

CAPACIDAD DE AMORTIGUACIÓN EN FUNCIÓN DEL SEXO Y EL PORCENTAJE DE GRASA

BUFFER CAPACITY DEPENDING ON SEX AND PERCENTAGE OF FAT

Autor:

Jiménez Moreno, S.¹, Espejo Vacas, N.², López Gallego, F. J.³ Caballero Galdón, G.⁴ y Lara Sánchez, A. J.²

Institución:

⁽¹⁾Universidad de Jaén. Las charcas, 20/ 23370/ Orcera (Jaén)/ España.
Salva_1193@hotmail.com

⁽²⁾Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas D2, 143

⁽³⁾Universidad de Jaén. Avenida de Andalucía, 20/ 23310/ Mogón (Jaén)/ España.

⁽⁴⁾Universidad de Jaén. Francisco de Quevedo, 5/23360/ La puerta de Segura (Jaén)/España.

Resumen:

Objetivo: Analizar la amortiguación del salto con contramovimiento teniendo en cuenta el sexo y el porcentaje de grasa. Metodología: Se analizaron 83 sujetos de Educación Secundaria; 46 chicos (edad= 15.98 ± 1.35 años) y 37 chicas (edad= 15.43 ± 0.98 años) mediante plataforma de fuerzas y bioimpedancia eléctrica. Resultados: En PF1 y PF2 los hombres obtuvieron mayores resultados que las mujeres. En HL, los hombres superan a las mujeres. En cuanto al porcentaje de grasa, en el hombre no se encontraron diferencias en las variables de amortiguación, mientras que en mujeres, se encontraron diferencias en la altura del salto y en PF1. Conclusiones: Los hombres amortiguan peor que las mujeres. El porcentaje de grasa no es determinante en la amortiguación en hombres, pero sí en mujeres. La altura del salto fue la variable más determinante en la amortiguación del salto.

Palabras Clave:

CMJ, pico de fuerza, grasa corporal y riesgo de lesión.

Abstract:

Aim: To analyze the damping countermovement jump considering sex and body fat percentage. Methodology: 83 subjects of Secondary Education were analyzed; 46 boys (age = 15.98 ± 1.35 years) and 37 girls (age = 15.43 ± 0.98 years) by force platform and electrical bioimpedance. Results: PF1 and PF2 in men achieved higher results than women. In HL, men outnumber women. As for the percentage of fat in man no differences in the buffer variables were found, while in women differences were found in the jump high and PF1. Conclusion: Men damped worse than women. The fat percentage is not decisive in cushioning in men, but it is important in women. Jump height was the most determinant variable in jump damping.

Key Words:

CMJ, peak force, body fat and risk of injury.

1. INTRODUCCIÓN

Si se analiza la acción del salto desde el comienzo hasta final del mismo, se diferencian varias fases: fase de preparación, fase de despegue o batida, fase de vuelo y fase de amortiguación (Vaverka et al., 2013). Con la plataforma de fuerzas y el registro de los saltos realizados, se puede analizar la amortiguación del salto que viene representada por tres picos de potencia característicos: El primero de los picos que aparece en la Figura 1 (F1) es el momento de contacto de los metatarsianos contra el suelo que ocurre a los 10 ms (aproximadamente). El segundo pico (F2) representa el impacto del talón contra el suelo. Puede llegar a ser 10 veces superior al peso del sujeto y tiene lugar en torno a los 40 ms. El tercer pico (F3) es la menor de las tres y coincide con el momento de máxima flexión de los tobillos (Abián et al. 2006).

