

TESIS DOCTORAL

“VALORES DE REFERENCIA PARA SALTOS
EN PLATAFORMA DINAMOMÉTRICA
EN UNA POBLACIÓN DE DEPORTISTAS ANDALUCES”

Tesis presentada por

Ramón Antonio Centeno Prada

Directores

*Dr. Don José Naranjo Orellana y
Dr. Don Juan de Dios Beas Jiménez*

Sevilla, julio de 2013

D. José Naranjo Orellana
Doctor en Medicina y Cirugía

D. Juan de Dios Beas Jiménez
Doctor en Medicina y Cirugía

CERTIFICAN

Que el presente trabajo, titulado, "Valores de referencia para saltos en plataforma dinamométrica en una población de deportistas andaluces" ha sido realizado bajo nuestra dirección en el Departamento de Deporte e Informática de la Universidad Pablo de Olavide y en el Centro Andaluz de Medicina del Deporte, por D. Ramón Antonio Centeno Prada, para optar al grado de Doctor por la Universidad Pablo de Olavide. Habiéndose concluido y reuniendo a nuestro juicio, las condiciones de originalidad y rigor científicas necesarias, autorizamos su presentación a fin de que pueda ser defendido ante el tribunal correspondiente.

Y para que conste, firmamos la siguiente certificación en Sevilla a 9 de julio de 2013.

D. José Naranjo Orellana

D. Juan de Dios Beas Jiménez

A mi Padre, porque me protege desde las alturas

A mi Madre, porque por ella soy médico.

A mi cuñado Antonio, porque por él soy Médico del Deporte.

A mi Mujer, porque es el timón de mi vida.

A mis hijos, porque son la alegría de mi vida.

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que me han ayudado a realizar y terminar esta tesis a lo largo de estos años.

En primer lugar, a mis directores de tesis, por animarme continuamente y motivarme. A José Naranjo, por sugerirme la idea de la “primera tesis”, y proponerme la segunda, al no poderse realizar la primera. A Juan de Dios, por su empuje inicial para realizarla, por su apoyo incondicional y por sus valiosas correcciones.

A mi compañera Consuelo, por animarme, por darme confianza para realizarla y facilitarme las labores diarias en aquellos momentos que necesité para terminar de escribir esta tesis.

A Covadonga, por su apoyo incondicional, por sus inestimables y generosas correcciones, y por su valiosa labor fotográfica.

A Clemente, por facilitarme todos aquellos artículos que no podía conseguir por mis propios medios, buscando en todas las fuentes documentales a su alcance.

A Encarna, Dolores, Paqui, y Manolo por ayudarme a realizar todos los test efectuados a lo largo de estos años que ha durado la tesis.

Al Centro Andaluz de Medicina del Deporte, en especial Leocricia, por permitirme realizar los tests de salto en mi Centro de trabajo.

A todos los deportistas que han participado en el desarrollo de la tesis, sin ellos no hubiera sido posible realizarla.

Y especialmente a mi familia, mi mujer y mis hijos, por estar siempre a mi lado y apoyarme en todos los momentos que lo he necesitado.

Un abrazo a todos.

ÍNDICE

ÍNDICE

1. Antecedentes y estado actual del tema	17
1. 1. Antecedentes históricos	17
1. 2. Estado actual de la valoración de la fuerza explosiva	36
2. Hipótesis y objetivos	47
2. 1. Hipótesis	47
2. 2. Objetivos	49
3. Metodología	53
3. 1. Diseño de la investigación	53
3. 2. Sujetos	54
3. 3. Instrumentos de medida	55
3. 4. Procedimiento	57
3. 5. Descripción de los tests de salto	58
3. 6. Variables de estudio	65
3. 7. Análisis estadístico de los datos	71
4. Resultados	75
4. 1. Características biomédicas de la población de deportistas	75
4. 2. Test de Salto sin contramovimiento o Squat Jump	78

4. 3. Test de Salto con contramovimiento o Countermovement Jump	79
4. 4. Test de Salto con brazos o Abalakov	80
4. 5. Test de Salto desde una altura o Drop Jump	81
4. 6. Test de Saltos Continuos	82
4. 7. Test de Bonferroni	87
4. 8. Test de Kruskal-Wallis	91
5. Discusión	95
5. 1. Resultados más relevantes de la presente tesis	95
5. 2. Perfiles de rendimiento	96
5. 3. Comparación de resultados con la bibliografía publicada	97
5. 4. Análisis de los resultados obtenidos en los diferentes tests de salto.	98
5.4.1. Test de Salto sin contramovimiento o Squat Jump	98
5.4.2. Test de Salto con contramovimiento o Countermovement Jump	103
5.4.3. Test de Salto con brazos o Abalakov	108
5.4.4. Test de Salto desde una altura o Drop Jump	109
5.4.5. Test de Saltos Continuos	110
5. 5. Análisis de deportes según los variables evaluadas	112
5. 6. Análisis de los resultados mediante percentiles	113
5. 6. 1. Percentiles del test de Salto sin contramovimiento	114
5. 6. 2. Percentiles del test de Salto con contramovimiento	116
5. 6. 3. Percentiles del test de Salto con brazos	117
5. 6. 4. Percentiles del test de Salto desde una altura	118

5. 6. 5. Percentiles del test de Saltos Continuos	120
5. 7. Evaluación práctica de la tabla de los percentiles	122
6. Conclusiones	127
7. Bibliografía	131
Relación de tablas	149
Relación de Figuras	153
Glosario de Abreviaturas	155

1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

La mayoría de las actividades humanas son el resultado de la aplicación de diversas fuerzas, sobre los segmentos corporales correspondientes, de manera que, si no se produjese esta aplicación no existiría actividad física. Por consecuencia, para todo tipo de actividades físicas, desde las más simples a las más complejas, es imprescindible que el individuo tenga la capacidad de generar fuerza. La valoración de esta capacidad de producir los distintos tipos de fuerzas, mediante muy diversos métodos, es una materia que ha ocupado a la medicina del deporte desde hace mucho tiempo.

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA FUERZA Y SU MEDICIÓN.

Las primeras definiciones que podemos encontrar, sobre el concepto de fuerza, corresponden a la Grecia Clásica en la que Arquímedes, para definir su famoso principio denominado “Principio de Arquímedes”(1) (recogido en su libro *De los cuerpos Flotantes*) plantea que la fuerza, o empuje hidrostático, es el que experimenta de abajo a arriba, un cuerpo parcial o



Figura 1 . Galileo Galilei por Ottavio Leoni (1624)

totalmente sumergido, y que es proporcional al volumen de fluido que desaloja.

No es hasta diez y ocho siglos después, que Galileo Galilei propone en 1632, en contraposición con la propuesta por Arquímedes, una definición más dinámica de la fuerza, en su libro “*Diálogos sobre los dos grandes sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano*” (2) en el que durante un diálogo Galileo afirmaba que si a un cuerpo lo dejamos rodar sobre una superficie inclinada no dejaría de rodar, por lo que se deduce que si sobre dicho cuerpo no actúa ninguna fuerza, permanece en movimiento continuo, concepto que se conoce actualmente como ley de la inercia.

Posteriormente, fue Isaac Newton en su libro “*Philosophiae naturalis principia mathematica*” (1687) quien propuso la definición matemática moderna de la fuerza a partir de sus 3 leyes :

1ª Ley de Newton (3), denominada “Ley de la inercia”, la cual afirma “que todo cuerpo permanecerá en estado de reposo o con movimiento rectilíneo uniforme mientras no actúe sobre él una fuerza externa que le obligue a cambiar su estado previo”.

2ª Ley de Newton, llamada “Ley de la fuerza”, que afirma que “el cambio de movimiento de un cuerpo es proporcional a la fuerza que actúa sobre el mismo, y tiene la misma dirección que la fuerza que se aplica”. En términos matemáticos se expresa mediante la fórmula :

$$F = m \times a$$

Donde F: fuerza, m: masa, a: aceleración



Figura 2. Isaac Newton en 1702 por Geoffrey Kneller.

Y 3ª Ley de Newton (3) denominada “Ley de acción-reacción”, establece que siempre que un objeto ejerce una fuerza sobre otro, el segundo ejerce una fuerza igual y opuesta sobre el primero, o lo que es lo mismo, a toda acción le corresponde una reacción igual y de sentido opuesto. Esta ley explica que, sobre la superficie de la Tierra, todo cuerpo físico que realice una fuerza contra la corteza, recibirá esa misma fuerza pero de sentido contrario.

Así, por un lado sobre el centro de masas de ese cuerpo actúa la gravedad, debida a la atracción que la Tierra ejerce sobre él, y por otro si ese cuerpo ejerce una fuerza sobre la Tierra recibirá esa misma fuerza, pero de sentido contrario, denominada Fuerza de Reacción Vertical (FRV). De esta forma, la fuerza resultante (F_r) sobre dicho cuerpo será

$$F_r = FRV - mg$$

donde m: masa del cuerpo y g: gravedad de la tierra

Si la fuerza resultante es positiva, el cuerpo se elevará sobre la superficie terrestre.

Sobre estas tres leyes de Newton se fundamentan la mayoría de las mediciones sobre fuerza.

Sin embargo, la cuantificación precisa de la fuerza no comenzó a realizarse hasta que Isaac Newton inventó el dinamómetro.

Se trata de un instrumento que consta de un muelle, generalmente contenido en un cilindro, que a su vez está rodeado por otro cilindro que dispone de una escala, en unidades

de fuerza. El dispositivo cuenta con dos soportes o anillas, uno en cada extremo, con la finalidad de que se pueda fijar el dinamómetro a algún elemento fijo, en un extremo, y el objeto a medir en el otro. Al colocar pesos o ejercer una fuerza sobre el soporte, el desplazamiento del cilindro, que actúa como escala determina el valor de la fuerza ejercida.

El dinamómetro fundamenta su funcionamiento en la elongación de un resorte que sigue la ley de Hooke (4) (según la cual “el estiramiento de un material elástico es proporcional a la fuerza aplicada”), por lo que cuando un resorte es elongado, el grado de esta elongación es proporcional a la fuerza ejercida para provocar este estiramiento.

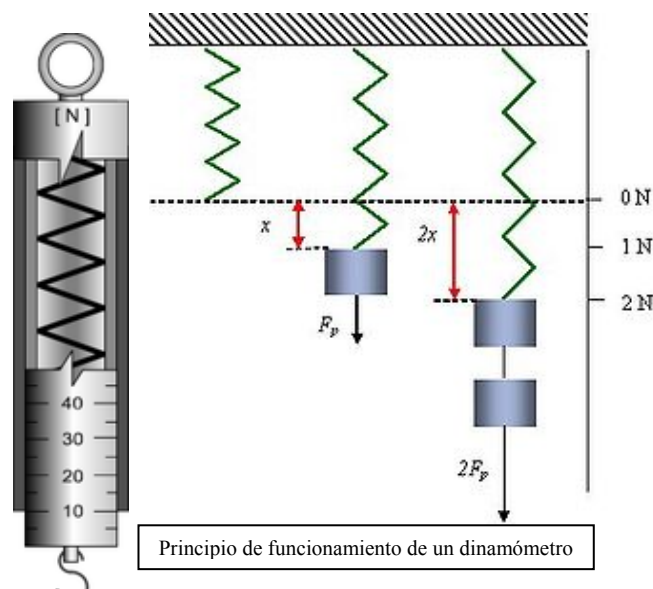


Figura 3. *Dinamómetro. x : estiramiento producido por F_p . $2x$: estiramiento producido por $2F_p$. F_p : Fuerza producida por un peso “ p ”. $2F_p$: fuerza producida por el doble del peso “ p ”. N : Newton.*

Aunque los dinamómetros tienen un mecanismo de funcionamiento muy sencillo, dado que las elongaciones repetidas modifican las características del resorte, han de ser calibrados frecuentemente para que sus mediciones sean fiables.

Derivados de estos primeros dinamómetros existen diversos instrumentos, como la balanza de cocina, especialmente diseñados para medir pesos, que basan su funcionamiento en el alargamiento o compresión de resortes.

Estos aparatos miden la fuerza que se realiza en un extremo del instrumento, por lo que la principal limitación que presentan es que sólo pueden medir la fuerza isométrica y la isotónica de distensión. Sin embargo, en la mayoría de los gestos deportivos la acción que más repite es el salto, el cual está compuesto por la acción de una fuerza excéntrica que provoca un estiramiento del músculo, seguida por una concéntrica provocada por la contracción del músculo, o sólo de esta última si se parte de una posición flexionada.

A lo largo de los siglos XIX y XX han sido muchos los autores que han diseñado diversos instrumentos y test para valorar la fuerza desarrollada durante la ejecución de un salto vertical :

1. Etienne Jules Marey (1830-1904) y Georges Demeney (1850-1917) en el año 1885 crearon una “plataforma dinamográfica” (5) que registraba la fuerza de presión vertical, y estaba unida a un aparato fotográfico que denominaron “cronofotógrafo” con el que, por medio de fotografías, registraba los patrones de movimiento de cada articulación y las líneas de trayectoria de los cuerpos en movimiento (6) pudiendo analizar la marcha y la capacidad del salto. Desarrolló un señalador dinamográfico, basado en un sistema neumático, con el que se



Figura 4. Étienne Jules Marey (1850).

registraban las reacciones de apoyo y la duración del contacto del pie en el suelo. Marey

recogía puntos de presión dinámicos sobre el pie durante el paso, situando dos células manométricas en la suela de una sandalia exploratoria. Emplea un zapato provisto de una cámara de aire dinamométrica unida a un cilindro registrador para conocer las presiones ejercidas sobre el suelo durante la marcha o carrera.

2. La primera propuesta para la valoración del salto vertical fue realizada por el Dr . Dudley Allen Sargent (1849 – 1924). Fue un pionero y contribuyó al desarrollo de la Educación Física en la Universidad de Harvard, donde propuso en 1921 el “test de Sargent” (7), para la medición de la capacidad de salto. Calculaba la altura del salto midiendo la diferencia entre la talla del sujeto y el desplazamiento de un disco de cartulina que colocaba de diez a veinte pulgadas por encima de la cabeza.

Actualmente, el mencionado test se realiza colocando en una pared, una plancha de madera o una pizarra con una regla graduada en centímetros. En primer lugar el sujeto se sitúa lateralmente a ella la pared y extiende uno de sus brazos lo máximo posible y se mide la altura a la que sitúa la punta del dedo medio, este punto es el “punto cero” del test. Posteriormente se aplicaba al sujeto magnesia de gimnasio o tiza en la yema del tercer dedo de la mano, se le indica al sujeto que se coloque a unos 20-30 cm de la pared y realice un salto vertical explosivo, debiendo tocar con la punta de los dedos la pizarra/pared/madera. Posteriormente se mide desde el punto cero hasta el punto más alto, siendo esta medida el resultado del test, expresándose en centímetros.



Figura 5.
Dispositivo de varillas Vertec®

Actualmente, basado en ese test, se han ideado diversos dispositivos (figura 5) que utilizan una tablilla de madera que se empuja con la cabeza durante el salto, o bien dispositivos verticales con barritas de madera horizontales y giratorias que debe tocar el

sujeto con los dedos al realizar el salto, marcando así la altura del salto realizado (por ejemplo, los modelos Yardisk y Vertec).

3. L.W. Sargent en 1924 (8-10) relacionó el salto vertical con la potencia muscular de las extremidades inferiores. Así calculó la potencia según la altura alcanzada en el salto y el peso del sujeto según la fórmula :

$$\text{Potencia Máx.} \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \right) = \sqrt{\frac{g}{2}} \cdot m \cdot \sqrt{h}$$

donde g = gravedad (9.81 m/s^2), m = masa del sujeto expresada en kg y h = altura máxima alcanzada durante el salto en metros.

4. En 1938 el científico ruso Abalakov (11) propuso un test de salto vertical para medir la potencia de los miembros inferiores. En su ingeniosa propuesta, Abalakov ideó para la medición de la altura del salto un dispositivo basado en un cordel, que se fijaba a la cadera del sujeto mediante un cinturón, y que en su otro extremo se enrollaba a un carrete que se fijaba al suelo. Para el cálculo de la altura de salto, se medía la longitud del cordel que

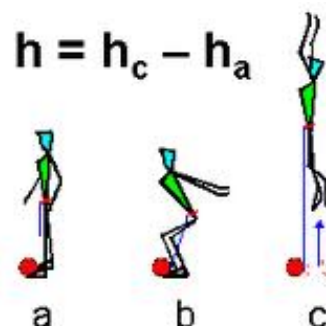


Figura 6. Altura calculada con el cinturón de Abalakov.

h: altura final del salto. *ha:* altura desde la posición erguida. *hc:* altura tras el salto realizado.

desplegaba el sujeto en bipedestación (h_a) y la que desplegaba en un salto vertical (h_c), la diferencia entre ambas determinaba la altura del salto (h).

5. Yuri Verkhoshansky, a mediados de los años sesenta del siglo pasado, en sus trabajos sobre pliometría, utilizó un instrumento semejante al del profesor Abalakov, pero la cinta métrica estaba fijada a una cuerda sostenida en los hombros.

6. Aunque ya en 1916 Amar (12) diseñó una plataforma dinamométrica rectangular que registraba fuerzas en cuatro direcciones: vertical, horizontal, lateral externa y lateral interna, es a partir de mediados del siglo XX, cuando empieza el desarrollo de las plataformas dinamométricas. En 1952 Cunningham y Brown fabricaron una plataforma dinamométrica en cuyo diseño se han basado muchos sistemas posteriores de análisis de fuerzas (13) sobre todo, para su aplicación al análisis de la marcha. Lauru en 1957 (11) ideó una plataforma dinamométrica basada en cuarzo. Davies y Rennie (1968) y Cavagna y cols (1972) crearon la plataforma de fuerza mediante resorte (11).

7. Se han descrito otros tipos de plataformas de fuerza que permiten medir las fuerzas ejercidas en los tres ejes, como Ramey, 1975, Mataka, 1976, Cohen, 1980, Gola, 1980, Hidetoshi Watanabe et al., 1998, Yoshitaka Tanaka, 1998, Tomokazu Hattori, 1998), Mickelborough, 2000, entre otros (12).

8. El gran avance en la valoración de la fuerza se produjo gracias a Asmussen (1974) quien calculó la altura del salto mediante la medición del tiempo de vuelo empleando la fórmula de

$$h = 1.226 \times t_v^2$$

donde "h" es la altura del salto en metros, y "t_v" es el tiempo de vuelo en segundos

9. Basándose en el test de salto vertical o de Sargent, Lewis en el año 1977 propuso un nomograma, denominado de Lewis (figura 6), para el cálculo de la potencia desarrollada durante el salto vertical (W/kg), calculando ésta mediante la fórmula de LW Sargent (14, 15):

$$\text{Potencia (kgm/s)} = \sqrt{4.9} \times m \times \sqrt{h}$$

En esta fórmula: 4.9 es un valor constante, m = masa del cuerpo en kilogramos, y h = altura del salto en cms, que se calcula como la diferencia entre la “Altura del Salto realizado” (altura del salto vertical medido desde el suelo, en centímetros) y la “Altura de Estiramiento” (para calcularla, se pone el sujeto lateralmente a la pared, se le pide al sujeto que estire la mano verticalmente sobre la misma, y se señala el borde superior del dedo medio de la mano levantada y apoyada sobre la pared, la distancia en centímetros desde esta señal al suelo es la “altura de estiramiento”).

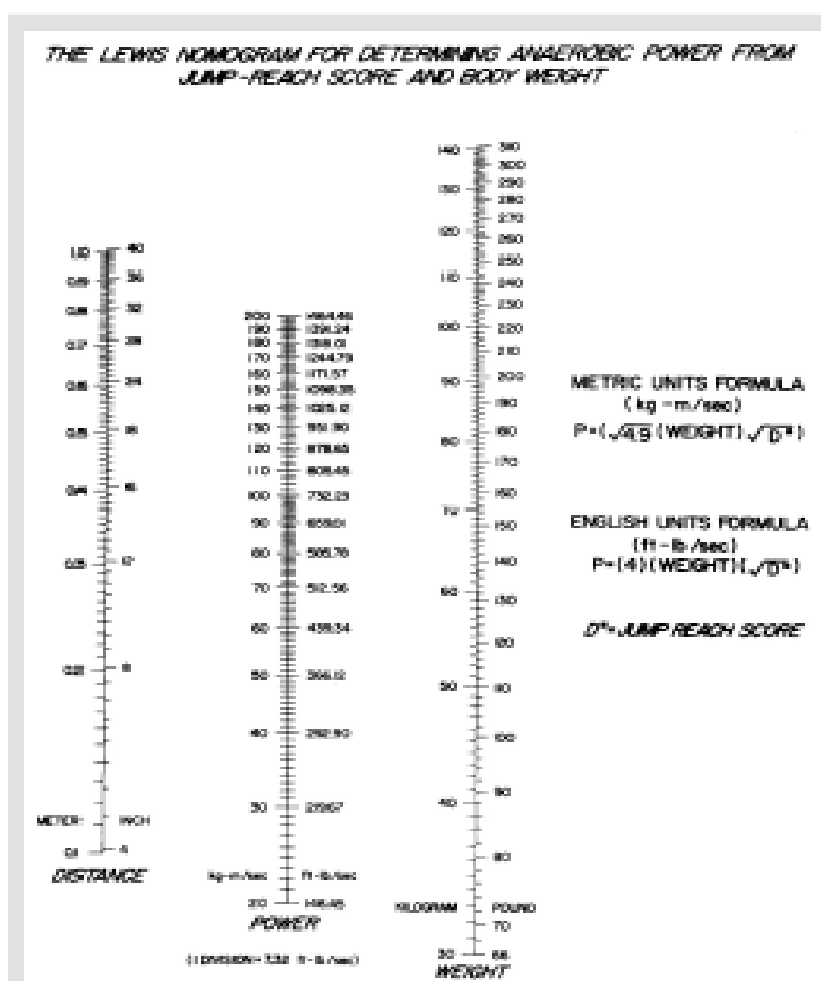


Figura LC-3:1: Versión Original del Nomograma de Lewis para la Determinación de la Potencia. Este nomograma te permite estimar la potencia anaeróbica generada para la prueba del salto vertical. (De: *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, p. 500, por E. L. Fox y D. K. Mathews, 1976. Philadelphia, PA: Saunders. Copyright 1976 por Saunders)

Figura 7 . Nomograma De Lewis, versión original, para determinar la potencia del salto. Distance: altura del salto. Weight: peso del sujeto en kg o libras. Power: potencia del salto según la fórmula de Lewis

10. Bosco (1982) introdujo un dispositivo eficaz y sencillo para la medición del salto vertical y sus cualidades mediante la “plataforma de contacto”. Este dispositivo consiste en una serie de planchas metálicas rectangulares unidas a un cronómetro. Cuando el sujeto está de pie sobre ella, el cronómetro está desactivado, se activa cuando el sujeto deja de presionar las planchas al principio del salto, al perder el contacto con ellas y despegar, y se detiene cuando las vuelve a presionar al aterrizar sobre la plataforma de contacto. En resumen, las planchas metálicas sólo tienen una función de cronómetro midiendo el tiempo que está el deportista volando sobre ella, por lo que se le llama “tiempo de vuelo”.



Figura 8 . Plataforma de contacto.

Para calcular la altura del salto (h) Bosco utilizó la fórmula de Asmussen y Bond-Petersen :

$$h = 1.226 \times \text{tiempo de vuelo}^2$$

Para obtener la potencia mecánica, Bosco parte del cálculo del trabajo total realizado durante el salto, pues la potencia mecánica es la cantidad de trabajo realizado en un

intervalo de tiempo. Bosco calcula el trabajo total realizado durante un salto a partir del desplazamiento total del centro de masas:

$$T = m \times g \times h$$

Donde "T" es el trabajo total realizado, "m" es la masa del sujeto, "g" es la gravedad universal y "h" es el el desplazamiento total del centro de masas.

Con la incorporación de microprocesadores, las plataformas de contacto pueden obtener de forma rápida la altura de salto y la potencia mecánica, pero los primeros modelos tenían los inconvenientes de que, por un lado, el almacenamiento de los datos dependía de la batería (pilas) que tenía el dispositivo donde se almacenaban los resultados, y por otro lado, que el microprocesador sólo permitía guardar los datos en archivos cuyo nombre podía tener una máxima extensión de 8 caracteres, por lo que si el mismo deportista realizaba saltos durante varios días había que tener guardado archivos con diferentes nombre para un mismo sujeto. Estos inconvenientes obligaban a que tras realizar los saltos, había que guardar los resultados de forma manual, y por tanto, existen todos los errores derivados de este tipo de almacenamiento : desde errores numéricos, hasta pérdidas de pruebas realizadas. Con el avance de la informática estos inconvenientes han sido subsanados.

Todos estos dispositivos, excepto cuando se utilizan plataformas dinamométricas, son medios baratos y simples para medir la capacidad de realizar saltos, por lo que su principal utilidad está en el campo de la educación física. No obstante, estos procedimientos no son adecuados para investigación, porque están sujetos a diversos errores que comprometen la

validez de los resultados, y por la limitación de los datos que nos proporcionan, ya que generalmente sólo dan la altura de salto.

La mejora en la precisión de la medida de la altura de salto y la posibilidad de medir otras variables, vino de la mano de los avances tecnológicos. De esta manera, el invento de la plataforma dinamométrica de cuarzo (Lauru 1957) y de la plataforma de fuerza mediante resorte (Davies y Rennie 1968) y Cavagna y cols (1972) supuso un gran avance en la valoración de diversos parámetros del salto vertical ya que estos instrumentos permitían la medición de la fuerza vertical y por diversos procesos matemáticos, examinar la relación fuerza-tiempo, el impulso de la fuerza (integrando el área de la relación fuerza-tiempo) y la velocidad vertical del centro de gravedad en el momento del despegue del salto (dividiendo el impulso de la fuerza por la masa del sujeto). No obstante, estos métodos obligaban a calcular manualmente los resultados.

Carmelo Bosco (1982) propuso, para la valoración de la fuerza explosiva diferentes tipos de salto (9):

- Salto sin contramovimiento o Squat Jump (SJ) (figura 9), en el que el sujeto realiza un salto explosivo sin realizar ningún contramovimiento, desde una posición de partida caracterizada por estar el sujeto parado, con las rodillas flexionadas 90°, con los brazos apoyados sobre las caderas y con el tronco erguido. Durante su realización se produce una contracción



Figura 9 . Salto sin contramovimiento o Squat Jump.

dinámica concéntrica de las fibras musculares del cuádriceps, por lo que este tipo de salto sólo valora el comportamiento del componente muscular y, por eso, sólo evalúa la fuerza máxima explosiva concéntrica de los músculos cuádriceps.

