

# ESTUDIO DE LOS *JUMPERS* COMO POSIBLE HERRAMIENTA PARA LA RECUPERACIÓN EN FISIOTERAPIA

## STUDY OF POWER JUMPERS AS A POSSIBLE RECOVERY TOOL IN PHYSIOTHERAPY

*Antonio Bustos Ferrer<sup>a\*</sup> y Yasser Alakhdar Mohmara<sup>b</sup>*

Fechas de recepción y aceptación: 10 de abril de 2018, 8 de mayo de 2018

### RESUMEN

*Introducción:* El impacto en carga de las extremidades inferiores (EEII) suele ser un factor limitante a la hora de realizar su rehabilitación. Los *jumpers* son unos zapatos que absorben hasta un 80 % del impacto en carga contra gravedad. El objetivo de este estudio de intervención fue analizar un entrenamiento deportivo con el “calzado con resorte”, evaluando si existe un efecto positivo en cuanto a la mejora de la fuerza, potencia, velocidad, tiempo de vuelo y el impulso del salto de la EEII y si este puede ser utilizado como una terapéutica especializada en fisioterapia en la modalidad de recuperación funcional. *Material y método:* Se contó con un total de 30 mujeres (edad:  $18 \pm 60$  años). Todas las variables citadas fueron evaluadas antes, durante y después de una intervención de 15 sesiones, distribuidas en 1/2 días/semana, 1H/sesión. Se utilizó el test de Bosco con una prueba de salto contra movimiento (CMJ), tomando los datos y evaluándolos con una aplicación validada: MyJump II. Dichos valores han sido plasmados en una base de datos y posteriormente procesados con el programa R Versión 1.0.143 - © 2009-2016 RStudio, Inc. Para la comparación entre variables, se utilizaron diferentes métodos de normalidad en R (como shapiro.test o ks.test). El test de la t de Student para casos normales y el test del signo de Wilcoxon para casos no normales. El valor de significación fue de  $p < 0,005$ . *Resultados:* Los resultados obtenidos indican que sí

<sup>a</sup> Clínica de Fisioterapia, Osteopatía y Recuperación Funcional Antonio Bustos.

\* Correspondencia: Clínica de Fisioterapia, Osteopatía y Recuperación Funcional. Calle Troya, 4, 2. 46006 Valencia. España.

E-mail: [fisioterapiabustos@gmail.com](mailto:fisioterapiabustos@gmail.com)

<sup>b</sup> Profesor contratado doctor. Departamento de Fisioterapia. Universidad de Valencia.



existe una mejora en todas las variables: altura de salto (p-valor obtenido es de 0,0002788 < 0,05); tiempo de vuelo (p = 0,0002164 < 0,05); fuerza (p = 0,007208 < 0,05); velocidad (p = 0,0002323 < 0,05); potencia (p = 0,001257 < 0,05); altura de salto (p = 0,0002788 < 0,05). *Conclusión:* la intervención de entrenamiento con *jumping shoe* mejoró en la evaluación del CMJ optimizando todas las variables estudiadas.

*Palabras clave:* lesiones de salto, extremidad inferior, impacto, zapatos con resorte, salto vertical, fisioterapia, ejercicio físico.

## ABSTRACT

*Introduction:* The loading impact on the lower limbs is usually a limiting factor when carrying out rehabilitation. Power jumpers are shoes that absorb up to 80 % of the impact load against gravity. The objective of this intervention study was to analyse sports training with “spring-loaded shoes”, evaluating if there is a positive effect in terms of improving strength, power, speed, flight time and the jump impulse of the lower limbs and if this can be used as a specialized technique in physiotherapy in the modality of functional recovery. *Material and method:* Thirty women (age: 18 ± 60 years) were selected. All the variables cited were evaluated before and after an intervention of 15 sessions, distributed over 1/2 days/week, 1 hour/session. The Bosco test was used with a counter movement jump test (CMJ), collecting the data and evaluating with a validated MyJump II application. These values were recorded in a database and subsequently processed with the R program version 1.0.143 - © 2009-2016 RStudio, Inc. For the comparison between variables, different normality methods were used in R (such as shapiro.test or ks.test). The Student t test for normal cases and the Wilcoxon sign test for non-normal cases was used to assess significance at p < 0.005. *Results:* The results obtained indicate that there was an improvement in all variables: jump height (p-value obtained was 0.0002788 < 0.05); Flight time (p = 0.0002164 < 0.05); Strength (p = 0.007208 < 0.05); Speed (p = 0.0002323 < 0.05.) Power (p = 0.001257 < 0.05); Jump Height (p = 0.0002788 < 0.05). *Conclusion:* the training intervention with the power jumping shoe improved the scores for the CMJ test, improving all the variables studied.