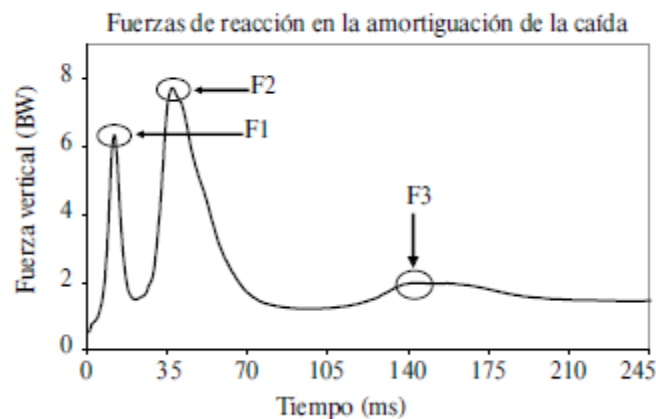


Figura 1. Gráfica representativa de los 3 picos de fuerza de reacción vertical en la amortiguación de una caída. Figura modificada de Abián et al. (2006).

| Sexo | N | Edad (años) | Masa (kg) | Talla (cm) | % grasa |
|------|----|--------------|---------------|---------------|--------------|
| H | 46 | 15.98 ± 1.36 | 65.33 ± 13.80 | 167.72 ± 5.81 | 21.62 ± 8.15 |
| M | 37 | 15.43 ± 0.90 | 56.01 ± 9.33 | 161.08 ± 5.52 | 29.73 ± 7.80 |

Figura 2. Tabla descriptiva de las características de la población en función del sexo (H: hombres; M: Mujeres; %: porcentaje). (Tabla 1).

| Sexo | Tipo de población | N | Edad (años) | Masa (kg) | Talla (cm) | % grasa |
|------|-------------------|----|--------------|---------------|----------------|--------------|
| H | Normal-ligero | 15 | 16.33 ± 1.90 | 55.87 ± 9.87 | 168.53 ± 6.10 | 13.36 ± 2.50 |
| | sobrepeso | | | | | |
| | Obeso | | 15.81 ± 1.01 | 69.90 ± 13.19 | 167.32 ± 5.72 | 25.60 ± 6.79 |
| M | Normal-ligero | 15 | 15.40 ± 1.14 | 44.97 ± 4.42 | 163.80 ± 11.10 | 16.94 ± 5.10 |
| | sobrepeso | | | | | |
| | Obeso | | 15.44 ± 0.98 | 57.73 ± 8.71 | 160.66 ± 4.25 | 31.73 ± 6.05 |

Figura 3. Descripción de la población en función del porcentaje de grasa. (H: hombres; M: Mujeres; %: porcentaje; normal- ligero sobrepeso: <=25 en Hombres o 30 en Mujeres; Obeso:>25 en Hombres o 30 en Mujeres). (Tabla 2)

Haciendo una búsqueda por la bibliografía científica, se encuentran numerosos estudios acerca de este tema que sirven como base de este estudio. Así, Chapell et al. (2007) encontraron diferencias significativas en el patrón de amortiguación entre mujeres y hombres y lo relacionaron con el riesgo de sufrir una lesión tras un salto. El género femenino presentaba una peor amortiguación, lo cual, conlleva a un mayor riesgo de sufrir cualquier tipo de lesión en las extremidades inferiores. De acuerdo con esta idea se encuentran, Abián et al. (2008) y Ford et al. (2010), mientras que Rubio et al. (2007) difiere, ya que no encontró diferencias significativas en la amortiguación en función del sexo.

En cuanto al porcentaje de grasa corporal, Piucco y Santos (2009) sí que encontraron diferencias significativas en la amortiguación de un grupo de jugadoras de voleibol un grupo de jugadoras de élite de este mismo deporte. El primer grupo presentaba un mayor porcentaje de grasa que el segundo y el resultado obtenido teniendo en cuenta esta variable fue que cuanto más alto era el porcentaje de grasa, peor era el resultado obtenido en el salto vertical y mayor era el impacto en el tobillo tras el salto. Con lo cual, la amortiguación fue peor y el riesgo de lesión aumentó. En consonancia con esta idea se encuentra Rubio et al. (2007).

El objetivo de este estudio ha sido analizar los parámetros de la amortiguación del salto vertical con contramovimiento teniendo en cuenta el sexo de los sujetos y el porcentaje de grasa de los mismo, ver si esto influye o no en la amortiguación y que riesgo en la salud supone tener una mala amortiguación.

2. METODOLOGÍA

Muestra

En este estudio han participado un total de 83 sujetos de un Centro de Educación Secundaria de un núcleo urbano; 46 de ellos eran chicos (edad= 15.98 \pm 1.35 años) y 37 chicas (edad= 15.43 \pm 0.98 años). Para realizar el estudio, se han establecido 2 grupos en función del sexo: hombres y mujeres). Sus características pueden apreciarse en la Tabla 1.

Por otro lado, se han establecido otros 2 subgrupos en función del porcentaje de grasa. En este sentido, se ha considerado: normal-ligero sobrepeso, cuando el porcentaje de grasa era menor o igual de 25 en hombres y de 30 en mujeres; y obeso, cuando el porcentaje de grasa era superior a 25 en hombres y a 30 en mujeres. En la Tabla 2, pueden apreciarse las características de los hombres y mujeres en función del porcentaje de grasa.

Protocolos

Todos los sujetos realizaron un test de salto con contramovimiento (CMJ) sobre una plataforma de fuerzas. Todos fueron tallados, pesados y realizaron un calentamiento estandarizado y dirigido por los investigadores. El salto se realizaría cumpliendo las siguientes premisas: manos en la cintura desde el inicio hasta final del salto sin poder moverlas en todo momento; las piernas estarían separadas a la anchura de las caderas pudiendo flexionar las rodillas libremente en el salto. Cada sujeto podía realizar dos intentos válidos, utilizando para este estudio el mejor de los dos registros.

Instrumentos

Para tallar y pesar a los sujetos se utilizó un tallímetro y una báscula modelo SECA (SECA LTD., Germany). Para evaluar las variables de los saltos se usó una plataforma de fuerzas piezoeléctrica portable Quattro Jump (Kistler, Suiza), conectada a un ordenador en el que se recogían los datos de cada salto.

Análisis estadístico

Los datos han sido tratados a través del programa estadístico SPSS V.19. Se ha realizado estadística descriptiva mediante medias y desviaciones típicas. Como prueba inferencial se ha utilizado la Prueba T-student para comparar las diferencias en las variables analizadas en función del sexo y del porcentaje de grasa, utilizando como criterio de significación mínima $p < 0.05$.

3. RESULTADOS

Atendiendo al sexo de los sujetos (Tabla 3) se han observado diferencias significativas en algunas de las variables correspondientes a la amortiguación del salto. En este sentido, en PF1 los hombres han obtenido unos valores superiores respecto a las mujeres ($p < 0.01$). En cuanto a PF2, los hombres han vuelto a obtener mayores resultados ($p < 0.001$). No obstante, al normalizar los resultados en función del peso de los sujetos, las diferencias han desaparecido en PF1, mientras que en PF2 han disminuido ($p < 0,05$). Por último, se observa que en la variable HL, los hombres han obtenido mayores valores ($p < 0.05$).

| Variables | Hombres | Mujeres | Diferencias |
|-----------------------|-------------------|------------------|-------------|
| Altura del salto (cm) | 37.15 ± 5.92 | 29.74 ± 4.5 | ns |
| PF1 (N) | 2485.02 ± 2151.31 | 1290.65 ± 702.38 | ** |
| PF1 (BW) | 3.88 ± 3.40 | 2.42 ± 1.66 | ns |
| PF2 (N) | 3639.24 ± 1567.99 | 2871.76 ± 833.84 | *** |
| PF2 (BW) | 5.68 ± 2.22 | 5.30 ± 1.59 | * |
| TPF2 (ms) | 0.06 ± 0.01 | 0.06 ± 0.02 | ns |
| TBW (ms) | 0.23 ± 0.04 | 0.20 ± 0.07 | ns |
| HL (cm) | 3.71 ± 3.84 | 3.02 ± 2.57 | * |
| LR (cm) | -9.32 ± 3.58 | -6.77 ± 3.34 | ns |

Tabla 3. Resultados de las variables analizadas y diferencias encontradas en función del sexo. (%: porcentaje ; TBW: tiempo en el que el sujeto hace una fuerza igual a la de su masa en la fase de amortiguación del salto; HL: diferencia entre la altura del centro de gravedad antes de saltar y cuando comienza la fase de amortiguación; LR: distancia que se desplaza el centro de gravedad del sujeto durante la fase de amortiguación; PF1: primer pico de potencia en la amortiguación; PF2: segundo pico de potencia en la amortiguación; TPF2: tiempo en el que sucede el segundo pico de fuerza en la fase de amortiguación del salto con contramovimiento; ns: no significativo; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$).

Al analizar los resultados en función del porcentaje de grasa (Tabla 4), se han observado diferencias significativas entre los dos grupos normal-ligero sobrepeso y obeso tanto en hombres como en mujeres. Así, en hombres, en cuanto al porcentaje de músculo y de grasa, se han encontrado diferencias significativas ($p < 0.003$), ($p < 0.0001$) respectivamente. No se han encontrado diferencias en las variables de amortiguación, mientras que en mujeres, se han encontrado en la altura del salto ($p < 0.010$) y en PF1 ($p < 0.000$).

| Variables | HOMBRES | | | MUJERES | | |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|-------------|----------------------------|------------------|-------------|
| | Normal-ligero sobrepeso | Obeso | Diferencias | Normal-ligero sobrepeso | Obeso | Diferencias |
| Masa grasa (kg) | 55.87 ± 9.87 | 69.90 ± 13.19 | ns | 44.97 ± 4.42 | 57.73 ± 8.71 | ns |
| % Músculo | 47.69 ± 1.45 | 41.18 ± 3.66 | ** | 44.32 ± 3.5 | 36.63 ± 3.16 | ns |
| % Grasa | 13.36 ± 2.50 | 25.60 ± 6.79 | ** | 16.94 ± 5.10 | 31.73 ± 6.05 | ns |
| IMC | 19.57 ± 2.63 | 24.89 ± 4.08 | ns | 16.80 ± 1.28 | 22.35 ± 3.09 | ns |
| Altura del salto (cm) | 40.93 ± 5.65 | 35.33 ± 5.21 | ns | 34.88 ± 7.05 | 28.94 ± 3.63 | * |
| PF1 (N) | 2556.42 ± 2536.67 | 2450.48 ± 1983.83 | ns | 1758.02 ± 1641.90 | 1217.62 ± 429.33 | *** |
| PF1 (BW) | 4.48 ± 4.18 | 3.5 ± 2.99 | ns | 4.01 ± 4.01 | 2.18 ± 0.81 | *** |
| PF2 (N) | 3294.42 ± 1228.17 | 3806.09 ± 1701.69 | ns | 2561.22 ± 984.29 | 2920.28 ± 815.13 | ns |
| PF2 (BW) | 6.09 ± 2.34 | 5.49 ± 2.17 | ns | 5.75 ± 1.97 | 5.23 ± 1.54 | ns |
| TPF2 (ms) | 0.05 ± 0.02 | 0.06 ± 0.01 | ns | 0.05 ± 0.01 | 0.06 ± 0.02 | ns |
| TBW (ms) | 0.23 ± 0.04 | 0.22 ± 0.04 | ns | 0.20 ± 0.12 | 0.21 ± 0.07 | ns |
| HL (cm) | 4.76 ± 4.84 | 3.20 ± 3.23 | ns | 4.11 ± 3.75 | 2.8 ± 2.37 | ns |
| LR (cm) | -10.41 ± 4.3 | -8.80 ± 3.07 | ns | -9.11 ± 4.92 | -6.40 ± 2.96 | ns |