- Salto con contramovimiento o Countermovement Jump (CMJ) (figura 10), en el que se realiza una flexo-extensión explosiva de rodillas de 90 grados con los brazos en las caderas, desde una posición erguida. Al realizar primero una flexión explosiva del cuádriceps se produce un estiramiento de todos los componentes del músculo, tanto musculares como elásticos, por lo que a la acción contráctil se le une el reflejo de estiramiento de todos los componentes musculares y, así valorará la fuerza elástico-explosiva del cuádriceps.



Figura 10. Salto con contramovimiento.

- Salto con los brazos o Abalakov (figura 11). Se realiza con el mismo procedimiento que el CMJ pero ayudándose con los brazos y procurando llevarlos en el pico del salto lo más alto posible. Debido a su modo de ejecución, este salto evalúa la fuerza máxima

elástico-explosiva de los cuádriceps como el CMJ, pero también valora la coordinación entre miembros superiores e inferiores.



Figura 11. Salto con brazos.

- Salto desde una altura o DJ (drop jump) (figura 12). En el DJ el deportista realiza un salto tras caer desde diversas alturas : 20, 40, 60 y 80 centímetros. Durante su realización no debe flexionar las rodillas ni soltar las manos de las caderas, pero tiene que saltar explosivamente procurando que el tiempo de contacto con la plataforma sea mínimo. Este tipo de salto valora todo el ciclo estiramiento-acortamiento, el reflejo miotático y el de estiramiento, y la fuerza reactiva de los gemelos, ya que no se permite que realice ninguna flexión de las rodillas.



Figura 12 . Salto desde una altura o drop jump

- Saltos continuos (SC), que se caracteriza por realizar saltos del tipo CMJ de forma continua durante un tiempo determinado (de 5 a 60 segundos). A consecuencia de la repetición de los saltos, el músculo irá fatigándose dependiendo de la velocidad de utilización de los fosfatos ATP (adenosin-trifosfato) y PC (fosfocreatina) y de la reposición de los mismos, incluso parcialmente por la vía glucolítica si la duración es mayor de 15 segundos (16, 17), y por esto, este test valorará la resistencia muscular a la fuerza rápida. Además, también en este test se pone de manifiesto el comportamiento visco-elástico de los extensores de las piernas y la coordinación inter e intra-muscular. La valoración de la fatiga muscular depende del tipo de deporte realizado (individual o colectivo) y del tipo de prueba realizada (15-30-60 segundos).

Cada uno de estos tipos de saltos mide una cualidad diferente de la fuerza explosiva, por lo que para que fueran fiables, Bosco diseñó un protocolo para cada tipo de salto (9), con las características indispensables para medir la cualidad de la fuerza explosiva para la que estaban diseñados.

La mejora en los microprocesadores (que permitían obtener medidas de la fuerza instantáneas a lo largo del salto y realizar múltiples cálculos matemáticos en el mismo tiempo), y su integración en un mismo sistema con las plataformas de contacto y las dinamométricas, ha permitido que para cada salto podamos obtener, de una forma rápida y precisa, el tiempo de vuelo y una secuencia temporal de la fuerza y, mediante un posterior análisis matemático, conseguir variables derivadas: como la potencia, velocidad, aceleración y fuerza relativa al peso corporal.

A modo de resumen, detallamos en la tabla tabla 1 los sistemas utilizados en los trabajos de investigación publicados durante los últimos 20 años, para la valoración de la fuerza desarrollada durante la ejecución de un salto vertical.

<i>TIPOS DE DISPOSITIVOS</i>	<i>Método de valoración del salto</i>	<i>MARCAS O MODELOS</i>
Pizarra, Pared	Diferencia entre dedo mano y marca en la pizarra/pared	Test de Sargent (con tiza o magnesia)
Cinturón de cadera	Estiramiento del cordón del cinturón	Jump MD, TKK 5106, Takei, Tokyo, Japan. Tendon Power Output Unit, Tendo Sports Machines, Trencin, Slovak Republic
Dispositivos de varillas	Altura de la varilla que no se toca	Yardstick (Swift Systems, Lismore, Australia). Vertec (Questtek Corp., Northridge, CA, USA). MX1 (MXP Sports, Reading, PA)
Plataformas de contacto	Tiempo de vuelo	Ergo Jump Bosco System, Italy. Ergojump, (Ergotester, Globus Italia, Codogne, Italy). CTM (SaltoBras, LABIN, Florianópolis-SC, Brazil) Axon Jump (Axon Bioingenaria Desportiva, BuenosAires, Argentina). Ergo jump Digitime 1000, Digest Finland Newtest Powertimer Testing System, Oulu, Finland. SmartJump, Fusion Sport, Australia. Sport Jump v 1.0. CTM. Just Jump (Probotics Inc., Huntsville, Alabama, USA).
Plataformas de infrarrojos	Tiempo de vuelo	Optojump®, Microgate, Bolzano, Italy.
Plataformas de fuerza	Doble integral de la fuerza	Quattro Jump, version 1.04 (Kistler Instrument AG, Winterthur, Switzerland). Dinascan (AthletJump, IBV, Valencia, España). AMTI OR6-5-1 (AMTI, Newton, MA). Bertec forcé. SG 9 (Advanced Mechanical Technology Inc., Massachusetts, USA). Isonet, JLML, Madrid, Spain 400 Series Performance Force Plate (Fitness Technology, Adelaide, Australia).
Acelerómetros	Aceleración del centro de masa durante el salto	Myotest®, Sion, Switzerland.

Tabla 1. Algunos tipos de dispositivos utilizados en los últimos 20 años en la literatura científica con marcas comerciales, y método del cálculo de la altura del salto.

A continuación podemos ver varios de estos dispositivos que se pueden comprar a través de internet.



Dispositivo de varillas Yardisk



Dispositivo de varillas Vertec



Dispositivo de Cinturón



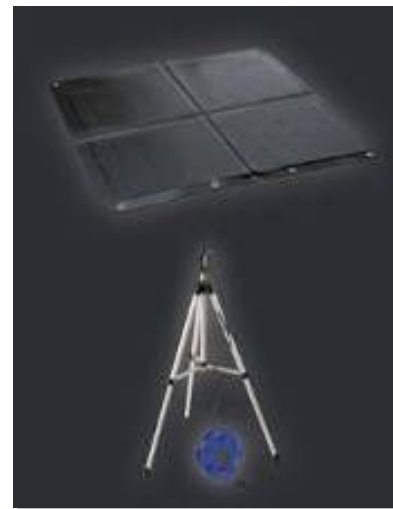
Plataforma de infrarrojos Optojump



Plataforma de fuerza Quatrojump



Plataforma de contacto Ergojump



Plataforma de contacto Newtest

Figura 11. Diferentes instrumentos para medir los saltos.

Las modernas plataformas de fuerza cuentan con sensores piezoeléctricos que se deforman con la presión que ejerce el sujeto mientras se sitúa sobre la plataforma, esta deformación es transformada en una señal eléctrica y ésta, a su vez es transformada en una señal digital a través del software de un ordenador. La principal ventaja de este método es que contamos con la posibilidad de medir, de forma continua y exacta, todas las fuerzas, concéntricas y excéntricas, que ejerce el sujeto sobre la plataforma, lo que no pueden conseguir las plataformas de contacto.

Las ventajas e inconvenientes de los diferentes sistemas de medición de las variables del salto vertical, en función de la sencillez de su uso, portabilidad, coste, fiabilidad, validez, exactitud y tipo de software utilizado, se resumen en la tabla tabla 2.

	Disp. de pared	Disp. de Varillas	Plat. contacto	Plat. infrarrojos	Plat. fuerza
Uso	+++	+++	++	++	+
Portátil	+++	+++	+++	+++	+/-
Económico	++++	+++	++	++	-
Fiabilidad	-	+	++	++	++++
Validez	-	+	++	++	++++
Exactitud	-	+	++	++	++++
Software	-	-	+	+	++++

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los diferentes dispositivos utilizados para valorar los saltos. El número de cruces indica la cuantía de la ventaja y el de las rayas la intensidad de la inconveniencia. Disp.: Dispositivo. Plat.: Plataforma

Por todo lo anteriormente expuesto, podemos afirmar que el dispositivo más exacto, válido y fiable para la valoración del salto vertical, son las plataformas de fuerza, que tan solo tienen el inconveniente del coste económico.

1.2. ESTADO ACTUAL DE LA VALORACIÓN DE LA FUERZA EXPLOSIVA.

Para una correcta valoración de la fuerza es importante el conocimiento de qué tipo y cualidad de la fuerza es la que determina, en mayor proporción, el rendimiento deportivo en la especialidad deportiva que se analiza. Por este motivo el conocimiento de los diferentes tipos de fuerzas que intervienen y la posibilidad de su medición, cobran gran importancia en la valoración funcional del deportista.

La fuerza es la expresión de la tensión muscular generada al realizar una contracción. Existen tres tipos distintos de contracción muscular, dependiendo del trabajo externo observado o de que la velocidad de ejecución permanezca constante en todo el movimiento, generaran los diferentes tipos de fuerza muscular conocidos:

- Isométrica : En este tipo de fuerza no se genera trabajo externo aunque el músculo produce contracción.

- Concéntrica, también denominada dinámica concéntrica, en la que durante la contracción se produce un trabajo externo en el que el músculo se acorta.

- Excéntrica, también denominada dinámica excéntrica, en la que durante la contracción se produce un trabajo externo en el que el músculo se alarga.

La fuerza denominada isocinética no existe en condiciones naturales, sólo aparece cuando se emplean máquinas, ya que éstas permiten que el músculo se contraiga a la misma velocidad en todo el rango de movimiento de la articulación, con unas características concéntricas o excéntricas.

Sin embargo, debemos considerar que en la mayoría de las acciones musculares deportivas no se produce un único tipo de contracción a lo largo de la ejecución de un gesto deportivo concreto. En el caso del salto generalmente se produce una contracción excéntrica, seguida de una contracción concéntrica explosiva y esta sucesión de fuerzas es conocida como ciclo estiramiento-acortamiento.

Por tanto, la valoración de los diferentes deportes, en los que el gesto deportivo determinante del rendimiento se caracteriza por el predominio del ciclo de estiramiento-acortamiento, y en el que la potencia de los músculos de las extremidades inferiores sea determinante, se realiza dicha evaluación a través de diferentes pruebas en las que el sujeto efectúa varios saltos de altura, con diferente método ejecución, de manera que podemos valorar, en cada uno de estos test, una cualidad distinta de la fuerza explosiva.

Tras revisar los estudios, publicados en los últimos 40 años, que han analizado los diferentes aspectos de la valoración de la fuerza explosiva de los miembros inferiores en deportistas, podemos afirmar que estos estudios presentan diferentes problemas metodológicos que detallamos a continuación:

1. Los diferentes autores han utilizado distintos tipos de dispositivos de valoración del salto, en función de diversas razones, tanto económicas como de facilidad de uso o por la lógica evolución tecnológica. Así se han utilizado en los últimos 20

años en los diferentes trabajos de investigación analizados desde pizarras o paredes para realizar el Salto de Sargent (18-27), aparatos con cinturón (Jump MD, Takey A5106, Tokio, Japan; (28-31) (Tendon Power Output Unit, Tendo Sports Machines, Trencin, Slovak Republic)(30) , dispositivos que utilizan varillas que hay que tocar con los dedos de la mano al final del salto vertical como los modelos Yardisk (Swift Systems, Lismore, Australia) (32-46) y Vertec (Questtek Corp., Northridge, CA, USA) (47-56), diversos tipos de plataforma de contacto (ergojump ergotester, ergojump bosco system, Newtest Powertimer Systems) (53, 57-117), plataformas de infrarrojos (Optojump, Microgate, Bolzano, Italy) (118-127) y diferentes plataforma dinamométricas (Kistler Instruments, Bertec forcé, Dinascan/IBV, AMTI) (49, 52, 124, 128-176).

Este hecho motiva, como consecuencia principal, que los resultados publicados por los diferentes autores, puedan ser difícilmente comparados entre sí, ya que la validez, exactitud y fiabilidad, de cada dispositivo son muy diferentes. Por estas circunstancias algunos autores han publicado trabajos en los que se comparan los resultados entre los distintos instrumentos de medición utilizados. Aunque en la mayoría de los estudios publicados se correlacionan bien las plataformas de contacto, de fotocélulas y de fuerza, existe discrepancia entre los resultados, ya que en algunas publicaciones que comparan la validez y fiabilidad de los saltos con estos dispositivos, la plataforma de contacto sobreestima (177, 178) los resultados respecto a la de fuerza, mientras que en otros trabajos los subestima (179-181), al igual que con las de infrarrojos (124). Los estudios en los que se analiza la correlación de los dispositivos de varillas (Modelo Vertec) con la plataforma de fuerza (179) y de contacto (182)

presentan valores más bajos que estos dos últimos dispositivos. Cuando para el análisis del salto se usan acelerómetros (myotest), los valores obtenidos son superiores a los alcanzados mediante la plataforma de fuerza según un estudio (124), y menores a los logrados si se utilizan las de contacto (182).

Sorprende en este sentido, que en los últimos cinco años se sigan publicando trabajos científicos (20, 28, 29, 32, 34, 35, 38-48, 51, 56, 183, 184), en los que se han utilizado dispositivos de medición que, pese a su bajo costo y fácil uso, presentan un gran error de medida, tales como el test de Sargent y los dispositivos con varillas.

2. Han sido publicados estudios en los que se analiza el rendimiento de la fuerza explosiva en algún deporte concreto, proporcionándose datos de referencia sólo para dicho deporte y, como mucho, comparando con algún deporte similar (9, 185, 186). Por este motivo, existe una carencia de valores comparativos entre los diversos deportes, respecto a las diferentes características de la valoración de la fuerza explosiva.
3. Son muy escasos los trabajos que muestran datos referentes a todas las cualidades de la fuerza explosiva, ya que es infrecuente la realización de la batería completa de test de salto en la metodología de un mismo trabajo de investigación. Esta es una de las causas por la que en dos trabajos de revisión (187, 188) se obtienen diferentes resultados en los saltos obtenidos en diferentes estudios en un mismo deporte. Lo habitual es que el estudio se realice generalmente con uno o dos tipos de salto en cada individuo estudiado, siendo muy pocos los trabajos que estudian o comunican datos de referencia

correspondientes a los test del salto en caída y de saltos continuos (9, 185), y menos los estudios que proporcionan estos datos relacionando varios deportes.

4. Existe una carencia de datos de referencia de las diferentes variables que se pueden obtener para la valoración de la fuerza explosiva de los miembros inferiores, ello es debido a no haberse realizado suficientes estudios en todos los deportes con plataformas dinamométricas. Esto motiva que, a la hora de valorar los resultados de un test de salto, en determinados deportes no se tenga una referencia con la que comparar los resultados de muchas de las variables obtenidas. Algo parecido ocurre en algunos deportes al valorar la diferencia entre sexos ya que en muchos de ellos no existen referencias para los dos sexos.
5. Una deficiencia encontrada en algunos trabajos publicados es que no se detalla el dispositivo utilizado (189) para la medición de la fuerza. Así existen, sobre todo trabajos de revisión en los que se ofrecen resultados de altura de los saltos (190, 191), pero no los dispositivos utilizados en cada trabajo; y en otras ocasiones hay publicaciones en las que se estudia el efecto del entrenamiento sobre la fuerza explosiva (189, 192), y no refieren el o los dispositivos utilizados.

Existen dos trabajos de revisión (187, 188) en los que se menciona que, entre las causas de la diferencia encontrada en la altura de los saltos en los distintos trabajos revisados, se encuentran los diferentes dispositivos utilizados.

6. Otro error metodológico frecuente, en los trabajos que hemos analizado, es que no se detalla el momento de la temporada en el que se realiza el test. Esta omisión determina que sea muy difícil la comparación de los resultados de los

test de diferentes trabajos ya que, como es lógico, no se pueden comparar los resultados obtenidos en pruebas realizadas al principio de la temporada, momento en que los resultados de la fuerza son bajos al no haberla entrenado, con los obtenidos al final de la misma, momento en el que los datos lógicamente son mejores al haberse adaptado el sujeto al entrenamiento de la fuerza. Esto se ha analizado en diferentes estudios en los se ha encontrado una mejora del salto (25, 28, 54) durante la temporada, excepto en una investigación (130) en la que no hubo ningún cambio significativo en la batería de saltos realizada (SJ, CMJ, AB y SC de 15 segundos), aunque los trabajos se han realizado con diferentes dispositivos.

7. Otra dificultad, para la interpretación y comparación de los datos de los estudios publicados, es el nivel deportivo de los sujetos estudiados en las diferentes investigaciones. Así, existen publicaciones que :
 - a) Realizan el estudio en sujetos sanos no deportistas (76, 145, 147, 149, 152, 177, 179-183, 193, 194).
 - b) Refieren el estudio en deportistas universitario de alto nivel (20, 22, 23).
 - c) Existen trabajos realizados estudiando deportistas de alto nivel, pero han sido llevados a cabo con sujetos de diferentes categorías (juvenil, senior, regional, nacional e internacional). Todo ello origina una gran dificultad a la hora de tener resultados de referencia en deportistas de distintos deportes y categorías.
8. Otro problema que nos podemos encontrar es que, aunque diversos autores han analizado la fiabilidad y la validez de los diferentes instrumentos utilizados en

la valoración de la fuerza, los trabajos publicados no analizan todas las variables y todos los tipos de salto, ni todas las cualidades de la fuerza explosiva.

9. Otra deficiencia, frecuente en los trabajos analizados, es que no se define de forma detallada el protocolo de saltos realizado, no especificando correctamente el calentamiento realizado previo a la ejecución de los test, el descanso anterior al test respecto a pruebas o competiciones en los días previos, el número de saltos realizado de cada prueba, qué resultados se seleccionan para el estudio (si el máximo o la media de todos los saltos ejecutados por el sujeto), el orden en la realización de los saltos y el descanso entre cada tipo de salto. Además, en la mayoría de las publicaciones analizadas, se estudia el nivel de fuerza explosiva mediante la realización de un sólo tipo de salto, generalmente un CMJ, con lo que se dificulta la obtención de referencias en un deporte concreto para cada uno de los diferentes test de salto, y más, si también hay diferencias en el dispositivo de análisis utilizado.
10. Otro tipo de estudios analizan el efecto de un determinado tipo de entrenamiento de la fuerza explosiva (pliométrico, concéntrico o excéntrico) sobre alguna cualidad de la fuerza explosiva. De este tipo de estudios difícilmente se pueden obtener valores de referencia, dada la metodología utilizada, pues cual podría ser el valor de referencia : el previo o el posterior al entrenamiento realizado.
11. El tamaño muestral es otra deficiencia que limita la representatividad de los resultados de los estudios publicados para una población deportista concreta. La mayoría de los trabajos utilizan una población menor de cien sujetos. Sólo hemos encontrado trece publicaciones con un tamaño muestral mayor de 200

sujetos, y sólo seis con más de 400 deportistas. El estudio con mayor tamaño muestral, de los que hemos encontrado antes del año 2012, y que utiliza como dispositivo la plataforma dinamométrica para valorar el salto fue realizado con un grupo de 138 deportistas (148), aunque en el pasado mes de marzo se publicó uno sobre 939 futbolistas durante 15 años (170).

12. Por último, existen muy pocas publicaciones que analicen, en cada salto, más de dos variables de la fuerza explosiva, en la mayoría de los estudios las variables analizadas son la elevación de la altura del salto y la potencia. Esta limitación es debida a que generalmente estos datos sólo pueden obtenerse mediante el uso de plataformas de fuerza, que cuenten con un software que mida varias variables durante la realización del salto.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.

La hipótesis principal planteada será :

Ante la falta de datos de referencias de las variables analizadas en los diferentes test de salto para cada deporte por separado, y ante los problemas metodológicos para comparar las referencias encontradas, la utilización de una distribución de percentiles obtenida a partir de una muestra amplia de diferentes deportes, puede ser de utilidad en la interpretación de los resultados de los test de salto en deportistas. Con esta distribución por percentiles, cada deporte quedaría caracterizado en función de su posición relativa en esa distribución de percentiles.

Como hipótesis secundarias tendremos :

1º La obtención de diversas variables de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores en diferentes deportes, durante la realización de los saltos, permitirá tener valores de referencia y analizar si existen diferencias entre ellos.

2º La obtención de variables de la fuerza explosiva durante los saltos deberá proporcionarnos la existencia de distintos patrones de rendimiento en los deportes que predomine la fuerza explosiva.

3° El análisis de las variables obtenidas en los perfiles de cada deporte deberá mostrarnos cuáles son útiles, y cuales no, para discernir en el rendimiento entre los deportes.

Objetivos de la Tesis

El objetivo principal será obtener datos de referencia de las variables de los diferentes tipos de saltos, sin diferenciar deportes, en una plataforma dinamométrica (PD) en forma de percentiles por sexo, de forma que se pueda realizar una valoración individual de cada deportista siguiendo la tabla de percentiles y no en base al deporte que practica. De esta forma podremos analizar cualquier deportista independientemente del deporte que practica, y de si tenemos o no valores de referencia para dicho deporte.

Como objetivos secundarios tendremos :

1º Describir los distintos patrones de rendimiento en los deportes que predomine la fuerza explosiva.

2º Averiguar qué variables obtenidas en los perfiles de rendimiento son útiles para discernir en el rendimiento entre deportes y cuales no.

3º Realizar una medición y el análisis de diversos parámetros de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores en diferentes deportes para averiguar que deportes se diferencian de los demás.

4º Averiguar qué deportes presentan un mayor rendimiento y cuales el peor según la tabla de percentiles.

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La tesis se ha desarrollado en 5 fases :

FASE 1ª. Se realizó una búsqueda bibliográfica extensa en las diversas fuentes de información, tanto en Internet como en Centros de documentación de los diferentes organismos públicos y privados. Se ha efectuado un estudio detallado de todos los artículos encontrados, prestando especial atención a los publicados posteriormente al año 2000, intentando analizar qué se ha hecho hasta hoy en los test de salto, y en particular, sobre la valoración de la fuerza explosiva en los deportes estudiados en nuestro trabajo.

FASE 2ª. Se ejecutaron todos los tests de saltos, siguiendo el protocolo descrito en el anterior apartado, descartando los que no cumplieron los criterios de inclusión por deporte y protocolo.

FASE 3ª. Se tabularon los resultados de cada tipo de salto por deportes y por sexo. Posteriormente, se analizaron todos los resultados estadísticamente para estudiar las diferencias entre ellos, y averiguar qué variables son las que distinguen unos deportes de otros, y por último, se examinaron los patrones de rendimiento de cada tipo de salto.

FASE 4ª. A partir de todos los resultados obtenidos, tabulados según el sexo, se elaboraron tablas de percentiles de todas las variables analizadas en cada tipo de salto, independientemente del deporte que se analizara.

FASE 5ª. En la última fase se realizó la discusión de los resultados para, por último, sacar las conclusiones finales de este trabajo de investigación.

3.2. SUJETOS

Para este trabajo hemos analizado los datos de un total de 817 deportistas que habían acudido al Centro Andaluz de Medicina del Deporte de Sevilla (CAMD) para ser sometidos a un reconocimiento médico-deportivo de aptitud junto con una evaluación del rendimiento, que incluía valoración de la fuerza mediante tests de salto desde junio de 2007 hasta junio de 2012. De esa muestra se descartaron todos los sujetos que tuvieran alguna enfermedad que afectara al rendimiento deportivo (46 con síndrome de Down) o que practicaran deportes en los que la fuerza no fuera un factor determinante para el rendimiento deportivo (7 deportistas de motociclismo y dos de natación).

La muestra final en este estudio ha estado formada por un total de 760 sujetos de 12 deportes, 555 hombres (22.41 ± 5.66 años) y 205 mujeres (18.98 ± 7.94 años). Todos los deportes analizados cuentan con deportistas de ambos sexos, salvo el balonmano que no cuenta con varones, y el rugby que carece de mujeres, debido a que en estos dos deportes no acudieron deportistas, del sexo correspondiente, a reconocimiento o valoración funcional al CAMD. Respecto al atletismo, sólo se han analizado las modalidades deportivas de

velocidad, saltos y lanzamientos, al ser las únicas en las que la fuerza es un factor determinante en el rendimiento del sujeto.

Los sujetos valorados han sido deportistas de rendimiento medio-alto pertenecientes a las distintas Federaciones Deportivas Andaluzas, a los diferentes Centros de Tecnificación Deportiva de la Comunidad Andaluza, y a diversos Clubes Profesionales de algunos deportes, que son atendidos de forma habitual en el Centro Andaluz de Medicina del Deporte de Sevilla. Para ello se ha contado con la colaboración plena de las diferentes Federaciones deportivas, Clubes Profesionales y de la Dirección General de Planificación y Promoción del Deporte de la Consejería de Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía.

Desde un punto de vista bioético, todos los sujetos fueron informados verbalmente de los objetivos y tests de estudio, y dieron su consentimiento por escrito para participar en el mismo. La metodología de esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética del Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

Todos los sujetos fueron sometidos a un examen médico general y del aparato locomotor para valorar la idoneidad de la pertenencia a la población del estudio. Se ha descartado cualquier deportista que padeciera alguna patología músculo-ligamentosa que le impidiera realizar los saltos con la técnica adecuada que posteriormente se precisará.

3.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Todos los sujetos han sido tallados con un tallímetro de la marca Año Sayo (Atlántida) que presenta una precisión de un milímetro (Barcelona, España).

Para la obtención de las variables de la fuerza se ha utilizado una plataforma dinamométrica Dinascan (AthletJump, IBV, Valencia, España) (figura 14), que tiene un tamaño 800 x 800 mm de área activa, incrementada por un área inactiva de 400 mm de anchura en toda su periferia. Es una plataforma que posee 4 captadores de fuerza de tipo extensiométrico, uno en cada esquina, que presentan las siguientes características : una precisión mejor o igual que el 2% de la medida o un 0,15% del rango, un rango de medidas de fuerza en el eje vertical de hasta 150000 Newton y en el eje horizontal de hasta 2000 Newton, y una frecuencia de muestreo de 1000 hertzios. Utiliza un software denominado "AthletJump" (Instituto de Biomecánica de Valencia, España) para la obtención de las diferentes variables posteriormente descritas y para el análisis de la fuerza medida.



Figura 12 . Plataforma dinamométrica Dinascan (AthletJump, IBV, Valencia, España)

Este dispositivo al presentar una frecuencia de adquisición de 1000 hertzios, adquiere 1000 datos de fuerza en los ejes vertical (Z), anteroposterior y medio-lateral por segundo, sin embargo, para el análisis de la fuerza explosiva sólo se ha valorado la fuerza ejercida en el plano vertical Z, al ser el plano en el que se ejerce dicha fuerza. A partir de los datos dinamométricos, calcula la aceleración al dividir la fuerza registrada por el tiempo en que se

adquiere esta variable. Posteriormente, calcula la velocidad vertical al realizar la integración de la aceleración respecto al tiempo. Por último, calcula la altura del salto integrando la velocidad respecto al tiempo. La potencia vertical la halla al multiplicar la fuerza vertical por la velocidad en que se logra. En resumen, la plataforma va a mostrar 1000 datos de fuerza, aceleración, velocidad, y potencia en cada segundo, por lo que el software muestra una curva de registro de cada variable analizada.