*Keywords:* jumping injuries, lower limb, impact, spring shoes, vertical jump, physiotherapy, physical exercise.

## INTRODUCCIÓN

El impacto produce una onda de choque que generara en ese proceso vibraciones de los tejidos blandos de las extremidades inferiores (EEII). Estas señales serían detectadas y el sistema nervioso central (SNC) actuará ajustando, si es necesario, la activación de los grupos musculares implicados<sup>1</sup>. Para evitar las lesiones de las EEII, el sistema músculo esquelético (SME)



responderá a esta señal de entrada, cambiando los niveles de activación de los músculos para reducir las vibraciones<sup>2</sup>.

Una carga excesiva repetitiva genera un gran *shock* y puede inducir a lesiones agudas y crónicas en las EEII<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta que los atletas de élite y deportistas sociales se están volviendo más fuertes, más rápidos y mejor condicionados, se confirma que las lesiones de mayor energía son cada vez más comunes<sup>4</sup>, destacando la tendinopatía, que se caracteriza por una combinación de dolor, hinchazón difusa o localizada y deterioro del rendimiento.

Un 30 % de todos los corredores padecen tendinopatía de Aquiles, con una incidencia anual del 7 al 9 %. Las consecuencias de este tipo de lesión tienen una gran influencia en la carrera deportiva, el bienestar físico-psicosocial y la calidad de vida de los afectados. Por tanto, es importante hacer hincapié en su prevención<sup>5</sup>.

En los últimos años, los fabricantes de calzado han diseñado zapatos que pueden atenuar una onda de choque, creando adaptaciones en forma de amortiguadores. Peters comenta en su revisión sistemática que la utilización de plantillas podría tener un efecto preventivo sobre la tendinopatía de Aquiles<sup>6</sup>. House y col. encontraron un efecto positivo de su intervención sobre la incidencia de la tendinopatía de Aquiles con el uso de plantillas absorbentes de choque<sup>7</sup>. Katherine O'Leary, tras realizar cinco ensayos con 16 corredores, confirma la efectividad de un tipo de plantilla amortiguada en la reducción de la fuerza de impacto de pico y la aceleración tibial, en el contacto inicial pie-tierra durante la actividad<sup>8</sup>. Por lo tanto, es evidente que en actividades de impacto el uso de una plantilla durante el trote presenta un efecto positivo al reducir los esfuerzos sobre las articulaciones de las EEII<sup>9</sup>.

Las fuerzas de impacto varían sustancialmente para diferentes velocidades de aterrizaje, así como para diferentes posturas de MI y/o la dureza del material del zapato. Si no existe una buena adaptación y los músculos relacionados se activan de manera inadecuada, se producirá una adaptación neuromuscular con respecto a las señales de impacto. Según Derrick, si se busca minimizar el trauma de los tejidos biológicos para evitar lesiones, sería adecuado alterar el calzado o las superficies para reducir el impacto y permitir que el corredor mantenga una cinemática normal durante un periodo más largo<sup>10</sup>.

Mientras que algunos autores citan como causa de lesiones el propio impacto sobre las EEII<sup>11</sup>, otros vinculan la relación entre impacto y lesión solo



en las circunstancias más estresantes<sup>10</sup>. El SME va a tener un impacto diferente dependiendo de las condiciones del calzado y la superficie, realizando adaptaciones musculares en las EEII, tales como cambios en el ángulo inicial del pie y de la pierna, y velocidad y rigidez de la pierna<sup>12</sup>. Sin embargo, si existe una sobrecarga o una activación inadecuada del sistema neuromuscular relacionado, se producirán respuestas negativas para el organismo<sup>13</sup>, y como consecuencia obtendremos problemas articulares y músculo-tendinosos<sup>14</sup>.

### *La actividad física*

La actividad física (AF) es un fuerte determinante de salud, tal y como nos indica Felix Côte, quien nos confirma el efecto positivo de los deportes adaptados para la calidad de vida, haciendo hincapié en que los factores personales y participación social contribuyen directa/indirectamente en la calidad de vida<sup>15</sup>.