Tabla 4. Resultados de las variables analizadas y diferencias encontradas en función del porcentaje de grasa en hombres y mujeres. (H: hombres; M: mujeres; %: porcentaje ; IMC: Índice de Masa Corporal; TBW: tiempo en milisegundos en el que el sujeto hace una fuerza igual a la de su masa en la fase de amortiguación del salto; HL: diferencia entre la altura del centro de gravedad antes de saltar y cuando comienza la fase de amortiguación; LR: distancia que se desplaza el centro de gravedad del sujeto durante la fase de amortiguación; PF1: primer pico de potencia en la amortiguación; PF2: segundo pico de potencia en la amortiguación; TPF2: tiempo en el que sucede el segundo pico de fuerza en la fase de amortiguación del salto con contramovimiento; ns: no significativo; *: p<0.05; **: p<0.01; ***: p<0.001; Normal- ligero sobrepeso: <=25 en Hombres o 30 en Mujeres; Obesos:>25 en Hombres o 30 en Mujeres).

4. DISCUSIÓN

Los valores encontrados en PF1 han sido superiores en hombres que en mujeres, al igual que en PF2, por tanto, se podrá llegar a pensar que la

Jiménez Moreno, S.; Espejo Vacas, N.; López Gallego, F.J.; Lara Sánchez, A.J. (2016). 384
Capacidad de amortiguación en función del sexo y el porcentaje de grasa. *Trances*, 8
(supl 1):377-388.

amortiguación es peor en hombres que en mujeres ya que la tensión y las fuerzas que tienen que soportar las extremidades inferiores al entrar en contacto con el suelo son significativamente mayores en hombres que en mujeres. Además, al realizar el test del salto de CMJ, los hombres volvían a obtener mayores resultados en la altura que las mujeres. Según estos datos, se podría afirmar que existe una estrecha relación entre la amortiguación y la altura del salto; así, podría decirse que a mayor altura del salto, peor amortiguación. Siguiendo esta misma línea, Magnúsdóttir, Sveinsson y Árnason, (2011) también observaron que los hombres saltaban más que las mujeres al realizar el CMJ, pero estos autores no relacionan la altura del salto con el rendimiento de la amortiguación; estos autores afirman que la amortiguación es peor en mujeres que en los hombres debido a la inestabilidad de las rodillas de estas al impactar contra el suelo después de realizar el salto.

Al observar otra variable relacionada con la amortiguación, HL, también se detectan diferencias significativas entre hombres y mujeres. Parece ser que los hombres tienen el centro de gravedad más alto cuando comienza la amortiguación que las mujeres respecto a la altura de partida del salto. Esto puede deberse a que, en el caso de los hombres, la primera superficie que entra en contacto con la plataforma tras el salto son los metatarsianos en su zona más próxima a las falanges. En el caso de las mujeres parece ser que lo primero que entra en contacto con la plataforma es la zona de los metatarsos más próxima al tarso.

Este hecho puede dar indicios de que para tener una amortiguación óptima y el sujeto reduzca el riesgo de tener una lesión, se deberá tener en cuenta una serie de factores como la musculatura implicada y la posición de los segmentos articulares con el fin de reducir esas fuerzas verticales que se propagan a lo largo de las extremidades inferiores tras la caída y que pueden ocasionar cualquier tipo de lesión.

En cuanto al porcentaje de grasa y su relación con la amortiguación, en el caso de los hombres, no hay diferencias significativas en ninguna de las variables que definen la amortiguación. Sólo presentan diferencias

