



ORIGINAL

## Evaluación de la capacidad de salto y estado ponderal en estudiantes de danza clásica de la escuela del Teatro Colón en Buenos Aires

Nelio Eduardo Bazán<sup>a,\*</sup>, Martín Fernando Bruzzese<sup>b</sup>, Fernando A. Laiño<sup>c</sup>, Marcelo Ghioldi<sup>d</sup> y Claudio Santa María<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Instituto Superior de Deportes/Fundación Instituto Superior de Ciencias de la Salud, Buenos Aires, Argentina

<sup>b</sup> Futbolistas Argentinos Agremiados, Buenos Aires, Argentina

<sup>c</sup> Fundación Instituto Superior de Ciencias de la Salud, Buenos Aires, Argentina

<sup>d</sup> Consultorio de Medicina del Deporte, Hospital Ramos Mejía, Buenos Aires, Argentina

<sup>e</sup> Fundación Instituto Superior de Ciencias de la Salud, Buenos Aires, Argentina

Recibido el 20 de abril de 2015; aceptado el 14 de julio de 2015

### PALABRAS CLAVE

Bailarines de ballet;  
Peso;  
Salto

### Resumen

**Introducción:** El objetivo fue estudiar la capacidad de salto, el peso corporal y la talla, en estudiantes de la escuela de danza clásica del Teatro Colón de Buenos Aires.

**Material y métodos:** Cincuenta estudiantes femeninos (10 a 21 años) y 16 masculinos (10 a 26 años). Variables: *estatura* (m), *peso* (kg), *índice de masa corporal*, *altura* (cm) del squat jump (SJ) y countermovement jump (CMJ), *índice de elasticidad* (IE) (%).

**Resultados:** Bajo peso 38% de mujeres y 6,3% de varones. En mujeres, se ejecutó t-test para grupos independientes según categorías de edad, entre categorías de estado nutricional, para los saltos SJ, CMJ, IE, sin diferencias significativas. Se ejecutó ANOVA one-way entre categorías de edad para SJ, CMJ, IE, sin diferencias significativas para SJ ( $F=0,8$ ;  $p=0,46$ ), CMJ ( $F=0,28$ ;  $p=0,76$ ), IE ( $F=0,61$ ;  $p=0,55$ ). En varones la prueba ANOVA one-way entre categorías de edad mostró significación en SJ ( $F=9,97$ ;  $p=0,002$ ) y CMJ ( $F=17,58$ ;  $p=0,00$ ). La diferencia estuvo entre categoría 1 con 2 y 3, que tendieron a agruparse (test *post hoc* de Scheffé,  $p<0,05$ ). IE: prueba de Kruskal-Wallis, sin diferencias significativas entre categorías de edad ( $\chi^2=2,17$ ;  $p=0,34$ ). Calidad del salto: 68% de los varones y 42% de las mujeres lograron un  $IE \geq 6\%$ , indicando buena relación CMJ/SJ.

**Conclusiones:** Se sugieren controles de salud dado el elevado número de bailarinas con bajo peso. En lo que respecta al salto, el grupo de mujeres podría mejorar su capacidad.

© 2015 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [nelio.bazan@gmail.com](mailto:nelio.bazan@gmail.com) (N.E. Bazán).

## KEYWORDS

Ballet dancers;  
Weight;  
Jump

## Assessment of jumping ability and weight status in students of the Teatro Colón classical dance school in Buenos Aires

### Abstract

**Introduction:** The aim of the study was to assess the jumping ability, body weight and height in classical dance students of the Teatro Colón school in Buenos Aires.

**Material and methods:** The study included 50 female (10-21 years) and 16 male (10-26 years) students. Variables: height (m), weight (kg), body mass index, height (cm) of squat jump (SJ) and countermovement jump (CMJ), elasticity index (IE) (%).

**Results:** Underweight was found in 38% of females and 6.3% of males. In females, *t*-test for independent groups was implemented according to age categories between categories of nutritional status for SJ, CMJ, IE, with no significant differences. One-way ANOVA was implemented between age categories for SJ, CMJ, IE, with no significant differences for SJ ( $F=0.8$ ;  $p=.46$ ), CMJ ( $F=0.28$ ;  $p=.76$ ), IE ( $F=0.61$ ;  $p=.55$ ). In the males one-way ANOVA test between age categories, SJ showed significance ( $F=9.97$ ;  $p=.002$ ) and CMJ ( $F=17.58$ ;  $p=.00$ ). Difference was between category 1 with 2 and 3, which tended to cluster (Scheffe *post hoc* test,  $p<.05$ ). IE: Kruskal-Wallis test, showed no significant differences between age groups ( $X^2=2.17$ ;  $p=.34$ ). Quality jump: 68% of males and 42% of females achieved an IE of 6%, indicating good CMJ/SJ ratio.

**Conclusions:** Health checks are suggested, given the high number of underweight dancers. As regards the jump, the female group could improve its capacity.

© 2015 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

La danza clásica es una de las formas de expresión del baile artístico más conocida y difundida en prácticamente todo el mundo. Requiere una gran entrega desde lo físico y lo mental. Dedicación que comienza en la temprana infancia con un importante volumen de trabajo. El bailarín irá desarrollando fuerza muscular, resistencia, flexibilidad, equilibrio y agilidad. Formando un cuerpo adaptado al trabajo diario que implica por momentos movimientos complejos en una secuencia perfectamente ordenada. La clase de ballet está diseñada para ayudar a los alumnos a perfeccionar su alineación postural, la flexibilidad articular y desarrollar la fuerza muscular esencial a la danza. La técnica del ballet es extremadamente exigente, y los bailarines comprometen en mayor medida ciertos músculos a través de los ejercicios en la barra y en el escenario. Como resultado de muchos años de formación, suelen desarrollar significativa fuerza en varios grupos musculares.

En la danza clásica el salto es uno de los elementos más importantes usado en la constitución de las rutinas, siendo muy repetidos tanto en las sesiones de ensayo como en las presentaciones. Durante los movimientos de saltos se generan fuerzas que pueden superar hasta 20 veces el peso corporal del sujeto<sup>1</sup>. Esta exigencia hace que en los miembros inferiores sucedan la mayoría de las lesiones, en bailarines de danza clásica, danza moderna o jazz dance.

En ballet, los saltos pueden ser relacionados con el término *allegro* que describe los movimientos realizados de forma rápida, que destacan la velocidad y la agilidad de la persona que baila. Los acercan a sus límites físicos, y crean un momento excitante por el aparente desafío a la ley de la

gravedad. Los saltos tienen objetivos técnicos y musicales, y buscan efectos dramáticos que suelen ser categorizados como *petit allegro*, *allegro mediano* y *gran allegro*<sup>2</sup>.

- *Petit allegro*: el bailarín salta lo suficiente como para estirar los pies que quedan suspendidos en el aire. Se realizan sin la acción de los brazos, aplicando la fuerza desde tobillos y pies.
- *Allegro medio*: son saltos ligeramente más altos, a un ritmo más lento, que pueden comprender movimiento de las piernas durante la fase de vuelo.
- *Gran allegro*: saltos de mucha elevación realizados con gran energía. Prueban especialmente a los bailarines masculinos. Implican el uso de los pies, las piernas y los brazos. Pueden agregar movimiento de piernas.

Los bailarines fortalecen los músculos de miembros inferiores cada vez que se paran sobre los dedos de los pies. Los ejercicios en la barra hacen hincapié en la flexión plantar y requieren de la participación de músculos de la pantorrilla. Cuando saltan utilizan la técnica de empujar con fuerza contra el suelo para impulsarse hacia arriba, y cuando se aterrizan, se trata de que el contacto sea suave. El resultado es que de modo importante se aumenta la fuerza muscular en las pantorrillas. Los solistas y primeros bailarines poseen una gran capacidad de salto, incluso mayor que los bailarines de elenco<sup>3</sup>. Incluso los bailarines son más resistentes a la fatiga de los saltos que muchos atletas, esto podría explicar, en parte, la menor incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior. La amplia formación técnica y la práctica diaria a que los bailarines se someten desde una edad

temprana, puede ser la causa de estos niveles más altos de resistencia<sup>4</sup>.