3. 4. PROCEDIMIENTO

Todos los sujetos realizaron el mismo tipo de calentamiento :

- a) 5 minutos de pedaleo en un cicloergómetro de freno electro-magnético modelo Ergoline 900 (Ergometrics, Alemania) a una intensidad de 50 vatios y una frecuencia media de 60 – 70 revoluciones por minuto.
- b) Posteriormente realizaron una serie de 10 saltos flexionando las rodillas y 10 saltos de tobillo sin flexionarlas.

A continuación todos los deportistas ejecutaron todos los saltos individuales seguidos, con un descanso de un minuto entre cada repetición.

Cada deportista realizó entre 2 y 8 saltos de cada tipo individual, y se escogió el de mayor altura siempre que técnicamente haya cumplido todos los requisitos metodológicos ya enumerados anteriormente. Si hay más de 3 centímetros de diferencia entre dos saltos se realiza otro, hasta conseguir que sea menos de esa diferencia y entonces se escoge el mayor.

Se realizan más de dos saltos para que haya fiabilidad y menos de 8 porque se considera que a partir de esa repetición la fatiga muscular impide un desempeño máximo del sujeto (16).

Por último, realizaron los saltos continuos, dejando un periodo de 2 a 3 minutos después del último salto individual.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LOS TESTS DE SALTO.

El protocolo de saltos realizado por los deportistas ha seguido las mismas características de ejecución de cada tipo de salto del protocolo original diseñado por Bosco (Bosco C, 1991, 1992 y 1994) para valoración de la fuerza explosiva, y que son los siguientes:

1. Squat jump (SJ) o salto sin contramovimiento (figura 9, página 28). El sujeto parte de una posición inicial erguida, con las manos en las caderas, rodillas flexionadas 90 grados y el tronco recto (posición de partida), realiza una extensión explosiva de las rodillas, con intensidad máxima sin soltar las manos de las caderas y manteniendo el tronco recto. El salto termina con el sujeto quieto en posición erecta, de lo contrario el software no valora el salto.

Para que los resultados sean válidos es imprescindible que no se cometan tres errores frecuentes : soltar las manos de las caderas, saltar realizando pre-estiramiento de los cuádriceps (contramovimiento previo al salto) y flexionar el tronco durante el salto, ya que con ello se añadiría respectivamente la fuerza realizada por las manos y brazos, la activación del componente elástico del músculo

o la fuerza de los músculos del tronco incrementándose los valores de la fuerza. El pre-estiramiento es controlado por el software de la plataforma dinamométrica, no permitiendo ningún salto en el que se haya producido una disminución mayor del 10% de la fuerza vertical previa (es decir, del peso corporal) al inicio del salto. Las otras dos fuentes de errores son controladas por el mismo observador, no permitiendo ningún salto que las incumpla.

Durante su realización se produce una contracción dinámica concéntrica explosiva de las fibras musculares del cuádriceps, por lo que este tipo de salto sólo refleja el comportamiento del componente muscular, y por tanto valora la fuerza máxima explosiva concéntrica de los músculos cuádriceps (16).

2. Countermovement (CMJ) o salto con contramovimiento (figura 10, página 29). Partiendo de una posición erecta inicial con las manos en la cadera, el sujeto realiza una flexión de 90° de las rodillas seguida de una extensión explosiva de las mismas, manteniendo el tronco recto sin soltar las manos de la cadera. El deportista termina el salto en posición erecta y quieto, de lo contrario el software no valora el salto. En este tipo de salto se activan los componentes musculares y elásticos por lo que a la fuerza desarrollada por las fibras musculares se debe añadir la del componente elástico y del reflejo de estiramiento muscular de los cuádriceps. Debido a esto el CMJ valorará la fuerza máxima elástico-explosiva de los músculos ejercitados.

La diferencia en la altura obtenida entre el SJ y el CMJ se debe a la participación del componente elástico, según la mayoría de los estudios (16, 195, 196), aunque actualmente hay autores que piensan que también se debe a que el momento de

fuerza es mayor en el CMJ (197, 198), ya que es mayor la fuerza generada y la activación muscular, y a que podría producirse un incremento del reflejo de estiramiento en el CMJ aunque tampoco está demostrado. Al igual que el SJ su fiabilidad y su correlación con la velocidad de carrera son muy altas (16, 199).

De todas las variables que se pueden medir con las plataformas de fuerza es el pico de potencia positivo el que tiene una mayor correlación con la altura del salto (16, 193).

3. Abalakov (AB) o salto ayudado con las extremidades superiores (figura 11, página 30). El sujeto parte de una posición erecta con las manos libres hacia delante y ejecuta una flexión de 90° seguida de una extensión brusca de las rodillas, técnica similar a la del CMJ, intentando con los brazos tocar el techo de la sala sin flexionar el tronco. El salto termina cuando el sujeto se encuentra quieto en posición erecta con brazos a lo largo del tronco.

Al ser una técnica similar al CMJ, pero utilizando los brazos, el sujeto aprovecha la fuerza del impulso de los miembros superiores. Debido a la forma de ejecución, este salto evalúa también la fuerza máxima elástico-explosiva de los cuádriceps más la coordinación entre miembros superiores e inferiores (16).

4. Drop jump (DJ) o salto desde diferentes alturas (figura 12, página 30). Aunque este tipo de salto se puede realizar desde varias alturas solo hemos realizado el de 40 centímetros, por dos motivos, el primero debido a que los saltos realizados desde una altura inferior no permiten, frecuentemente, desarrollar al sujeto una ejecución de este tipo de salto con una técnica correcta, y el segundo, es que ante saltos desde una altura superior la mayoría de los deportistas tienen miedo a

lesionarse y suelen negarse a realizarlo. El sujeto se sitúa en un banco de 40 centímetros de altura en posición erecta con las manos en la cadera. Desde esa posición el sujeto se deja caer adelantando un pie o los dos, cayendo sobre la plataforma con ambos pies al mismo tiempo, y realiza un salto con intensidad máxima y explosiva sin soltar las manos de las caderas y flexionando las rodillas lo mínimo, debiendo ser el tiempo de contacto con la plataforma lo más breve posible.

Para evitar que el sujeto haga una flexión de las rodillas en el salto y, así evitar la suma de la acción de los músculos cuádriceps a la de los gemelos, hemos desechado todos los saltos en los que se produjera un descenso del centro de gravedad superior a 10 centímetros.

Este tipo de salto valora todo el ciclo estiramiento-acortamiento, el reflejo miotático y el de estiramiento, y la fuerza reactiva. El mejor DJ presenta una elevada correlación con la velocidad máxima en carrera (16).

5. Saltos continuos (SC). Partiendo de una posición erecta con las manos en las caderas, los sujetos ejecutan saltos sucesivos y máximos de tipo CMJ durante 15 ó 30 segundos, según el tipo de deporte practicado, como se puede ver en la tabla 3. Todos los saltos son realizados con la máxima intensidad, intentando flexionar la rodilla unos 90° y a un ritmo de un salto por segundo, para ello el investigador estimula verbalmente al sujeto y le impone el ritmo. Se le ha pedido a cada deportista la realización previa de 3 ó 4 saltos seguidos, para corregir los defectos de flexión de rodillas o de tronco o de ritmo. Si el deportista no mantiene una flexión aproximada de 90° en los primeros 5 saltos se detiene la ejecución de este tipo de salto, descansa un minuto, y procede a volverlo a realizar.

En la tabla de saltos por deporte se puede observar que los tests realizados por los futbolistas sólo efectúan DJ los porteros, y estos mismos junto a los porteros de fútbol sala ejecutan los SC de 15 segundos, mientras los demás sujetos de este deporte realizan SC de 30 segundos. La causa es que los porteros de fútbol sala y fútbol no necesitan realizar un esfuerzo mayor de 15 segundos porque en la práctica de su deporte no efectúan un esfuerzo de mayor duración, mientras que en las restantes demarcaciones sí, y además, de esta manera se puede valorar con mayor claridad la fatiga muscular al ser el test de mayor duración.

Hay que tener en cuenta en el protocolo de ejecución de estos tests, que existen unos factores extrínsecos que afectan al propio test, así los resultados de cada evaluación van a depender, al igual que en cualquier test científico, de la validez y sensibilidad del test, de la calibración del instrumento utilizado, de la fiabilidad de los datos medidos, del calentamiento previo, de la temperatura, de la hora, del carácter de cada deportista, del conocimiento del test y del entrenamiento de los días previos. Por todo ello hay que realizar un protocolo de test que tenga en cuenta todos estos factores y así :

- Sabemos por diferentes publicaciones (16, 185, 200) que estos test de saltos son válidos para valorar la fuerza explosiva de los deportistas.
- Todos los deportistas han realizado el mismo tipo de calentamiento.
- Se controla la temperatura y humedad del laboratorio. Realizándose los saltos por la mañana, y siempre antes de la prueba de esfuerzo, si la van a realizar.
- Se le estimula al sujeto para que realice el mayor esfuerzo antes y durante el test.

- Se le explica oral y visualmente, realizando el testador los saltos para que el deportista los visualice, posteriormente se invita al deportista a que los realice dos o tres veces corrigiéndole el testador los defectos de la ejecución.
- Un criterio de exclusión es que han tenido competición o un fuerte entrenamiento el día anterior de la prueba.

Además, es fundamental que el ejercicio realizado en el test reproduzca lo más posible el gesto deportivo practicado por el deportista a analizar, de forma que los músculos

PROTOCOLO DE SALTOS POR DEPORTE						
	SJ	CMJ	AB	DJ	SC-15s	SC-30s
Atletismo	X	X	X	X	X	
Bádminton	X	X	X	X		X
Baloncesto	X	X	X	X	X	
Balonmano	X	X	X	X		X
Fútbol	X	X	X	Porteros	Porteros	X
Fútbol Sala	X	X	X	X	Porteros	X
Gimnasia	X	X	X	X	X	
Lucha	X	X	X	X		X
Pádel	X	X	X	X		X
Rugby	X	X	X			X
Tenis	X	X	X	X		X
Voleibol	X	X	X	X	X	

Tabla 3. Tipos de saltos realizados en cada deporte. Los porteros de fútbol fueron los únicos futbolistas que realizaron DJ y SC de 15 segundos, y los de fútbol-sala, los únicos que ejecutaron SC de 15 segundos.

implicados y los factores condicionantes del movimiento, la velocidad y el tiempo de ejecución de la prueba sean lo más semejante al movimiento característico de cada deporte. Así los tipos de saltos realizados en cada deporte se reflejan en la tabla 3.

Como consecuencia de la repetición de los saltos el músculo irá fatigándose y, debido a ello, se producirá una disminución progresiva de la fuerza muscular de las extremidades inferiores, descendiendo por ello, la altura de los últimos saltos; por esto valorará la resistencia muscular a la fuerza (resistencia a la fuerza rápida) y el metabolismo anaeróbico láctico. La valoración de la fatiga muscular depende del tipo de deporte realizado (individual o colectivo), del tipo de prueba realizada (15 ó 30 segundos) y de la intensidad demostrada durante la realización del test.

Se considerará que el sujeto ha realizado el test con una intensidad máxima cuando la relación entre la media de la altura de los tres o cinco primeros saltos y la del CMJ es superior al 95 y 90% según se el test de 15 y de 30 segundos respectivamente.

Si la intensidad ha sido máxima, la resistencia a la fuerza rápida o fatiga muscular se valorará como el cociente entre la altura media de los últimos 3 ó 5 saltos y la de los 3 ó 5 primeros saltos, según sea el test de 15 o de 30 segundos respectivamente. Dicho cociente es expresado en porcentaje, e indica la intensidad de la fuerza que aún tiene el sujeto al finalizar el test.

Si la intensidad del test es inferior al 90%, la fatiga muscular se calcula por el cociente entre la altura media del test y la máxima conseguida en el CMJ, expresado en porcentaje.

Siempre que la intensidad ejercida durante el test sea máxima es más válido medir el índice de fatiga calculado entre los últimos y primeros saltos (16).

3.6. VARIABLES DE ESTUDIO.

Las variables que se obtienen en los diferentes tipos de saltos son los siguientes:

1. **Potencia Máxima Relativa (PMR) (W/kg):** Es la máxima potencia instantánea calculada como el producto de la fuerza por la velocidad en el eje vertical expresada en relación al peso corporal.
2. **Fuerza Máxima Relativa (FMR) (N/kg):** Es el valor máximo de la fuerza instantánea en el eje vertical durante la ejecución de una prueba en relación al peso corporal.
3. **Altura Máxima (AM) (cm) :** Es la máxima distancia alcanzada por el deportista durante la ejecución del salto en el eje vertical. Se calcula por el método matemático de doble integración del registro de fuerza.
4. **Índice de simetría (IS) (%):** Mide el desplazamiento del centro de presiones tras el salto una vez realizado el cálculo del centro de presiones del sujeto antes de ejecutar el mismo. Se expresa en porcentaje respecto al centro de presiones inicial. Es un indicador de la simetría del salto.
5. **Índice de explosividad (IE) (N/s):** Es el valor máximo de la fuerza instantánea en el eje vertical relativo al tiempo necesario para su expresión. Se calcula como el valor de la máxima derivada de la fuerza vertical respecto al tiempo.

6. Impulso efectivo relativo (IER) (N/s/kg): Es la fuerza ejercida verticalmente por unidad de tiempo y relativa al peso corporal. Se calcula como el área encerrada

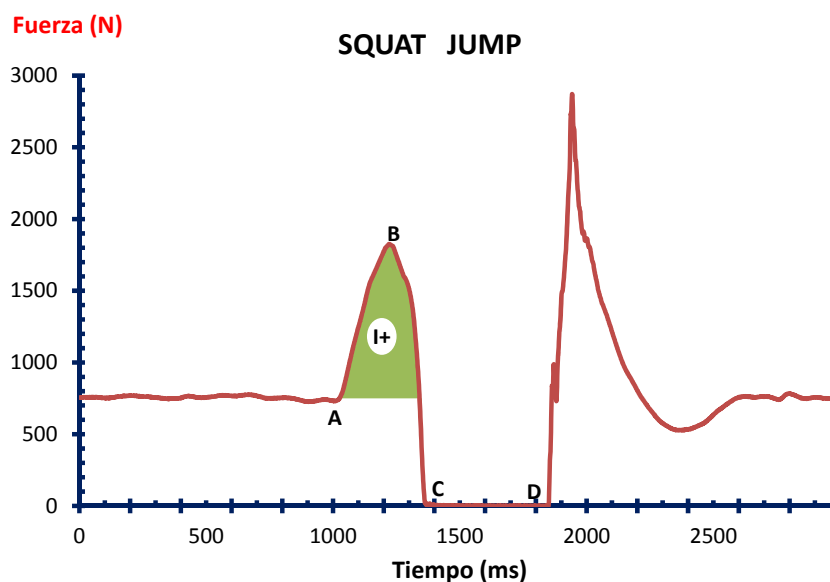


Figura 15. Registro de la Fuerza durante un salto SJ. A. Inicio del salto, B. Pico de Fuerza máxima, C. Instante del inicio del vuelo durante el salto y D. Instante del aterrizaje del sujeto sobre la plataforma. I+. Impulso efectivo.

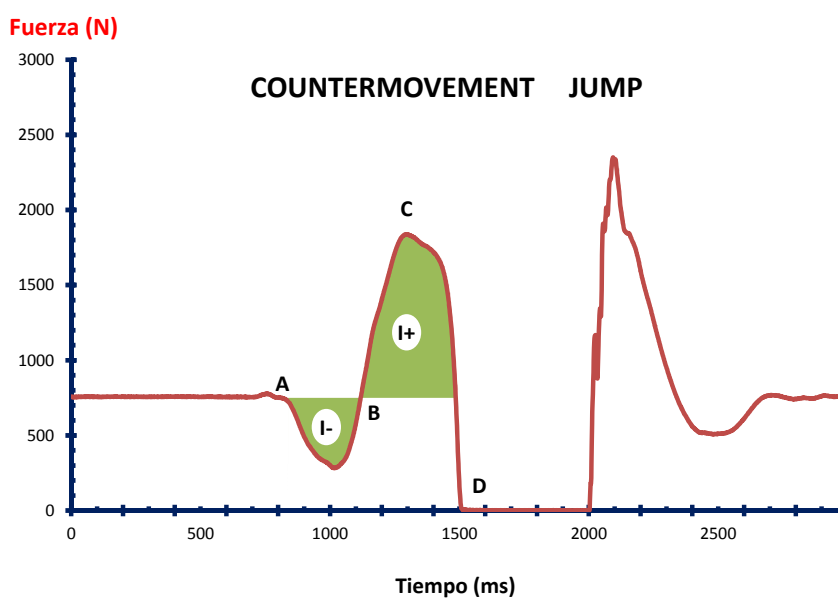


Figura 16. Registro de la Fuerza durante un salto CMJ. A. Inicio del salto, B. Punto en que la fuerza es el peso del sujeto y el impulso es cero, C. Pico de Fuerza máxima, D. Instante del inicio del vuelo durante el salto. I-. Impulso efectivo negativo, y I+. Impulso efectivo positivo.

entre el peso del sujeto y la curva de los valores de fuerza vertical, entre los instantes de inicio del movimiento (en el salto SJ: punto "A" de la figura 15) o contra-movimiento (en los saltos CMJ y AB: punto "A" de la figura 16) y del inicio del despegue del sujeto de la plataforma (punto C de la figura 15 y punto D de la figura 16). En los saltos del tipo CMJ y AB el impulso efectivo real es la diferencia entre los impulsos positivo (área I+ de la figura 16) y negativo (área I- de la misma figura), calculados ambos como el área entre el peso y la curva de fuerza desde el inicio del contramovimiento hasta el inicio del despegue, como se muestra en las figuras 15 y 16.

7. Tiempo de ejecución del Salto (Tej) (ms): Es el periodo de tiempo que transcurre desde el inicio del movimiento hasta que el deportista despegue en el momento de

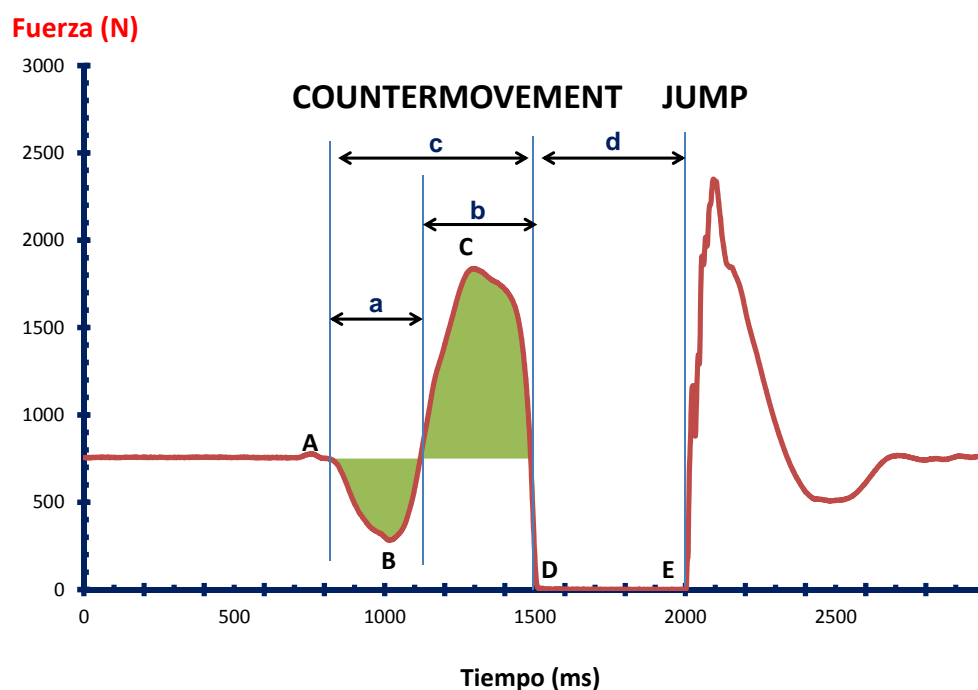


Figura 17 . Tiempos medidos durante el registro de la Fuerza durante un salto CMJ.
A. Inicio del salto, B. Punto en que la la Fuerza es más negativa durante la fase excéntrica del salto, C. Pico de Fuerza máxima, D. Instante del inicio del vuelo durante el salto, E. Instante del aterrizaje después del salto. Intervalos: "a" o tiempo de contracción excéntrica, "b" o duración de la Fuerza positiva, "c" o tiempo de ejecución del salto y "d" o tiempo de vuelo.

la batida. En la figura 17 está dibujado este intervalo con la letra “c”.

8. Capacidad elástica o Índice de elasticidad (CE) (%). Es un indicador de la fuerza vertical elástica ejercida por todos los componentes elásticos musculares : fibras elásticas, tejido conectivo, vainas y tendones, incluidas las propias fibras musculares. Se calcula como la diferencia entre la altura del CMJ y del SJ expresada en porcentaje.
9. Tiempo de contracción excéntrica (Tex) (ms): Es el periodo de tiempo que transcurre desde que el deportista inicia el contra-movimiento hasta que alcanza la posición más baja en los saltos CMJ y AB. En la figura 17 está señalado con la letra “a”.
10. Utilización de los brazos (UB) (%): Es un indicador de la contribución de los brazos a la fuerza realizada durante el salto denominado Abalakov. Se calcula como la diferencia entre la altura del AB y del CMJ expresada en porcentaje. El AB es un salto cuya técnica de ejecución es similar al CMJ, pero empleando los brazos, por eso se considera la diferencia de altura entre los dos saltos un indicador del grado de utilización y de coordinación de los miembros inferiores respecto los superiores.
11. Índice de reactividad (IR) (mm/ms): Es el cociente entre la altura alcanzada y el tiempo de contacto del sujeto en el suelo antes de despegar del suelo y es un indicador de la reactividad de los músculos gemelos siempre que no flexione los músculos cuádriceps.
12. Número de saltos (NS): Es la cantidad de saltos realizados en la medición de la prueba de Saltos Continuos (SC).

13. Altura media (AMe) (cm) : Es el promedio de las alturas máximas alcanzadas en cada uno de los saltos realizados durante la prueba de Saltos Continuos.
14. Intensidad (Int.) (%): Es un indicador de la intensidad máxima que el sujeto desempeña en la realización de los SC. Se calcula como la relación entre la media de las alturas máximas de los 3-5 primeros saltos (dependiendo de si el test es de 15 ó de 30 saltos) y la alcanzada en el CMJ, expresada en porcentaje respecto a esta última.
15. Índice de Resistencia de la Fuerza Rápida ó índice de fatiga (IF) (%): Es un indicador de la capacidad que tiene el sujeto para mantener la fuerza o la altura máxima inicial a lo largo de todo el tiempo que duran los SC. Si la intensidad de la prueba ha sido máxima se calcula como la relación entre el promedio de la altura de los últimos 3 ó 5 saltos y de los primeros 3 ó 5 saltos dependiendo de si el test es de 15 o de 30 segundos respectivamente, y expresada en porcentaje en la prueba de SC. Si la intensidad es menor del 95% o del 90% según sea el test de 15 ó 30 segundos respectivamente, se obtiene como el cociente entre la AMe y la AM del CMJ. Este porcentaje es un indicador de la proporción de fuerza que el sujeto ha mantenido al final de los saltos continuos, y no el déficit de fuerza que le queda.

En la tabla 4 podemos observar las variables que se calculan en cada tipo de salto, ya que en cada uno los parámetros analizados son diferentes dependiendo de la ejecución que se realiza y de la cualidad de la fuerza que se valora.

VARIABLES	TIPO DE SALTO				
	SJ	CMJ	AB	DJ	RJ
Potencia Máxima (W/kg)	X	X	X	X	
Fuerza Máxima (N/kg)	X	X	X	X	
Altura Máxima (cm)	X	X	X	X	
Déficit de simetría (%)	X	X	X		
Índice de explosividad (N/s)	X	X	X		
Impulso mecánico (vertical) (N/s/kg)	X	X	X		
Tiempo de ejecución del Salto (ms)	X	X	X	X	
Capacidad elástica o Índice de elasticidad (%)		X			
Tiempo de Contracción excéntrica (s)		X	X		
Acción de los brazos (%)			X		
Número de saltos (N)					X
Altura media (cm)					X
Intensidad (%)					X
Índice de Resistencia ó Índice de Altura (%)					X

Tabla 4. Parámetros analizados en cada tipo de salto evaluado.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

A nivel estadístico se han realizado los siguientes pasos :

1. Descripción de la muestra analizada, tanto total como por sexo, y posteriormente por deporte y sexo.
2. Análisis de la normalidad de las distribuciones mediante el test de Kolmogorov-Smirnov ya que el número de casos valorados son más de 50.
3. Análisis de la igualdad de las varianzas mediante el test de Levene. Si p es mayor que 0.05 se acepta la hipótesis nula de las “varianzas son iguales”, pero si p es menor de 0.05 se acepta la hipótesis alternativa de las “varianzas son desiguales”.
4. Como prueba de contraste de hipótesis se ha utilizado un ANOVA para todas aquellas distribuciones normales, y un test de Kruskal-Wallis si no cumple los criterios de normalidad, como prueba de contraste no paramétrica para $K > 2$ distribuciones independientes. Con ello identificaremos qué variables en cada salto difieren entre los distintos deportes evaluados.
5. Ejecución del test de Bonferroni como pruebas “post hoc” para analizar qué deportes se diferencian de los demás. Se valora una significación $p < 0.05$. Se han valorado para la construcción de perfiles de rendimiento aquellos deportes que presentan diferencias significativas con 5 ó más.
6. Realización de una distribución por percentiles, clasificada por sexo, de todas las variables analizadas en los saltos realizados, sin tener en cuenta el deporte practicado por el sujeto.

7. El tratamiento de todos los datos se han realizado mediante el paquete estadístico SPSS para Windows versión 15.0.

4. RESULTADOS

4. RESULTADOS

La muestra final estuvo formada por 760 deportistas pertenecientes a 12 disciplinas deportivas, teniendo en cuenta que en varones no hicimos ningún test en balonmano y en mujeres faltó por analizar jugadoras de rugby. Las diferentes modalidades deportivas de atletismo analizadas eran las de velocidad, saltos y lanzamientos.

A continuación se presentan las tablas con las características biomédicas de la población de deportistas analizadas, clasificada por sexo (tabla 5) y por sexo y deportes (tabla 6).

Sexo	N	Edad (años)		Peso (Kgs)		Talla (cms)	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Hombre	555	22,41	5,66	78,87	14,45	179,70	10,15
Mujer	205	18,98	7,94	57,23	13,94	162,31	12,79

Tabla 5. Características biomédicas de la población de deportistas evaluados, según el sexo. N: Número de sujetos valorados. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación estándar.

Sexo	Deporte	N	Edad (años)		Peso (Kg)		Talla (cm)	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Hombre	Atletismo	24	20,38	3,63	72,90	9,09	178,77	7,05
	Bádminton	44	20,36	6,07	68,93	10,96	173,22	8,27
	Baloncesto	71	19,15	5,18	87,25	15,86	192,03	10,59
	Fútbol	109	24,16	4,11	77,19	7,60	179,31	5,93
	Fútbol Sala	40	23,73	3,27	73,65	10,44	175,02	6,05
	Gimnasia	7	12,00	2,45	42,14	11,59	144,94	9,80
	Dep. Lucha	76	23,59	5,60	74,79	10,90	174,80	7,17
	Pádel	21	24,43	8,52	74,20	9,39	176,93	6,47
	Rugby	73	25,41	4,04	95,11	14,21	181,23	7,17
	Tenis	52	16,65	2,49	70,50	6,11	178,20	6,72
Voleibol	38	26,29	5,34	86,55	11,18	187,64	7,21	
Mujer	Atletismo	9	21,56	8,53	58,09	3,67	167,46	3,27
	Bádminton	20	19,50	6,93	63,81	9,47	169,54	6,72
	Baloncesto	11	14,73	1,56	60,86	11,94	166,41	7,26
	Balonmano	15	20,47	4,47	67,09	8,10	169,87	5,37
	Fútbol	8	21,38	5,68	60,36	10,05	164,83	8,12
	Fútbol Sala	19	22,42	3,15	63,71	6,41	166,69	6,95
	Gimnasia	44	10,84	1,88	35,17	7,85	143,20	11,56
	Dep. Lucha	19	22,84	7,46	61,70	6,94	160,86	6,92
	Pádel	26	29,15	9,75	65,54	5,37	168,31	5,07
	Tenis	32	16,28	3,33	63,15	7,49	170,21	5,94
Voleibol	2	25,00	2,83	59,15	0,49	166,20	2,40	

Tabla 6. Características biomédicas de la muestra total analizada clasificados por deportes y sexo. N : Número de sujetos valorados. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación estándar.

En las tablas 7 a 11 se presentan los valores promedios de todas las variables, indicando las diferencias significativas recogidas en los diferentes saltos de los test SJ (tabla 7), CMJ (tabla 8), AB (tabla 9), DJ (tabla 10) y RJ (tabla 11) realizados por todos los deportistas, agrupados por deportes, por hombres y mujeres.

En la tabla siguiente (tabla 7) se muestran los datos obtenidos de todas las variables analizadas en los saltos de tipo SJ clasificados por sexo y por deporte.

Sexo	Deporte	N	PMR (W/kg)		FMR (N/kg)		AM (cm)		IS (%)		IE (N/s)		IER (N/s/kg)		Tej (ms)	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Hombre	Atletismo	24	56,83	6,49	26,93	2,36	41,03	5,93	89,25	11,21	15077,08	6607,49	2,68	0,16	328,58	43,75
	Bádminton	44	46,17	7,29	24,09	2,60	32,29	5,19	87,11	9,94	10889,97	4192,03	2,35	0,23	436,86	143,05
	Baloncesto	71	44,04	6,13	22,12	2,50	31,75	5,25	88,15	12,44	9464,97	3943,94	2,36	0,23	429,06	96,89
	Fútbol	109	49,17	7,05	25,83	5,72	35,81	5,68	87,26	12,34	13323,42	6435,01	2,44	0,26	432,07	150,30
	Fútbol Sala	40	45,90	5,82	23,54	2,37	33,14	5,44	87,90	9,53	10702,19	2702,04	2,44	0,20	411,03	136,91
	Gimnasia	7	39,39	9,39	23,21	2,16	26,11	7,20	81,80	14,10	6467,71	2503,85	2,07	0,35	467,43	139,85
	Dep. Lucha	76	44,24	5,36	22,89	2,17	30,98	4,44	88,28	9,80	9535,99	3459,19	2,31	0,19	425,19	117,90
	Pádel	21	46,07	6,20	24,01	2,46	31,16	3,89	86,96	9,73	10986,01	4630,22	2,36	0,19	441,33	96,68
	Rugby	73	44,35	5,36	22,81	4,61	32,78	4,97	87,63	9,38	12596,51	5174,40	2,38	0,20	418,90	118,54
	Tenis	52	44,46	4,77	22,72	1,65	32,70	5,63	84,21	15,54	8082,27	3318,70	2,31	0,14	432,74	95,13
	Voleibol	38	50,07	5,15	23,81	2,50	37,50	4,11	89,16	8,00	11518,28	4383,48	2,57	0,22	381,68	55,61
Mujer	Atletismo	9	44,86	8,37	22,88	2,41	31,50	4,59	92,90	6,75	7221,57	2164,64	2,32	0,25	414,89	70,00
	Bádminton	20	37,34	4,87	21,45	2,04	24,83	2,89	91,37	6,56	6980,96	3408,45	2,01	0,15	460,65	130,30
	Baloncesto	11	37,21	6,86	21,73	3,62	23,78	3,55	89,36	9,08	8007,74	3383,36	1,99	0,21	417,55	111,39
	Balonmano	15	36,80	5,98	20,67	2,63	25,95	4,10	85,78	9,55	6838,82	2624,41	2,09	0,26	488,27	197,27
	Fútbol	8	38,06	2,53	20,90	1,49	26,12	2,20	85,42	13,74	5496,33	745,71	2,09	0,08	448,50	55,93
	Fútbol Sala	19	37,57	5,70	21,13	2,29	25,32	4,07	90,06	8,40	6217,98	2336,14	2,06	0,20	425,42	57,04
	Gimnasia	44	35,60	4,99	23,44	2,37	22,35	5,32	88,09	8,91	6633,52	2620,94	1,90	0,24	375,41	116,10
	Dep. Lucha	19	36,48	5,91	21,05	1,79	24,64	3,42	87,93	10,31	7554,07	2392,27	1,98	0,22	427,94	105,96
	Pádel	26	33,04	4,57	19,81	1,78	23,91	3,48	91,57	6,97	5284,36	1755,75	1,87	0,17	444,77	77,35
	Tenis	32	34,72	3,46	20,52	1,99	25,24	3,84	81,02	17,93	5708,25	1722,28	1,97	0,12	453,92	100,65
	Voleibol	2	38,41	1,51	21,71	0,38	29,04	3,28	88,53	7,15	7758,55	1980,77	2,08	0,10	401,50	48,79

Tabla 7. Resultados del salto denominado SJ clasificados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0,05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación estándar. N: Número de casos. PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS: Índice de simetría. IE: Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tej: Tiempo de ejecución del salto.

En la tabla 8 se muestran los datos obtenidos de todas las variables valoradas en los saltos de tipo CMJ .

Sexo	Deporte	N	PMR (W/kg)		FMR (N/kg)		AM (cm)		IS (%)		IE (N/s)		IER (N/s/kg)		Tex (ms)		Tej (ms)		CE (%)	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Hombre	Atletismo	24	58,94	7,10	26,86	2,61	50,15	5,74	81,51	22,14	17393,37	9065,28	3,53	0,64	268,08	38,55	677,88	80,15	23,66	16,26
	Bádmin-ton	44	48,75	6,48	25,55	2,15	41,85	5,89	81,21	16,09	19292,88	12550,45	2,86	0,67	262,34	44,16	662,98	67,11	30,35	9,70
	Baloncesto	71	46,81	6,06	23,32	2,51	41,78	5,03	82,39	13,99	16306,52	14243,94	3,10	0,75	296,21	55,68	713,86	89,38	33,04	12,08
	Fútbol	109	51,18	6,72	27,59	7,39	45,29	5,74	83,03	16,04	19158,24	16779,60	3,64	0,64	277,10	62,96	677,59	79,61	27,52	11,69
	Fútbol Sala	40	48,13	5,72	24,37	2,33	42,50	4,55	77,66	17,04	16509,64	14617,54	3,76	0,29	295,31	52,34	705,66	87,97	30,89	10,25
	Gimnasia	7	39,91	8,41	22,69	2,63	32,71	6,83	84,59	13,10	17590,46	27912,74	3,27	0,32	284,86	41,05	678,00	54,55	27,49	11,95
	Dep. Lucha	76	47,44	6,72	24,30	2,24	40,97	4,48	79,93	14,04	16992,82	13500,00	2,91	0,65	283,81	48,45	679,78	77,83	33,42	12,90
	Pádel	21	48,88	4,96	25,02	1,68	42,52	4,84	78,48	17,39	14351,39	7463,05	2,52	0,17	277,19	46,54	686,33	81,36	36,89	8,14
	Rugby	73	46,98	5,03	24,23	2,32	42,30	4,94	83,86	11,70	18910,82	9864,28	3,69	0,43	288,39	61,18	700,15	80,41	30,12	12,73
	Tenis	52	46,37	5,04	23,11	2,14	40,49	4,21	79,63	18,83	11384,22	8619,70	2,98	0,74	299,10	60,26	711,86	113,34	25,77	13,99
Voleibol	38	52,72	5,33	24,56	2,13	47,66	4,11	83,00	16,06	16960,72	8757,89	3,41	0,70	288,71	53,15	688,47	77,34	27,81	10,05	
Mujer	Atletismo	9	48,05	9,37	23,29	2,28	40,62	6,34	81,91	15,17	11929,14	6987,78	2,84	0,70	283,11	29,51	718,22	70,37	29,02	7,01
	Bádmin-ton	20	39,61	4,14	22,86	1,23	33,55	3,26	77,84	16,28	12841,34	8556,80	2,41	0,48	288,75	37,62	697,10	48,39	35,86	12,58
	Baloncesto	11	36,92	5,17	21,22	2,17	30,90	5,18	89,02	10,59	11973,02	8903,04	2,25	0,49	291,36	67,64	703,18	90,06	29,79	8,67
	Balonmano	15	38,89	5,22	22,12	1,94	34,06	3,87	86,00	9,62	12592,30	6468,62	3,29	0,15	276,87	36,30	661,73	53,02	32,65	14,03
	Fútbol	8	40,15	3,19	22,35	1,93	33,82	1,70	90,66	6,73	11011,32	8355,85	2,20	0,09	291,38	68,09	674,13	81,01	29,89	7,44
	Fútbol Sala	19	40,71	5,56	22,62	2,28	34,52	4,77	78,01	14,90	10014,34	3463,27	2,21	0,20	278,47	38,27	682,16	73,28	37,30	10,61
	Gimnasia	44	36,92	4,87	23,24	2,58	28,97	4,37	80,93	16,94	8920,00	6179,43	2,70	0,61	265,25	30,86	646,64	63,86	33,14	21,50
	Dep. Lucha	19	38,45	6,07	23,46	2,80	33,08	4,88	84,06	10,86	13828,19	10897,58	2,15	0,23	265,16	48,58	688,89	81,53	34,45	12,70
	Pádel	26	35,84	4,61	21,86	2,17	30,98	4,07	85,39	14,63	10283,24	3033,70	2,02	0,18	294,77	51,93	711,04	117,48	30,62	15,67
	Tenis	32	36,81	3,32	21,83	1,35	32,16	2,64	80,81	18,33	10926,35	7418,40	2,56	0,58	287,72	41,40	671,85	86,38	29,62	17,63
Voleibol	2	41,20	0,26	21,84	1,13	35,05	0,21	85,25	11,41	7066,23	22,92	2,28	0,04	309,00	2,83	723,00	28,28	21,50	14,43	

Tabla 8. Resultados del salto denominado CMJ agrupados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0,05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación Estandar. N: Número de casos. PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS: Índice de simetría. IE: Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tex: Tiempo excéntrico. Tej: Tiempo de ejecución del salto. CE: Capacidad elástica.

Los datos conseguidos en los saltos de tipo AB están reflejados en la tabla 9:

Sexo	Deporte	N	PMR (W/kg)		FMR (N/kg)		AM (cm)		IS (%)		IE (N/s)		IER (N/s/kg)		Tex (ms)		UB (%)	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Hombre	Atletismo	24	68,20	8,68	26,94	2,47	60,60	6,14	67,55	20,13	13145,42	4432,70	3,75	0,60	330,13	77,29	21,21	7,25
	Bádminton	44	57,14	7,60	25,63	4,94	52,34	7,50	70,47	21,89	15903,90	9365,58	3,10	0,65	262,34	72,79	25,23	7,08
	Baloncesto	71	54,00	8,23	23,78	2,51	52,85	6,57	74,51	18,30	13166,61	7697,08	2,93	0,60	308,15	58,82	27,45	6,68
	Fútbol	109	59,60	7,99	26,46	5,75	55,84	6,11	79,79	13,95	15533,39	14467,70	3,73	0,68	283,90	54,15	27,71	6,91
	Fútbol Sala	40	54,94	7,38	25,06	5,67	52,56	6,85	76,64	15,98	13173,88	5592,87	3,96	0,38	304,11	50,33	23,63	8,11
	Gimnasia	7	51,76	11,06	25,00	3,38	43,44	8,87	69,57	16,84	10498,33	6046,61	3,47	0,28	314,71	55,54	33,02	7,17
	Dep. Lucha	76	54,21	6,69	24,95	7,09	51,91	5,96	74,83	16,68	12100,20	8891,42	3,11	0,61	318,22	60,90	27,18	9,05
	Pádel	21	57,04	6,32	24,56	1,69	53,51	5,69	73,34	24,12	14731,92	10270,82	2,78	0,18	280,05	56,74	26,34	10,00
	Rugby	73	54,34	7,51	24,30	4,99	53,34	5,78	77,35	18,93	17216,43	9409,83	3,89	0,43	314,28	76,07	26,64	8,32
	Tenis	52	53,59	6,19	25,11	5,57	50,07	5,78	63,10	28,99	9012,82	5308,00	3,07	0,59	324,12	63,07	23,82	8,16
Voleibol	38	62,26	5,83	24,71	1,61	60,95	6,20	59,94	29,87	15595,18	8267,59	3,59	0,69	298,42	51,13	26,94	6,75	
Mujer	Atletismo	9	54,83	10,82	25,02	3,89	48,43	6,98	74,33	18,72	9955,65	5327,35	3,22	0,68	339,50	88,41	20,51	7,30
	Bádminton	20	44,30	4,23	22,32	1,54	39,97	3,48	76,50	17,52	10003,36	3555,98	2,53	0,43	291,10	87,55	19,45	7,49
	Baloncesto	11	40,82	4,75	21,76	1,73	38,07	4,61	79,05	7,43	9105,12	2317,53	2,35	0,33	285,82	45,28	24,40	9,82
	Balonmano	15	44,43	6,12	21,81	2,07	43,33	5,37	78,62	20,70	10533,28	7745,44	3,42	0,29	311,67	72,14	27,18	5,13
	Fútbol	8	46,35	4,81	22,40	2,13	41,18	2,66	76,91	17,39	7243,23	1116,09	2,41	0,11	322,00	71,71	22,88	4,14
	Fútbol Sala	19	46,90	7,20	23,02	2,26	42,27	5,69	71,45	22,19	9386,19	3518,92	2,41	0,21	284,16	51,83	22,83	8,13
	Gimnasia	44	47,28	6,29	32,36	24,34	35,64	5,13	75,08	16,15	10497,78	14218,42	2,68	0,75	358,63	130,21	23,46	10,05
	Dep. Lucha	19	42,43	6,53	22,70	3,11	39,34	5,52	78,64	14,46	10120,25	4546,74	2,29	0,22	312,17	82,26	20,82	7,06
	Pádel	26	41,01	5,77	21,54	1,93	38,80	4,93	78,68	14,33	9682,33	5043,59	2,22	0,20	302,92	63,40	25,60	7,20
	Tenis	32	41,30	3,73	28,36	33,21	38,54	3,56	62,96	30,08	6985,27	4154,40	2,68	0,51	350,65	94,60	19,93	6,39
Voleibol	2	44,58	1,19	21,14	1,08	43,04	1,78	88,63	11,24	6054,30	2998,43	2,46	0,01	320,50	74,25	22,83	5,80	

Tabla 9. Resultados del salto denominado AB agrupados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0.05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación estándar. N: Número de casos. PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS: Índice de simetría. IE: Índice de explosividad. ER: Impulso efectivo relativo. Tex: Tiempo excéntrico. US: Utilización de los brazos.

En la tabla 10 adyacente podemos ver los datos de las variables obtenidas tras la realización de los saltos tipo DJ:

Sexo	Deporte	N	PMR (W/kg)		FMR (N/kg)		AM (cm)		IE (N/s)		Tej (ms)		IR (mm/ms)	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Hombre	Atletismo	24	88,99	21,36	60,11	13,00	40,79	4,53	56980,39	26461,48	193,67	37,72	2,18	0,44
	Bádminton	44	66,53	17,41	48,97	12,39	35,02	5,55	40088,69	21673,98	255,42	131,99	1,59	0,57
	Baloncesto	71	55,06	11,45	35,73	6,29	38,10	10,63	43379,92	22808,30	315,14	56,48	1,12	0,27
	Fútbol	109	63,85	20,24	46,63	8,61	33,92	6,91	44659,32	24684,15	240,58	39,26	1,45	0,42
	Fútbol Sala	40	80,78	24,70	44,75	9,59	33,62	7,02	29562,69	18632,73	268,03	105,74	1,32	0,38
	Gimnasia	7	57,45	14,15	65,23	29,89	28,13	6,06	10874,30	360,91	250,14	167,95	1,44	0,62
	Dep. Lucha	76	59,52	20,80	37,58	7,45	34,06	5,83	36294,05	22463,24	290,35	55,21	1,22	0,36
	Pádel	21	57,86	8,07	38,91	6,00	35,49	5,12	50464,73	25196,87	282,81	57,44	1,29	0,28
	Tenis	52	63,20	15,00	42,02	9,06	36,16	9,55	31373,54	17945,88	253,67	49,82	1,32	0,34
Voleibol	38	75,97	21,32	45,88	9,82	40,02	9,30	48039,91	19488,25	247,86	54,17	1,55	0,35	
Mujer	Atletismo	9	74,59	32,11	42,41	8,45	35,28	5,05	27449,58	11866,46	253,75	42,88	1,41	0,24
	Bádminton	20	50,69	6,37	38,90	5,17	29,43	3,74	28926,52	18968,69	259,94	32,71	1,14	0,15
	Baloncesto	11	49,37	17,62	34,84	5,80	24,85	3,46	33394,09	23224,14	273,73	49,61	0,94	0,18
	Balonmano	15	80,56	25,24	40,96	7,95	28,41	4,64	27855,49	20268,74	251,88	46,13	1,18	0,35
	Fútbol	8	44,76	3,50	32,65	5,92	30,83	2,16	35565,57	20206,93	316,38	49,60	1,00	0,20
	Fútbol Sala	19	43,75	7,15	33,22	5,94	27,61	4,69	29455,75	19673,52	304,42	62,16	0,94	0,25
	Gimnasia	44	65,92	28,86	46,72	15,42	24,51	6,49	36199,92	21281,39	241,86	65,47	1,10	0,47
	Dep. Lucha	19	42,81	7,49	32,06	5,33	27,58	5,13	31225,75	23679,59	316,40	46,66	0,89	0,25
	Pádel	26	43,68	6,61	35,62	5,01	25,43	3,51	30099,31	21052,99	272,19	42,26	0,95	0,19
Tenis	32	59,44	24,03	37,55	8,66	31,78	8,04	28390,62	20025,07	277,25	68,34	1,05	0,28	
Voleibol	2	54,85	6,51	40,20	1,27	28,28	2,82	32973,35	25643,54	241,50	13,44	1,17	0,06	

Tabla 10. Resultados del salto denominado DJ agrupados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0,05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación estándar. N: Número de casos. PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IE: Índice de explosividad. Tej: Tiempo de ejecución. IR: Índice de reactividad.

Durante la ejecución de los saltos SC se obtuvieron los parámetros reflejados en la tabla 11:

Sexo	Deporte	N	NS		AMe (cm)		IF (%)		Int. (%)	
			\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
Hombre	Atletismo	24	16,50	7,65	44,12	5,17	88,63	5,07	94,15	5,27
	Bádminton	44	29,51	1,83	37,34	4,78	84,93	5,38	95,43	5,96
	Baloncesto	71	13,53	1,03	35,28	4,51	84,26	5,84	87,36	6,25
	Fútbol	109	28,11	2,81	37,24	4,78	82,86	6,35	91,84	7,12
	Fútbol Sala	40	21,25	7,56	37,56	5,19	85,12	7,09	92,68	7,59
	Gimnasia	7	15,43	1,13	29,05	4,80	87,38	3,45	95,14	8,39
	Dep. Lucha	76	28,74	2,66	33,20	3,59	79,61	5,06	88,35	6,57
	Pádel	21	28,26	0,81	35,23	4,11	80,38	4,21	90,67	8,02
	Rugby	73	28,44	2,66	34,85	3,77	80,60	5,85	89,10	7,82
	Tenis	52	29,54	1,79	34,32	4,15	82,30	7,56	92,00	10,11
Voleibol	38	13,26	1,11	40,73	4,01	85,33	4,69	89,18	6,83	
Mujer	Atletismo	9	15,57	6,43	34,92	7,63	85,57	4,96	89,54	5,37
	Bádminton	20	31,21	1,65	28,54	2,89	79,61	4,97	93,55	7,60
	Baloncesto	11	14,27	0,65	27,77	3,25	86,96	5,70	95,32	10,50
	Balonmano	15	29,13	5,94	27,12	3,22	77,74	5,12	88,55	6,28
	Fútbol	8	27,50	5,73	28,78	2,70	80,47	6,12	93,25	5,97
	Fútbol Sala	19	27,63	4,92	28,67	4,02	81,25	6,03	90,64	6,14
	Gimnasia	44	16,00	1,15	26,72	3,54	89,22	6,47	96,95	10,56
	Dep. Lucha	19	29,38	4,16	25,89	3,76	77,39	5,08	88,80	7,79
	Pádel	26	29,58	1,72	25,16	2,66	79,26	4,33	90,17	5,91
	Tenis	32	32,03	1,52	25,16	5,87	72,24	17,22	84,86	16,78
Voleibol	2	14,00	0,00	31,01	3,59	88,45	9,72	88,60	5,21	

Tabla 11. Resultados del salto denominado SC agrupados por sexo y deporte. . En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0.05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación estándar. N: Número de casos. NS: Número de saltos. AMe: Altura media de los saltos. IF : Índice de Fatiga. Int: Intensidad.

Posteriormente, obtuvimos las tablas de valores de percentiles en los deportistas varones (tabla 12) y en mujeres (tabla 13) de todas las variables de cada tipo de salto realizado, sin agrupar por deportes:

		Percentiles Hombres						
		5	10	25	50	75	90	95
SJ	PMR (W/kg)	35,96	38,17	41,78	45,90	50,60	55,34	58,14
	FMR (N/kg)	19,37	20,50	21,60	23,20	25,31	27,34	28,75
	AM (cm)	24,52	26,78	29,96	33,24	36,90	41,19	43,49
	IS (%)	68,09	74,00	82,00	90,51	95,78	98,07	99,00
	IE (N/s)	5170,27	5736,48	7828,21	10302,55	13125,95	17380,42	20355,89
	IER (N/s/kg)	2,00	2,10	2,24	2,40	2,53	2,70	2,80
	Tej (ms)	292,00	304,00	343,75	392,00	458,00	561,50	649,75
CMJ	PMR (W/kg)	38,75	40,40	44,49	48,80	52,91	57,80	59,80
	FMR (N/kg)	20,80	21,40	22,80	24,40	26,30	28,20	29,45
	AM (cm)	33,67	36,14	39,44	43,00	46,15	50,30	53,20
	IS (%)	53,88	61,64	73,20	85,10	93,20	97,25	98,74
	IE (N/s)	5459,62	7053,47	9646,04	13393,30	19517,56	30211,02	40617,42
	IER (N/s/kg)	2,22	2,35	2,54	3,50	3,90	4,10	4,20
	Tex (ms)	204,50	221,00	248,00	280,00	313,00	348,00	374,00
	Tej (ms)	574,20	600,60	633,00	681,00	738,00	795,40	847,40
CE (%)	9,73	14,10	22,13	29,50	37,27	44,83	49,76	
AB	PMR (W/kg)	43,48	46,43	51,41	56,70	61,70	67,05	69,63
	FMR (N/kg)	21,09	21,75	22,87	24,13	25,80	27,75	30,89
	AM (cm)	41,29	44,26	49,43	54,11	58,00	62,28	65,73
	IS (%)	30,00	42,94	61,60	77,40	89,56	96,00	98,00
	IE (N/s)	4698,96	6110,74	8481,53	11689,32	16247,30	24582,65	30515,94
	IER (N/s/kg)	2,43	2,58	2,78	3,60	4,00	4,30	4,40
	Tex (ms)	216,00	232,00	262,00	295,00	337,00	384,90	419,90
	UB (%)	13,08	16,05	20,63	25,71	31,36	36,18	39,80
DJ	PMR (W/kg)	42,23	45,98	51,61	61,42	75,23	94,08	107,29
	FMR (N/kg)	29,30	31,19	36,16	41,85	49,40	59,15	66,08
	AM (cm)	24,87	27,50	30,56	35,23	39,60	45,10	48,90
	IE (N/s)	9886,63	13348,90	21804,47	36115,33	56168,93	75788,83	83599,79
	Tej (ms)	177,50	188,00	214,50	254,00	294,00	342,00	388,50
	IR (mm/ms)	0,81	0,92	1,06	1,37	1,61	2,05	2,28
SC	NS	12	13	14	28	29	31	32
	AMe (cm)	28,03	30,32	32,91	35,77	39,27	42,56	45,71
	IF (%)	73,73	75,76	78,92	82,91	87,18	90,85	93,27
	Int. (%)	78,46	81,65	85,44	90,81	95,52	100,38	103,01

Tabla 12. Percentiles en hombres de los parámetros obtenidos en cada tipo de salto realizado. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación estándar. N: Número de casos. PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS: Índice de simetría. IE: Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tej: Tiempo de ejecución del salto. Tex: Tiempo excéntrico. CE: Capacidad elástica. US: Uso brazos. IR: Índice de reactividad. NS: Número de saltos. AMe: Altura media de los saltos. IF: Índice de Fatiga. Int: Intensidad.

		Percentiles Mujeres						
		5	10	25	50	75	90	95
SJ	PMR (W/kg)	28,28	29,57	32,47	35,74	39,59	43,93	47,03
	FMR (N/kg)	17,94	18,46	19,65	21,08	23,01	24,99	26,16
	AM (cm)	18,00	20,11	21,79	24,62	26,89	30,35	32,78
	IS (%)	72,18	74,59	81,87	90,60	95,64	98,54	99,05
	IE (N/s)	3240,75	3933,50	4760,78	6132,54	7720,25	9281,19	10979,35
	IER (N/s/kg)	1,66	1,73	1,83	2,00	2,11	2,25	2,39
	Tej (ms)	284,70	317,20	360,25	409,50	477,75	542,90	646,25
CMJ	PMR (W/kg)	30,51	31,37	34,85	37,90	41,28	44,52	48,30
	FMR (N/kg)	19,43	19,97	21,00	22,50	23,54	25,58	26,46
	AM (cm)	24,84	26,26	28,92	32,19	34,87	38,50	40,84
	IS (%)	53,92	64,59	74,63	85,70	94,33	97,68	98,73
	IE (N/s)	4484,49	5477,10	6905,83	8965,94	12510,35	17782,12	26186,06
	IER (N/s/kg)	1,81	1,87	2,07	2,23	2,90	3,31	3,40
	Tex (ms)	205,85	232,10	250,25	276,00	307,00	334,60	358,60
	Tej (ms)	568,00	599,60	630,00	678,00	726,00	782,20	806,20
AB	CE (%)	8,49	14,67	23,20	31,51	41,33	52,44	57,62
	PMR (W/kg)	35,36	36,73	39,41	43,74	48,42	52,94	54,92
	FMR (N/kg)	19,29	19,82	20,93	22,57	24,64	29,07	33,10
	AM (cm)	31,38	32,95	35,28	39,41	42,89	46,03	48,14
	IS (%)	38,29	47,74	67,18	79,10	89,47	96,13	97,79
	IE (N/s)	4084,22	4761,75	5982,73	7888,81	10925,02	14475,75	18073,68
	IER (N/s/kg)	1,99	2,07	2,23	2,40	2,90	3,40	3,60
	Tex (ms)	219,65	231,00	257,25	293,50	365,00	459,50	534,50
DJ	UB (%)	10,45	12,71	17,24	22,47	28,21	31,59	35,93
	PMR (W/kg)	34,34	36,66	40,24	49,17	61,86	85,99	106,46
	FMR (N/kg)	25,59	28,79	32,19	37,23	42,49	50,36	55,29
	AM (cm)	18,90	20,42	23,63	27,30	31,01	35,20	37,09
	IE (N/s)	5123,72	8231,76	16057,76	26763,04	46643,86	59087,04	68084,63
	Tej (ms)	177,80	200,60	235,00	266,00	303,00	344,40	375,20
SC	IR (mm/ms)	0,64	0,69	0,82	1,01	1,20	1,42	1,58
	NS	14	14	16	29	31	33	33
	AMe (cm)	20,54	22,08	24,65	27,35	29,52	31,57	33,65
	IF (%)	69,56	72,51	77,42	80,98	87,61	91,36	95,40
	Int. (%)	78,08	81,44	86,17	92,05	96,92	103,60	107,99

Tabla 13. Percentiles en mujeres de los parámetros obtenidos en cada tipo de salto realizado. \bar{X} : Media aritmética. SD: Desviación estándar. N: Número de casos. PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS: Índice de simetría. IE: Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tej: Tiempo de ejecución del salto. Tex: Tiempo excéntrico. CE: Capacidad elástica. US: Uso brazos. IR: Índice de reactividad. NS: Número de saltos. AMe: Altura media de los saltos. IF: Índice de Fatiga. Int: Intensidad.

En la tabla 7, 8 y 9 podemos observar que las variables que presentan diferencias significativas entre deportes en las pruebas de SJ, CMJ y AB son el PMR, la AM y el IER en los hombres, siendo esta última variable la que más diferencia entre deportes, tanto en el CMJ como en el AB.

Con respecto a los deportes, podemos observar un patrón de rendimiento característico en hombres en atletismo, fútbol y voleibol, con valores elevados y significativos en la PMR y la AM en el SJ, CMJ y AB, y en gimnasia con el mismo patrón en el SJ, CMJ y AB pero con los valores más bajos aunque sólo significativos en el CMJ y en la AM del AB.

En las mujeres se observan los valores mayores en atletismo y voleibol, y los menores en gimnasia, pero el único deporte que se diferencia de los demás es el atletismo con un patrón similar al de los hombres, siendo sólo significativas las variables PMR y AM en los 3 saltos simples.

En la tabla 10 podemos ver los resultados de los saltos tipo DJ no observándose ningún patrón característico de rendimiento a pesar de que los valores mayores de AM siguen siendo en atletismo y menores en gimnasia. Las únicas variables significativas entre deportes son la PMR y la FMR.

En la tabla 11 (SC) podemos observar que en hombres la principal variable que caracteriza a los deportes analizados es la AMe, siendo significativa en atletismo, fútbol, deportes de lucha, voleibol y en gimnasia, este último deporte en sentido negativo. La otra variable que diferencia los deportes aunque menos es el IF aunque sólo es significativa en atletismo, deportes de lucha y rugby. Mientras que en mujeres, no se registra ningún patrón

característico de rendimiento ni ninguna variable que diferencie los deportes, sólo existe diferencia significativa de la AMe en atletismo y del IF en gimnasia.

En la tabla 14 hemos tabulado los resultados del test post hoc realizado, test de Bonferroni, y podemos observar las variables de todos los saltos realizados en hombres cuadrando con cuántos deportes se diferencian en cada parámetro, apareciendo en rojo cuando un deporte se diferencia con más de 5 deportes (50% de los valorados). En dicha tabla vemos que los que más se diferencian son el atletismo, fútbol, gimnasia y voleibol, y las variables más diferenciables son el IER del CMJ y AB, y la Ame de los SC. Además, sólo IS es la única variable que no es diferenciadora entre los deportes en ningún tipo de salto.

Variable dependiente		ATL	BAD	BAL	BLM	FUT	FUT-SAL	GIMN	DEP-LUC	PAD	TEN	VOL	
SJ	PMR (W/kg)	10	1	3	6	1	3	3	1	3	3	6	3
	FMR (N/kg)	6	0	2	5	2	0	2	0	2	2	1	2
	AM (cm)	9	3	3	8	2	3	3	3	3	3	8	3
	IS (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IE (N/s)	6	1	3	4	1	2	3	0	3	4	1	1
	IER (N/s/kg)	9	2	3	3	2	6	3	2	3	2	7	3
	Tej (ms)	5	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
CMJ	PMR (W/kg)	10	2	3	6	1	5	3	2	3	3	6	4
	FMR (N/kg)	2	0	2	6	1	0	1	0	1	2	1	1
	AM (cm)	9	4	4	7	3	10	4	3	4	4	8	4
	IS (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IE (N/s)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	IER (N/s/kg)	5	5	4	5	5	0	5	6	5	4	3	7
	Tex (ms)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tej (ms)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CE (%)	2	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	
AB	PMR (W/kg)	9	1	3	5	2	2	3	1	3	3	6	3
	FMR (N/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM (cm)	8	3	3	4	3	9	4	3	3	3	9	3
	IS (%)	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	2	0
	IE (N/s)	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0
	IER (N/s/kg)	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	10
	TEX (ms)	1	4	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
	UB (%)	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
DJ	PMR (W/kg)	7	1	3	2	5	1	3	3		2	3	2
	FMR (N/kg)	8	5	6	4	3	8	4	3		2	3	4
	AM (cm)	1	0	0	0	0	2	0	0		0	1	0
	IE (N/s)	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
	Tej (ms)	3	0	2	1	0	0	1	1		0	0	0
	IR (mm/ms)	9	3	4	2	1	1	2	1		1	2	1
SC	AMe (cm)	9	4	3	5	4	7	5	2	3	4	8	5
	IF (%)	5	2	2	1	2	0	5	1	5	1	2	3
	Int. (%)	1	4	5	1	1	0	1	0	1	1	1	1
		17	3	3	10	3	6	4	2	3	1	9	

Tabla 14. Se observa el número de deportes en hombres con los que se diferencia un determinado deporte en cada variable analizada, destacándose en rojo si se diferenciaban con más de 5 deportes (tras realizar el test de Bonferroni para comparaciones múltiples). PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS: Índice de simetría. IE: Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tej: Tiempo de ejecución del salto. Tex: Tiempo excéntrico. CE: Capacidad elástica. US: Uso brazos. IR: Índice de reactividad. NS: Número de saltos. AMe: Altura media de los saltos. IF: Índice de Fatiga. Int: Intensidad.

En la tabla 15 podemos ver los parámetros de todos los saltos desarrollados en mujeres tabulados por deportes, y en la que se refleja con cuántos se diferencian en cada parámetro. En dicha tabla distinguimos que los deportes que más se diferencian son el atletismo y gimnasia, y no existe ninguna variable que diferencie unos deportes de otros. Además, con diferencia a los hombres, existen más variables que no permiten diferenciar entre deportes : IS, IE, FMR, Tex, CE y UB.

Variable dependiente		ATL	BAD	BAL	BLM	FUT	FUT-SAL	GIMN	DEP-LUC	PAD	TEN	VOL	
SJ	PMR (W/kg)	7	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1
	FMR (N/kg)	1	0	0	1	0	1	5	1	2	1	0	1
	AM (cm)	7	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
	IS (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	IE (N/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IER (N/s/kg)	6	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1
	Tej (ms)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
CMJ	PMR (W/kg)	8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
	FMR (N/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM (cm)	9	2	1	2	1	2	5	2	1	1	0	2
	IS (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IE (N/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IER (N/s/kg)	3	1	1	8	1	3	4	3	4	2	0	1
	Tex (ms)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tej (ms)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CE (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AB	PMR (W/kg)	6	1	1	1	0	0	2	1	2	2	0	1
	FMR (N/kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AM (cm)	6	1	1	1	0	1	3	1	1	1	0	1
	IS (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IE (N/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	IER (N/s/kg)	4	1	2	8	1	2	2	2	4	2	0	1
	TEX (ms)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UB (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DJ	PMR (W/kg)	3	1	0	5	1	3	3	3	3	0	0	1
	FMR (N/kg)	0	0	1	0	1	1	6	1	1	1	0	1
	AM (cm)	3	0	2	0	0	0	2	0	2	3	0	0
	IE (N/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tej (ms)	0	0	0	0	1	1	3	1	0	0	0	0
	IR (mm/ms)	3	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
SC	AMe (cm)	8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
	IF (%)	1	1	1	1	0	2	6	1	1	4	0	1
	Int. (%)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
		8	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	

Tabla 15. En esta tabla se recoge el número de deportes, practicados por mujeres, con los que se diferencia un determinado deporte en cada variable analizada, destacándose en rojo si se diferenciaban con más de 5 deportes (tras realizar el test de Bonferroni para comparaciones múltiples). PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS : Índice de simetría. IE : Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tej: Tiempo de ejecución del salto. Tex : Tiempo excéntrico. CE: Capacidad elástica. US: Uso brazos. IR: Índice de reactividad. NS: Número de saltos. AMe: Altura media de los saltos. IF : Índice de Fatiga. Int: Intensidad.

En la tabla 16 se presenta el análisis estadístico mediante el test de Kruskal-Wallis de los resultados de todas las variables de los saltos sin diferenciar los deportes y en la que podemos ver que en hombres la única variable que no presenta diferencia significativa es el IS, al igual que sucede en las mujeres. Además en éstas las variables Tex, Tej y CE del CMJ y Tex del AB y IE del DJ tampoco presentan diferencias.

Variable dependiente		HOMBRES		MUJERES	
		Chi-cuadrado	Sig. asintót.	Chi-cuadrado	Sig. asintót.
SJ	PMR (W/kg)	102,421	< 0.01	27,40	< 0.01
	FMR (N/kg)	98,627	< 0.01	50,31	< 0.01
	AM (cm)	111,318	< 0.01	39,21	< 0.01
	IS (%)	5,305	0,870	15,71	0,108
	IE (N/s)	82,268	< 0.01	21,72	< 0.05
	IER (N/s/kg)	94,163	< 0.01	37,78	< 0.01
	Tej (ms)	36,338	< 0.01	20,86	< 0.05
CMJ	PMR (W/kg)	98,538	< 0.01	30,71	< 0.01
	FMR (N/kg)	102,740	< 0.01	15,74	0,107
	AM (cm)	116,563	< 0.01	52,65	< 0.01
	IS (%)	10,046	0,437	12,63	0,245
	IE (N/s)	50,166	< 0.01	20,49	< 0.05
	IER (N/s/kg)	136,308	< 0.01	60,03	< 0.01
	Tex (ms)	23,137	< 0.01	15,65	0,110
	Tej (ms)	20,382	< 0.05	17,54	0,063
CE (%)	36,496	< 0.01	8,27	0,602	
AB	PMR (W/kg)	88,890	< 0.01	39,24	< 0.01
	FMR (N/kg)	54,217	< 0.01	66,68	< 0.01
	AM (cm)	93,538	< 0.01	48,22	< 0.01
	IS (%)	18,456	0,048	6,64	0,759
	IE (N/s)	52,168	< 0.01	21,00	< 0.05
	IER (N/s/kg)	142,393	< 0.01	55,61	< 0.01
	TEX (ms)	38,997	< 0.01	13,74	0,185
	UB (%)	29,883	< 0.01	18,90	< 0.05
DJ	PMR (W/kg)	60,460	< 0.01	45,46	< 0.01
	FMR (N/kg)	80,196	< 0.01	47,06	< 0.01
	AM (cm)	32,643	< 0.01	46,62	< 0.01
	IE (N/s)	25,940	< 0.01	4,09	0,943
	Tej (ms)	72,909	< 0.01	32,39	< 0.01
	IR (mm/ms)	59,798	< 0.01	28,82	< 0.01
SC	AMe (cm)	119,152	< 0.01	29,28	< 0.01
	IF (%)	80,693	< 0.01	71,99	< 0.01
	Int. (%)	59,918	< 0.01	22,90	< 0.01

Tabla 16. Análisis de los resultados tras realizar el test de Kruskal-Wallis de todas las variables en hombres y mujeres. En rojo se encuentran los datos sin diferencia significativa. PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS : Índice de simetría. IE : Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tej: Tiempo de ejecución del salto. Tex : Tiempo excéntrico. CE: Capacidad elástica. US: Uso brazos. IR: Índice de reactividad. NS: Número de saltos. AMe: Altura media de los saltos. IF : Índice de Fatiga. Int: Intensidad.

5. DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

5. 1. Resultados más relevantes de la presente tesis

La aportación principal de esta tesis es la obtención de tablas de percentiles (tablas 12 y 13) de todas las variables obtenidas tras la realización de todos los tipos de saltos realizados en plataforma dinamométrica siguiendo el protocolo diseñado por Bosco (9), lo que permite estudiar las diferentes características de la fuerza explosiva de cualquier deportista, sin tener en cuenta el deporte practicado por los sujetos valorados. Esto permite analizar cualquier salto realizado en plataforma dinamométrica siguiendo la técnica de Bosco, sin tener en cuenta el deporte que practica, ni si tenemos valores de referencia de dicho deporte.

Otro hallazgo importante es la detección de tres perfiles claros de rendimiento en relación con los saltos realizados y que están determinados por la potencia, la altura y el impulso efectivo relativo del SJ, CMJ y AB, que caracterizan de forma clara el patrón de fuerza explosiva de los atletas, futbolistas y jugadores de voleibol. Los futbolistas presentan,

además, una significativa diferenciación de los demás deportistas en cuanto a la fuerza relativa máxima observada en el SJ y en el CMJ, según se desprende de las tablas 7 y 8.

5. 2. Perfiles de rendimiento

Tras realizar un análisis de los resultados presentados en las tablas 7 a 11, podemos destacar que el hallazgo más relevante en los hombres es la detección de tres perfiles claros de rendimiento en relación con los saltos determinados por la potencia, la altura y el impulso efectivo relativo del SJ, CMJ y AB, que caracterizan de forma clara el patrón de salto de los atletas, futbolistas y jugadores de voleibol. Los futbolistas presentan, además, una diferenciación significativa de los demás deportistas en cuanto a la fuerza relativa máxima en el SJ y CMJ según podemos observar en las tablas 7 y 8.

Por otro lado, a partir de las tablas 8 y 9 podemos observar que la variable que mejor define, en hombres, la diferencia entre los distintos deportes es el IER del CMJ (7 de 11 deportes) y AB (10 de 11 deportes).

En los saltos tipo DJ (tabla 10) no se observa ningún patrón de rendimiento ni en hombres ni en mujeres.

En los saltos continuos no se observa ningún patrón de rendimiento en hombres ni en mujeres (tabla 11). Solamente podemos destacar que la única variable que permite diferenciar entre los deportes (5 respecto a los demás) es la AMe con valores superiores en atletismo, fútbol y voleibol, e inferiores en gimnasia y lucha.

En las mujeres sólo hemos encontrado un patrón de rendimiento en atletismo caracterizado por la PMR y AM del SJ, CMJ y AB, que lo diferencia con los demás deportes.

5. 3. Comparación de resultados con la bibliografía publicada

Las principales dificultades que se presentan a la hora de analizar las publicaciones científicas que muestran resultados sobre la altura de los saltos realizados en deportistas son las siguientes :

- a) Existen multitud de dispositivos utilizados que evalúan el salto de forma diferente, por lo que la fiabilidad y validez de cada dispositivo son distintas, por lo que no podemos interpretar con una calidad científica aceptable los resultados obtenidos.
- b) Los protocolos de los test de saltos no suelen estar bien descritos o suelen ser diferentes según el deporte y el dispositivo usado, esta circunstancia dificulta la comparación entre los resultados publicados y los obtenidos en nuestro trabajo.
- c) Existen pocas publicaciones que se realicen con toda la batería de saltos de Bosco, y en algunas, los tests se realizan con saltos en carrera o con pasos previos, lo que hace difícil comparar resultados e interpretarlos al faltar algún tipo de salto, o los realizan con un protocolo diferente al utilizado en nuestra tesis, lo que lógicamente produce diferentes resultados no achacables a diferencias en la fuerza.
- d) Si sólo tenemos en cuenta los trabajos realizados en plataformas de fuerza, la mayoría se realizan analizando pocos parámetros, siendo generalmente valorados

la altura, fuerza y potencia. Por tanto, sólo podemos comparar e interpretar estas variables y no todas las posibles medidas en los test de saltos en las plataformas de fuerza (por ejemplo, impulso efectivo de la fuerza y/o índice de explosividad).

- e) Existen estudios un un grupo reducido de deportes, generalmente los mismos, y la mayoría se realizan sobre hombres. Debido a ello es difícil valorar e interpretar los resultados en deportes o en hombres o en algún tipo de salto, de los que no disponemos de resultados en las publicaciones científicas hasta la fecha.
- f) Existe una gran cantidad de objetivos diferentes en las publicaciones revisadas, desde estudiar la relación de diferentes tipos de entrenamiento con el salto o con la fuerza explosiva, estudiar el perfil de fuerza explosiva en algún deporte, valorar el rendimiento en algún deporte, evaluar la fuerza en una temporada, estudiar la diferencia entre posiciones o modalidades deportivas, hasta analizar sólo unas pocas variables.

5. 4. Análisis de los resultados obtenidos en los diferentes tests de saltos.

5.4.1. Test de Salto sin contramovimiento o Squat Jump (SJ).

Los resultados en el SJ en hombres (Tabla 7) muestran que los deportes con valores mayores y significativos en la PMR y AM son atletismo, fútbol y voleibol, mientras que los valores bajos aunque no significativos se sitúan en gimnasia, lo que nos indica que los

deportes con un mayor desarrollo de fuerza explosiva son el atletismo y voleibol, y el que peor nivel tiene en esta cualidad de la fuerza es la gimnasia.

Los valores de altura máxima del SJ en hombres en fútbol en nuestro trabajo son similares (tabla 17) a los encontrados en la mayoría de los estudios realizados en plataforma dinamométrica: Casajús y cols. (109), Chelly y cols. (113), Mc Millan y cols. (130), Ronnestad y cols. (135) y Wong y cols. (201). Son superiores (tabla 17) a los encontrados en los trabajos de Jiménez y cols. (174) y Oliver cols. (173), estas diferencias podrían ser explicadas porque en ambos trabajos el nivel de rendimiento de los jugadores era regional y, además, en la publicación de Jiménez y cols. el cálculo de la altura del salto se efectuó por el tiempo de vuelo y en el Oliver y cols. la frecuencia de muestreo de la plataforma era de 500 Hz, inferior a la de nuestra plataforma; estas causas originan unos resultados de AM bajos al desempeñar durante el salto una fuerza menor o a que la altura del salto fue calculada a partir del tiempo del vuelo y no a la integración de la fuerza desempeñada para originar el salto y/o al error por una frecuencia de muestreo menor. Por otro lado, existen tres publicaciones, Centeno-Prada y cols. (111), Chamari y cols. (112), y Sporis y cols. (171) que presentan valores superiores (tabla 17) a los de nuestro trabajo, la causa de esta diferencia respecto a nuestra primera publicación se debe a que en ella los deportistas valorados eran de élite, mientras que en la tesis los sujetos tienen distintos niveles de rendimiento, y respecto a las otras dos investigaciones, es difícil de explicarla, aunque podría estar causada por el método de cálculo de la altura, que no la refieren, o que se permitiera algún contramovimiento en el inicio del salto; lamentablemente en las publicaciones no se detallan estos aspectos.

Deportes	Valores	Autor	N	Plataf.	Mét. Cál.	Hz	Nivel Rendimiento
Fútbol	Superiores	Centeno RA y cols.	49	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
		Sporis G y cols.	270	Kistler	NR	500	Élite Absolutos
		Chamari K y cols.	34	Kistler	NR	500	Élite Junior
	Similares	PRESENTE TESIS	109	IBV	IF	1000	Todos*
		Casajús JA	15	NR	NR	NR	Élite Absolutos
		Mc Millan K y cols.	16	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
		Wong DP, Wong S	16	Kistler	IF	500	Élite Junior
		Ronnestad BR y cols.	21	SG 9	IF	1000	Élite Absolutos
		Chelly MS y cols.	23	Kistler	IF	500	Regional
		Inferiores	Oliver J y cols.	10	AMTI	TV	1000
Jiménez R y cols.	21		Kistler	IF	500	Regional	
Voleibol	Superiores	Hasson CJ y cols.	15	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
	Similares	PRESENTE TESIS	38	IBV	IF	1000	Todos*
		Ferragut C y cols.	21	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
		Viitasalo JT	24	NR	IF	NR	Élite Absolutos

Tabla 17. Comparación con datos del SJ en hombres en trabajos publicados. Valores : Comparación entre los valores nuestros y los del trabajo de referencia, siendo considerado similar, superior o inferior si los valores del trabajo de referencia tienen menos de un 10% de diferencia con respecto a los de la tesis, superiores o inferiores al 10% de los valores de la tesis, respectivamente. N : número de deportistas en cada trabajo. Plataf.: plataforma de fuerza utilizada. Mét. Cál.: Método de cálculo de la altura del salto. Hz : Frecuencia de muestreo de la plataforma de fuerza. IF : Método de integración de la fuerza. TV : Cálculo por el tiempo de vuelo. NR : No refiere. * : El nivel de los deportistas evaluados han sido profesionales, de élite nacional y junior, y de nivel regional.

En el voleibol nuestros valores del salto SJ son comparables a los encontrados en los trabajos de Ferragut y cols. (117) y Viitasalo y cols. (161), a pesar de que están realizados con una plataforma con una frecuencia de muestreo inferior a la de nuestra plataforma de fuerza en el primer caso y en el segundo no se refiere la marca utilizada para los cálculos; mientras que son inferiores a los publicados por Hasson y cols. (141) debido a que en el

protocolo utilizado para realizar los saltos se permitió realizar pequeños contramovimientos antes de hacer el SJ.

No podemos comparar nuestros resultados de AM del salto SJ con otros deportes porque no hemos encontrado ninguna publicación realizada en hombres y ejecutados en plataforma de fuerza, esto ocurre en los deportes analizados en este trabajo como son el atletismo, bádminton, baloncesto, fútbol-sala, gimnasia, deportes de lucha y tenis.

Hemos encontrado tres artículos que reflejan valores de fuerza máxima relativa alcanzada en el SJ en fútbol, en los trabajos de Chamari y cols. (133) y de Wong y cols. (201) presentan valores concordantes con los nuestros, mientras que en el de Centeno-Prada y cols. (132) se muestran registros muy elevados respecto a los nuestros, esta última también presentaba valores muy altos de AM, la diferencia es debida a que los jugadores evaluados en este último trabajo eran profesionales mientras que en la presente tesis también hay deportistas de nivel regional.

Respecto a la PMR los valores son similares a los encontrados en dos trabajos, Chamari y cols. (133) y Jiménez y cols. (174), aunque en el primer caso la altura del salto fue mayor y en el segundo caso menor a la hallada en nuestro trabajo, lo que refleja que la velocidad de ejecución en los saltos fue diferente en ambos casos, y en una tercera publicación, de Chelly y cols. (134) la PMR fue menor, posiblemente debido a que el nivel deportivo era inferior al de nuestros deportistas, sin embargo la AM fue similar lo que se traduce en que la fuerza utilizada para el salto era inferior con respecto a nuestro trabajo.

Con respecto a los resultados en la AM de los saltos SJ en mujeres, como podemos ver en la Tabla 18, podemos decir que son similares a la mayoría de los trabajos realizados en atletismo, gimnasia y voleibol, sólo existen dos publicaciones con resultados superiores a los

Deportes	Valores	Autor	N	Plataf.	Met. Cál.	Hz	Nivel Rendimiento
Atletismo	Similares	Rousanoglou E y cols.	20	Kistler	TV	750	Élite Junior
		PRESENTE TESIS	9	IBV	IF	1000	Todos*
Balonmano	Superiores	Centeno RA y cols	21	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
	Similares	PRESENTE TESIS	15	IBV	IF	1000	Todos*
		Ingebrigtsen J y cols.	29	AMTI	IF	1000	Élite Junior
Fútbol	Superiores	Stølen T y cols.	Revisión	NR	NR	NR	Élite Absolutos
	Similares	PRESENTE TESIS	8	IBV	IF	1000	Todos*
Gimnasia	Similares	Grande	16	Kistler	NR	500	Élite Absolutos
		PRESENTE TESIS	44	IBV	IF	1000	Todos*
		Grande I y cols.	8	Kistler	NR	1000	Élite Absolutos
Voleibol	Similares	PRESENTE TESIS	2	IBV	IF	1000	Todos*
		Rousanoglou E y cols.	20	Kistler	TV	750	Élite Junior
		Lara AJ y cols.	13	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
	Inferiores	Ferragut C y cols	9	Kistler	IF	500	Élite Absolutos

Tabla 18. Comparación con datos del SJ en mujeres en trabajos publicados. Valores : Comparación entre los valores nuestros y los del trabajo de referencia, siendo considerado similar, superior o inferior si los valores del trabajo de referencia tienen menos de un 10% de diferencia con respecto a los de la tesis, superiores o inferiores al 10% de los valores de la tesis, respectivamente. N : número de deportistas en cada trabajo. Plataf.: plataforma de fuerza utilizada. Mét. Cál.: Método de cálculo de la altura del salto. Hz : Frecuencia de muestreo de la plataforma de fuerza. IF : Método de integración de la fuerza. TV : Cálculo por el tiempo de vuelo. NR : No refiere. * : El nivel de los deportistas evaluados han sido profesionales, de élite nacional y junior, y de nivel regional.

nuestros, Centeno-Prada y cols (131) y Stølen y cols (158), en el primer caso la diferencia es debida al nivel superior de las jugadoras de balonmano, mientras que en el segundo se trata de una revisión de futbolistas femeninas en las que no refiere si se ha utilizado plataforma

de fuerzas ni el método de cálculo de la altura del salto. En voleibol es difícil comentar la concordancia con la literatura porque sólo hemos podido valorar a dos deportistas.