La edad/maduración articular puede llegar a tener un impacto en la asociación de componentes seleccionados del equilibrio y fuerza/potencia muscular de las EEII<sup>16</sup>. Existen aspectos negativos, como el envejecimiento cronológico asociado a una disminución en los niveles de AF, y en este sentido Boonlerst y col. proporcionan evidencia preliminar de que un programa de ejercicio de ocho semanas puede mejorar la aptitud física relacionada con la salud en los ancianos. Este envejecimiento puede llevar consigo lesiones articulares que limiten la AF recreativa y, por consiguiente, contribuir a condiciones adversas como las enfermedades cardiovasculares, la hipertensión, la obesidad y el deterioro físico<sup>17</sup>.

Demostrada científicamente la importancia que tiene la AF y valorando las limitaciones producidas como consecuencia del propio impacto, sería interesante considerar un diseño de zapato que amortigüe este último y nos sirva como herramienta de rehabilitación tanto en la prevención como en el abordaje terapéutico, permitiendo la práctica de la AF.

### *El zapato con resorte (jumper)*

El origen de este tipo de calzado se remonta a 1914 en Francia, donde Gastón Devore inventó el primer calzado con resorte conocido. Pero la forma tal



como se conoce hoy fue desarrollada en 1990 en Canadá por el inventor de origen ruso Gregory Lekhtman, que la diseñó como un aparato para hacer ejercicio de rebote; un tipo de ejercicio que la NASA ya certificó en 1980 como “el más efectivo de los ideados por el hombre”. Lekhtman produjo un modelo comercial que se denominó Exerlopers, y a finales de los años noventa llegó la marca Kangoo Jumps, creada por el empresario suizo Denis Naville a partir del modelo KJ-1. Pero no tuvieron mucho éxito en el mercado, hasta que KJ desarrolló programas de *fitness* adaptados al producto y un modelo más avanzado, el KJ XR. Hoy día se comercializan internacionalmente tres marcas principales de este tipo de calzado: Kangoo Jumps, Bounce By Diana Rojas y Aerower.

El equipo tiene gran variedad de beneficios, entre ellos, la reducción del impacto en hasta el 87 %, gracias al sistema de protección contra impactos (RS) diseñado específicamente para personas que no pueden participar en actividades de alto impacto. Su utilización aporta beneficios como la corrección y realineamiento postural, la mejora en la coordinación y el equilibrio<sup>18</sup>, de acuerdo con los estudios realizados por la NASA<sup>19</sup>.

Debido a la amortiguación existe una disminución del impacto, lo que afecta a la transmisión de fuerza a través del cuerpo, por lo tanto, el rebote elástico del cuerpo minimiza el gasto energético con una mayor velocidad<sup>20</sup>.

Los *jumpers* generan un cambio en el centro de gravedad (CDG) y así se estimulan los propioceptores que regulan el equilibrio. Los movimientos son interpretados por las células como un aumento de la fuerza de gravedad, y gracias a su gran capacidad de adaptación al entorno las células se hacen más fuertes. El efecto rebote no trabaja de manera localizada, sino que impacta de manera masiva.

Otro de sus beneficios es que mejora la capacidad aeróbica y reduce la tasa de lesión en comparación con el entrenamiento con zapatillas normales<sup>21</sup>.

De Oliveira y col. concluyeron en su estudio que, después del ejercicio submáximo en carrera, con el uso de las *jumpers* se mejoraba el equilibrio postural gracias a una mejor activación propioceptiva mediante el aumento de la velocidad de la estimulación aferente, demostrando que su uso tiene un efecto positivo en la estabilidad postural<sup>22</sup>.

Tras estos antecedentes, el objetivo del estudio es comprobar la eficacia del entrenamiento con *jumpers* y demostrar si mejoran la fuerza, la potencia, la velocidad, el tiempo de vuelo y el impulso del salto de las EEII.



## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Diseño del estudio*

Se trata de un estudio experimental, descriptivo y prospectivo.