A principios de los años 80, Carmelo Bosco, estudioso de la mecánica muscular y los efectos del preestiramiento muscular, presentó una serie de pruebas, actualmente utilizadas en todo el mundo. Entre ellas se encuentran el salto vertical sin contramovimiento (SJ) y el salto vertical con contramovimiento (CMJ)<sup>5</sup>. El primero es un salto vertical que parte de una posición semiflexionada y carece de la ayuda de miembros superiores ya que las manos se encuentran tomando la cintura. El segundo se inicia desde la posición erguida para realizar una breve flexión antes de ejecutar rápidamente el salto. También las manos se encuentran fijas en la cintura. Se espera que la altura alcanzada en el salto vertical CMJ sea ligeramente superior. Esto es debido al efecto elástico, por la interacción entre los elementos contráctiles y elásticos de la musculatura, que permite que en la fase de flexión inicial haya un almacenamiento de energía elástica potencial. Al realizar la secuencia de flexión y extensión en un corto período de tiempo se evita que gran parte de esa energía almacenada se disipe como calor. Las estructuras tendinosas sufren una deformación elástica de aproximadamente un 2%, y si se producen en un breve espacio de tiempo (1-200 ms) podrá contribuir al aumento de la fuerza aplicada sobre los segmentos y, en consecuencia, aumenta el torque en las articulaciones involucradas<sup>6</sup>. En muchas disciplinas la fuerza explosiva es un factor determinante y la prueba de salto vertical sirve para determinar la capacidad física. Así es que los test SJ y CMJ se utilizan para estimar la fuerza explosiva de las extremidades inferiores en los atletas de disciplinas que exigen saltos repetitivos. Pero además, permiten evaluar el uso de la energía elástica debido al ciclo de estiramiento-acortamiento<sup>7</sup>. Es esencial el control de los procesos de entrenamiento a través de pruebas que permitan conocer el desarrollo del potencial físico. Dada la importancia que tiene el salto en la disciplina de ballet, se decidió estudiar la capacidad de salto en un grupo de estudiantes de la escuela de danza clásica más prestigiosa de nuestro país, la del Teatro Colón. Por último, no se debe desconocer que en toda disciplina existe una presión selectiva y que en la danza clásica prima una visión especial de la estética corporal. Se incluyó también el estudio de dos variables antropométricas básicas como el peso y la talla estudiando el estado ponderal.

## Materiales y métodos

El presente es un estudio descriptivo, transversal y correlacional, evaluándose la saltabilidad y estado ponderal en estudiantes de la escuela de danza del Teatro Colón de la Ciudad de Buenos Aires, durante los meses de octubre y noviembre de 2014.

La muestra estuvo compuesta por 66 estudiantes, 16 masculinos y 50 femeninos, de la escuela de danzas del Teatro Colón, de la ciudad de Buenos Aires, con edades que oscilaron entre los 10 a 21 años en mujeres y de 10 a 26 años en varones.

Las variables estudiadas fueron las siguientes:

Estatura (m) y peso (kg). La estatura fue medida con un estadiómetro deslizante de pared (Wiso®, Brasil) con una precisión de 0,001 m. El peso fue medido con una balanza

digital (GA.MA®, Italia) con una precisión de 0,1 kg. Se calculó para cada edad el percentil del índice de masa corporal (IMC), utilizando la fórmula peso (kg)/talla<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>), para el estado ponderal se determinaron las categorías normopeso, bajo peso, sobrepeso y obesidad, según los valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud<sup>8</sup>.

SJ - squat jump (cm): salto vertical máximo partiendo desde una posición semiflexionada (flexión de rodillas a 90°), con las manos sobre las caderas y el tronco recto. Se sostiene la posición inicial al menos durante 2 segundos. El sujeto en la fase de vuelo debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y pies en flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, con los brazos fijados en la cadera. Se realizaron tres intentos, previa entrada en calor, y se seleccionó el mejor.

CMJ - countermovement jump (cm): parte de la bipedestación, con las manos en las caderas, realizándose un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas. