la primera perdiendo el componente primordial de potencia característico del entrenamiento.

Por ello, los sujetos debían conocer su capacidad física para movilizar la carga en los diferentes ejercicios, además de conocer las sensaciones que produce su cuerpo respecto a la velocidad de desplazamiento de la carga durante cada repetición.

El equipo masculino tenía experiencia en la realización de trabajo de fuerza con peso, pero el equipo femenino carecía de ella. Sin embargo, ninguno de los sujetos tenía experiencia en la ejecución del entrenamiento siguiendo la metodología propuesta de control de la carga mediante la velocidad de ejecución.

Después de ese breve periodo, en el que los participantes se habituaron al tipo de entrenamiento que debían seguir, ya eran capaces de regular la carga para cumplir con los objetivos del programa.

Una vez cumplimentado el periodo de entrenamiento se realizó la evaluación final. Esta valoración tuvo las mismas características que la evaluación inicial a excepción de la toma de medidas debido a que ya se encontraban registradas.

4.4 Análisis estadístico

Los datos recogidos durante las pruebas y los entrenamientos fueron analizados con Microsoft Excel para los cálculos de medias y desviaciones estándar de las ganancias en salto globales y de cada salto en particular.

Se han realizado diferentes pruebas estadísticas en función de los tipos de datos y el objetivo que se perseguía. Se llevó a cabo una prueba t de Student para comprobar el grado de significatividad en las ganancias de cada salto realizado diferenciando grupo control y experimental. De cara a analizar el efecto del entrenamiento en toda la muestra, se recurrió a la prueba no paramétrica de X-Wilcoxon para datos apareados. Las ganancias de salto de hombres y mujeres, se analizaron aplicando la prueba no paramétrica de Mann-Whitney V Test. Por último, el ANOVA de dos vías permitió ver el efecto del grupo (experimental vs control) y género (hombre vs mujer) en las diferencias pre y post entrenamiento.

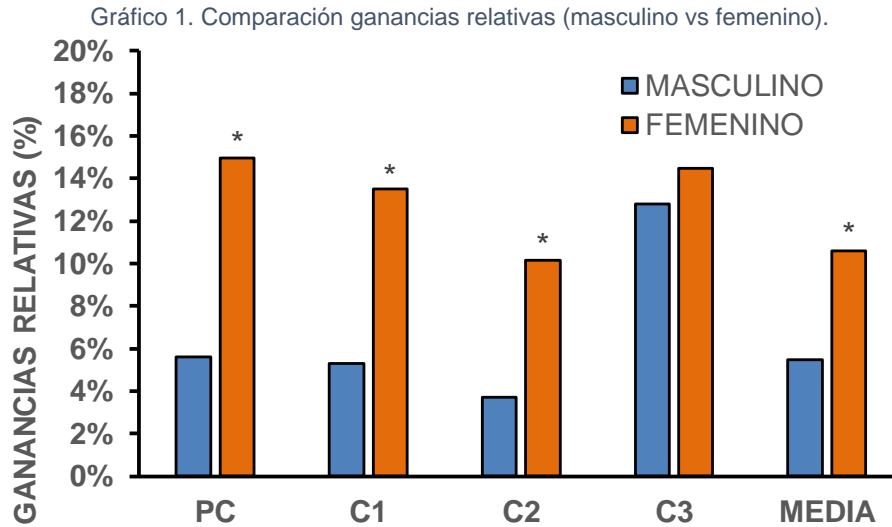
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ANOVA indicó que el género (hombre vs mujer) no afectó a las ganancias absolutas de salto ($F = 0'9$ y $p = 0'34$), pero sí el grupo (experimental vs control, $F = 4'9$ y $p = 0'03$), además hubo un efecto combinado ($F = 4'6$ y $p = 0'04$).

En las ganancias relativas de salto se observó un comportamiento similar ($F = 0'1$ y $p = 0'7$; $F = 3'5$ y $p = 0'07$; $F = 6'0$ y $p = 0'02$; respectivamente).

5.1 Resultados ganancia de salto

Como puede verse en el gráfico 1, el grupo experimental masculino obtuvo una ganancia media relativa del 5'5%, mientras que el grupo experimental femenino consiguió una mejora relativa del 10,6%.



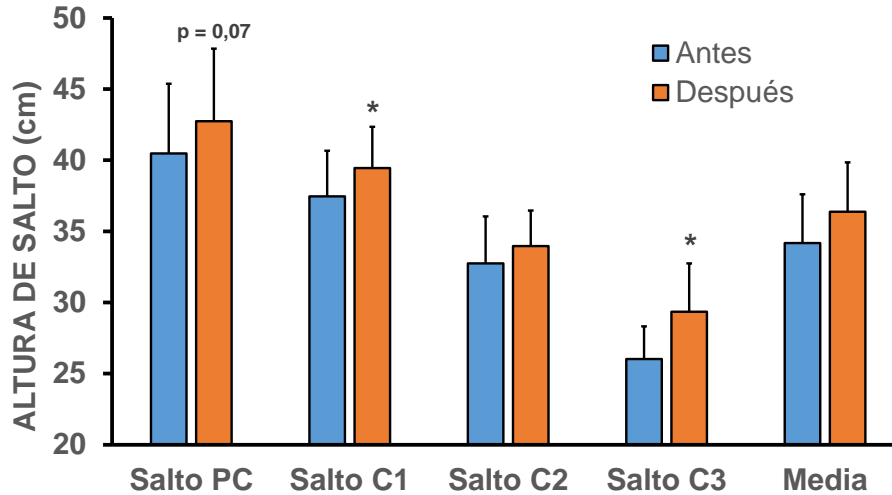
En todos los saltos realizados obtuvieron mayores mejoras las jugadoras del equipo femenino en comparación con los jugadores del equipo masculino.

Con los resultados obtenidos no se puede afirmar que el género afecte a las ganancias de salto, pero existe una tendencia a que las mujeres obtengan mayores ganancias en el salto después de un entrenamiento de fuerza. Esto puede deberse, por ejemplo, a tener una menor experiencia en este tipo de entrenamiento o poseer un menor nivel de adaptación de partida respecto al grupo masculino (Jiménez, De Paz, & Aznar, 2003; da Silva-Grigoletto et al., 2008).

Como se puede observar en el gráfico 2, los jugadores del equipo masculino obtuvieron mejoras significativas en el primer ($p = 0,04$) y tercer salto con carga ($p = 0,04$). El tercer salto con carga evidencia la mejora de fuerza obtenida con los entrenamientos. Esta fuerza debe ser transferida en el entrenamiento de cancha, mediante un entrenamiento de potencia, hacia los saltos y movimientos más específicos del voleibol. De esta manera se conseguirá incrementar la altura en el salto sin carga, es decir, el salto con el propio peso corporal (salto PC) que, en la última semana del entrenamiento, se habían obtenido mejoras cerca de ser significativas ($p = 0'07$).

Este grupo masculino experimental obtuvo una mejora media en la prueba de 2,2 cm. en la altura de salto después de haber realizado el programa de entrenamiento. En el salto CMJ sin carga se consiguió una mejora media de 2,27 cm.

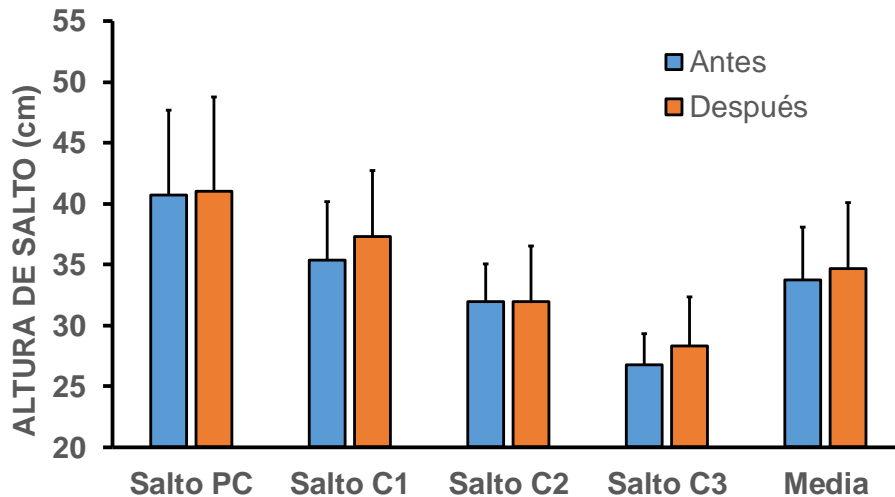
Gráfico 2. Altura de salto media equipo masculino antes y después del entrenamiento (grupo experimental).



Por otra parte, el grupo control no obtuvo mejoras significativas en cuanto a la diferencia de altura alcanzada en ninguno de los saltos (gráfico 3).

Este grupo obtuvo una ganancia media en la altura de salto vertical de 0,93 cm.

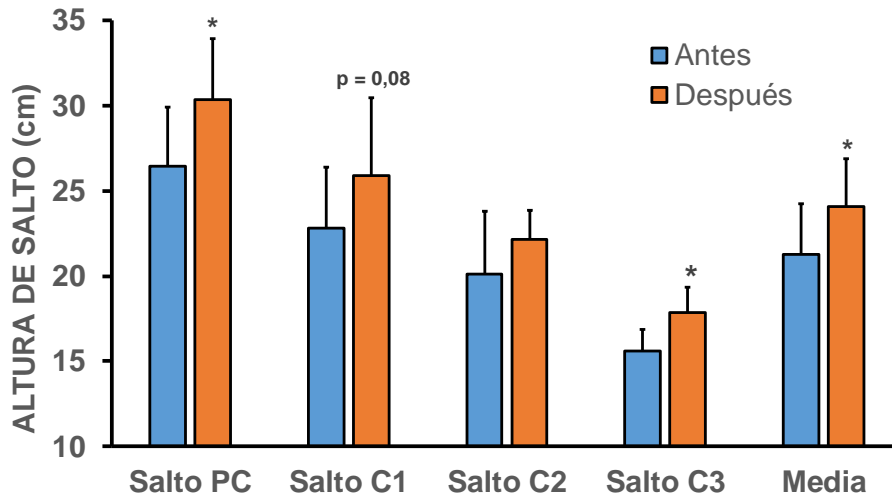
Gráfico 3. Altura de salto media equipo masculino antes y después del entrenamiento (grupo control).



En cuanto al equipo femenino el grupo experimental obtuvo mejoras significativas en el salto con el peso corporal ($p = 0,04$) y en el tercer salto con carga ($p = 0,04$) como puede verse en el gráfico 4.

Igualmente se obtuvo una mejora media en el conjunto de saltos realizados de 2,83 cm. mejorando así las marcas obtenidas en la primera valoración previa al entrenamiento. Además, se incrementó el salto CMJ con el peso corporal en 3,95 cm.

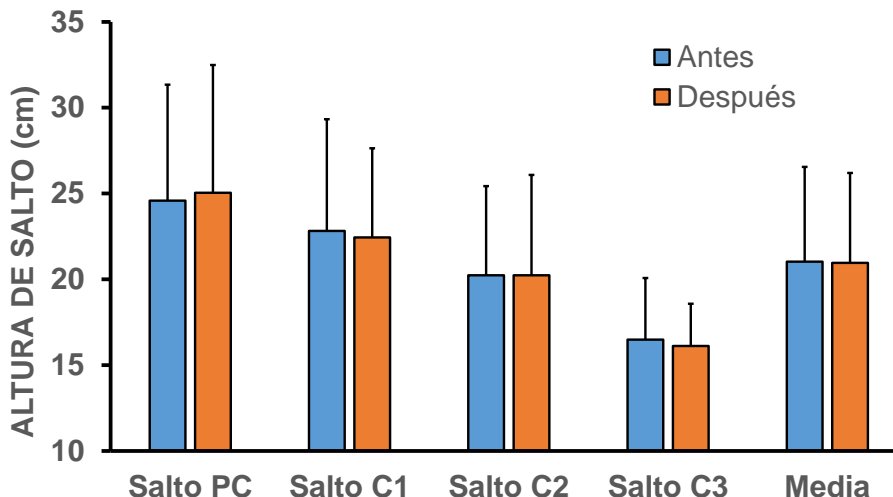
Gráfico 4. Altura de salto media equipo femenino antes y después del entrenamiento (grupo experimental).



En cambio, las jugadoras pertenecientes al grupo control no obtuvieron ganancias en cuanto a la altura alcanzada en ningún salto de los realizados en la valoración (gráfico 5).

La altura media obtenida en los cuatro saltos utilizados en la prueba descendió en 0,07 cm. Aunque este grupo control realizaba un entrenamiento de fuerza, se ha demostrado que la metodología propuesta en este trabajo es más correcta para lograr producir adaptaciones en sus capacidades físicas. Por este motivo, es muy importante la planificación del entrenamiento deportivo, ya que pueden darse adaptaciones nulas que no mejoren el resultado y que lleguen, incluso, a reducir el rendimiento.