5.4.2. Test de Salto con contramovimiento o Countermovement Jump (CMJ).

En hombres, los valores más elevados de AM en el CMJ (Tabla 8) se encuentran en atletismo, fútbol y voleibol y los más bajos en gimnasia deportiva.

Los resultados en fútbol son similares a los publicados en los trabajos científicos de Haugen TA y cols. (170) , Chelly MS y cols. (134), Casajús J (130), Jovanovic M y cols. (146), Sporis G y cols. (171), y Centeno RA y cols. (132), como podemos ver en la tabla 19. Sin embargo, son menores a los presentados en las publicaciones de Mc Millan K (151) y cols., Wisloff U y cols. (163) y de Hoff J y cols. (143), la causa de esta diferencia con respecto a nuestros datos podría radicar en el nivel superior de rendimiento de los deportistas analizados en esas publicaciones, mientras que en la presente tesis es una mezcla de varios niveles. Son mayores a los mostrados en trabajos de Kollias I y cols . (148), Oliver J y cols. (173), Jiménez R y cols (174) y Ronnestad BR y cols (156), la causa de esta diferencia en los resultados parece radicar en el nivel deportivo, que es regional en los trabajos de Oliver J y cols (173), y en el de Jiménez R y cols (173, 174) y en el método de cálculo de la AM utilizado por Oliver J y cols (173), mientras que en los trabajos de Kollias (148) y cols. y de Ronnestad y cols. (156) no podemos saber el motivo de la diferencia ya que el nivel deportivo es superior a los jugadores evaluados en nuestra tesis y el método de cálculo de la AM es similar al utilizado en la misma.

El único trabajo que hemos encontrado en la literatura científica en atletismo, Kollias y cols., (148) presenta valores de AM inferiores al nuestro a pesar de ser los atletas de nivel

nacional, por lo que la causa de la diferencia de resultados se podría deber a la baja frecuencia de adquisición de datos.

En baloncesto hemos encontrado dos trabajos, uno de Ben Abdelkrim y cols. (202) con resultados superiores, y otro de Kollias y cols. (148) con datos inferiores a los de nuestra tesis. La causa de esta diferencia no podemos saberla respecto a la primera publicación, ya que en la misma no se refiere ni el método de cálculo de la altura del salto, ni la frecuencia de adquisición de datos de la plataforma, y respecto al segundo trabajo, pensamos que la causa es debida a la menor frecuencia de adquisición de datos.

Los valores observados en voleibol son similares a los presentados en el trabajo de Viitasalo (162) y superiores a los comunicados por Kollias y cols (148) y Ferraguts y cols (138), las causas de estas diferencias no pueden ser explicadas por algún motivo según se desprenden del análisis de la tabla 19 en la que se puede observar que en los tres trabajos han utilizado dos tipos de plataformas (AMTI y Kistler) con la misma frecuencia de adquisición de datos (500 Hz) ofreciendo resultados similares e inferiores a los de la plataforma IBV, y el mismo método de cálculo de la AM.

Deportes	Valores	Autor	Nº Sujet	Plataf.	Mét. Cálc.	Hz	Nivel Rendimiento
Atletismo	Similares	PRESENTE TESIS	24	IBV	IF	1000	Todos*
	Inferiores	Kollias I y cols.	37	AMTI	IF	500	Élite Absolutos
Baloncesto	Superiores	Ben Abdelkrim y cols.	45	Kistler	NR	NR	Élite Absolutos
	Similares	PRESENTE TESIS	71	IBV	IF	1000	Todos*
	Inferiores	Kollias I y cols.	20	AMTI	IF	500	Élite Absolutos
Fútbol	Superiores	Mc Millan K y cols.	16	Kistler	IF	500	Élite Junior
		Wisloff U y cols.	17	Kistler	IF	NR	Profesionales
		Hoff J y cols.	NR	Kistler	NR	NR	Élite Absolutos
	Similares	PRESENTE TESIS	109	IBV	IF	1000	Todos*
		Haugen TA y cols.	939	AMTI	NR	NR	Élite Absolutos
		Chelly MS y cols.	23	Kistler	IF	NR	Regional
		Casajús JA	15	NR	NR	NR	Élite Absolutos
		Jovanovic M y cols.	50	Kistler	NR	NR	Élite Junior
		Sporis G y cols.	270	Kistler	NR	NR	Élite Absolutos
		Centeno RA y cols.	49	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
	Inferiores	Kollias I y cols.	18	AMTI	IF	500	Élite Absolutos
		Oliver J y cols.	10	AMTI	TV	1000	Regional
		Jiménez R y cols.	21	Kistler	IF	500	Regional
		Ronnestad BR y cols.	21	SG 9	IF	1000	Élite Absolutos
Rugby	Similares	PRESENTE TESIS	73	IBV	IF	1000	Todos*
	Suárez-Moreno y	36	Athletes Jump	TV	NR	Élite Absolutos	
Voleibol	Similares	PRESENTE TESIS	38	IBV	IF	1000	Todos*
	Viitasalo JT	21	Kistler	IF	500	Élite Absolutos	
	Inferiores	Kollias I y cols.	24	AMTI	IF	500	Élite Absolutos
		Ferragut C y cols.	21	Kistler	IF	500	Élite Absolutos

Tabla 19. Comparación con datos del CMJ en hombres en trabajos publicados. *Valores* : Comparación entre los valores nuestros y los del trabajo de referencia, siendo considerado similar, superior o inferior si los valores del trabajo de referencia tienen menos de un 10% de diferencia con respecto a los de la tesis, superiores o inferiores al 10% de los valores de la tesis, respectivamente. *N* : número de deportistas en cada trabajo. *Plataf.*: plataforma de fuerza utilizada. *Mét. Cálc.*: Método de cálculo de la altura del salto. *Hz* : Frecuencia de muestreo de la plataforma de fuerza. *IF* : Método de integración de la fuerza. *TV* : Cálculo por el tiempo de vuelo. *NR* : No refiere. * : El nivel de los deportistas evaluados han sido profesionales, de élite nacional y junior, y de nivel regional.

En mujeres, los únicos deportes que se diferencian de los demás son el atletismo y la gimnasia, presentando el primero los valores máximos y el segundo los menores. Nuestros resultados en las gimnastas son similares a los encontrados en los dos trabajos de Grande y cols. (139, 140).

Las jugadoras de balonmano presentaron una AM del CMJ superior a los encontrados en los trabajos de Centeno-Prada y cols. (131) e Ingebrigtsen J y cols. (144) probablemente debido a que en el primer estudio la plataforma (Kistler) utilizaba una frecuencia de adquisición inferior a la de la presente tesis, y en el segundo caso por el nivel de deportistas que eran junior, aunque la frecuencia de adquisición de datos era similar a la nuestra.

Respecto a las jugadoras de voleibol, los resultados son dispares, siendo similares a los encontrados en la publicación de Lara AJ y cols. (150) y superiores a los presentados por Ferragut C y cols. (138) y Rousanoglou EN y cols (203). No podemos achacar esta diferencia a ninguna causa ya que el número de jugadoras analizadas en nuestro trabajo es muy bajo para poder sacar conclusiones.

Deportes	Valores	Autor	Nº Sujetos	Plataf.	Mét. Cál.	Hz	Nivel Rendimiento
Balonmano	Similares	PRESENTE TESIS	15	IBV	IF	1000	Todos*
	Superiores	Centeno RA y cols	21	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
		Ingebrigtsen J y cols.	29	AMTI	IF	1000	Élite Junior
Fútbol	Superiores	Stølen T y cols.	Revisión	-	-	-	Élite Absolutos
	Similares	PRESENTE TESIS	8	IBV	IF	1000	Todos*
		Haugen TA y cols.	194	AMTI	IF	1000	Élite Absolutos
Gimnasia	Similares	PRESENTE TESIS	44	IBV	IF	1000	Todos*
		Grande	16	Kistler	NR	500	Élite Absolutos
		Grande I y cols.	8	Kistler	NR	1000	Élite Absolutos
Voleibol	Similares	PRESENTE TESIS	2	IBV	IF	1000	Todos*
		Lara AJ y cols.	13	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
	Inferiores	Ferragut C y cols	9	Kistler	IF	500	Élite Absolutos
		Rousanoglou EN y cols	12	Kistler	NR	750	Regional

Tabla 20. Comparación con datos del CMJ en mujeres en trabajos publicados. Valores : Comparación entre los valores nuestros y los del trabajo de referencia, siendo considerado similar, superior o inferior si los valores del trabajo de referencia tienen menos de un 10% de diferencia con respecto a los de la tesis, superiores o inferiores al 10% de los valores de la tesis, respectivamente. N : número de deportistas en cada trabajo. Plataf.: plataforma de fuerza utilizada. Mét. Cál.: Método de cálculo de la altura del salto. Hz : Frecuencia de muestreo de la plataforma de fuerza. IF : Método de integración de la fuerza. NR : No refiere. * : El nivel de los deportistas evaluados han sido profesionales, de élite nacional y junior, y de nivel regional.

No hemos encontrado ningún trabajo realizado en mujeres en plataforma de fuerza en deportes como baloncesto, bádminton, fútbol-sala, lucha, pádel y tenis que publiquen resultados en saltos CMJ.

5.4.3. Test de Salto con brazos o Abalakov (AB).

Los resultados más elevados en el AB (Tabla 9) en hombres fueron atletismo, fútbol y voleibol, que presentaron diferencia significativa con los demás deportes. Sólo hemos encontrado cinco publicaciones realizadas con plataforma de fuerza en hombres que presenten resultados en los saltos de tipo AB. Los trabajos de Aerenhouts D y cols. (176) realizado en atletas, el de Berdejo D y cols. (172) realizado en jugadores de baloncesto, y el de Casajús JA (130) en futbolistas muestran unos resultados de AM inferiores a los nuestros; la causa sólo podría explicarse en el trabajo de Aerenhouts D y cols., al estar realizado con sujetos de categoría juvenil. Las publicaciones de Tillin NA y cols. realizado en jugadores de rugby (166) y el de Viitasalo JT (161) hecho en deportistas de voleibol, presentan unos datos de AM similares a los nuestros.

Los resultados más bajos en la AM en el salto AB, con diferencia significativa con más de 5 deportes, se han producido en gimnasia, esto podría ser debido a que el salto AB se ha producido con la menor potencia y velocidad de ejecución de todos los deportes analizados con este tipo de salto, por lo que el salto se ha debido a la generación de una mayor fuerza que en los demás deportes, al estar más tiempo utilizando los brazos para saltar. Estos deportistas presentaron una UB superior a los demás (tabla 9).

El parámetro que más diferencia los deportes cuando se analiza el salto tipo AB en hombres es el IER, dicho de otro modo, cualquier deporte de los evaluados en esta tesis se

diferencia de más de otros 5 deportes en esta variable excepto la gimnasia. Sin embargo, en mujeres sólo el balonmano se diferencia de los demás mediante este parámetro.

El único deporte practicado por mujeres que presenta unos valores de AM superiores a todos los demás con diferencia significativa con más de 5 deportes es el atletismo, lo que creemos que se debe a que la potencia y fuerza que generan durante este tipo de salto es mayor que la que desarrollan los demás deportes, excepto en gimnasia y tenis que producen más fuerza.

Sólo hemos encontrado dos trabajos, realizados con plataforma de fuerza en mujeres, y que presentan resultados de saltos AB. El de Aerenhouts D y cols. está realizado en atletismo (176), y los resultados son inferiores a los mostrados en nuestra tesis, siendo la causa posible la categoría de las deportistas : juveniles. La publicación de Lara y cols. (150), realizada con jugadoras de voleibol, presenta unos resultados similares a los nuestros a pesar de ser realizados con una plataforma con 500 hz de adquisición de datos, inferior a la nuestra, que es de 1000 hz.

5.4.4. Test de Saltos desde una altura o Drop Jump (DJ).

La AM de los saltos DJ (tabla 10) en hombres no permite diferenciar los deportes entre sí, solamente se diferencian el atletismo, baloncesto, bádminton y gimnasia de los otros deportes en la FMR, y el atletismo y fútbol-sala en PMR. El atletismo es el único deporte que tiene tres variables (PMR, FMR e IR) que le hace diferente significativamente a los otros, y esto indica que, a pesar de que la potencia y fuerza máximas relativas de los saltos son

mayores que en la mayoría de los otros deportes, no se genera una altura y por tanto, velocidad máxima, que lo diferencie de los demás deportes.

Solamente hemos encontrado tres publicaciones que presentan datos del DJ realizados en hombres y con una plataforma dinamométrica desde una altura de 40 cms. Una ha sido ejecutada en fútbol, la de Oliver J y cols. (173), en la que los resultados mostrados son inferiores a los publicados en nuestra tesis, posiblemente porque los sujetos valorados son de nivel regional, mientras que los nuestros son de nivel nacional. Los otros dos trabajos se han hecho sobre jugadores de voleibol, el de Viitasalo JT (161) que muestra resultados similares a los nuestros, y el de Voelzke M y cols. (167) que presenta datos inferiores, a pesar de que la metodología y el nivel de los deportistas son similares a los de nuestra tesis.

Los resultados de las variables obtenidas tras la ejecución de los saltos DJ realizados por mujeres, no muestran diferencias entre unos deportes y otros, ya que sólo hay dos variables, la PMR (80.56 ± 25.24 W/Kg) en balonmano, y la FMR (46.72 ± 15.42 N/Kg) en gimnasia, que permiten diferenciar significativamente estos deportes de los demás. Asimismo, no hemos encontrado, ninguna publicación realizada con una plataforma de fuerza, que muestre datos de AM en este tipo de salto y que se haya realizado desde una altura de 40 cms.

5.4.5. Test de Saltos Continuos (SC).

En el test de saltos continuos (tabla 11) en hombres se observa que los valores más elevados de AMe se encuentran en el atletismo (44.12 ± 5.17 cm), voleibol (40.73 ± 4.01

cm) y fútbol (37.24 ± 4.78 cm) y los más bajos en gimnasia (29.05 ± 4.80 cm) y deportes de lucha (33.20 ± 3.59 cm) siendo el IF considerado, según Bosco (16) bajo en los test de 15 segundos en baloncesto (84.26 ± 5.84 %), gimnasia (87.38 ± 3.45 %) y voleibol (85.33 ± 4.69 %) y normal en los de 30 segundos en bádminton (84.93 ± 5.38 %), fútbol (82.86 ± 6.35 %), fútbol-sala (85.12 ± 7.09 %), deportes de lucha (79.61 ± 5.06 %), pádel (80.38 ± 4.21 %), rugby (80.60 ± 5.85 %) y tenis (85.33 ± 4.69 %).

En la literatura científica solamente hemos encontrado dos trabajos, realizados con plataforma dinamométrica en hombres, que reflejen valores de este tipo de tests. Ambos han sido realizados en futbolistas, siendo los resultados del trabajo de Centeno-Prada y cols. (132) similares a los de esta tesis, mientras que el de Casajus JA (130) no puede ser comparado al no haber sido realizado con la misma duración, que en el presente estudio y sólo presentar resultados de potencia mecánica.

En las mujeres (tabla 11) los valores de AMe mayores aparecen en atletismo (34.92 ± 7.63 cm), siendo el único deporte que se diferencia de los demás y por esta variable. Los datos menores los podemos hallar en tenis (25.16 ± 5.87 cm), lucha (25.89 ± 3.76 cm) y pádel (25.16 ± 2.66 cm). Respecto al IF, el valor más bajo se encuentra en jugadoras tenistas (72.24 ± 17.22 %), que siguiendo la interpretación de Bosco (9) debe ser considerado "bajo" pudiendo ser debido quizás a la edad y al nivel de rendimiento bajo (juvenil). Las únicas deportistas que presentan un IF (89.22 ± 6.47 %) que permite diferenciarlas de otros deportes son las gimnastas, valor que se encuentra en los límites de la normalidad según Bosco, pero es el mayor de los hallados en todos los deportes, a pesar de que la AMe es la menor de las obtenidas en los tests de 15 segundos, lo que indica que, a pesar de no tener

una fuerza media elevada, sí la pueden mantener alta durante todos los saltos, ya que también la intensidad demostrada fue superior a todos los demás deportes.

Nuestro grupo ha publicado el único trabajo (131), que presenta resultados del test de SC desarrollado en mujeres con una plataforma dinamométrica. Está realizado con jugadoras de balonmano, y presenta resultados similares a los nuestros, en los parámetros AMe, IF e Int.

5. 5. Análisis de deportes según las variables evaluadas

Tras analizar los resultados de la tabla 14, podemos destacar que en hombres los únicos deportes que, a partir de los datos de las distintas variables, de los diferentes saltos de Bosco realizados, permite diferenciarse de los demás son el atletismo (17 variables diferenciadoras de los demás deportes), fútbol (11 parámetros), gimnasia (7 variables) y voleibol (10 parámetros).

Asimismo, se puede observar que las variables que permiten mejor diferenciar los deportes son el IER del CMJ y AB y la AMe de los SC.

Por último, también se puede señalar que la variable denominada IS no permite diferenciar los deportes entre sí, tanto en el SJ, CMJ y AB. Lo mismo sucede con los parámetros Tex y Tej del CMJ y las FMR del AB.

En la tabla 15 podemos observar que los únicos deportes, en mujeres, que pueden diferenciarse de los demás son el atletismo y la gimnasia, no habiendo ninguna variable que caracterice la diferencia entre deportes.

5. 6. Análisis de los resultados mediante tabla de percentiles

La aportación principal de esta tesis es la obtención de tablas de percentiles (tablas 12 y 13) de todas las variables obtenidas tras la ejecución de todos los tipos de saltos, realizados en plataforma dinamométrica, siguiendo el protocolo diseñado por Bosco (9) para estudiar las diferentes características de la fuerza explosiva de cualquier deportista, sin tener en cuenta el deporte practicado por los sujetos valorados. Esto permite analizar cualquier salto realizado en plataforma dinamométrica, siguiendo la técnica de Bosco, sin tener en cuenta el deporte que practica ni si tenemos valores de referencia de dicho deporte.

A partir de dichas tablas podremos analizar los resultados de cualquier variable de cualquier tipo de salto realizado en plataforma de fuerza :

- a. A nivel individual. Se pueden estudiar los resultados de cualquier deportista sin tener en cuenta su deporte ni su nivel deportivo. Se puede analizar en qué percentil, de cualquier variable, de un tipo determinado de salto se encuentra el sujeto, pudiendo comentarle el estado actual de cualquier cualidad de la fuerza explosiva medida.

- b. A nivel de grupo, se pueden comparar los resultados de un individuo con los de un deporte o un equipo o un grupo, y ver diferencias con otros deportes o modalidades deportivas según el nivel de percentiles de cada uno.
- c. A nivel evolutivo, se puede analizar la progresión de los distintos parámetros de los diferentes saltos durante una o varias temporadas de cualquier deportista, deporte o equipo.
- d. En el caso de detección de talentos se puede situar el nivel de fuerza explosiva de cualquier sujeto, según el percentil en que se encuentre.

Para poder comprobar mejor la utilidad de la distribución de percentiles en la valoración de deportistas individuales, sería necesario establecer la situación de aquellos deportes que difieren, más significativamente, de los demás dentro de la tabla en cada tipo de salto.

5.6.1. Percentiles del test de Salto sin contramovimiento (SJ).

La valoración del rendimiento de los deportistas, evaluados mediante la utilización de las tablas de percentiles, permite observar que las variables que caracterizan al rendimiento en hombres (tabla 7) en el SJ en atletismo, fútbol y voleibol son el PMR (56.83, 49.17 y 50.07 W/Kg respectivamente) y la AM (41.03, 35.81 y 37.50 cms respectivamente), y que sus valores son los más elevados entre todos los deportes, ya que se encuentran en dicha tabla de percentiles (tabla 12) por encima del percentil 75 (P-75), que presenta valores

superiores a 50.60 W/kg y 36.90 cm respectivamente. Esto indica que estos deportes presentan el mejor rendimiento en dichas variables y test de saltos.

Respecto al IER en el SJ en hombres, y en los mismos deportes, sólo el atletismo (2.68 y 2.57 N/s/Kg) y el voleibol están por encima del P-75 (2.53 N/s/Kg).

Por tanto, cualquier deportista que practique atletismo, fútbol o voleibol tendrán un rendimiento adecuado a su deporte si sus resultados de PMR, AM e IER se encuentran por encima de los percentiles 75 de la tabla 12.

Por el contrario, los valores más bajos en hombres en la PMR, AM e IER en el SJ se hallaron en la gimnasia (39.39 W/Kg, 26.11 cms y 2.07 N/s/Kg), datos que se encuentran por debajo del percentil 25 (P-25) (41.78 W/Kg, 29.96 cms y 2,24 N/s/Kg) indicando que los deportistas que practican este deporte presentaron un rendimiento bajo respecto a la fuerza explosiva.

Las mujeres atletas presentaron los resultados más elevados en las variables PMR (44.88 W/Kg) y AM (31.50 cms) en el SJ (tabla 7). Si analizamos estos datos, según la tabla de percentiles correspondiente (tabla 13), podemos decir que se encuentran por encima del percentil 90 (P-90), lo que nos indica que presentan un buen rendimiento deportivo en dichas cualidades. En resumen, cualquier atleta mujer tendrá un rendimiento adecuado [en](#) este deporte, si sus valores se encuentran por encima del percentil 90 de esta tabla.

5.6.2. Percentiles del test de Salto con contramovimiento (CMJ).

En los saltos tipo CMJ (tabla 8) realizados en hombres, el rendimiento mejor en la PMR (58.94 W/Kg) y en la AM (50.15 cms) se encuentra en atletismo, cuyos valores se encuentran igual o por encima del P-90 (57.80 W/Kg y 50.30 cms). Sin embargo, los jugadores de fútbol y voleibol, que también tuvieron valores altos y diferenciadores de los demás deportes en las variables PMR (51.18 y 52.72 W/Kg) y AM (45.29 y 47.66 cms), se sitúan en la tabla con unos valores de PMR por encima del percentil 50 (P-50) (48.80 W/Kg y 43.00 cms). Esto indica que el percentil que diferencia los deportes en PMR y AM es el P-50, ya que excepto estos tres deportes los demás están por debajo de él.

Mientras, como bajo nivel de rendimiento se encuentra la gimnasia, que sitúa sus resultados en PMR por debajo del percentil 10 (P-10) (40.40 W/Kg) y de AM inferiores al percentil 5 (P-5) (33.67 cms).

Entre esos dos niveles de rendimiento se encuentran todos los demás deportes, así las variables AM y PMR se sitúan entre el percentil 25 (39.44 cms y 44.49 W/Kg) y el percentil 50 (43.00 cms y 48.80 W/Kg). Esto origina que, al situarse los resultados de los demás deportes entre los mismos percentiles, no se puede diferenciar entre todos esos deportes en esas dos variables.

En mujeres, el mejor perfil de rendimiento en los saltos CMJ se encuentra en las atletas, cuyos resultados presentan unos valores de PMR (48.05 W/Kg) y AM (40.62 cms), que se sitúan por encima del P-90 (44.52 W/Kg y 38.50 cms). Los demás deportes presentan unos resultados, en los parámetros del CMJ, que no presenta ninguna diferencia significativa

entre ellos (tabla 8), esto se traduce en la tabla de percentiles, en valores que se sitúan entre los P-25 y P-75.

5.6.3. Percentiles del test de Salto con brazos (AB).

Los resultados del salto AB (tabla 9) en hombres, muestran que los deportes que tienen un mejor rendimiento son el atletismo (68.20 W/Kg y 60.60 cm), el voleibol (62.26 W/Kg y 60.95 cm) y el fútbol (59.60 W/Kg y 55.84 cm) con un patrón característico en la PMR y la AM. Estos valores permiten conocer, utilizando los datos de la tabla 12, que tanto el atletismo como el voleibol se encuentren por encima del P-75 (61.70 W/Kg y 58.00 cm) en ambas variables, y el fútbol sólo por encima del P-50 (56.70 W/Kg y 54.11 cm). Todos los demás deportes presentan un rendimiento entre los percentiles P-25 (51.41 W/Kg y 49.43 cm) y P-50, excepto el bádminton, por lo que podríamos decir que el P-50 sería el nivel de rendimiento diferenciador entre los deportes medidos en esta investigación. A nivel de bajo rendimiento sólo es la gimnasia, y sólo en la variable AM (43.44 cm), el deporte que presenta una clara diferencia significativa con respecto a los demás, mostrando unos valores por debajo del percentil P-10 (44.26 cm).

De los 11 deportes evaluados en hombres, 10 presentan un IER del AB diferenciador entre ellos, sus valores se encuentran en 5 deportes (atletismo, fútbol, fútbol-sala, rugby y voleibol) entre los percentiles P-50 (3.60 N/s/Kg) y P-75 (4.00 N/s/Kg) y en otros 5 (bádminton, baloncesto, deportes de lucha, pádel y tenis) entre el P-25 (2.78 N/s/Kg) y P-50. La gimnasia presenta un valor de IER (3.47 N/s/Kg), que se sitúa entre los P-25 y P-50, pero no se diferencia significativamente de los demás deportes (tabla 9), posiblemente debido al número bajo de casos estudiados. Por tanto, no podríamos definir cual es el percentil, a

partir del cual se pueden diferenciar entre sí los deportes, ya que los valores de los gimnastas se encuentran en los mismos percentiles (P-25 y P-50) que los que sí presentan diferenciación.

Los resultados del AB (tabla 9) en mujeres permiten afirmar que, el único deporte que se diferencia de los demás, en este tipo de salto, es el atletismo (54.83 W/Kg y 48.43 cm) que presenta valores por encima de los percentiles P-90 (52.94 W/Kg) y P-95 (48.14 cm) en PMR y AM respectivamente. El resto de los deportes analizados en esta tesis tienen unos valores de PMR y de AM entre los percentiles P-25 (39.41 W/Kg y 35.28 cm) y P-75 (48.42 W/Kg y 42.89 cm), excepto la AM del voleibol y balonmano, que se encuentran entre los percentiles P-50 y P-75. Por tanto, en el test AB el percentil diferenciador entre los deportes será el P-75.

En mujeres, el IER no diferencia entre los deportes, excepto el balonmano (3.42 N/s/Kg), que presenta un valor que se sitúa por encima del percentil P-90. Todos los deportes evaluados se encuentran entre los percentiles P-25 (2.23 N/s/Kg) y P-75 (2.90 N/s/Kg), excepto el referido balonmano y el atletismo cuyos valores (3.22 N/s/Kg) se encuentran por encima del P-75, pero posiblemente, al ser pocos sujetos los analizados en esta tesis, no son estadísticamente significativos.

5.6.4. Percentiles del test de Saltos desde una altura (DJ).

Los resultados del DJ (tabla 10) en hombres no muestran diferencias entre los deportes en AM, aunque en el atletismo y en el voleibol se encuentran por encima del P-75 (39.60 cm), y en la gimnasia por debajo del P-25 (30.56 cm).

Sólo el atletismo muestra un patrón característico en el DJ consistente en una PMR (88.99 W/Kg) y FMR (60.11 N/Kg) situadas, en la tabla 12, por encima de los P-75 (75.23 W/Kg) y P-90 (59.15 N/Kg) respectivamente.

La PMR de todos los deportes se encuentra entre los percentiles P-25 (51.61 W/Kg) y P-75, excepto los 3 valores máximos encontrados en el atletismo, fútbol sala y voleibol que presentan valores superiores, aunque en el último deporte mencionado no se diferencia estadísticamente de los demás.

Es el único tipo de salto que muestra la FMR, como variable diferenciadora entre los deportes, siendo el atletismo y la gimnasia los deportes que presentan valores superiores al P-90 (59.15 N/Kg), mientras que existen otros cinco (bádminton, fútbol, fútbol-sala, tenis y voleibol) cuyos valores están entre los percentiles P-50 (41.85 N/kg) y P-75 (49.40 N/Kg), y otros tres (baloncesto, deportes de lucha y pádel) con valores por debajo del P-50.

En los hombres hay que destacar que la gimnasia, en el salto DJ, es un deporte donde los deportistas presentan una altura (28.13 cm) y potencia (57.45 W/Kg) del salto bajas, inferiores a los P-25 y P-50 respectivamente, y por el contrario, es el que presenta una FMR mayor, por encima del P-90, lo que nos indica que todos los saltos los ejecutan a base de fuerza y no de potencia y velocidad (directamente proporcional a la altura del salto), por lo que la fuerza que utilizan es lenta y poco explosiva.

En los resultados obtenidos del DJ realizado por mujeres, destaca que en la AM no hay diferencia entre los deportes, encontrándose este parámetro en todos los deportes, entre los percentiles P-25 (23.63 cm) y P-75 (31.01 cm), excepto el atletismo cuyos valores se sitúan por encima del P-90 (35.20 cms), y los del tenis, que se sitúan por encima del P-75; pero

ambos no son significativamente diferentes a más de 5 deportes (ambos sólo se diferencian con otros 3 deportes, según podemos ver en la tabla 14).

En la PMR, en mujeres, todos los deportes se hallan entre los percentiles P-25 (40.24 W/Kg) y P-75 (61.86 W/Kg), excepto el atletismo, balonmano y gimnasia que se sitúan por encima del P-75, siendo sólo diferente significativamente con más de 5 deportes, el balonmano.

En la FMR, los valores de todos los deportes se sitúan entre los percentiles P-25 (32.17 N/Kg) y P-75 (42.49 N/Kg), menos la gimnasia que se halla en valores superiores al P-75, y se diferencia de forma significativa con más de 5 deportes.

Al igual que en hombres, se observa que las gimnastas son las deportistas que presentan una AM del DJ menor, con una PMR y FMR por encima de los P-75, indicando que la potencia del salto se realiza, sobre todo, empleando una gran cantidad de fuerza pero desarrollada con una velocidad muy baja, lenta, y por ello poco reactiva.

5.6.5. Percentiles del test de Saltos continuos (SC).

En cuanto a los SC (tabla 11) realizados en hombres, el atletismo (44.12 cm) y el voleibol (40.73 cm) son los deportes que muestran el mejor rendimiento, al tener unos valores de AMe por encima del P-75 (39.27 cm), y el peor la gimnasia (29.05 cm) con valores inferiores al P-10 (30.32 cm), estando todos los demás deportes entre los percentiles P-25 (32.91 cm) y P-75, diferenciándose con los demás deportes solamente el fútbol y los deportes de lucha.

Aunque en hombres existen tres deportes, atletismo, deportes de lucha y rugby, que se diferencian de los demás en la variable IF, todos se encuentran entre los percentiles P-25 (78.92%) y P-75 (87.18%), excepto el atletismo (88.63%) y la gimnasia (87.38%), que están por encima del P-75, lo que indican en el primer caso que es el deporte de mayor rendimiento, y en el segundo, que los deportistas, a pesar de tener poca fuerza, tienen una gran resistencia a la misma.

Entre las mujeres, los SC solamente las atletas tienen un rendimiento diferenciador de los demás deportistas, al estar la AMe (34.92 cm) por encima del percentil P-95 (33.65 cm), mientras que todas las demás deportistas tienen una AMe entre el P-25 (24.65 cm) y el P-75 (29.52 cm), excepto las jugadoras de voleibol (AMe= 31.01 cm) cuyo valor se encuentra por encima del percentil mayor al P-75.

El único deporte realizado por mujeres que se diferencia de los demás en el IF de los SC es la gimnasia (89.22%), que se halla por encima del P-75 (87.61%), por lo que, al igual que los hombres, es el deporte que basa su rendimiento en la resistencia a la fuerza, más que en la generación de la misma. Todos los demás deportes no se diferencian entre sí en el IF, y los valores se encuentran entre los P-25 (77.42%) y P-75, excepto las jugadoras de voleibol que están por encima del P-75, pero en nuestro caso, el número de casos estudiados de este deporte es pequeño para poder extraer una conclusión clara sobre las causas que motivan esta diferencia. Un dato relevante es que las mujeres tenistas son las jugadoras que presentan un peor rendimiento en los SC, al tener los peores resultados en la AMe (25.16 cm) y en el IF (72.24%), situándose dichos valores en el IF por debajo de los P-25 (77.42%) y ligeramente por encima del mismo (P-25 = 24.65 cm) en la AMe.

5. 7. Evaluación práctica de la tabla de los percentiles

Hasta ahora hemos observado que, a partir de las tablas de percentiles, podemos evaluar la intensidad de cada variable de la fuerza de un deporte o modalidad determinada.

Sin embargo, esto nos puede permitir analizar las diferencias que existen entre los distintos deportes en cada tipo de salto. Así al consultar la tabla 7 (Sj) podemos ver que el deporte masculino, que tiene un mayor rendimiento es el atletismo ya que tiene todas las variables por encima del P-75 e incluso la PMR por encima del P-90. Por el contrario, los peores resultados se encuentran en los gimnastas, que tienen todas sus variables por debajo del P-10, excepto la FMR que está por encima del P-50, por lo que podemos ver que en estos últimos deportistas los resultados en el Sj se deben a la FMR.

	PMR	FMR	AM	IS	IE	IER	Tej
Percentil en ATLETISMO	>P ₉₀	P ₇₅ a P ₉₀	P ₇₅ a P ₉₀	P ₂₅ a P ₅₀	P ₇₅ a P ₉₀	P ₇₅ a P ₉₀	P ₁₀ a P ₂₅
Percentil en GIMNASIA	P ₁₀ a P ₂₅	P ₅₀ a P ₇₅	P ₅ a P ₂₅	P ₁₀ a P ₂₅	P ₁₀ a P ₂₅	P ₅ a P ₁₀	P ₇₅ a P ₉₀

Tabla 21. Comparación entre los percentiles de atletismo y fuerza. PMR: Potencia máxima relativa. FMR: Fuerza máxima relativa. AM: Altura máxima. IS: Índice de simetría. IE: Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tej: Tiempo de ejecución.

Si analizamos la tabla 21 y la figura 18 podemos ver las diferencias en el Sj entre estos dos deportes.

1. Todos los parámetros son mayores en el atletismo, menos en el Tej que es mayor en los gimnastas,
2. La única variable que no muestra diferencias significativas entre ambos deportes es la FMR.

Como consecuencia podemos concluir que, al ser el Tej menor en los atletas, éstos son más rápidos a la hora de realizarlo, mientras que los gimnastas necesitan más tiempo para el salto, y eso hace que tenga más tiempo para generar fuerza, y por ello la FMR es el parámetro que menos se diferencia de los atletas.

De una forma más clara podemos verlos en la figura 18 :

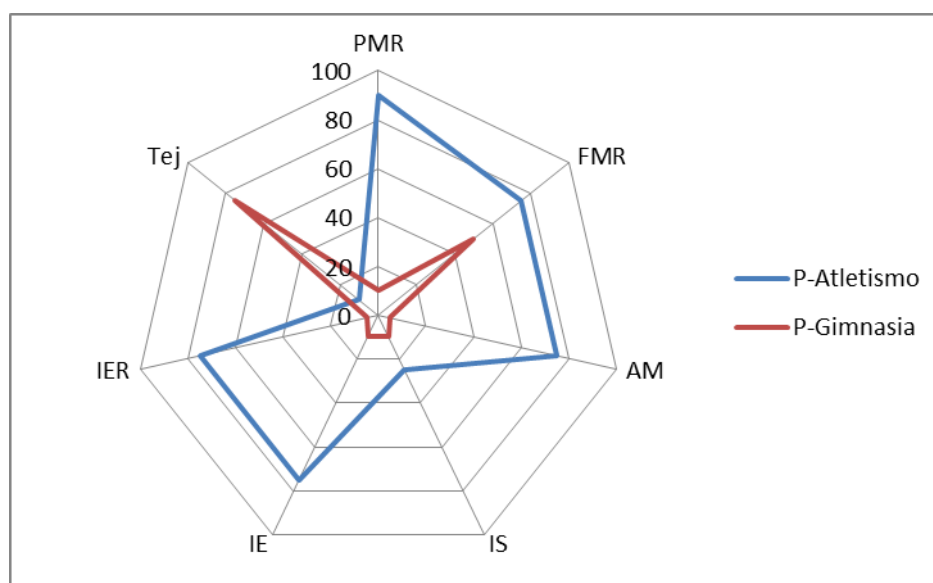


Figura 13. Comparación gráfica entre los percentiles de cada variable medida en los saltos SJ en Atletismo y Gimnasia. PMR: Potencia Máxima Relativa. FMR: Fuerza Máxima Relativa. AM: Altura Máxima. IS : Índice de simetría. IE : Índice de explosividad. IER: Impulso efectivo relativo. Tej: Tiempo de ejecución del salto. P-: Percentiles.

Otra utilidad de las tablas de percentiles es poder establecer aquellos componentes de la fuerza del deportista que están más desarrollados, y cuales menos para que posteriormente, con las oportunas modificaciones del entrenamiento, poder mejorarlos. Así, en la tabla 21 podemos ver que los gimnastas presentan unos resultados de PMR, AM, IE e IER muy deficientes, que deben mejorar mediante el entrenamiento adecuado, sin olvidar de entrenar la FMR.

Otra aplicación de las tablas de percentiles es su utilización para detectar nuevos talentos deportivos, ya que permiten situar los resultados de cada tipo de salto realizado en los percentiles de cada parámetro, y poder compararlos con los percentiles de los diversos deportes o modalidades deportivas. Así, si un niño tiene unos resultados muy cerca de los percentiles de los atletas de alto nivel podemos decir que podría ser un talento en un futuro en atletismo o en el deporte correspondiente.

A partir del análisis sucesivo de los resultados en las tablas de percentiles tras aplicar un entrenamiento, podemos realizar una valoración del grado de asimilación del entrenamiento de fuerza. Para lo cual deben realizarse todos los saltos y valorarse en varios momentos de la temporada, para así determinar el grado de avance-retroceso del rendimiento, y poder reorientar la dirección del nuevo entrenamiento.

6. CONCLUSIONES

6. Conclusiones

1. Hemos construido tablas de percentiles para los diferentes parámetros de los distintos tipos de saltos por sexo, lo que nos permite tener valores de referencia para cualquier deportista con independencia del deporte practicado.
2. Existen patrones de rendimiento específico en determinados deportes que permiten diferenciarlos de los demás.
 - a. En hombres el atletismo, fútbol y voleibol se caracterizan por presentar los valores máximos de potencia máxima relativa, altura máxima e impulso efectivo relativo en los saltos denominados squat jump, countermovement jump y Abalakov y en la altura media en los saltos continuos.
 - b. No existe ningún patrón de rendimiento característico en mujeres en ningún tipo de salto.
3. Las variables que mejor definen el rendimiento son la potencia máxima relativa, la altura máxima y la altura media de los saltos continuos. Las variables denominadas índice de simetría y tiempo de ejecución no demuestran su validez para diferenciar los deportes.

4. En hombres los únicos deportes que se diferencian de los demás son el atletismo, fútbol, gimnasia y voleibol. En mujeres los únicos deportes que se diferencian de los demás son el atletismo y la gimnasia.

5. Los deportes en hombres con percentiles de rendimiento superiores a los demás son el atletismo, fútbol y voleibol, y el peor es la gimnasia. Mientras que en mujeres el mejor es el atletismo y el peor la gimnasia.

7. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. PG. H. Líquidos. In: Educación P, editor. Física Conceptual. 9 ed. México2004. p. 251.
2. Vinci. DdFyQdILD. El concepto newtoniano de Fuerza. [2012/12/08]. Available from: <http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Fuerza/fuerza03.htm>.
3. Gutiérrez-Dávila M. Estática : sistemas en equilibrio. In: Editorial Síntesis S, editor. Biomecánica Deportiva. 1 ed. Madrid1999. p. 79-141.
4. Barrio Pérez J, Andrés Cabrerizo DMA, Antón Bozal JL. Las fuerzas. In: Editex E, editor. Física y Química 4º ESO. Pozuelo de Alarcón, Madrid2008. p. 43.
5. Marey E, Pritchard E. Movement: D. Appleton; 1895.
6. www.mcnbiografias.com Ted. Marey, Étienne-Jules (1830-1904) 2013 [03/06/2013]. Available from: <http://www.mcnbiografias.com/app-bio/do/show?key=marey-etienne-jules>.
7. Sargent D. The Physical Test of a Man. American Physical Education Review. 1921;26:7.
8. Billat V. El entrenamiento deportivo. In: Paidotribo E, editor. Fisiología y metodología del entrenamiento De la teoría a la práctica. 1 ed. Barcelona. 2002. p. 129-76.
9. Bosco C. The Bosco's Test. In: Italian Society of Sports Science E, editor. Strength assessment with the Bosco's Test. Roma. Italian Society of Sports Science; 1999. p. 27-108.
10. Sargent LW. Some observations on the Sargent test of neuro-muscular efficiency. American Physical Education Review. 1924 (29):47-56.
11. Bosco C. La evolución histórica de la valoración instrumental realizada para medir la capacidad de salto. In: Paidotribo E, editor. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona1994. p. 25-34.

12. Collado S. Plataformas dinamométricas. Aplicaciones. *Biociencias Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*. 2005;3.
13. Collado S. La marcha: Historia de los procedimientos de análisis. *Biociencias Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*. 2004;2.
14. Fox EL, Mathews DK. The interval training: conditioning for sports and general fitness. In: Philadelphia P, editor. London: WB Saunders Company; 1974. p. 257-8.
15. Ortega Sánchez-Pinilla R. La forma física y su mantenimiento. In: Ediciones Diaz de Santos S, editor. *Medicina de Ejercicio Físico y del Deporte para la Atención a la Salud*. Madrid 1992. p. 39-74.
16. Bosco C. Test de Bosco. In: Paidotribo E, editor. *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Hurope S.L.; 1994. p. 35-137.
17. González-Badillo JJ, Gorostiaga EM. Evaluación de la fuerza. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: INDE Publicaciones; 1995. p. 243-302.
18. Gabbett TJ. Physiological and anthropometric characteristics of amateur rugby league players. *Br J Sports Med*. 2000 Aug;34(4):303-7.
19. Hoare DG. Predicting success in junior elite basketball players--the contribution of anthropometric and physiological attributes. *J Sci Med Sport*. 2000 Dec;3(4):391-405.
20. Iguchi J, Yamada Y, Ando S, Fujisawa Y, Hojo T, Nishimura K, et al. Physical and performance characteristics of Japanese division 1 collegiate football players. *J Strength Cond Res*. 2011 Dec;25(12):3368-77.
21. Kasabalis A, Douda H, Tokmakidis SP. Relationship between anaerobic power and jumping of selected male volleyball players of different ages. *Perceptual and motor skills*. 2005 Jun;100(3 Pt 1):607-14.
22. Lamontagne-Lacasse M, Nadon R, Goulet ED. Effect of creatine supplementation on jumping performance in elite volleyball players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2011 Dec;6(4):525-33.
23. Latin RW BK, Baechle T. Physical and Performance Characteristics of NCAA division I male basketball players. *J Strength Cond Res*. 1994;8(4):5.
24. Smith DJ, Roberts D, Watson B. Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci*. 1992 Apr;10(2):131-8.

25. Thomas V, Reilly T. Fitness assessment of English league soccer players through the competitive season. *Br J Sports Med.* 1979 Sep;13(3):103-9.
26. Vanderford ML, Meyers MC, Skelly WA, Stewart CC, Hamilton KL. Physiological and sport-specific skill response of olympic youth soccer athletes. *J Strength Cond Res.* 2004;18(2):334-42.
27. Myer GD, Ford KR, Palumbo JP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res.* 2005 Feb;19(1):51-60.
28. Caldwell BP, Peters DM. Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *J Strength Cond Res.* 2009;23(5):1370-7.
29. Douda HT, Toubekis AG, Avloniti AA, Tokmakidis SP. Physiological and anthropometric determinants of rhythmic gymnastics performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008;3(1):41-54.
30. Gonzalez AM, Hoffman JR, Rogowski JP, Burgos W, Manalo E, Weise K, et al. Performance changes in NBA basketball players vary in starters vs. nonstarters over a competitive season. *J Strength Cond Res.* 2013 Mar;27(3):611-5.
31. Gonzalez AM, Hoffman JR, Scallin-Perez JR, Stout JR, Fragala MS. Performance changes in National Collegiate Athletic Association Division I women basketball players during a competitive season: starters vs. nonstarters. *J Strength Cond Res.* 2012 Dec;26(12):3197-203.
32. Gabbett T, Kelly J, Ralph S, Driscoll D. Physiological and anthropometric characteristics of junior elite and sub-elite rugby league players, with special reference to starters and non-starters. *J Sci Med Sport.* 2009 Jan;12(1):215-22.
33. Gabbett TJ. Physiological and anthropometric characteristics of junior rugby league players over a competitive season. *J Strength Cond Res.* 2005 Nov;19(4):764-71.
34. Gabbett TJ. Physiological and anthropometric correlates of tackling ability in rugby league players. *J Strength Cond Res.* 2009 Mar;23(2):540-8.
35. Gabbett TJ, Jenkins DG, Abernethy B. Physiological and anthropometric correlates of tackling ability in junior elite and subelite rugby league players. *J Strength Cond Res.* 2010 Nov;24(11):2989-95.
36. Gabbett T, Georgieff B. Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2007 Aug;21(3):902-8.
37. Gabbett TJ. A comparison of physiological and anthropometric characteristics among playing positions in junior rugby league players. *Br J Sports Med.* 2005 Sep;39(9):675-80.

38. Gabbett TJ. Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters in junior rugby league players, aged 13–17 years. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009 Sep;49(3):233–9.
39. Sheppard JM, Cronin JB, Gabbett TJ, McGuigan MR, Etxebarria N, Newton RU. Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J Strength Cond Res*. 2008 May;22(3):758–65.
40. Sheppard JM, Dingley AA, Janssen I, Spratford W, Chapman DW, Newton RU. The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *J Sci Med Sport*. 2011 Jan;14(1):85–9.
41. Sheppard JM, Gabbett TJ, Stanganelli LC. An analysis of playing positions in elite men's volleyball: considerations for competition demands and physiologic characteristics. *J Strength Cond Res*. 2009 Sep;23(6):1858–66.
42. Sheppard JM, Newton RU. Long-term training adaptations in elite male volleyball players. *J Strength Cond Res*. 2012 Aug;26(8):2180–4.
43. Sheppard JM, Nolan E, Newton RU. Changes in strength and power qualities over two years in volleyball players transitioning from junior to senior national team. *J Strength Cond Res*. 2012 Jan;26(1):152–7.
44. Gabbett T, Kelly J, Pezet T. Relationship between physical fitness and playing ability in rugby league players. *J Strength Cond Res*. 2007 Nov;21(4):1126–33.
45. Sheppard JM, Chapman DW, Gough C, McGuigan MR, Newton RU. Twelve-month training-induced changes in elite international volleyball players. *J Strength Cond Res*. 2009 Oct;23(7):2096–101.
46. Smart DJ, Gill ND. Effects of an off-season conditioning program on the physical characteristics of adolescent rugby union players. *J Strength Cond Res*. 2013 Mar;27(3):708–17.
47. Asadi A, Arazi H. Efectos del entrenamiento pliométrico de alta intensidad en jugadores jóvenes de baloncesto. *J Sport Health Res* 4 (1):35–44. 2012;4(1):10.
48. Barnes JL, Schilling BK, Falvo MJ, Weiss LW, Creasy AK, Fry AC. Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *J Strength Cond Res*. 2007 Nov;21(4):1192–6.
49. Caruso JF, Daily JS, Mason ML, Shepherd CM, McLagan JR, Marshall MR, et al. Anthropometry as a predictor of vertical jump heights derived from an instrumented platform. *J Strength Cond Res*. 2012 Jan;26(1):284–92.

50. Kraemer WJ, Hakkinen K, Triplett-Mcbride NT, Fry AC, Koziris LP, Ratamess NA, et al. Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Med Sci Sports Exerc.* 2003 Jan;35(1):157-68.
51. Melrose DR, Spaniol FJ, Bohling ME, Bonnette RA. Physiological and performance characteristics of adolescent club volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2007 May;21(2):481-6.
52. Newton RU, Kraemer WJ, Hakkinen K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc.* 1999 Feb;31(2):323-30.
53. Schaal M, Ransdell LB, Simonson SR, Gao Y. Physiologic performance test differences in female volleyball athletes by competition level and player position. *J Strength Cond Res.* 2013 Jul;27(7):1841-50.
54. Silvestre R, Kraemer WJ, West C, Judelson DA, Spiering BA, Vingren JL, et al. Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season. *J Strength Cond Res.* 2006 Nov;20(4):962-70.
55. Silvestre R, West C, Maresh CM, Kraemer WJ. Body composition and physical performance in men's soccer: a study of a National Collegiate Athletic Association Division I team. *J Strength Cond Res.* 2006 Feb;20(1):177-83.
56. Trajkovic N, Milanovic Z, Sporis G, Milic V, Stankovic R. The effects of 6 weeks of preseason skill-based conditioning on physical performance in male volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2012 Jun;26(6):1475-80.
57. Aouadi R, Jlid MC, Khalifa R, Hermassi S, Chelly MS, Van Den Tillaar R, et al. Association of anthropometric qualities with vertical jump performance in elite male volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2012;52(1):11-7.
58. Apostolidis N, Nassis GP, Bolatoglou T, Geladas ND. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004 Jun;44(2):157-63.
59. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Feb;36(2):278-85.
60. Bencke J, Damsgaard R, Saekmose A, Jorgensen P, Jorgensen K, Klausen K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian journal of medicine & science in sports.* 2002 Jun;12(3):171-8.

61. Boone J, Vaeyens R, Steyaert A, Vanden Bossche L, Bourgois J. Physical fitness of elite Belgian soccer players by player position. *J Strength Cond Res.* 2012 Aug;26(8):2051-7.
62. Borrás X, Balias X, Drobnic F, Galilea P. Vertical jump assessment on volleyball: a follow-up of three seasons of a high-level volleyball team. *J Strength Cond Res.* 2011 Jun;25(6):1686-94.
63. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983;50(2):273-82.
64. Buchheit M, Laursen PB, Kuhnle J, Ruch D, Renaud C, Ahmaidi S. Game-based training in young elite handball players. *Int J Sports Med.* 2009 Apr;30(4):251-8.
65. Cardinale M, Stone MH. Is testosterone influencing explosive performance? *J Strength Cond Res.* 2006 Feb;20(1):103-7.
66. Chaouachi A, Brughelli M, Levin G, Boudhina NB, Cronin J, Chamari K. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *J Sports Sci.* 2009 Jan 15;27(2):151-7.
67. Ciccarone G, Croisier JL, Fontani G, Martelli Gea. Comparison between player specialization, anthropometric characteristics and jumping ability in top level Volleyball players. *Med Sport.* 2008;61(1):15.
68. Comfort P, Graham-Smith P, Matthews MJ, Bamber C. Strength and power characteristics in English elite rugby league players. *J Strength Cond Res.* 2011;25(5):1374-84.
69. Delextrat A, Cohen D. Physiological testing of basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *J Strength Cond Res.* 2008 Jul;22(4):1066-72.
70. Deley G, Cometti C, Fatnassi A, Paizis C, Babault N. Effects of combined electromyostimulation and gymnastics training in prepubertal girls. *J Strength Cond Res.* 2011 Feb;25(2):520-6.
71. Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Brasili P, Merni F, Piazza M, et al. Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008 Sep;48(3):341-6.
72. Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Monteiro MD, Pappalardo A, Piazza M, et al. Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics--gender differences. *J Sci Med Sport.* 2009 May;12(3):411-6.

73. Duncan MJ, Woodfield L, al-Nakeeb Y. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br J Sports Med.* 2006;40(7):649-51; discussion 51.
74. Durand S, Ripamonti M, Beaune B, Rahmani A. Leg ability factors in tennis players. *Int J Sports Med.* 2010 Dec;31(12):882-6.
75. García-López D. Análisis de las adaptaciones inducidas por cuatro semanas de entrenamiento pliométrico. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte.* 2005;5(17):9.
76. Garcia-Lopez J, Morante JC, Ogueta-Alday A, Rodriguez-Marroyo JA. The type of mat (contact vs. photocell) affects vertical jump height estimated from flight time. *J Strength Cond Res.* 2012 Jun 27.
77. Gil SM, Gil J, Ruiz F, Irazusta A, Irazusta J. Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *J Strength Cond Res.* 2007 May;21(2):438-45.
78. Girard O, Millet GP. Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *J Strength Cond Res.* 2009 Sep;23(6):1867-72.
79. Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(2):357-66.
80. Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2005;26(3):225-32.
81. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Iturralde P, Ruesta M, Ibanez J. Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999 Oct;80(5):485-93.
82. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, Iribarren J, Gonzalez-Badillo JJ, Ibanez J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 2004 May;91(5-6):698-707.
83. Gorostiaga EM, Llodio I, Ibanez J, Granados C, Navarro I, Ruesta M, et al. Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 2009 Jul;106(4):483-91.

84. Granados C, Izquierdo M, Ibanez J, Bonnabau H, Gorostiaga EM. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;28(10):860-7.
85. Gruodyte R, Jurimae J, Saar M, Maasalu M, Jurimae T. Relationships between areal bone mineral density and jumping height in pubertal girls with different physical activity patterns. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009 Dec;49(4):474-9.
86. Jaric S. Anthropometric, strength, power and flexibility variables in elite male athletes: Basketball, handball, soccer and Volleyball players. *Journal of Human Movement Studies.* 2001;40(6):453-64.
87. Hoffman JR, Epstein S, Einbinder M, Weinstein Y. A comparison between the wingate anaerobic power test to both vertical jump and the line drill test in basketball players. *J Strength Cond Res.* 2000;14(3):4.
88. Kyselovičová Oľga ZE. Modified aerobic gymnastics routines in comparison with laboratory testing of maximal jumps. *Sport SPA.* 2010;7(1):4.
89. Lago-Penas C, Casais L, Dellal A, Rey E, Dominguez E. Anthropometric and physiological characteristics of young soccer players according to their playing positions: relevance for competition success. *J Strength Cond Res.* 2011 Dec;25(12):3358-67.
90. Lopez-Segovia M, Palao Andres JM, Gonzalez-Badillo JJ. Effect of 4 months of training on aerobic power, strength, and acceleration in two under-19 soccer teams. *J Strength Cond Res.* 2010 Oct;24(10):2705-14.
91. Marina M, Jemni M, Rodriguez FA, Jimenez A. Plyometric jumping performances of male and female gymnasts from different heights. *J Strength Cond Res.* 2012 Jul;26(7):1879-86.
92. Marques MC, Marinho DA. Physical parameters and performance values in starters and non-starters volleyball players: A brief research note. *Motricidade.* 2009;5(3):5.
93. Marques MC, Gonzalez-Badillo JJ. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res.* 2006 Aug;20(3):563-71.
94. Marques MC, Van den Tillaar R, Gabbett TJ, Reis VM, Gonzalez-Badillo JJ. Physical fitness qualities of professional volleyball players: determination of positional differences. *J Strength Cond Res.* 2009 Jul;23(4):1106-11.

95. Matavulj D, Kukolj M, Ugarkovic D, Tihanyi J, Jaric S. Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001 Jun;41(2):159-64.
96. Moir G, Shastri P, Connaboy C. Intersession reliability of vertical jump height in women and men. *J Strength Cond Res*. 2008 Nov;22(6):1779-84.
97. Ooi CH, Tan A, Ahmad A, Kwong KW, Sompong R, Ghazali KA, et al. Physiological characteristics of elite and sub-elite badminton players. *J Sports Sci*. 2009 Dec;27(14):1591-9.
98. Santos EJ, Janeira MA. The effects of resistance training on explosive strength indicators in adolescent basketball players. *J Strength Cond Res*. 2012 Oct;26(10):2641-7.
99. Shalfawi SA, Sabbah A, Kailani G, Tonnessen E, Enoksen E. The relationship between running speed and measures of vertical jump in professional basketball players: a field-test approach. *J Strength Cond Res*. 2011 Nov;25(11):3088-92.
100. Stanganelli LC, Dourado AC, Oncken P, Mancan S, da Costa SC. Adaptations on jump capacity in Brazilian volleyball players prior to the under-19 World Championship. *J Strength Cond Res*. 2008 May;22(3):741-9.
101. Ugarkovic D, Matavulj D, Kukolj M, Jaric S. Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. *J Strength Cond Res*. 2002 May;16(2):227-30.
102. Vaquera AR, J.A.; Villa, J. G.; García, J. y Ávila, C. Cualidades fisiológicas y biomecánicas del jugador joven de liga EBA. *Revista Motricidad*. 2002;9:21.
103. Wong PL, Chamari K, Dellal A, Wisloff U. Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009 Jul;23(4):1204-10.
104. Sedano S, Vaeyens R, Philippaerts RM, Redondo JC, Cuadrado G. Anthropometric and anaerobic fitness profile of elite and non-elite female soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009 Dec;49(4):387-94.
105. Morante-Rábago JC, Villa-Vicente JG, Moreno-Pascual C, García-López J. Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro amateur de un mismo club de fútbol. *Apunts: Educación física y deportes*. 2001;63:6.
106. Rico-Sanz J. Evaluaciones del rendimiento en futbolistas. *Arch Med Deporte*. 1997 (59):6.

107. Carvalho FL, Carvalho MC, Simao R, Gomes TM, Costa PB, Neto LB, et al. Acute effects of a warm-up including active, passive, and dynamic stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2012 Sep;26(9):2447-52.

108. Marques MC, Tillaar R, Vescovi JD, Gonzalez-Badillo JJ. Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. *J Strength Cond Res.* 2008 Jul;22(4):1147-55.

109. Calleja-González J, Jukic I, Ostojic S, Milanovic L, Zubillaga A, Terrados N. Perfil condicional en jugadores de élite internacionales de baloncesto. Diferencias entre croatas y japoneses. *Arch Med Deporte.* 2010;137:10.

110. Tucker MA, Hargreaves JM, Clarke JC, Dale DL, Blackwell GJ. The effect of caffeine on maximal oxygen uptake and vertical jump performance in male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2013 Feb;27(2):382-7.

111. Koklu Y, Alemdaroglu U, Kocak FU, Erol AE, Findikoglu G. Comparison of chosen physical fitness characteristics of Turkish professional basketball players by division and playing position. *Journal of human kinetics.* 2011 Dec;30:99-106.

112. Lopez-Segovia M, Marques MC, van den Tillaar R, Gonzalez-Badillo JJ. Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in u21 soccer players. *Journal of human kinetics.* 2011 Dec;30:135-44.

113. Koropanovski N, Berjan B, Bozic PR, Pazin N, Sanader A, Jovanovic S, et al. Anthropometric and physical performance profiles of elite karate kumite and kata competitors. *Journal of human kinetics.* 2011 Dec;30:107-14.

114. Stojanovic MD, Ostojic SM, Calleja-Gonzalez J, Milosevic Z, Mikic M. Correlation between explosive strength, aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2012 Aug;52(4):375-81.

115. Kirkpatrick J, Comfort P. Strength, power and speed qualities in English junior elite rugby league players. *J Strength Cond Res.* 2012 Dec 18.

116. Shalfawi SA, Haugen T, Jakobsen TA, Enoksen E, Tonnessen E. The Effect of Combined Resisted Agility and Repeated Sprint Training Vs. Strength Training on Female Elite Soccer Players'. *J Strength Cond Res.* 2013 Feb 25.

117. Cadore EL, Pinheiro E, Izquierdo M, Correa CS, Radaelli R, Martins JB, et al. Neuromuscular, hormonal and metabolic responses to different plyometric training volumes in rugby players. *J Strength Cond Res.* 2013 Feb 25.

118. Buchheit M, Spencer M, Ahmaidi S. Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010 Mar;5(1):3-17.
119. Castagna C, Castellini E. Vertical Jump performance in Italian Male and Female National-Teams Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2012 Jun 11.
120. Colson SS, Pensini M, Espinosa J, Garrandes F, Legros P. Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players. *J Strength Cond Res.* 2010 Apr;24(4):999-1006.
121. Maffiuletti NA, Dugnani S, Folz M, Di Pierno E, Mauro F. Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med Sci Sports Exerc.* 2002 Oct;34(10):1638-44.
122. Sattler T, Sekulic D, Hadzic V, Uljevic O, Dervisevic E. Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics. *J Strength Cond Res.* 2012 Jun;26(6):1532-8.
123. Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Gallotta MC, Videira M, Piazza M, et al. Preexercise static stretching effect on leaping performance in elite rhythmic gymnasts. *J Strength Cond Res.* 2010;24(8):1995-2000.
124. Castagna C, Ganzetti M, Ditroilo M, Giovannelli M, Rocchetti A, Manzi V. Concurrent validity of vertical jump performance assessment systems. *J Strength Cond Res.* 2013 Mar;27(3):761-8.
125. Erculj F, Blas M, Bracic M. Physical demands on young elite European female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *J Strength Cond Res.* 2010 Nov;24(11):2970-8.
126. Casolino E, Cortis C, Lupo C, Chiodo S, Minganti C, Capranica L. Physiological versus psychological evaluation in taekwondo elite athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2012 Dec;7(4):322-31.
127. Debaere S, Jonkers I, Delecluse C. The contribution of step characteristics to sprint running performance in high-level male and female athletes. *J Strength Cond Res.* 2013 Jan;27(1):116-24.
128. Amasay T. Static block jump techniques in volleyball: upright versus squat starting positions. *J Strength Cond Res.* 2008 Jul;22(4):1242-8.
129. Bagheri J, van den Berg-Emons RJ, Pel JJ, Horemans HL, Stam HJ. Acute effects of whole-body vibration on jump force and jump rate of force development: a comparative study of different devices. *J Strength Cond Res.* 2012 Mar;26(3):691-6.

130. Casajus JA. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41(4):463-9.
131. Centeno-Prada RA, Naranjo-Orellana J, Beas-Jiménez JdD, Viana-Montaner B, Gómez-Puerto JR, Da Silva-Grigoletto ME. Análisis del salto en plataforma dinamométrica en jugadores de balonmano. *Arch Med Deporte*. 2008;125:9.
132. Centeno-Prada RA, Naranjo-Orellana J, Calero-Campos T, Orellana-González R, Sánchez-Valverde E. Valores de la fuerza obtenidos mediante plataforma dinamométrica en futbolistas profesionales. *MD Revista Científica en Medicina del Deporte*. 2005;1(1):7.
133. Chamari K, Hachana Y, Ahmed YB, Galy O, Sghaier F, Chatard JC, et al. Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004;38(2):191-6.
134. Chelly MS, Ghenem MA, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard RJ. Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump- and sprint performance of soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(10):2670-6.
135. Domire ZJ, Challis JH. The influence of squat depth on maximal vertical jump performance. *J Sports Sci*. 2007 Jan 15;25(2):193-200.
136. Gonzalez-Badillo JJ, Marques MC. Relationship between kinematic factors and countermovement jump height in trained track and field athletes. *J Strength Cond Res*. 2010 Dec;24(12):3443-7.
137. Feldmann CR, Weiss LW, Schilling BK, Whitehead PN. Association of drop vertical jump displacement with select performance variables. *J Strength Cond Res*. 2012 May;26(5):1215-25.
138. Ferragut C, Cortadellas J, Navarro J, Arteaga R, Calbet JA. Por qué saltan más los jugadores de voleibol. *Arch Med Deporte*. 2002;92:10.
139. Grande I, Figueroa J, Hontoria M, Bautista A. Evolución y comparación de la capacidad de salto de los equipos nacionales de gimnasia artística femenina y rítmica durante la preparación del Campeonato del Mundo 2007. *Kronos: la revista científica de actividad física y deporte*. 2009;VIII(15):4.
140. Grande I, Sampedro J, Rivilla-García J, Bofill A, Hontoria M. Evolución y relación de la capacidad de salto y amortiguación en gimnastas de rítmica de alto nivel. *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 2010;10 (Supplement):8.

141. Hasson CJ, Dugan EL, Doyle TL, Humphries B, Newton RU. Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the squat jump. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14(4):515-21.
142. Hertogh C, Hue O. Jump evaluation of elite volleyball players using two methods: Jump power equations and force platform. *J Sports Med Phys Fitness.* 2002;42(3):300-3.
143. Hoff J, Helgerud J. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med.* 2004;34(3):165-80.
144. Ingebrigtsen J, Rodahl S, Jeffreys I. Physical Characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *J Strength Cond Res.* 2012 Mar 28.
145. Jidovtseffa B, Croninb J, Harrishb N, Quievre J. Mechanical comparison of eight vertical jump exercises. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering.* 2010;13(S1):2.
146. Jovanovic M, Sporis G, Omrcen D, Fiorentini F. Effects of speed, agility, quickness training method on power performance in elite soccer players. *J Strength Cond Res.* 2011 May;25(5):1285-92.
147. Jakobsen MD, Sundstrup E, Randers MB, Kjaer M, Andersen LL, Krstrup P, et al. The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch-shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. *Human movement science.* 2012 Aug;31(4):970-86.
148. Kollias I, Panoutsakopoulos V, Papaiakovou G. Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical drop jumping from 60 centimeters. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):546-50.
149. Lamas L, Ugrinowitsch C, Rodacki A, Pereira G, Mattos EC, Kohn AF, et al. Effects of strength and power training on neuromuscular adaptations and jumping movement pattern and performance. *J Strength Cond Res.* 2012 Dec;26(12):3335-44.
150. Lara A, Abián J, Alegre L, Jimenez L, Aguado X. Medición directa de la potencia con tests de salto en voleibol femenino. *Arch Med Deporte.* 2005;22(6):10.
151. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med.* 2005;39(5):273-7.
152. Moir GL, Garcia A, Dwyer GB. Intersession reliability of kinematic and kinetic variables during vertical jumps in men and women. *Int J Sports Physiol Perform.* 2009 Sep;4(3):317-30.

153. Lynthorne N. Analysis of standing vertical jumps using force platform. *Am J Phys.* 2001;69(11):7.
154. Ostojic SM, Mazic S, Dikic N. Profiling in basketball: physical and physiological characteristics of elite players. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):740-4.
155. Ostojic SM, Mazic S, Dikic N. Elite and Nonelite Soccer Players: Preseasonal Physical and Physiological Characteristics. *Res Sports Med.* 2004;12(2):7.
156. Ronnestad BR, Kvamme NH, Sunde A, Raastad T. Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 2008;22(3):773-80.
157. Rousanoglou EN, Georgiadis GV, Boudolos KD. Muscular strength and jumping performance relationships in young women athletes. *J Strength Cond Res.* 2008 Jul;22(4):1375-8.
158. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med.* 2005;35(6):501-36.
159. Suárez-Moreno LN, FJ. Physiological and antropometric characteristics of elite rugby players in Spain and relative power out as predictor of performance in sprint and RSA. *J Sport Health Res.* 2011;3(3):191-202.(3):12.
160. Taube W, Leukel C, Lauber B, Gollhofer A. The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports.* 2012 Oct;22(5):671-83.
161. Viitasalo JT. Anthropometric and physical performance characteristics of male volleyball players. *Canadian journal of applied sport sciences Journal canadien des sciences appliquees au sport.* 1982 Sep;7(3):182-8.
162. Viitasalo JT, Salo A, Lahtinen J. Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1998 Oct;78(5):432-40.
163. Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med.* 2004;38(3):285-8.
164. Wisloff U, Helgerud J, Hoff J. Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(3):462-7.

165. Hermassi S, Chelly MS, Tabka Z, Shephard RJ, Chamari K. Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *J Strength Cond Res.* 2011 Sep;25(9):2424-33.

166. Tillin NA, Pain MT, Folland J. Explosive force production during isometric squats correlates with athletic performance in rugby union players. *J Sports Sci.* 2013;31(1):66-76.

167. Voelzke M, Stutzig N, Thorhauer HA, Granacher U. Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: effects of two combined training methods. *J Sci Med Sport.* 2012 Sep;15(5):457-62.

168. Rousanoglou E, Nikolaidou ME, Boudolos K. Discrimination of young women athletes and nonathletes based on anthropometric jumping and muscular strength measures. Perceptual and motor skills. 2006 Jun;102(3):881-95.

169. Haugen TA, Tonnessen E, Seiler S. Speed and countermovement-jump characteristics of elite female soccer players, 1995-2010. *Int J Sports Physiol Perform.* 2012 Dec;7(4):340-9.

170. Haugen TA, Tonnessen E, Seiler S. Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995-2010. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013 Mar;8(2):148-56.

171. Sporis G, Jukic I, Ostojic SM, Milanovic D. Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *J Strength Cond Res.* 2009 Oct;23(7):1947-53.

172. Berdejo D LA, Abián J, Jiménez F, Alegre LM and Aguado X. Capacidad de Salto y Amortiguación en Relación a la Arquitectura Muscular en el Jugador de Baloncesto. 2007 Consultado 20/05/2012. Available from: <http://g-se.com/es/entrenamiento-en-basquetbol/articulos/capacidad-de-salto-y-amortiguacion-en-relacion-a-la-arquitectura-muscular-en-el-jugador-de-baloncesto-884>.

173. Oliver J, Armstrong N, Williams C. Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *J Sports Sci.* 2008;26(2):141-8.

174. Jiménez R PG, Pérez D, Grande, I. Valoración de la potencia de salto en jugadores semiprofesionales de fútbol y comparación de resultados por puestos. *Kronos: la revista científica de actividad física y deporte.* 2009;VIII(15):6.

175. Coh M, Mackala K. Differences between the elite and sub-elite sprinters in kinematic and dynamic determinations of countermovement jump and drop jump. *J Strength Cond Res.* 2013 Feb 25.

176. Aerenhouts D, Debaere S, Hagman F, Van Gheluwe B, Delecluse C, Clarys P. Influence of physical development on start and countermovement jump performance in adolescent sprint athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013 Feb;53(1):1-8.
177. Reeve TC, Tyler CJ. The Validity of the SmartJump Contact Mat. *J Strength Cond Res*. 2013 Jun;27(6):1597-601.
178. Kenny IC, A OC, Comyns TM. Validation of an electronic jump mat to assess stretch-shortening cycle function. *J Strength Cond Res*. 2012 Jun;26(6):1601-8.
179. Buckthorpe M, Morris J, Folland JP. Validity of vertical jump measurement devices. *J Sports Sci*. 2012;30(1):63-9.
180. Aragón-Vargas LF. Evaluation of four vertical jump tests: methodology, reliability, validity and accuracy. *Meas Phys Educ Exerc Sci*. 2000;4(4):14.
181. Dias JA, Dal Pupo J, Reis DC, Borges L, Santos SG, Moro AR, et al. Validity of two methods for estimation of vertical jump height. *J Strength Cond Res*. 2011 Jul;25(7):2034-9.
182. Nuzzo JL, Anning JH, Scharfenberg JM. The reliability of three devices used for measuring vertical jump height. *J Strength Cond Res*. 2011 Sep;25(9):2580-90.
183. Caruso JF, Daily JS, McLagan JR, Shepherd CM, Olson NM, Marshall MR, et al. Data reliability from an instrumented vertical jump platform. *J Strength Cond Res*. 2010 Oct;24(10):2799-808.
184. Gabbett TJ. Physiological and anthropometric characteristics of elite women rugby league players. *J Strength Cond Res*. 2007 Aug;21(3):875-81.
185. Bosco C. Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con los test de Bosco. *Apunts Medicina de l'Esport* 1987;24:6.
186. Commission AS. Protocols for the Physiological Assessment of Team Sport Players. Physiological tests for elite athletes. United States of America 2000. p. 128-44.
187. Ziv G, Lidor R. Vertical jump in female and male volleyball players: A review of observational and experimental studies. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(4):556-67.
188. Ziv G, Lidor R. Vertical jump in female and male basketball players--a review of observational and experimental studies. *J Sci Med Sport*. 2010;13(3):332-9.

189. Tran TT, Brown LE, Coburn JW, Lynn SK, Dabbs NC. Effects of assisted jumping on vertical jump parameters. *Current sports medicine reports*. 2012 May;11(3):155–9.

190. Ziv G, Lidor R. Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Med*. 2009;39(7):547–68.

191. Tumilty D. Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med*. 1993;16(2):80–96.

192. De Villarreal ES, Kellis E, Kraemer WJ, Izquierdo M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *J Strength Cond Res*. 2009 Mar;23(2):495–506.

193. Dowling JJ, Vamos L. Identification of Kinetic and Temporal factors related to vertical jump performance. *Journal of applied biomechanics*. 1993 (9):16.

194. Place N, Blum Y, Armand S, Maffiuletti NA, Behm DG. Effects of a short proprioceptive neuromuscular facilitation stretching bout on quadriceps neuromuscular function, flexibility, and vertical jump performance. *J Strength Cond Res*. 2013 Feb;27(2):463–70.

195. Bosco C, Tihanyi J, Komi PV. Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiol Scand*. 1982;116(4):343–9.

196. Bosco C, Viitasalo JT, Komi PV, Luhtanen P. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiol Scand*. 1982;114(4):557–65.

197. Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, Van Soest AJ. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc*. 1996 Nov;28(11):1402–12.

198. Van Ingen Schenau GJ, Bobbert MF, De Haan A. Does Elastic Energy Enhance Work and Efficiency in the Stretch-Shortening Cycle? *Journal of applied physiology*. 1997;13(4):26.

199. Gonzalez-Badillo JJ, Ribas-Serna J. Evaluación del efecto del entrenamiento. In: *Publicaciones I*, editor. *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona 2002. p. 313–38.

200. Gonzalez-Badillo JJ, Gorostiaga-Ayestarán E. Fundamentos biológicos sobre el desarrollo y la manifestación de la fuerza. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. 1 ed. Barcelona. Inde Publicaciones; 1995. p. 65–113.

201. Wong del P, Wong SH. Physiological profile of Asian elite youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009;23(5):1383–90.

202. Ben Abdelkrim N, Chaouachi A, Chamari K, Chtara M, Castagna C. Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *J Strength Cond Res.* 2010 May;24(5):1346-55.

203. Rousanoglou EN, Barzouka KG, Boudolos KD. Seasonal changes of jumping performance and knee muscle strength in under-19 women volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2013 Apr;27(4):1108-17.

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de dispositivos utilizados en los últimos 20 años en la literatura científica con marcas comerciales. [página 33].

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los diferentes dispositivos utilizados para valorar los saltos. El número de cruces indica la cuantía de la ventaja y el de las rayas la intensidad de la inconveniencia. [página 35].

Tabla 3. Tipos de saltos realizados en cada deporte. En los porteros de fútbol son los únicos futbolistas que realizaron DJ y SC de 15 segundos, y en los de fútbol-sala fueron los únicos que ejecutaron SC de 15 segundos. [página 63].

Tabla 4. Parámetros analizados en cada tipos de saltos realizado. [página 70].

Tabla 5. Características biomédicas de la población de deportistas evaluados, según el sexo. [página 75].

Tabla 6. Características biomédicas de la muestra total analizada clasificados por deportes y sexo. [página 76].

Tabla 7. Resultados del salto denominado SJ clasificados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0.05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. [página 78].

Tabla 8. Resultados del salto denominado CMJ agrupados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0.05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. [página 79].

Tabla 9. Resultados del salto denominado AB agrupados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0.05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. [página 80].

Tabla 10. Resultados del salto denominado DJ agrupados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0.05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. [página 81].

Tabla 11. Resultados del salto denominado SC agrupados por sexo y deporte. En rojo se señalan los datos que presentan una diferencia significativa (con una $p < 0.05$ tras realizar el test de Bonferroni) con más de 5 deportes. [página 82].

Tabla 12. Percentiles en hombres de los parámetros obtenidos en cada tipo de salto realizado. [página 84].

Tabla 13. Percentiles en mujeres de los parámetros obtenidos en cada tipo de salto realizado. [página 85].

Tabla 14. Se observa el número de deportes en hombres con los que se diferencia un determinado deporte en cada variable analizada, destacándose en rojo si se diferenciaban con más de 5 deportes (tras realizar el test de Bonferroni para comparaciones múltiples) [página 88].

Tabla 15. En esta tabla se recoge el número de deportes con los que se diferencia un determinado deporte en una variable analizada, destacándose en rojo si se diferenciaban con más de 5 deportes (tras realizar el test de Bonferroni para comparaciones múltiples. [página 90].

Tabla 16. Análisis de los resultados tras realizar el test de Kruskal-Wallis de todas las variables en hombres y mujeres. En rojo se encuentran los datos sin diferencia significativa. [página 92].

Tabla 17. Comparación con datos del SJ en hombres en trabajos publicados. [página 100].

Tabla 18. Comparación con datos del SJ en mujeres en trabajos publicados. [página 102].

Tabla 19. Comparación con datos del CMJ en hombres en trabajos publicados. [página 105].

Tabla 20. Comparación con datos del CMJ en mujeres en trabajos publicados. [página 107].

Tabla 21. Comparación entre los percentiles de atletismo y fuerza. [página 122].

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1. Galileo Galilei por Ottavio Leoni (1624). [Página 17].

Figura 2. Isaac Newton en 1702 por Geoffrey Kneller. [Página 18].

Figura 3. Dinamómetro. [Página 20].

Figura 4. Étienne Jules Marey (1850). [Página 21].

Figura 5. Dispositivo de varillas Vertec®. [Página 22].

Figura 6. Altura calculada con el cinturón de Abalakov. [Página 23].

Figura 7. Nomograma De Lewis, versión original. [Página 25].

Figura 8. Plataforma de contacto. [Página 26].

Figura 9. Salto sin contramovimiento o Squat Jump. [Página 28].

Figura 10. Salto con contramovimiento o CMJ. [Página 29].

Figura 11. Salto con brazos. [Página 30].

Figura 12. Salto desde una altura o drop jump. [Página 30].

Figura 13. Diferentes instrumentos para medir los saltos. [Página 34].

Figura 14. Plataforma dinamométrica Dinascan (AthletJump, IBV, Valencia, España). [Página 56].

Figura 15. Registro de la Fuerza durante un salto SJ. [Página 66].

Figura 16. Registro de la Fuerza durante un salto CMJ. [Página 66].

Figura 17. Tiempos medidos durante el registro de la Fuerza durante un salto CMJ. [Página 67].

Figura 18. Comparación gráfica entre los percentiles de cada variable medida en los saltos SJ en Atletismo y Gimnasia. [Página 123].

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

a. aceleración.

AB : Abalakov test, salto con brazos.

AM: Altura Máxima.

AMe: Altura media de los saltos.

ATP : Adenosin-trifosfato.

CAMD: Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

CE: Capacidad elástica.

CMJ : Del inglés "Countermovement Jump", significa salto con contramovimiento.

DJ : Del inglés "Drop Jump", significa salto desde una altura.

F: Fuerza.

Fg : Fuerza gravitacional.

FMR: Fuerza Máxima Relativa.

Fp: Fuerza vertical producida por un peso.

FRV: Fuerza de Reacción Vertical.

g: Gravedad.

h: Altura del salto.

ha: Altura en posición erecta.

hc: Altura tras el salto

IE: Índice de explosividad.

IER: Impulso efectivo relativo.

IF: Índice de Fatiga.

Int: Intensidad.

IR: Índice de reactividad.

IS: Índice de simetría.

m: masa.

N: Newton.

NS: Número de saltos.

P: Potencia.

P-5: Percentil 5.

P-10: Percentil 10.

P-25: Percentil 25.

P-50: Percentil 50.

P-75: Percentil 75.

P-90: Percentil 90.

P-95: Percentil 95.

PC: Fosfato de creatina.

PD: plataforma dinamométrica,

PMR: Potencia Máxima Relativa.

SC: Saltos continuos.

SJ: Del inglés "Squat Jump", significa salto sin contramovimiento.

T: Trabajo.

Tej: Tiempo de ejecución del salto

Tex : Tiempo excéntrico.

t_v: Tiempo de vuelo.

US: Utilización de los brazos.