### *Población*

La muestra poblacional ha sido recogida desde febrero hasta junio de 2017. Los criterios de selección que se emplearon fueron:

1. Criterios de inclusión: sexo femenino, edad entre 18 y 65 años, no haber realizado la actividad de los *jumpers* por lo menos seis meses antes de la realización del estudio y practicar la actividad en los periodos marcados de forma continuada.
2. Criterios de exclusión: embarazo, incapacidad para comprender o realizar (por lesión o minusvalía) la naturaleza del estudio y estar realizando otro tratamiento de fisioterapia incompatible con el presente estudio.

La asignación al grupo del estudio se realizó de forma voluntaria, tras una entrevista personal y confirmando que estaba dentro de los parámetros de criterios de inclusión.

Tras aplicar estos criterios de selección, la muestra final estuvo formada por un total de treinta mujeres con una media de edad de  $18 \pm 60$  años, novelas en esta actividad.

### *Procedimiento y evaluación*

Al grupo de estudio se le ha realizado un entrenamiento protocolizado y en un determinado tiempo, con una intensidad de 1-2 días por semana y 1 hora de duración por sesión.

El deportista realizó un programa de entrenamiento personalizado para incrementar el rendimiento de fuerza, que consistió en 15 sesiones, finalizando



este periodo a los tres meses del comienzo. La evaluación se realiza en tres momentos: la primera antes del primer día de entrenamiento, la segunda a los 7/8 entrenamientos siguientes y la tercera una vez finalizados los 15 días de entrenamiento planteados.

En cada uno de esos tres momentos, el análisis consiste en una prueba de salto en contramovimiento (CMJ), valorando los parámetros de fuerza, altura de salto, tiempo de vuelo, velocidad, potencia y distancia de empuje. Los valores obtenidos de las pruebas se consiguen mediante una aplicación validada de salto (My Jump) que requiere grabar los saltos de los atletas, a partir de lo cual el programa calcula la altura de salto, fuerza, velocidad, potencia, tiempo de contacto y velocidad con precisión científica<sup>23</sup>.

La toma de los datos correspondientes fue de las siguientes variables:

- Peso y altura
- Longitud de la pierna y altura de 90° (trocánter-suelo)

Explicación del salto y toma de medición con la aplicación My Jump 2:

### *Mediciones*

Una vez rellenada la documentación se realizan las mediciones, para las cuales debemos conocer la *distancia de empuje* (hp0 en la literatura científica), que es el rango de movimiento durante el cual el sujeto está empujando contra el suelo para saltar. Se calcula como la diferencia entre la longitud de la pierna y la altura de la cadera al principio del movimiento.

Los puntos para medir adecuadamente la hp0 son los siguientes:

- *Longitud de pierna*: mide la distancia desde el trocánter mayor del fémur hasta la punta de los dedos del pie, con el atleta en supino y con una flexión plantar total.
- *Altura a 90°*: mide la distancia vertical entre el trocánter mayor del fémur y el suelo en la posición de inicio del salto vertical (rodillas flexionadas 90°).



## *Intervención*

### 1. Calentamiento

Se realiza antes de la prueba de evaluación, y está enfocado a la mejora en el rendimiento del salto vertical y a la prevención de lesiones. Son ejercicios como la carrera continua sin superar los 130-160 p/m<sup>24</sup> y los estiramientos dinámicos<sup>25</sup>.

### 2. Salto CMJ (Counter Movement Jump)

Se realiza una flexo-extensión explosiva de rodillas de 90° con los brazos en las caderas, desde una posición erguida.

Los sujetos comenzaron desde esta posición erguida, situando la vista al frente con ambas manos en la cintura, haciendo a continuación un movimiento preliminar hacia abajo, flexionando rodillas y caderas, de forma rápida y continúa doblando las rodillas (fase excéntrica). En esta fase, el tronco debe permanecer lo más erguido posible para evitar cualquier influencia de la extensión de este en el rendimiento de los miembros inferiores hasta un ángulo de flexión de 90° (fase isométrica o acoplamiento). Y desde allí genera la impulsión vertical (fase concéntrica) que lo eleva. Por lo tanto, este salto implica una acción del tipo ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC)<sup>26</sup>.

Durante toda la fase de vuelo, el atleta debe mantener sus miembros inferiores y tronco en completa extensión, hasta la recepción con el suelo.

## *Análisis estadístico*

Para la comparación entre variables, previamente se ha comprobado la normalidad de la muestra a partir de diferentes métodos de normalidad en R (Shapiro test o ks test) y se obtiene que hay variables que se comportan con normalidad y otras que no; por este motivo, se han realizado dos tipos de comparación entre muestras: el test de la t de Student para casos normales y el test del signo de Wilcoxon para casos no normales, siendo el valor de significación  $p < 0,005$ . Para el cálculo de correlaciones entre variables se empleó el coeficiente de Pearson.





## RESULTADOS

Los resultados de este trabajo fueron analizados con varios métodos estadísticos que a continuación se presentan en tablas y gráficos.

### *Estadística básica*

Con estos datos se obtienen los valores de la media, mediana y cuartiles, que sirven para indicar el rango de valores contenidos en las partes en las que se dividirá el conjunto de datos. A continuación (tabla 1) observamos los valores del peso corporal y la distancia de empuje.

TABLA 1

*Estadísticos de peso corporal y distancia de empuje de la muestra poblacional del estudio*

	<i>Peso corporal</i>	<i>Distancia de empuje</i>
Mínimo	50,0	0,17
Máximo	82,0	0,38
1. <sup>er</sup> cuartil	57,2	0,24
Mediana	63,0	0,27
3. <sup>er</sup> cuartil	68,5	0,28
Media	62,9	0,26
Desv. típica	8,00	0,044

Por otra parte, en la tabla 2 se indican los valores obtenidos para la población de estudio, de altura de salto, tiempo de vuelo y fuerza.



TABLE 2  
*Estadísticos medios de altura de salto, tiempo de vuelo y fuerza para cada salto de la población, a lo largo del estudio*

	<i>Altura de salto</i>				<i>Tiempo de vuelo</i>				<i>Fuerza</i>			
	<i>Salto 1</i>	<i>Salto 2</i>	<i>Salto 3</i>	<i>Total</i>	<i>Salto 1</i>	<i>Salto 2</i>	<i>Salto 3</i>	<i>Total</i>	<i>Salto 1</i>	<i>Salto 2</i>	<i>Salto 3</i>	<i>Total</i>
Mínimo	2,76	4,12	5,76	2,76	150,0	183,3	216,7	150,0	631,8	721,5	699,4	631,8
Máximo	19,62	23,03	28,55	28,55	400,0	433,3	482,5	482,5	2237,9	2110,9	1997,3	2237,9
1.º cuartil	6,94	9,02	11,02	8,72	237,8	271,0	299,7	266,7	797,7	794,7	819,3	805,5
Mediana	10,44	11,04	13,62	12,3	291,7	300,0	332,4	316,7	865,5	869,0	968,1	885,1
3.º cuartil	13,62	16,5	16,09	15,02	333,3	366,7	362,2	350,0	984,6	1057,8	1085,9	1044,3
Media	10,59	12,33	13,95	12,29	287,2	311,1	332,6	310,3	923,8	960,3	1004,5	962,9
Desv. típica	4,33	4,82	4,74	4,79	62,84	62,7	55,33	62,6	297,64	273,27	261,41	276,7

Finalmente, en la tabla 3 se detallan los valores obtenidos de velocidad y potencia.

