

# Estudio comparativo del perfil fuerza-velocidad con diferentes posiciones de partida del salto vertical en danza

## Comparative study of the force-velocity profile with different starting positions of the vertical jump in dance

Adriana Vieiro Pérez<sup>1</sup>

Salvador Romero-Arenas<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Facultad de Deporte, Universidad Católica de Murcia, Murcia, España

### Autor para la correspondencia:

Salvador Romero-Arenas  
[sromero@ucam.edu](mailto:sromero@ucam.edu)

### Título abreviado:

Perfil fuerza-velocidad en danza

### Cómo citar el artículo:

Vieiro, A. & Romero-Arenas, S. (2023). Estudio comparativo del perfil fuerza-velocidad con diferentes posiciones de partida del salto vertical en danza. *Cultura, ciencia y deporte*, 18(56), 35-50. <https://doi.org/10.12800/ccd.v18i56.1811>

Recepción: 27 setiembre 2021 / Aceptación: 30 setiembre 2022

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue comparar las variables mecánicas del perfil fuerza-velocidad durante el salto partiendo de una posición *en dehors* frente a una posición en paralelo en estudiantes del grado universitario en Danza. La muestra estuvo compuesta por 22 bailarinas con 10,7±5,96 años de experiencia. Se realizó un test de salto vertical en el que cada participante ejecutó ocho saltos con incrementos progresivos de carga, alternando las posiciones de pies *en dehors* y en paralelo. Todos los saltos fueron grabados con un iPad a 240 Hz, y posteriormente analizados con la aplicación para iOS *MyJump2*. Se analizaron las variables: altura del salto, fuerza teórica máxima, velocidad teórica máxima, potencia máxima, perfil fuerza-velocidad. Los resultados mostraron una diferencia entre la altura del salto partiendo de la posición *en dehors* frente a la posición de paralelo (*en dehors*: 18,8±3,44 vs paralelo: 20,3±3,57 cm;  $p=0,002$ ). El análisis del perfil fuerza-velocidad mostró un déficit fuerza en ambas situaciones, siendo más acentuado cuando el salto se ejecutaba desde una posición de partida *en dehors* (*en dehors*: 43,0±46,24 % vs paralelo: 70,9±21,21%;  $p=0,022$ ). La individualización de los programas de entrenamiento centrados en reducir el desequilibrio de cada bailarina y en cada posición, podría ayudar a las bailarinas a mejorar la altura del salto y, por tanto, el rendimiento de la danza.

**Palabras clave:** *en dehors*, ballet, rendimiento, perfil fuerza-velocidad.

## Abstract

The purpose of this study was to compare the mechanical variables of the force-velocity profile during the jump starting from the *en dehors* position versus the parallel position in students of the university degree in Dance. The sample consisted of 22 dancers with 10.7±5.96 years of experience. A vertical jump test was performed in which each participant performed eight jumps with progressive increases in load, alternating the positions of feet in *en dehors* and in parallel. All the jumps were recorded with an iPad at 240 Hz, and later analyzed with the application for iOS *MyJump2*. The following variables were analyzed: jump height, maximum theoretical force, maximum theoretical velocity, maximum power, and force-velocity profile. The results showed a difference between the jump height starting from the *en dehors* position versus the parallel position (*en dehors*: 18.8±3.44 vs parallel: 20.3±3.57 cm;  $p=0.002$ ). The analysis of the force-velocity profile showed a force deficit in both situations, being more accentuated when the jump was executed from a starting position *en dehors* (*en dehors*: 43.0±46.24 vs parallel: 70.9±21.21%;  $p=0.022$ ). The individualization of training programs focused on reducing the imbalance of each dancer and in each position, could help dancers to improve the height of the jump, and therefore, the performance of the dance.

**Key words:** *en dehors*, ballet, performance, profile force-velocity.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## Introducción

En *en dehors* o “turn out” es el fundamento técnico base de la danza clásica. Consiste en la rotación externa de la articulación coxo-femoral, con la implicación del resto de la pierna: rotación externa de rodilla, torsión externa de tibial y abducción de la huella plantar en la articulación del metatarso (Bueno Aranzabal, 2016; Kushner et al., 1990). El objetivo es rotar cada pierna 90°, formando así un ángulo de 180° con ambos pies (Gómez-Lozano & Vargas-Macías, 2010; Massó Ortigosa, 2012). Aunque su origen no está claro, esta posición pudo haber surgido con una finalidad estética, para mostrar los tacones de los bailarines al público o también para ofrecer al espectador la visión del cuerpo del bailarín de frente en su máxima silueta (Abad Carlés & Burell, 2012; Alemany Lázaro, 2009). Sin embargo, Carlo Blasis justifica ya el uso del *en dehors* en el siglo XIX por razones práctico-anatómicas, por encima de la importancia estética imperante hasta ese momento (Abad Carlés & Burell, 2012). Pero esta rotación externa podría suponer una limitación a un elemento muy utilizado en la danza, como es el salto (Bazán et al., 2016; Kushner et al., 1990). En la danza clásica los saltos son de gran importancia y reafirman la filosofía de ingravidez (Angioi et al., 2009; Bazán et al., 2016; Brown et al., 2007; Harley et al., 2002). La búsqueda de la elevación requiere de una posición corporal erguida, jugando un papel fundamental la rotación externa de la cadera. El *en dehors* favorece la verticalidad y el equilibrio, y proporciona un mayor rango de abducción, pero puede limitar la ejecución de saltos (Bazán et al., 2016). En cambio, en la danza contemporánea, los saltos se utilizan como recurso dramático, con movimientos más libres y naturales (Angioi et al., 2009).

La mayoría de las sesiones de ballet implican movimientos complejos, controlados y precisos seguidos de acciones balísticas como son los saltos. La habilidad para saltar ha sido identificada como uno de los mejores predictores de rendimiento en la danza; aquellos bailarines que sean capaces de saltar más alto podrán implementar una mayor variedad de habilidades para realizar los componentes estéticos de la coreografía (Harley et al., 2002). Esta altura del salto está influenciada por factores biomecánicos y fisiológicos de cada bailarín y/o bailarina, y determinada por la velocidad de despegue que a su vez depende de la fuerza producida por las extremidades inferiores durante el empuje (Jarvis & Kulig, 2016; Jiménez-Reyes et al., 2017b). Esta relación, fuerza-velocidad (F-V), nos informa de las capacidades físicas del bailarín o bailarina, evalúa el rendimiento neuromuscular y nos indica si la potencia desarrollada en el salto es debida principalmente a la fuerza o a la velocidad con la que se ejecuta (Samozino et al., 2014). En el estudio de Samozino et al. (2010) se concluyó que variaciones del 10% en fuerza máxima, velocidad máxima o potencia conllevan cambios en la altura del salto de aproximadamente 10-15%, 6-11% y 4-8%, respectivamente. La información obtenida mediante el trabajo con distintas cargas en los estudios de campo permite determinar el perfil F-V real de la bailarina y compararlo con el perfil F-V óptimo para de-

sarrollar la potencia necesaria y alcanzar la altura máxima (Escobar et al., 2020b). Las diferencias entre ambos perfiles indican el desequilibrio entre las capacidades mecánicas y determinan un déficit en fuerza o velocidad. Esto permite adaptar las pautas de entrenamientos adecuadas para compensar los déficits detectados y mejorar la capacidad de salto vertical (Jiménez-Reyes et al., 2017a).

Los estudios del perfil F-V en bailarines son escasos. Recientemente, Escobar et al. (2020b) evaluaron a 87 bailarinas de ballet profesional (edad: 18,9±1,3 años; estatura: 164,4±8,2 cm; y masa corporal: 56,3±5,8 kg). Los autores reportaron que todas las participantes estaban orientadas a la velocidad evidenciando un déficit en los valores de fuerza. Un desequilibrio en el perfil F-V alto o bajo puede afectar negativamente la capacidad de salto (Morin & Samozino, 2016). Para corregir estos déficits, se sugiere la prescripción de planes de entrenamiento que aborden el desequilibrio F-V cada bailarín individualmente (Escobar et al., 2020a).