Gráfico 5. Altura de salto media equipo femenino antes y después del entrenamiento (grupo control).



Con relación a la velocidad de ejecución, los resultados obtenidos en este trabajo, se muestra que es posible una rápida adaptación de los jugadores a este tipo de entrenamiento. Los jugadores alcanzan el objetivo de seis repeticiones por serie de ejercicio en una o dos sesiones de entrenamiento. Una vez se consigue establecer los pesos adaptados a las capacidades específicas de cada jugador la metodología está interiorizada por éstos, y no

tienen ningún problema para llevarla a cabo aumentando el peso cuando realizan más repeticiones de las planteadas en el programa de entrenamiento.

5.2 Resultados de potencia de salto

Otra de las variables analizadas fue la potencia. ¿Se puede medir la mejora del rendimiento a través de la potencia que nos ofrece la aplicación “My Jump 2”? Una de las dudas que surgen con el lanzamiento de esta aplicación es si los valores obtenidos de potencia son tan fiables como para predecir una mejora en la capacidad de salto. Como puede comprobarse en la tabla 2, es posible medir la mejora del rendimiento observando las diferencias entre potencias generadas en cada salto. Esta potencia es sensible a las diferencias obtenidas en la altura de salto.

Tabla 2. Comparación altura de salto y potencia generada antes y después del periodo de entrenamiento.

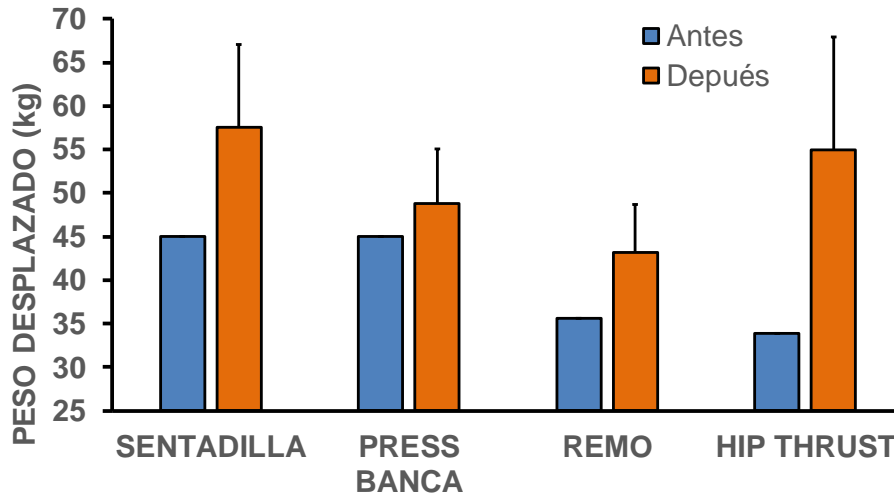
		ANTES		DESPUÉS		DIFERENCIA	
		Altura	Potencia	Altura	Potencia	Altura	Potencia
MASCULINO	PC	40,47	2206,4	42,74	2408,0	2,27	201,6
	C1	37,46	2292,4	39,45	2487,0	1,99	194,6
	C2	32,75	2234,0	33,96	2367,8	1,21	133,8
	C3	26,02	1983,2	29,35	2258,8	3,33	275,6
FEMENINO	PC	26,42	1475,0	30,37	1709,0	3,95	234
	C1	22,82	1471,4	25,90	1670,6	3,08	199,2
	C2	20,14	1468,8	22,18	1625,8	2,04	157
	C3	15,60	1310,8	17,86	1485,4	2,26	174,6

En ambos grupos se puede observar como las ganancias en altura y potencia van descendiendo con los saltos pero, en el último, tanto la altura como la potencia, y tanto en el grupo masculino como femenino, los valores aumentan. Realizando un análisis cualitativo de las valoraciones, este hecho puede deberse, además de por las adaptaciones conseguidas con las seis semanas de entrenamiento, a una mayor aceptación por parte de los jugadores a realizar el último salto con la carga más alta. Esta aceptación se consiguió gracias a la experiencia previa del jugador en la realización de la prueba y a una mayor percepción por parte de los jugadores sobre su capacidad para realizar el salto con la carga impuesta.

5.3 Programa de entrenamiento

Por otra parte, con el entrenamiento de seis semanas se consiguieron las siguientes mejoras en el equipo masculino (gráfico 6).

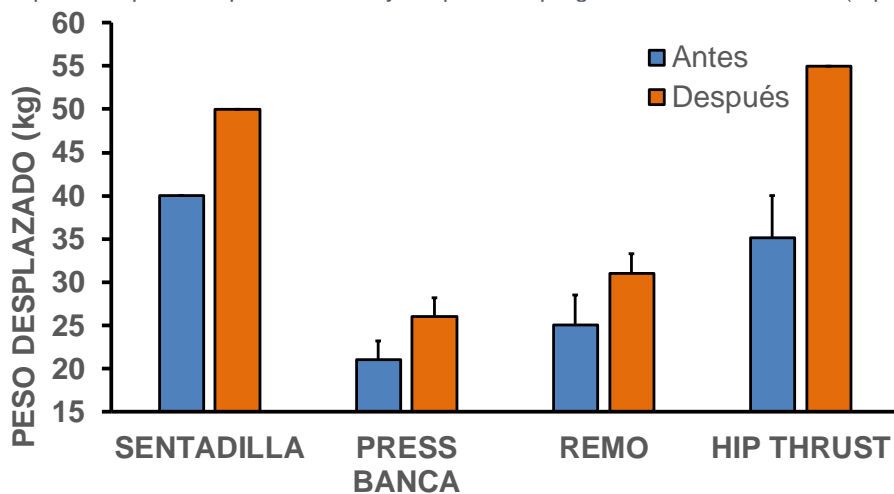
Gráfico 6. Comparación peso desplazado antes y después del programa de entrenamiento (equipo masculino).



Las mejoras que se obtuvieron respecto de la carga utilizada en la primera semana de entrenamiento fueron de un 28% en *sentadilla*, 8% en *press banca*, 21% en *remo* y un 62% en el ejercicio de *hip thrust*.

En cuanto a los resultados del entrenamiento en el equipo femenino se obtuvieron las siguientes mejoras en cuanto al peso movilizado en los diferentes ejercicios planteados para las sesiones de entrenamiento (gráfico 7).

Gráfico 7. Comparación peso desplazado antes y después del programa de entrenamiento (equipo femenino).



Se consiguieron mejoras globales, en función del peso movilizado, de un 25% en *sentadilla*, 24% en *press banca* y *remo*, y 57% en el ejercicio de *hip thrust*.

Estos datos coinciden con los obtenidos en el grupo masculino, por lo que podemos afirmar que los ejercicios donde se encuentra implicado el tren inferior obtendrán mayores ganancias en cuanto al peso movilizado respecto a los ejercicios de tren superior. Entre los ejercicios de tren inferior el ejercicio de *hip thrust* obtiene mayores mejoras debido a la inexperiencia de los jugadores en este ejercicio y a la mejora de la técnica, aumentando la posibilidad de desplazar más peso en cada repetición.

Los músculos que mayor implicación tienen durante el salto vertical son los extensores de rodilla (cuádriceps), cadera (glúteo mayor e isquiosurales) y tobillo (sóleo y gemelos), los cuales tienen una contribución aproximada del 49%, 28% y del 23% respectivamente (Luarte et al., 2014). Por este motivo, en un entrenamiento cuyo objetivo es el aumento de salto vertical, debemos incorporar el ejercicio de *sentadilla*, ya sea posterior (más fácil de ejecutar) o frontal, ya que es el ejercicio que nos va a permitir obtener una mayor ganancia en el salto vertical (Contreras et al., 2017).

Aun así, la incorporación del ejercicio denominado *hip thrust* a la rutina de entrenamiento es muy importante, ya que es un ejercicio en el cual se obtienen grandes progresos rápidamente y se desplaza una gran cantidad de kilos. Esto nos permitirá aumentar el rendimiento deportivo de nuestros jugadores, ya que se trabajan grupos musculares que no se suelen ejercitar con cargas, sobre todo en deportes que no son de fuerza como el voleibol, obteniendo una gran mejora debido al nivel inicial bajo.

Respecto a la sensibilidad de la aplicación a la potencia observamos que, el protocolo para obtener la potencia expresada en el salto es más complicado que el que debemos realizar para analizar la altura de salto, ya que debemos realizar las medidas correctas, asegurarnos que el jugador llegue a una profundidad de salto de 90° de rodilla y, además, realizar una correcta medición del salto, es decir, requiere de un protocolo más difícil de controlar y ésta se obtiene igualmente a partir de la altura de salto. Por ello, sería más conveniente analizar las mejoras obtenidas en un periodo de entrenamiento comparando la altura alcanzada por los jugadores, evitando así posibles errores a la hora de ejecutar la prueba. Aunque, por otra parte, se ha evidenciado que, con la aplicación, es posible calcular la potencia y la mejora del salto fiablemente analizando las potencias ejercidas en cada uno de ellos.

5.4 Análisis por puestos

En otro sentido, y analizando la altura de salto alcanzada dependiendo de la posición de juego de cada jugador, observamos que, en el equipo masculino, los receptores son los que más altura alcanzan, seguidos de centrales y colocadores. En los últimos puestos se encuentran líberos y opuestos (tabla 3).

Tabla 3. Altura de salto por posición (equipo masculino).

RECEPTORES	45,85
CENTRALES	44,52
COLOCADORES	42,75
LÍBEROS	37,15
OPUESTOS	36,83

Por otro lado, en el equipo femenino la mayor altura fue alcanzada por parte de las jugadoras opuestas, seguidas de las receptoras y líberos. Las jugadoras que menos altura alcanzaron jugaban en las posiciones de centrales y colocadoras (tabla 4).

Tabla 4. Altura de salto por posición (equipo femenino).

OPUESTAS	29,37
RECEPTORAS	28,49
LÍBEROS	24,08
CENTRALES	22,83
COLOCADORAS	21,16

Comparando los resultados con los obtenidos por Luarte et al. (2014) observamos que la gran diferencia se encuentra en la posición de las centrales del equipo, ya que en este trabajo se colocan en cuarta posición y son primeras en el estudio mencionado (tabla 5).

Tabla 5. Altura de salto de jugadoras de voleibol según su posición de juego. Extraída de Luarte, González, & Aguayo, (2014).

PJ	N	Pruebas de salto			Índices	
		SJ	CMJ	ABK	IE	IUB
Punta	6	23,77 ± 1,32	29,67 ± 2,03*	33,60 ± 3,15	24,95 ± 7,51	13,17 ± 5,56
Central	2	24,30 ± 4,38	33,15 ± 2,90*	39,60 ± 0,00*	37,59 ± 12,89	19,92 ± 10,49
Libero	2	20,80 ± 1,70	23,80 ± 0,00*	28,30 ± 3,96*	14,81 ± 9,37	18,91 ± 16,64
Armador	2	22,10 ± 2,40	25,10 ± 1,84*	28,70 ± 1,98*	13,80 ± 4,07	14,94 ± 16,31
Totales	12	23,08 ± 2,22	28,50 ± 3,70	32,90 ± 4,66	23,50 ± 10,87	15,54 ± 9,05

* (p<0,05)

Si analizamos la altura de salto por posición del equipo femenino, podemos ver, grandes diferencias respecto al equipo masculino, que en este caso las opuestas son las jugadoras con más salto, sin embargo, en el equipo masculino los opuestos eran los jugadores con menos capacidad de salto.

Otro dato que debe tenerse en cuenta es la posición de los jugadores líberos. Estos jugadores, que no tienen la posibilidad de atacar, por tanto, no realizan una gran cantidad de saltos y los que realizan no son tan importantes para el rendimiento deportivo del equipo como los realizados por jugadores que juegan en otra posición, se encuentran por encima de los opuestos en el equipo masculino y por encima de las centrales en el equipo femenino, posiciones en las que el salto vertical juega un papel importante en el juego. Estos datos se refieren a un salto CMJ.

Cuando intervienen los brazos en el salto la posición de estos líberos puede cambiar, como ocurre en el siguiente estudio de Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic, & Dervisevic, (2011), donde se analizó la altura media de salto alcanzada por 97 jugadores de voleibol masculino de entre 18 y 30 años. Analizaron diferentes tipos de salto en función de la posición del jugador (tabla 6).

Tabla 6. Altura media salto de un equipo masculino de voleibol dependiendo de la posición de juego. Extraída de Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic, & Dervisevic, (2011).

	Opposite (n = 15)	Middle (n = 26)	Libero (n = 11)	Setter (n = 19)	Receiver (n = 24)
BH (cm)	190.35 ± 5.31†‡	194.38 ± 6.9†‡	180.21 ± 3.25§¶	184.7 ± 6.26§	189.32 ± 5.13†
BW (kg)	88.82 ± 15.08†	89.31 ± 7.9†‡	76.65 ± 10.68§	80.47 ± 8.78	84.43 ± 6.71
BMI (kg·m ⁻²)	24.53 ± 4.12	23.62 ± 1.59	23.59 ± 3.16	23.57 ± 2.16	23.54 ± 1.43
SJ (cm)	39.33 ± 4.48	38.69 ± 5.09	40.49 ± 6.54	37.2 ± 4.1¶	41.88 ± 5.57‡
CMJ (cm)	43.21 ± 4.91	43.63 ± 4.84¶	46.00 ± 4.52	42.27 ± 4.23¶	46.55 ± 5.01‡
BJ (cm)	48.19 ± 6.35	47.42 ± 5.66	50.9 ± 4.61‡	46.47 ± 5.18†	49.87 ± 5.44
AJ (cm)	64.25 ± 7.3	61.84 ± 7.23	60.81 ± 3.52¶	61.16 ± 6.89	66.06 ± 6.94†

*BH = body height; BW = body weight; SJ = squat jump; CMJ = countermovement jump; BJ = block jump; AJ = attack jump; BMI = body mass index.
 †Significantly different from Libero.
 ‡Significantly different from Setter.
 §Significantly different from Opposite.
 ||Significantly different from Middle.
 ¶Significantly different from Receiver.

Aquí podemos comprobar que, los jugadores líberos, que se encuentran segundos en el salto CMJ, pasan a ser últimos en el salto de ataque (AJ), esto puede ser debido a una mala técnica de salto con un bajo índice de utilización de los brazos. La diferenciación entre la altura alcanzada con los diferentes saltos es muy importante, ya que permite la individualización del entrenamiento. De este modo conseguiremos trabajar con cada jugador en su aspecto más deficitario, consiguiendo así mejores resultados en los entrenamientos.

Como ejemplo de este trabajo individualizado podemos analizar el estudio de Ruíz y Herrera (2017), donde se analizan a 13 jugadores de la selección cubana de voleibol en su ciclo olímpico, obteniendo los siguientes resultados (tabla 7).

La altura media alcanzada por los atletas fue de 37,05 en el SJ, 43,26 en el CMJ y 55,06 cm. en el salto *Abalakov*.

De estos datos podemos obtener la implicación del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) comparando la altura media alcanzada en los saltos CMJ y en el SJ. Realizando la división (CMJ / SJ) comprobamos que el CEA tiene una implicación media del 17%.

También podríamos valorar cuál es la implicación de los brazos en el salto, comparando la media de los saltos ABK y CMJ, (ABK / CMJ), obtenemos una implicación media del 27%.

Debido a esto debemos tener muy en cuenta la realización de ejercicios que

Tabla 7. Alturas alcanzadas por los jugadores en diferentes test de salto vertical. PC (peso corporal) ABK (*Abalakov*), CMJ (salto con contramovimiento) y SJ (*squat jump*). Modificado de Ruíz, & Herrera (2017).

Atletas	PC	ABK	CMJ	SJ
1	81.7	54.7	43.9	39.9
2	84.7	54.5	46.3	37.2
3	91.4	55.2	40.2	37.2
4	86.3	58.0	42.2	39.2
5	85.0	52.2	42.0	35.4
6	82.4	51.5	35.9	28.2
7	87.3	66.2	52.5	45.5
8	90.1	53.6	40.7	34.3
9	79.3	51.4	44.6	38.0
10	96.3	52.6	40.4	32.0
11	92.6	57.2	43.6	36.5
12	97.1	50.8	41.7	36.0
13	92.2	57.9	48.4	42.3

mejoren el CEA, es decir, reducir el tiempo en el que la fase excéntrica se vuelve concéntrica durante la fase previa al salto. Además, debemos dar una gran importancia a la técnica de salto, ya que solo la utilización correcta de los brazos nos ayudará a alcanzar una mayor altura (Gutiérrez-Dávila, Garrido, Amaro, Ramos, & Rojas, 2012).

Pero debemos diferenciar entre jugadores, al existir grandes diferencias entre sujetos. En el caso anterior, podemos ver una gran diferencia, si analizamos el índice de elasticidad, entre el jugador número 4 (7,6%) y el jugador número 2 (24,5%). En este caso es imprescindible el trabajo, con el jugador número 4, del tránsito de la fase excéntrica a la concéntrica del salto, mejorando así su CEA y su altura de salto.

Si analizamos también las diferencias en el índice de utilización de los brazos vemos que existen grandes diferencias entre el jugador que menos rendimiento obtiene, el jugador número 9 (15,2%) y el que más, el jugador número 4 (37,4%). En este caso, se debería trabajar la técnica de salto con el jugador número 9 para que así obtenga un mejor rendimiento en su salto y en consecuencia un mayor éxito deportivo.

En resumen, el entrenamiento debe de ser individualizado, después de realizar una valoración y comprobar en qué aspectos debe mejorar cada deportista realizaremos una correcta planificación del entrenamiento para obtener los mejores resultados posibles, teniendo en cuenta lo mencionado con anterioridad en este trabajo, siendo más fácil conseguir beneficios en aquellas cualidades en las que somos más deficitarios y más difícil en aquellas que ya tenemos bastante desarrolladas, es decir, el jugador número 4 obtendrá mejores resultados, y de una manera más rápida, trabajando el CEA (7,6%) que realizando ejercicios para mejorar la utilización de los brazos durante el salto, debido a que en este índice ya obtiene un valor alto (37,4%).

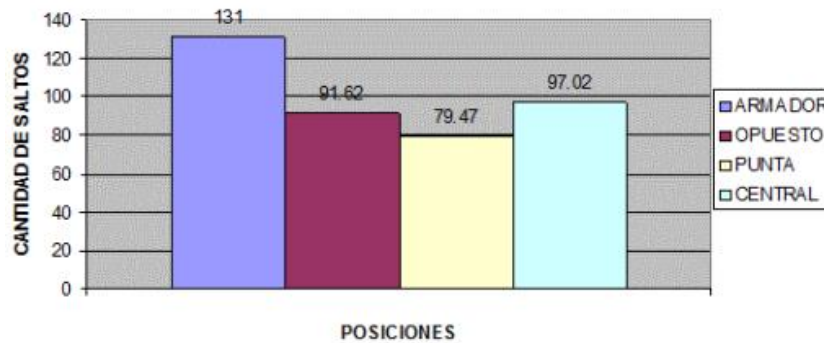
En cuanto al número de saltos realizados por partido, y regresando al estudio de Fontani et al. (2000), podemos ver que son las colocadoras las que realizan un mayor número de saltos por partido, seguidas por las centrales, la jugadora que juega como opuesta y las rematadoras en último lugar (tabla 8).

Tabla 8. Número de saltos por set comparando la posición de juego. Modificado de Fontani, Ciccarone, & Giulianini, (2000).