significativas en el porcentaje de músculo y de grasa, como es lógico, teniendo mayor porcentaje de músculo los sujetos pertenecientes a la categoría de normal-ligero sobrepeso y mayor porcentaje de grasa los obesos. Con respecto a las mujeres, sí hay diferencias significativas en la amortiguación entre ambos grupos. En PF1, las mujeres con un porcentaje normal-ligero sobrepeso obtuvieron mayores resultados que las obesas. Esto puede deberse a que el primer grupo lograron una mayor altura en el salto que las del segundo grupo y por tanto el impacto es mayor. Apoyando estos resultados, Piucco y Santos (2009) analizaron el salto vertical entre un grupo de jugadoras de voleibol amateur y otro de jugadoras de élite. El primer grupo presentaba un porcentaje de grasa mayor que el segundo, la altura del salto fue menor pero, en este caso, las segundas registraron un impacto contra el suelo fue más agresivo, con lo cual, tuvieron una peor amortiguación y un mayor riesgo de lesión. Como se puede apreciar, hay controversia en cuanto a la influencia del porcentaje de grasa en la amortiguación del salto. Para valorar si verdaderamente este parámetro influye en la amortiguación, en estudios posteriores, podría realizarse un análisis de la amortiguación desde una altura estándar, es decir, medir la amortiguación desde una determinada altura.

5. CONCLUSIONES

La diferencia de sexo es un factor determinante en la amortiguación del salto. Sin embargo, el porcentaje de grasa no influye lo mismo en ambos sexos y no se puede considerar determinante en la amortiguación del salto.

Los hombres tienen peor amortiguación que las mujeres. Los picos de fuerzas registrados en el test del CMJ de los hombres son superiores a los de las mujeres y por tanto, las fuerzas verticales transmitidas en el contacto con la plataforma son mayores.

Respecto al porcentaje de grasa, en este caso, se puede concluir que influye en la amortiguación del salto en el caso del género femenino. Tener un

bajo porcentaje de grasa aumenta los picos de fuerza que definen la amortiguación haciendo que sea peor.

Ambos parámetros, la diferencia de sexo y el porcentaje de grasa se ven afectados por la altura del salto. Los hombres registran mayor altura que las mujeres y las mujeres con normal-ligero sobrepeso saltan más que las obesas. En ambos casos, los sujetos que tienen peor amortiguación saltan más que los que tienen una mejor amortiguación. Por tanto, caer desde una altura superior afecta negativamente a la amortiguación.

Existen indicios de que tener una mala amortiguación puede suponer tener un elevado riesgo a sufrir una lesión.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abian, J., Alegre, L. M., Lara, A. J., Rubio, J. A., & Aguado, X. (2008). Landing differences between men and women in a maximal vertical jump aptitude test. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(3), 305-310.

2. Abián, J., Alegre, L.M., Lara, A.J., y Aguado, X. (2006). Diferencias de sexo durante la amortiguación de caídas en tests de salto. *Archivos de Medicina del Deporte*, 23(116), 441-449

3. Chappell, J. D., Creighton, A., Giuliani, C., Yu, B., & Garrett, W. E. (2007). Kinematics and electromyography of landing preparation in vertical stop-jump risks for noncontact anterior cruciate ligament injury. *American Journal of Sports Medicine*, 35(2), 235-241.

4. Ford, K. R., Shapiro, R., Myer, G. D., Van, d. B., & Hewett, T. E. (2010). Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(10), 1923-1931.

5. Magnúsdóttir, H., Sveinsson, T., & Árnason, Á. (2011). Gender difference in jumping and landing among 15–18-year old icelandic national youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 361-361.

6. Piucco, T., & dos Santos, S. G. (2009). Association between body fat, vertical jump performance and impact in the inferior limbs in volleyball athletes. / Relación entre porcentual de gordura corporal, Desempeño en el salto vertical E impacto en los miembros inferiores en atletas de voleibol. *Fitness & Performance Journal (Online Edition)*, 8(1), 9-15

7. Rubio, J.A., Abián J., Alegre, L.M., Lara, A.J., Miranda, A., y Aguado, X. (2007). Capacidad de salto y amortiguación en escolares de primaria. *Archivos de Medicina del Deporte*, 24(120), 235 – 244.

8. Vaverka, F., Jakubsova, Z., Jandacka, D., Zahradnik, D., Farana, R., Uchytíl, J., et al. (2013). The influence of an additional load on time and force changes in the ground reaction force during the countermovement vertical jump. *Journal of Human Kinetics*, 38, 191-200.