Hasta el momento existe escasa bibliografía que valore el perfil F-V en saltos en bailarinas (Escobar et al., 2020a, Escobar et al., 2020b); y no hemos encontrado ningún trabajo en el que se comparen los requerimientos de diferentes posiciones de partida. Por lo que surge la necesidad de analizar la ejecución de los saltos y el perfil fuerza-velocidad de bailarinas, comparando la ejecución de los saltos a partir de una posición clásica de *en dehors*, frente a una posición contemporánea de pies paralelos. La hipótesis previa planteada es que las bailarinas tienen un déficit de fuerza partiendo de ambas posiciones, y que la posición *en dehors* presenta un mayor déficit de fuerza para la ejecución de los saltos verticales, pues el esfuerzo muscular requerido en el mantenimiento de la posición dificulta la activación de la musculatura implicada en el salto.

## Metodología

### Diseño

Se realizó un estudio con un diseño transversal, en el que se midieron variables mecánicas del salto vertical (como la altura alcanzada, la fuerza teórica máxima, la velocidad teórica máxima y la potencia máxima) y el perfil F-V, partiendo de las posiciones en paralelo y en primera posición (*sauté en dehors*). Cada participante realizó ocho saltos verticales con diferentes condiciones de carga calculadas en relación con el porcentaje de la masa corporal (0%, 5%, 10%, y 15%), alternado la posición de los pies en paralelo y *en dehors*.

### Participantes

Formaron parte del presente estudio 22 bailarinas, estudiantes del Grado en Danza de la Universidad Católica de Murcia. Las características descriptivas de la muestra objeto de estudio se pueden observar en la tabla 1. La selección de las bailarinas se realizó a través de un muestreo por conveniencia. Las participantes interesadas en formar parte del estudio atendieron voluntariamente al llamamiento de los investigadores.

**Tabla 1.** Media y desviación estándar (DE) para las variables descriptivas de las participantes (n = 22)

Variable	Media ± DE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	21.8±2.59	19	28
Talla (m)	1.63± 0.07	1,50	1,75
Masa corporal (kg)	58.1± 7.83	45,7	72,0
% de grasa corporal (%)	23.8± 6.79	13,5	35,7
Masa libre de grasa (kg)	41.5±2.47	37,3	48,2
Índice de masa corporal	21.9±2.83	18,5	29,4
Rotación externa <i>en dehors</i> (°)	127.7±13.25	105	150
<b>Experiencia (años)</b>			
Ballet	10.7±5.96	1	20
Danza contemporánea	4.7±4.37	1	19
Otras danzas	6.7±5.53	1	17

Todas las participantes fueron invitadas a las instalaciones de la universidad donde se les informó (verbalmente y por escrito) de las actividades a realizar, de las características de los protocolos, contraindicaciones de las pruebas, beneficios y posibles lesiones. Tras la explicación, cumplieron un consentimiento informado que fue firmado por todas las participantes antes de comenzar. En el mismo, se detalló que el estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki, y que se habían tenido en cuenta todos los aspectos éticos exigidos por el Comité Ético de la Universidad.

### Procedimiento

Las participantes acudieron al laboratorio en parejas. Tras firmar el consentimiento informado, se les implementó una encuesta para conocer sus antecedentes y experiencia en la práctica de ballet clásico y la danza contemporánea. Seguidamente se registraron los parámetros corporales como la masa corporal, talla (cm) y las medidas de las extremidades inferiores necesarias para obtener la distancia de empuje (Samozino et al., 2014). La masa corporal se midió con una báscula Tanita BC-543 (Tanita Corporation, Tokyo, Japón), la masa libre de grasa y el porcentaje de masa grasa se estimó mediante bioimpedancia con la misma báscula (Tanita BC-543, Tanita Corporation, Tokyo, Japón). La talla se estimó con un estadiómetro Seca 713 (Seca Hamburgo, Alemania), la longitud de la extremidad inferior y la altura inicial de ambas posiciones se midieron utilizando una cinta métrica. Para medir la apertura de *en dehors* las bailarinas se situaban en bipedestación sobre un goniómetro, sin ayuda manual de estabilización de la cadera y tomando como referencia el segundo dedo de cada pie, pues es el que debe estar alineado con la rótula.