	Total por partido	Total por set
Colocadora	136	27
Central	97	19
Opuesta	88	18
Receptora	65	13

Estos resultados concuerdan con un estudio realizado por Leónidas (2008) con un equipo sub-21 masculino de voleibol (gráfico 8). Como se puede apreciar existen grandes diferencias entre las diferentes posiciones de juego, pero no podemos disminuir la importancia del salto vertical en ninguna de ellas, ya que en todas las posiciones juega un rol fundamental para conseguir resultados positivos en la competición.

Gráfico 8. Media de número de saltos por partido en función de la posición de juego. Extraído de Leónidas, (2008).



Si relacionamos los resultados del estudio de Sattler et al. (2011) con los obtenidos por Leónidas (2008) podemos comprobar cómo se relacionan los saltos. Los puestos donde se realizan un mayor número de saltos son realizados a una menor intensidad (colocadores) y los realizados por los jugadores con un mayor salto vertical (receptores) son ejecutados en una menor proporción y a una mayor intensidad. También podría relacionarse de igual forma los saltos realizados por centrales (más saltos, menor altura) y opuestos (menos saltos que los centrales, pero obteniendo una mayor altura de salto como norma general).

6. CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica ha permitido constatar que la valoración y cuantificación del salto vertical en el contexto deportivo es de gran importancia para los entrenadores y deportistas. Sin embargo, hasta hace poco los recursos eran complejos y no siempre aportaban la fiabilidad esperada en sus datos. Con la aparición de nuevos dispositivos móviles y aplicaciones informáticas, estos procesos se han puesto al alcance de equipos amateur que tienen menos recursos, destacando su fiabilidad y simplicidad.

La aplicación informática *"My Jump 2"* ha resultado válida para cuantificar la altura de salto y la ganancia obtenida con el programa de entrenamiento de fuerza llevado a cabo con jugadores y jugadoras de voleibol amateur, destacando su facilidad de uso y bajo coste, aspectos fundamentales para los equipos amateur que no cuentan con muchos recursos. Los entrenadores pueden disponer de un método para cuantificar el progreso de sus jugadores y analizar la metodología de entrenamiento, pudiendo modificarla para obtener el máximo rendimiento de sus jugadores.

Esta aplicación tiene un coste económico muy bajo, y más en comparación con otras herramientas que ofrece el mercado que tienen un coste infinitamente mayor. Cuenta con otra ventaja, que es la posibilidad de realizar estas mediciones en cualquier lugar ya que solo se necesita un móvil para poder realizar la valoración, evitando así necesitar disponer de red eléctrica o el desplazamiento hasta una instalación específica.

En cambio, tiene algunos aspectos negativos, como puede ser el tiempo que conlleva realizar la prueba a cada participante (alrededor de unos 15 minutos la primera valoración, ya que deben tomarse medidas, y 10 minutos de media en la segunda valoración), lo que impide la realización de la prueba por parte del entrenador si se está realizando la valoración durante el entrenamiento.

Otro aspecto negativo es el bloqueo de la aplicación al realizar varias valoraciones seguidas, esto provoca la pérdida de la valoración del jugador que la estaba realizando. Añade una dificultad a la valoración de equipos colectivos. Para poder utilizarla de manera constante debe reiniciarse la aplicación para que siga funcionando sin problemas.

La incorporación de un entrenamiento de fuerza de seis semanas de duración, al entrenamiento habitual en cancha de un equipo de voleibol amateur, ha permitido lograr una mayor mejora de la capacidad de salto vertical de todos los participantes del grupo experimental frente al grupo control.

La cuantificación de la carga de entrenamiento mediante la velocidad de ejecución y, dentro de ésta, basada en las sensaciones que percibe el jugador, es una metodología de entrenamiento que puede adaptarse perfectamente a equipos colectivos amateur, debido a que permite el entrenamiento simultáneo de un gran número de jugadores que son capaces de asimilar la metodología en un período corto de tiempo, resolviendo así la falta de recursos, tanto económicos como humanos, que suelen presentar estos clubes amateur.

Una planificación cuyo objetivo es la mejora del salto vertical debería tener en cuenta la utilización de *sentadillas*, ya que es el ejercicio que más similitud tiene con el gesto de salto vertical y con el que se obtiene un mayor índice de mejora. Así mismo, la introducción del ejercicio *hip thrust* en el entrenamiento es un elemento fundamental tanto para la mejora del salto vertical como para evitar descompensaciones entre cuádriceps e isquiosurales, que es un factor de lesión de ligamento cruzado anterior.

6.1 Conclusión final

Tras los resultados obtenidos y la valoración de la aplicación informática empleada, “*My Jump 2*”, se puede concluir que el uso de esta tecnología para valorar la capacidad de salto, es un

buen recurso para los equipos y deportistas amateur, ya que ofrece la posibilidad de realizar mediciones con precisión a la vez que una facilidad de uso y costes bajos.

El trabajo de fuerza basado en la velocidad de ejecución mediante las sensaciones del jugador, se muestra como una metodología de fácil asimilación y con la que se pueden obtener grandes mejoras en la capacidad de salto vertical, aportando un tipo de trabajo más autónomo e individualizado, además de requerir de menos tiempo y recursos.

7. APLICACIONES PRÁCTICAS Y DE FUTURO

Se ha podido demostrar que, ante la falta de recursos, tanto económicos como humanos, de la mayor parte de equipos de voleibol que militan en categorías inferiores, el entrenamiento de fuerza medido mediante las sensaciones que percibe el jugador mientras ejecuta los diferentes ejercicios es una metodología segura y fácil de llevar a cabo, ya que los jugadores solo necesitan una sesión de entrenamiento para familiarizarse en la metodología de entrenamiento.

La aplicación “*My Jump 2*” permite la obtención de un perfil de fuerza-velocidad (f-v) de nuestros jugadores. Con esta herramienta podríamos analizar el perfil de f-v de nuestros jugadores en los diferentes ejercicios del programa de entrenamiento y así, obtener el peso con el que cada jugador desarrolla su máximo pico de potencia en ese ejercicio. Con esto conseguiríamos que cada jugador desplazara el peso con el que es capaz de desarrollar la máxima potencia, haciendo así que consiguiera el desarrollo óptimo de la potencia con ese ejercicio.

Uno de los principios del entrenamiento es el principio de individualidad, ya que no todos los deportistas se adaptan de la misma forma. Con esta aplicación se podrían realizar valoraciones más asiduas con el objetivo de que la planificación del entrenamiento fuera más dinámica, reduciendo así las programaciones de entrenamiento basadas en el número de series y repeticiones, y dando prioridad al estado en el que se encuentra el jugador día a día.

Una vez registrados y analizados los datos obtenidos en las diferentes valoraciones realizadas, se podría realizar una programación del entrenamiento adaptada a las características de cada jugador. Con esto conseguiríamos optimizar el tiempo de entrenamiento al máximo y conseguir mejores resultados deportivos. Además, se podrían realizar otros test a los jugadores como el *squat jump* (SJ) o el test de *Abalakov* (ABK) para analizar de una forma analítica el salto vertical de cada jugador, de esta forma se obtendrían diferentes índices que nos indicarían en qué aspectos es más deficiente el jugador y, a través del entrenamiento individualizado, conseguir mejorarlos incrementando así el rendimiento deportivo.

8. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este Trabajo Fin de Grado me ha permitido poner en práctica muchos de los aprendizajes obtenidos durante estos cuatro años de carrera, además me ha servido para demostrarme a mí mismo que soy capaz de cumplir con los objetivos planteados. Saber que la inversión de tiempo realizado en estos estudios ha sido efectivo y que acabo la carrera con muchos más conocimientos que con los que comencé.

Ver que el entrenamiento realizado ha permitido mejorar a los jugadores participantes en este trabajo, y después ver los resultados gráficamente ha sido una forma de apreciar que lo aprendido durante la carrera es realmente eficaz.

Al finalizar este TFG me siento orgulloso del camino recorrido y de saber que este no es el final, sino el comienzo de una nueva etapa en mi vida. También me ha permitido conocer, en mayor medida, a uno de los mejores docentes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León.

9. REFERENCIAS

- Balsalobre, C., & Jiménez, P. (2014). *Entrenamiento de Fuerza: nuevas perspectivas metodológicas*.
- Balsalobre-Fernández, C. (2015). *Monitorización y estudio de las relaciones entre la carga de entrenamiento, la producción de fuerza, la fatiga y el rendimiento en corredores de alto nivel*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Madrid.
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574-1579.
- Bautista, I. J., Chiroso, I. J., Chiroso, L. J., Martin, I., & Rivilla, J. (2016). RPE y velocidad como marcadores de intensidad en el press de banca. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 16(62), 229-241.
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., Bronks, R., & Newton, R. U. (2003). Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(12), 2013-2022.
- Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., McMaster, D. T., Reyneke, J. H., & Cronin, J. B. (2017). Effects of a six-week hip thrust vs. front squat resistance training program on performance in adolescent males: a randomized controlled trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(4), 999-1008.

- Da Silva-Grigoletto, M. E., Gómez-Puerto, J. R., Viana-Montaner, B. H., Beas-Jiménez, J. B., Centeno-Prada, R., Melero, C., ... & García-Manso, J. M. (2008). Efecto de un mesociclo de fuerza máxima sobre la fuerza, potencia y capacidad de salto en un equipo de voleibol de superliga. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 1(2), 51-56.
- Damas, J. S., & Julián, J. A. (2002). *La enseñanza del voleibol en las escuelas deportivas de iniciación*. Madrid: Gymnos.
- Esper, A. E. (2013). Estudio de los saltos que realizan los jugadores de voleibol masculino de un equipo de la Liga Argentina de Clubes. 10º Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias 9 al 13 de septiembre de 2013 La Plata. Universidad Nacional de La Plata.
- Fontani, G., Ciccarone, G., & Giulianini, R. (2000). Nuove regole di gioco ed impegno fisico nella pallavolo. *SDS, Scuola dello Sport*, 19(50), 14-20.
- Forthomme, B., Croisier, J. L., Ciccarone, G., Crielaard, J. M., & Cloes, M. (2005). Factors correlated with volleyball spike velocity. *The American journal of sports medicine*, 33(10), 1513-1519.
- García-López, J., Peleteiro, J., Rodríguez-Marroyo, J. A., Morante, J. C., & Villa, J. G. (2003). Validación biomecánica de un método para estimar la altura de salto a partir del tiempo de vuelo. *Archivos de medicina del deporte*, 20(93), 28-34.
- García-López, J., Rodríguez-Marroyo, J. A., Pernía, R., Ávila, M. C., & Villa, J. G. (2008). El tipo de plataforma de contacto influye en el registro de la altura de salto vertical estimada a partir del tiempo de vuelo. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 21, 1-17.
- González, J. L., Rodríguez, J. M., de la Puente, E., & Díaz, M. A. (2000). Tratamiento de la columna vertebral en la Educación Secundaria Obligatoria: Parte I. Prevención y ejercicios poco recomendables. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1(1), 27-48.
- González-Badillo, J.J., & Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: aplicación al alto rendimiento*. Editorial INDE.
- González-Silva, J., Moreno, A., Fernández-Echeverría, C., Claver, F., & Perla, M. (2016). Asociación entre variables de la recepción y la zona de envío de la colocación en voleibol, en etapas de formación. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (29), 149-152.

- Gutiérrez-Dávila, M., Garrido, J. M., Amaro, F. J., Ramos, M., & Rojas, F. J. (2012). Método para determinar la contribución segmentaria en los saltos. Su aplicación en el salto vertical con contramovimiento. Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 29, 1-16.
- Hartmann, H., Wirth, K., Klusemann, M., Dalic, J., Matuschek, C., & Schmidtbleicher, D. (2012). Influence of squatting depth on jumping performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3243-3261.
- Herrera, M. (2013). *Monitorización de la intensidad del entrenamiento de la fuerza mediante la percepción subjetiva de la velocidad*. (Tesis Doctoral). Universidad de Valencia.
- Jiménez, A., De Paz, J. A., & Aznar, S. (2003). Aspectos metodológicos del entrenamiento de la fuerza en el campo de la salud. *Revista Digital Buenos Aires*, (61).
- Jiménez-Reyes, P., Cuadrado-Peñañiel, V., & González-Badillo, J. J. (2011). Análisis de variables medidas en salto vertical relacionadas con el rendimiento deportivo y su aplicación al entrenamiento. *Cultura, ciencia y deporte: revista de ciencias de la actividad física y del deporte de la Universidad Católica de San Antonio*, 6(17), 113-119.
- Leónidas, A. (2008). Cantidad, tipo e intermitencia de los saltos en el voleibol masculino. *Lecturas: Educación física y deportes*, (121).
- Lidor, R., & Ziv, G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyball players: a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973.
- Luarte, C., González, M., & Aguayo, O. (2014). Evaluación de la fuerza de salto vertical en voleibol femenino en relación a la posición de juego. *Revista de Ciencias de la Actividad Física UCM*, 15(2), 43-52.
- Luciano, G. C. (2017). *Estudio del efecto de la frecuencia del entrenamiento excéntrico sobre el daño muscular*. (Trabajo Fin de Grado). Facultad de Educación Física Deporte y Recreación. Universidad de Guayaquil.
- Mouche, M. (2001). Evaluación de la potencia anaeróbica con ergojump. *EF Deportes Revista Digital*, 6(30).
- Núñez, M. (2011). El carácter complejo del entrenamiento de voleibol y sus premisas en la iniciación deportiva. *Lecturas: Educación física y deportes*, (160), 4-10.
- Quiroga, P., Bustamante, P., Avendaño, C., Cáceres, S., & Urrea, S. (2016). Aumento de la altura de salto en jugadores universitarios de voleibol. *Apunts. Educación Física y Deportes*, (126), 64-71.

- Reeberg, L. C., Dourado, A. C., Oncken, P., Mançan, S., & da Costa, S. C. (2008). Adaptations on jump capacity in Brazilian volleyball players prior to the under-19 World Championship. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 741-749.
- Ruíz, D. R., & Herrera, G. H. (2017). El desarrollo de la saltabilidad en los voleibolistas cubanos hacia la clasificación olímpica. *Acción*, 13(26), 4-8.
- Sáez-Sáez, E., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2008). Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and spring. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 715-725.
- Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O., & Dervisevic, E. (2011). Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity and playing-position specifics. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1532-1538.
- Silva-Junior, C. J., Palma, A., Costa, P., Pereira-Junior, P. P., Barroso, R. C. L., Abrantes-Junior, R. C., & Barbosa, M. A. M. (2011). Relação entre as potências de sprint e salto vertical em jovens atletas de futebol. *Motricidade*, 7(4), 5-13.
- Ureña, A., Santos, J. A., Martínez, M., Calvo, R., & Oña, A. (2000). La facilitación defensiva a través del saque en el voleibol femenino de alto nivel. *European Journal of Human Movement*, (6), 175-189.
- Valladares, N., Joao, P. V., & García-Tormo, J. V. (2016). Análisis de las variables antropométricas y físico técnicas en voleibol femenino. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 12(3), 195-206.
- VVAA (2009). *Tecnologías aplicadas al deporte de alto rendimiento*. Ministerio de Educación y Ciencia, Consejo Superior de Deportes: Madrid.
- Wisloff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285-288.

10. ANEXOS

Anexo 1. Imágenes "My Jump 2"



Anexo 2. Consentimiento participación en el trabajo

HOJA INFORMATIVA PARA EL PARTICIPANTE

Tipo de proyecto: Trabajo Fin de Grado

Título del proyecto: El uso de las nuevas tecnologías para valorar la mejora de la capacidad de salto en voleibol amateur

Proyecto presentado por: Roberto Ramajo Martín (Estudiante) y J. Vicente García Tormo (Tutor)

Naturaleza de la investigación para la que se le solicita colaboración:

Durante un periodo de 6 semanas, los jugadores y jugadoras de los equipos senior y juvenil del CD AULE (Agustinos – Universidad de León) de Voleibol, según convenio con la Universidad de León, realizarán un programa de entrenamiento de la fuerza para mejorar la capacidad de salto. Para ello se hará uso de la aplicación informática “My Jump 2”, con la que medirán los saltos realizados al comienzo y al final de dicho programa. Esta batería de saltos consiste en un total de 8 saltos con cargas que iban incrementando en función del participante.

¿Cuáles son sus derechos?

Para colaborar en este estudio, necesitamos su consentimiento, siendo libre de darlo y/o retirarlo en cualquier momento. Para obtener su consentimiento, será necesario la firma del documento.

En ningún caso, ni los participantes ni los responsables recibirán ninguna compensación económica ni conllevará gasto alguno.

Todos los datos serán confidenciales y su uso será exclusivo para el objetivo del estudio. En todo caso, estos se tratarán conforme a la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/99.

Contacto

Si necesita más información sobre el estudio y/o procedimiento, se puede poner en contacto con cualquiera de los responsables mediante los siguientes correos electrónicos:

- Roberto Ramajo Martín, rramam00@estudiantes.unileon.es
- J. Vicente García Tormo, jvgart@unileon.es

En León, a 30 de octubre de 2017.

Fdo. José Antonio Valladares López
Presidente y Director Técnico CD AULE

Anexo 3. Cronogramas

CRONOGRAMA EQUIPO MASCULINO													
NOVIEMBRE							DICIEMBRE						
30	31	1	2	3	4	5	27	28	29	30	1	2	3
6	7	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10
13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17
20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24
27	28	29	30	1	2	3	25	26	27	28	29	30	31
4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7
							VALORACIÓN						
							ENTRENAMIENTO						

CRONOGRAMA EQUIPO FEMENINO																				
ENERO				FEBRERO					MARZO											
26	27	28	29	30	31	1	30	31	1	2	3	4	5	27	28	1	2	3	4	5
2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	6	7	8	9	10	11	12
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	13	14	15	16	17	18	19
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	20	21	22	23	24	25	26
23	24	25	26	27	28	29	27	28	1	2	3	4	5	27	28	29	30	31	1	2
30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9
							VALORACIÓN													
							ENTRENAMIENTO													

Anexo 4. Rutina entrenamiento de fuerza

ENTRENAMIENTO DE POTENCIA POR SENSACIONES (04/12/2017)

Objetivos:

- Realizar entre 6 y 8 repeticiones a la máxima velocidad posible sin que haya una pérdida mayor del 20% entre la primera y la última repetición.
 - Establecer las cargas de entrenamiento adecuadas en cada ejercicio para realizar el número óptimo de repeticiones (6).
 - Recibir y discriminar las sensaciones producidas por el entrenamiento a máxima velocidad.
- Si podemos grabar uno o varios ejercicios durante la sesión y subirlos al drive.
 - Anotar la carga de trabajo y repeticiones en cada ejercicio.

SENTADILLA PROFUNDA

Tres series:

Carga	Repet.

Descanso: 2 minutos.

<https://bit.ly/1qJO1WU>



PRESS BANCA

Tres series:

Carga	Repet.

Descanso: 2 minutos.

Técnica correcta:

<https://bit.ly/2JWPE3J>



HIP THRUST

Tres series:

Carga	Repet.

Descanso: 2 minutos.

Técnica correcta:

<https://bit.ly/2I7pvtv>



REMO EN MÁQUINA

Tres series:

Carga	Repet.

Descanso: 2 minutos.

Técnica correcta:

<https://bit.ly/2MJA3Cj>