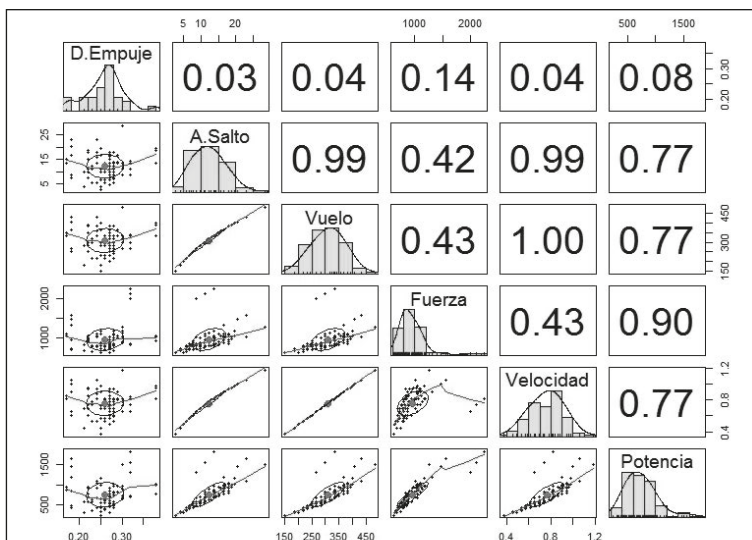


**TABLA 3**  
*Estadísticos medios de velocidad y potencia para cada salto de la población, a lo largo del estudio*

	<i>Velocidad</i>				<i>Potencia</i>			
	<i>Salto 1</i>	<i>Salto 2</i>	<i>Salto 3</i>	<i>Total</i>	<i>Salto 1</i>	<i>Salto 2</i>	<i>Salto 3</i>	<i>Total</i>
Mínimo	0,37	0,45	0,53	0,37	232,4	334,0	421,1	232,4
Máximo	0,98	1,06	1,18	1,18	1829,5	1553,1	1660,0	1829,5
1.º cuartil	0,58	0,67	0,73	0,65	467,0	516,9	636,2	535,9
Mediana	0,72	0,74	0,81	0,78	672,7	705,3	780,0	701,6
3.º cuartil	0,82	0,9	0,89	0,86	801,3	940,2	955,1	911,8
Media	0,70	0,76	0,82	0,76	674,0	747,8	831,7	751,2
Desv. típica	0,16	0,15	0,14	0,15	319,7	294,3	289,9	305,1

*Correlación entre las variables del estudio para el salto*

Por otra parte, también se calculó la correlación entre todas las variables, destacando la que se produce, como se puede ver en el gráfico siguiente, entre las variables *vuelo* y *velocidad* (1,00), y entre las variables *altura salto* con *vuelo* y *altura salto* con *velocidad* (0,99).



### Comparación entre las variables

Por último, se realizó una comparación entre las medias de los saltos realizados el primer día (justo antes del comienzo) y el último (tras las 15 sesiones), para ver si existen diferencias en las variables tras la intervención.

Tras la comparativa, se confirma que el tratamiento/ejercicio físico realizado durante tres meses mejora todas las variables analizadas (tabla 4) ya que existe una diferencia estadística significativa en todas ellas.

TABLA 4  
Mejora significativa de cada una de las variables analizadas.  
Diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ )

Variable	p-valor
Altura de salto	0,0002788*
Tiempo vuelo	0,0002164*
Fuerza	0,007208*
Velocidad	0,0002323*
Potencia	0,001257*

### DISCUSIÓN

Los *jumpers* reducen el impacto en más de un 80 %, gracias a su sistema de protección contra impactos (RS), obteniendo así beneficios como la corrección y realineamiento postural, la mejora en la coordinación y en el equilibrio postural<sup>21</sup>.

En el presente trabajo se estudió si una actividad con *jumpers* puede o no influir en el fortalecimiento y la puesta en forma de las EEII y cómo repercute dicha actividad en sus articulaciones y SME.

La actividad que se realiza con los *jumpers* es un SSC y en su estudio Fábrica concluyó que la aplicación de ejercicios que implican una acción del tipo SSC durante un intenso periodo competitivo contribuye a optimizar la actuación de los futbolistas<sup>26</sup>.



Bosco comenta que en el atleta “la potencia” representa un factor crucial para el éxito en una gran variedad de eventos competitivos<sup>27</sup>. En particular, este hecho es evidente durante destrezas motoras competitivas que involucran SSC, las cuales son comunes en los saltos y lanzamientos<sup>28</sup>. En ese sentido en nuestro estudio se ha obtenido una correlación entre las variables, siendo esta lógica porque, para el caso altura de salto-tiempo de vuelo, cuanto más alto saltas (es decir, con más potencia), más tiempo tardarás en tocar el suelo y, por tanto, tu tiempo de vuelo será mayor.

El modelo de entrenamiento con los *jumpers* demuestra claras asociaciones de activación neuromuscular y la cinemática de aterrizaje, tal como demostró Malfait en su estudio<sup>29</sup>. Gracias a este patrón se produce un proceso de mejora entre los sujetos sometidos al entrenamiento, siendo este el objetivo principal de este estudio; además, no se han producido bajas por lesión al ejecutar la actividad, situación muy habitual en otras actividades deportivas<sup>30</sup>, lo que demuestra que la absorción de un 80 % en el momento del impacto tras realizar el salto tiene un efecto positivo<sup>3</sup>.

Peters comenta que la tendinopatía es una etiología multifactorial, y por tanto las intervenciones preventivas deben gestionar: la carga, el equilibrio entre esta y la capacidad de carga, garantizándose para cada persona de forma individual con el fin de prevenir la tendinopatía<sup>6</sup>. Según Hardin, existe una alteración de la cinemática en la carrera en su fase exhaustiva, lo que provoca un mayor choque de impacto<sup>24</sup>.

Autores tales como House, O’Leary, Derrick y Sánchez<sup>7-13,20</sup> comentan la influencia que puede tener el uso de plantillas absorbentes de choque. Sin embargo, nos encontramos diferentes puntos de vista. Unos autores están a favor y recomiendan su utilización para la prevención y disminución de lesiones, por la reducción del impacto<sup>6-9,12,31,32</sup>, pero otros no lo están, como Derrick, quien concluyó que un aumento de las aceleraciones de impacto máximo en la pierna no se puede considerar como un aumento del riesgo de lesión debido a la masa efectiva disminuida<sup>10</sup>. Gerritsen y Wang coinciden en que el uso de este tipo de zapatos puede disminuir la postactivación muscular, lo que afecta negativamente a la estrategia de adaptación del sistema neuromuscular<sup>12,13</sup>. Para unos terceros este tipo de mecanismos refuerza el control postural, utilizando estrategias posturales para mantener el equilibrio mediante la acti-



vacación de los propioceptores y de los sistemas vestibular somatosensorial y visual<sup>18-20,24,31</sup>.

Finalmente, cabe hacer hincapié en que, a pesar de la existencia de estudios (comentados en la discusión) que valoren aspectos tenidos en cuenta en este estudio, los trabajos existentes sobre los *jumpers* son escasos y aportan insuficiente información sobre los beneficios de la actividad. Solamente Oliveira obtuvo resultados significativos en su estudio sobre la absorción de impacto en el *running*, pero con una muestra muy reducida<sup>24</sup>. Este dato hace que nuestro trabajo tenga más relevancia, siendo innovador hasta ahora y confirmando la utilidad y validez de los *jumpers* en la mejora de variables fundamentales en la mayoría de actividades deportivas.

Como conclusión del estudio se puede afirmar que el tratamiento con los *jumpers* mejora la fuerza, la potencia, la velocidad, el tiempo de vuelo y el impulso del salto en personas adultas.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jaeger D, Jaeger D, How B. *How long does it take to adjust steps after an unexpected perturbation during running?* Référence bibliographique: 3-4.
2. Boyer KA, Nigg BM. Soft tissue vibrations within one soft tissue compartment. *Elsevier*. 2005; 645-651.
3. Borowski L, Yard EE, Fields SK, Comstock R. The Epidemiology of US High School Basketball Injuries, 2005-2007 No Title. *Am J Sports Med.*, vol 36, Is.
4. Anderson RB, Hunt KJ, McCormick J. Management of common sports-related injuries about the foot and ankle. *J Am Acad Orthop Surg*, 2010; 18(9): 546-556.
5. van der Worp, H, van Ark M, Roerink S, et al (ed.). Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. In: 2011th ed. *Br J Sports Med*.
6. Peters JA, Zwerver J, Diercks RL, Elferink-Gemser MT, van den Akker-Scheek I. Preventive interventions for tendinopathy: A systematic review.



- J Sci Med Sport* [Internet]. *Sports Medicine Australia*. 2016; 19(3):205-11. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2015.03.008>>.
7. House C, Reece A, Roiz de Sa D. Shock-Absorbing Insoles Reduce the Incidence of Lower Limb Overuse Injuries Sustained During Royal Marine Training. *Mil Med*. [Internet]. 2013; 178(6):683-9. Disponible en: <<http://publications.amsus.org/doi/abs/10.7205/MILMED-D-12-00361>>.
  8. O'Leary K, Vorpahl KA, Heiderscheid B. Effect of Cushioned Insoles on Impact Forces During Running. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2008; 98(1):36-41.
  9. Sánchez Ramírez IA, Díaz Forero J. Análisis biomecánico de la influencia del calzado deportivo en los esfuerzos presentes en extremidad inferior. 2014.
  10. Derrick TR, Dereu D, McLean, S. Impacts and kinematic adjustments during an exhaustive run. In: Derrick, TR, Dereu, D, McLean, S (ed.). 2002nd ed. *Med Sci Sports Exerc*.
  11. Simon SR, Radin EL, Paul IL, Rose R. The response of joints to impact loading. II. In vivo behavior of subchondral bone. *J Biomech*. 1972; 5(3):267-72.
  12. Gerritsen KG, van den Bogert AJ, Nigg B. Direct dynamics simulation of the impact phase in heel-toe running. *J Biomech*. 1955; 28(6):661-8.
  13. Wang X, Zhang S, W F. Changes in Impact Signals and Muscle Activity in Response to Different Shoe and Landing Conditions. *J Hum Kinet*. 2017.
  14. WWK H, Hoeger S (ed.). Principle and labs for physical fitness.
  15. Côté-Leclerc F, Boileau Duchesne G, Bolduc P, Gélinas-Lafrenière A, Santerre C, Desrosiers J, et al. How does playing adapted sports affect quality of life of people with mobility limitations? Results from a mixed-method sequential explanatory study. *Health Qual Life Outcomes* [Internet]. *Health and Quality of Life Outcomes*. 2017; 15(1):22. Disponible en: <<http://hqlo.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12955-017-0597-9>>.
  16. Muehlbauer T, Gollhofer A GU. Associations Between Measures of Balance and Lower-Extremity Muscle Strength/Power in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med*. 2015; 45(12):1671-92.



17. Outayanik B, Carvalho J, Seabra A, Rosenberg E, Krabuanrat C, Chalermputipong S, et al. Effects of a Physical Activity Intervention Program on Nutritional Status and Health-Related Physical Fitness in Thai Older Adults: Pilot Study. 2017; 8(1):1-9.
18. Brito A. Treinamento Internacional Kangoo Jumps Fitness Instructor. Santos. 2010.
19. Shvartz E, Bhattacharya A, McCutcheon EP, Shvartz E, Greenleaf JE. Body acceleration distribution and O<sub>2</sub> uptake in humans during running and jumping. *J Appl Physiol*. [Internet]. 1980; 49(19):881-7. Disponible en: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7429911>>.
20. G C, N H, C. T. Mechanical work in terrestrial locomotion: two basic mechanisms for minimizing energy expenditure. *Am J Physiol*. 1977; 233(5):243-61.
21. Bula J, Rhodes R, Al E. Effects of interindividual variation, state of training, and prolonged work on running economy. *Biol Sport*. 2008; 25(3).
22. Oliveira PD De, Kelly S, Szezerbaty F, Wilson A, Gil DO, Oliveira RG De. Efeito do exercício de corrida com e sem a utilização do equipamento Kangoo Jumps, no controle postural: estudo de caso. 2014 (May).
23. Balsalobre-Fernandez C, Glaister M, Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci* [Internet]. 2015 (January): 1-6. Disponible en: <<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02640414.2014.996184>>.
24. Hardin EC, van den Bogert AJ HJ. Kinematic adaptations during running: effects of footwear, surface, and duration. *Med Sci Sport*. 2004; 36(5): 838-44.
25. Herman S, Smith D. Four-week dynamic stretching warm-up intervention elicits longer-term performance benefits. *J Strength Cond Res*. 2008; 22(4):1286-97.
26. Gabriel Fábrica C, Alonso R, Rey A, Polero P, Berreta G. Explosive force in football association: Effects of competition and field location. *Int J Perform Anal Sport*. 2008; 8(2):16-25.
27. Bosco C. Fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con los test de Bosco. 2017; XXIV(1979):7-12.
28. Komi P. Strength and Power in Sports. In: Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1992: 169-79.





29. Magnusson SP, Aagard P, Simonsen E, Bojsen-Møller F. A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *Sport Med.* 1998; 19(5):310-6.
30. Silva ME Da, Martín DMV, Padullés JM. Efectos del entrenamiento con vibraciones mecánicas sobre la “performance” neuromuscular. *Apunt Educ física y Deport.* [Internet]. 2006; 2(84):39-47. Disponible en: <<http://www.raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/300824>>.
31. Shumway-Cook A, Wollacott H. *Motor Control-Theory and Practical Applications.* Baltimore, Md: Lippincott Williams & Wilkins. 2000.
32. Behrens M, Müller K, Kilb J-I, Schleese L, Herlyn PKE, Bruhn S, et al. Modified step aerobics training and neuromuscular function in osteoporotic patients: a randomized controlled pilot study. *Arch Orthop Trauma Surg.* [Internet]. 2017; 137(2):195-207. Disponible en: <<http://link.springer.com/10.1007/s00402-016-2607-5>>.