Se programó un calentamiento estándar, que consistió en cinco minutos de carrera continua, movilidad articular, estiramientos dinámicos y un total de seis saltos con intensidad progresiva (es decir, 40%, 60% y 100% del esfuerzo máximo percibido), alternando la posición de pies en pa-

ralelo y *en dehors*. Tras el calentamiento, las participantes recibieron instrucciones de saltar lo más alto posible en cada salto. El orden de realización de los saltos fue aleatorio, siguiendo el protocolo indicado en la tabla 2, con dos minutos de descanso entre cada salto, para evitar la fatiga. La ejecución de los saltos fue supervisada por los investigadores con el objetivo de asegurar la correcta ejecución de los saltos, partiendo de una posición estática de pie y manteniendo las piernas rectas durante la fase de vuelo del salto. El aterrizaje se realizó con una dorsiflexión completa del tobillo. No se consideraron válidos los saltos en los que se perdiera la posición de los pies en el aterrizaje, y en los que la participante se impulsara con los brazos (las manos debían estar fijas en las caderas). Todos los saltos se realizaron sin calzado.

La altura del salto y el perfil F-V se midieron utilizando una aplicación *MyJump2* para iOS 14.0 en un dispositivo iPad (iPad Air, Apple inc. EEUU) que utilizó una velocidad de grabación de 240 Hz (Balsalobre-Fernández et al., 2015). Para grabar los saltos con *MyJump2*, un investigador se acostó boca abajo en el suelo con el iPad en un soporte vertical frente al participante (en el plano frontal), a una distancia de ~1,5 m. Se seleccionaron con *MyJump2*, el primer fotograma en el que los pies dejaban de estar en contacto con el suelo (momento de despegue) y, posteriormente, el primer fotograma en el que al menos un pie estaba en contacto con el suelo (momento de aterrizaje).

Para determinar el perfil F-V *MyJump2* utilizó la masa corporal de la bailarina, la altura del salto y la distancia de empuje, obtenida por la diferencia entre la longitud del miembro inferior en posición totalmente extendida y la altura inicial a 90° para cada posición de partida. La aplicación proporcionó información sobre la magnitud y la orientación del desequilibrio F-V para cada bailarina ( $F-V_{IMB}$ ), fuerza máxima teórica ( $F_0$ ), velocidad máxima teórica ( $V_0$ ) y potencia máxima teórica ( $P_{max}$ ), según el método de Samozino (Samozino et al., 2010).

Tabla 2. Distribución de saltos y cargas

PRIMERA BAILARINA	SEGUNDA BAILARINA	Carga
Salto	Salto	
<i>Sauté</i> en primera ( <i>en dehors</i> )	Paralelo	Peso corporal
Paralelo	<i>Sauté</i> en primera ( <i>en dehors</i> )	
Paralelo	<i>Sauté</i> en primera ( <i>en dehors</i> )	+ 5%
<i>Sauté</i> en primera ( <i>en dehors</i> )	Paralelo	
<i>Sauté</i> en primera ( <i>en dehors</i> )	Paralelo	+ 10%
Paralelo	<i>Sauté</i> en primera ( <i>en dehors</i> )	
Paralelo	<i>Sauté</i> en primera ( <i>en dehors</i> )	+ 15%
<i>Sauté</i> en primera ( <i>en dehors</i> )	Paralelo	

### Análisis estadístico

El registro y almacenamiento de los datos se realizó con la hoja de cálculo Excel para Microsoft 365 MSO (v2205, Microsoft corp., Redmond, WA, EEUU). Para llevar a cabo el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS v24.0 (IBM corp., New York, EEUU). Inicialmente se realizó un análisis descriptivo de las variables, y los valores se expresaron como media y desviación estándar. Las diferencias entre los resultados de las capacidades mecánicas obtenidos en las posiciones en paralelo y *en dehors* se evaluaron mediante la prueba *t-Student*, con un nivel de significancia estadística fijado en  $p \leq 0,05$ . Sin embargo, aunque los efectos fueran estadísticamente significativos podrían ser irrelevantes, por lo que se consideró la magnitud del efecto. Para ello, se utilizó la *d* de Cohen,

en la que se consideraba que los valores inferiores a 0,2 indican un efecto pequeño, entre 0,5-0,7 indican un efecto medio, y valores  $>0,8$  indican un efecto alto (Ledesma et al., 2008).

### Resultados

En la figura 1 se presenta la comparativa entre la altura alcanzada con la posición de partida en paralelo y *en dehors*, en la secuencia de saltos realizados con cargas progresivas. Se evidencia que hay diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en todas las situaciones entre ambas posiciones de partida del salto vertical.

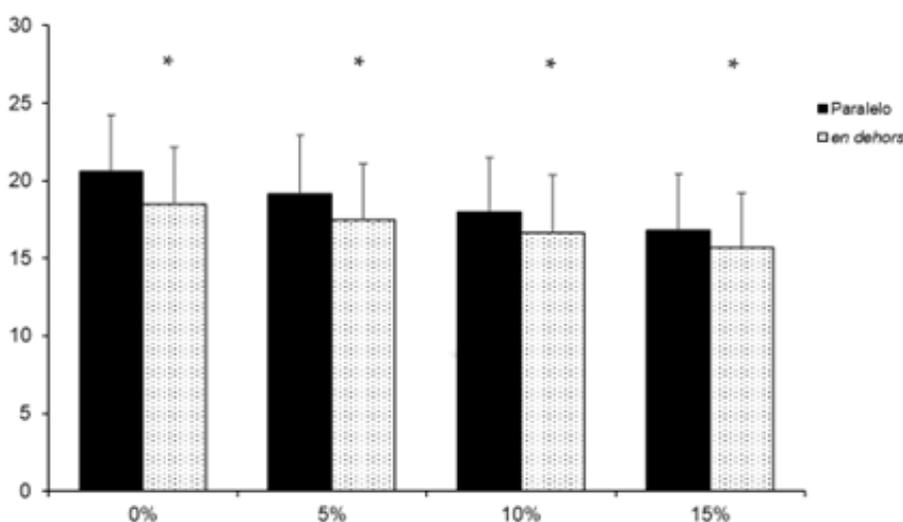


Figura 1. Altura de salto en paralelo y en dehors

\*: diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0,05$ .

En la tabla 3 se recogen los resultados de las variables mecánicas y las alturas alcanzadas en los saltos realizados por las participantes. Los resultados están referidos tanto al salto partiendo de la posición de paralelo como *en dehors*, con el objetivo de comparar el rendimiento de salto en ambas posiciones. Se reportaron diferencias estadísti-

camente significativas en la altura del salto sin carga entre ambas posiciones, y un tamaño del efecto medio-alto. En ambas posiciones se observa un déficit de fuerza en las bailarinas, siendo este déficit más alto cuando el salto se ejecuta desde una posición de partida *en dehors*.

**Tabla 3.** Media y desviación estándar (DE) para las variables mecánicas y de rendimiento en el salto de las participantes (n = 22)

Variable	Paralelo	<i>en dehors</i>	p-valor	TE (d de Cohen)	Intervalo de confianza (95%) para la d de Cohen	
					Inferior	Superior
Altura del salto (cm)	20,3 ± 3,66	18,8 ± 3,51	<b>0,003</b>	0,722	0,244	1,186
F-V <sub>IMB</sub> (%)	70,9 ± 21,21	43,0 ± 46,24	<b>0,022</b>	0,776	0,163	1,384
F <sub>0</sub> (N / kg)	30,2 ± 9,42	29,1 ± 9,82	0,532	0,271	-0,568	1,110
V <sub>0</sub> (m / s)	2,47 ± 1,04	2,66 ± 1,25	0,539	0,266	-0,573	1,106
P <sub>máx</sub> (W / kg)	17,1 ± 3,59	17,35 ± 3,95	0,838	0,044	-0,462	0,374

F<sub>0</sub>: fuerza teórica máxima; F-V<sub>IMB</sub>: perfil fuerza-velocidad; P<sub>máx</sub>: potencia máxima; TE: tamaño del efecto; V<sub>0</sub>: velocidad teórica máxima.

Todas las bailarinas que tomaron parte en el estudio presentaron un déficit de fuerza. Cuando el movimiento se realizó partiendo de paralelo un 18,2% de las participantes presentaron un déficit de fuerza <10 %, un 50 % de las participantes presentaron un déficit de fuerza entre 10-40 %, y un 31,8 % de las participantes presentaron un déficit de fuerza >40 %. Cuando el movimiento se realizó partiendo *en dehors*, un 9,1% de las participantes presentaron un déficit de fuerza <10 %, un 36,4 % de las participantes presentaron un déficit de fuerza entre 10-40 %, y un 54,5 % de las participantes presentaron un déficit de fuerza >40%.

## Discusión

La habilidad del salto es un recurso muy presente en gran parte del desempeño performativo, como base de multitud de gestos artísticos. Los bailarines con una altura de salto mayor pueden realizar una gama más amplia de habilidades durante su tiempo de vuelo e implementar habilidades técnicas más específicas relacionadas con los componentes estéticos de una coreografía de baile (Harley et al., 2002). Por ello, el objetivo del presente estudio fue analizar la eficiencia en la ejecución de los saltos y el perfil F-V de las bailarinas, comparando la ejecución de los saltos a partir de una posición clásica de *en dehors*, frente a una posición contemporánea de pies paralelos.

La posición *en dehors* parece funcionalmente menos eficiente para la ejecución de un salto vertical, si bien puede proporcionar ventajas en los saltos en los que se busca una gran apertura de las piernas, debido a que la rotación externa de la cadera posibilita un mayor rango de movimiento (Clippinger, 2011). El *en dehors*, consiste en la rotación externa de la articulación coxofemoral. Esta rotación de-

pende de tres factores: la forma ósea de dicha articulación, los ligamentos situados delante de la cadera (ileofemoral y pubofemoral) y los músculos rotadores externos profundos (Bueno Aranzabal, 2016). El ligamento ileofemoral se localiza delante de la articulación coxofemoral y se tensa durante la rotación externa por lo que actúa como limitador del movimiento; una mayor extensibilidad de este ligamento permitirá una mayor apertura (Clippinger, 2011). Los rotadores externos profundos (piriforme, gémimo superior e inferior, obturador interno y externo, cuadrado femoral) son un grupo de seis músculos pequeños que se localizan a nivel profundo del glúteo mayor en las nalgas. Sus fibras se extienden sobre todo horizontalmente y son especialmente importantes por su acción de rotación externa de la cadera. Su capacidad para generar rotación externa de cadera sin otros movimientos accesorios los vuelve clave para generar y mantener el *en dehors* (Clippinger, 2011). Sin embargo, una posición de partida *en dehors*, en los saltos, tiene unos requerimientos anatómicos de la musculatura implicada en el gesto de rotación que pueden interferir en el desarrollo de la fuerza en los músculos de la extremidad inferior implicada en el salto, pues cuando los bailarines trabajan con una gran rotación externa de cadera, la línea de tracción de los músculos cambia (Clippinger, 2011).

La posición *en dehors* desde un punto de vista mecánico, supone una desventaja en el desarrollo de la fuerza en el salto y, por tanto, también en la altura alcanzada. Tradicionalmente, en las clases de ballet, se puede observar como el trabajo de la rotación externa se realiza mediante ejercicios estáticos, buscando mejoras en el rango de movimiento, pero hay estudios que cuestionan este tipo de estiramientos en relación a las ganancias de fuerza (Ikeda & Ryushi, 2021), pues causan laxitud, de forma que se pier-

de fuerza muscular, lo que supone también una pérdida de velocidad. Ikeda & Ryushi (2021) también detectaron que este entrenamiento pasivo, si bien mejora el rango de movimiento, no consigue aumentar la fuerza y, por ende, el rendimiento en el salto vertical. La búsqueda de una mayor movilidad articular como base del entrenamiento, persigue una perfección estética, pero supone una menor capacidad funcional y una menor fuerza muscular (Scheper et al., 2013). Por ello, la programación de los ejercicios de fuerza para mejorar el salto *en dehors* no debería trabajar separadamente la rotación y el salto, sino buscar una rotación externa en la que no solo es importante la extensión de los ligamentos de la cara anterior de la cadera, sino que es necesario mejorar la musculatura asociada a la posición fortaleciendo los rotadores externos profundos, pero también el resto de los grupos musculares implicados en el salto vertical (Wyon et al., 2006).

Cuando analizamos los resultados obtenidos en el perfil F-V, observamos que las bailarinas tienen una orientación a la velocidad evidenciando un déficit en los valores de fuerza. Siendo este déficit, más marcado cuando la posición de partida es *en dehors*. Resultados similares reportaron Escobar et al. (2020b), cuando al evaluar a 87 bailarinas profesionales en una ejecución del salto en paralelo las participantes mostraron déficits de fuerza. Esto se puede justificar en la medida en que los saltos en ballet suelen estar relacionados con el término *allegro*, es decir movimiento realizados de forma rápida, en los que destaca la velocidad y la agilidad de la bailarina (Bazán et al., 2016). Según los resultados del presente estudio, el desequilibrio F-V es un parámetro importante a tener en cuenta en la evaluación de la capacidad de salto de las bailarinas. Estos resultados están en consonancia con los movimientos que requiere la interpretación de la danza, que implican tanto elementos atléticos como estéticos. De esta forma el entrenamiento de danza por sí solo puede no ser suficiente para mejorar la capacidad de salto. El hecho de que todos nuestros participantes mostraran déficits de fuerza puede llevar a la conclusión de que el entrenamiento de danza desarrolla predominantemente las capacidades de velocidad y los planes de entrenamiento deberían diseñarse en torno a la magnitud y la dirección de F-V<sub>IMB</sub>. El análisis del perfil F-V y potencia permite describir las características funcionales del sistema neuromuscular y, así, determinar posibles desequilibrios en la relación F-V de los miembros inferiores durante el salto vertical (Morin & Samozino, 2016). El desarrollo de programas de entrenamiento centrados en reducir este desequilibrio en la relación F-V, con sesiones específicas de fuerza de las extremidades inferiores (incluso utilizando cargas adicionales para la ejecución de los gestos) podría ayudar a las bailarinas a mejorar la altura del salto y, por tanto, el desempeño performativo (Brown et al., 2007; Dowse et al., 2020; Rafferty, 2010).

## Conclusiones

Los estándares de la danza clásica consideran inamovible el ideal de rotación externa, pero desde un punto de vista funcional el *en dehors* es poco eficiente en el salto. Los esfuerzos por la mejora de la posición se centran en el desarrollo de la flexibilidad muscular mediante la realización de ejercicios que no aportan mejoras de fuerza y velocidad. Además, los requerimientos neuromusculares y anatómicos que exige alcanzar los 90° de rotación externa de cada pierna, suponen cambios en las alineaciones musculares y limitan el desempeño de otros músculos durante la ejecución del salto. Los resultados del presente trabajo evidencian las diferencias en la altura alcanzada partiendo de la posición en *dehors* frente a la posición de paralelo, con peores resultados en las ejecuciones con rotación externa de piernas. El análisis del perfil F-V detectó déficits de fuerza en todas las bailarinas, siendo más acusados en la posición de partida en *dehors*. Las bailarinas están orientadas a la velocidad en términos del perfil F-V durante la realización del salto, por lo que evidencia la necesidad de proponer programas de entrenamiento individualizados, centrados en reducir el desequilibrio de cada bailarina y en cada posición. Esto podría ayudar a las bailarinas a mejorar la altura del salto y, por tanto, el rendimiento de la danza.

## Agradecimientos

Los autores del presente trabajo quieren mostrar su agradecimiento a las bailarinas que participaron en el estudio de manera desinteresada. También, a Dña. María Dolores Molina, a Dña. Catalina Castro y a D. Sebastián Gómez.

## Bibliografía

- Abad Carlés, A., & Burrell, V. M. (2012). *Historia del ballet y de la danza moderna* (2ªed.). Madrid: Alianza Editorial.
- Alemaný Lázaro, M. (2009). *Historia de la danza I. Recorrido por la evolución de la danza desde los orígenes hasta el siglo XIX*. Madrid: PILES Editorial de la Música.
- Angioi, M., Metsios, G., Twitchett, E., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2009). Association between selected physical fitness parameters and aesthetic competence in contemporary dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 13(4), 115–123. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1279718>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bazán, N. E., Bruzzese, M. F., Laiño, F. A., Ghioldi, M., & Santa María, C. (2016). Evaluación de la capacidad de salto y estado ponderal en estudiantes de danza

- clásica de la escuela del Teatro Colón en Buenos Aires. *Apunts Medicina de l'Esport*, 51(190), 56–62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2015.07.001>
- Brown, A., Wells, T., Schade, M., Smith, D., & Fehling, P. (2007). Effects of plyometric training versus traditional weight training on strength, power, and aesthetic jumping ability in female collegiate dancers. *Journal of dance medicine & science: official publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 11(2), 38–44. <https://www.thefreelibrary.com/Effects+of+plyometric+training+versus+traditional+weight+training+on...-a0190052937>
- Bueno Aranzabal, M. (2016). Consecuencias de una técnica incorrecta en dehors en danza clásica: análisis y prevención de lesiones. Universidad Pública de Navarra. Tudela. Recuperado a partir de: <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/21496>
- Clippinger, K. S. (2011). *Anatomía y cinesiología de la danza* (1ª ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Dowse, R., McGuigan, M., & Harrison, C. (2020). Effects of a resistance training intervention on strength, power, and performance in adolescent dancers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(12), 3446–3453. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002288>
- Escobar Álvarez, J. A., Fuentes García, J. P., Da Conceição, F. A., & Jiménez-Reyes, P. (2020a). Individualized training based on force-velocity profiling during jumping in ballet dancers. *International journal of sports physiology and performance*, 15(6), 788–794. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.2019-0492>
- Escobar Álvarez, J. A., Reyes, P. J., Pérez Sousa, M. Á., Conceição, F., & Fuentes García, J. P. (2020b). Analysis of the force-velocity profile in female ballet dancers. *Journal of dance medicine & science: official publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 24(2), 59–65. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.24.2.59>
- Gómez-Lozano, S., & Vargas-Macías, A. (2010). El en Dehors en la danza clásica: mecanismos de producción de lesiones. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 3(3), 4–8. <https://doi.org/10.23754/telethusa.030301.2010>
- Harley, Y., Gibson, A., Harley, E., Lambert, M., Vaughan, C., & Noakes, T. (2002). Quadriceps strength and jumping efficiency in dancers. *Journal of dance medicine & science: official publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 6(3), 87–94.
- Ikeda, N., & Ryushi, T. (2021). Effects of 6-week static stretching of knee extensors on flexibility, muscle strength, jump performance, and muscle endurance. *Journal of strength and conditioning research*, 35(3), 715–723. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002819>
- Jarvis, D. N., & Kulig, K. (2016). Lower extremity biomechanical demands during saut de chat leaps. *Medical problems of performing artists*, 31(4), 211–217. <https://doi.org/10.21091/mppa.2016.4039>
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2017a). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in physiology*, 7, 677. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00677>
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Pareja-Blanco, F., Conceição, F., Cuadrado-Peñafiel, V., González-Badillo, J., & Morin, J. (2017b). Validity of a simple method for measuring Force-Velocity-Power profile in countermovement jump. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(1), 36–43. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0484>
- Kushner, S., Saboe, L., Reid, D., Penrose, T., & Grace, M. (1990). Relationship of turnout to hip abduction in professional ballet dancers. *The American Journal of Sports Medicine*, 18(3), 286–291. <https://doi.org/10.1177/036354659001800312>
- Ledesma, R., Macbeth, G., & Cortada de Kohan, N. (2008). Tamaño del efecto: revisión teórica y aplicaciones con el sistema estadístico Vista. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 40(3), 425–440. <https://www.redalyc.org/pdf/805/80511493002.pdf>
- Massó Ortigosa, N. (2012). *El cuerpo en la danza: postura, movimiento y patología* (1ª ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Morin, J., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267–272. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0638>
- Rafferty, S. (2010). Considerations for integrating fitness into dance training. *Journal of dance medicine & science: official publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 14(2), 45–49. <https://www.ingentaconnect.com/content/jmrp/jdms/2010/0000014/00000002/art00002;jsessionid=3rmhnsjbnw5qf.x-ic-live-01>
- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International Journal of Sports Medicine*, 35(6), 505–510. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1354382>
- Samozino, P., Morin, J., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.07.028>
- Scheper, M., de Vries, J., de Vos, R., Verbunt, J., Nollet, F., & Engelbert, R. (2013). Generalized joint hypermobility in

professional dancers: a sign of talent or vulnerability? *Rheumatology*, 52(4), 651–658. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kes220>

Tsanaka, A., Manou, V., & Kellis, S. (2017). Effects of a modified ballet class on strength and jumping ability in college ballet dancers. *Journal of dance medicine & science: official publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 21(3), 97–101. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.21.3.97>

Wyon, M., Allen, N., Angioi, M., Nevill, A., & Twitchett, E. (2006). Anthropometric factors affecting vertical jump height in ballet dancers. *Journal of dance medicine & science: official publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 10(3), 106–110. <https://core.ac.uk/download/pdf/1931753.pdf>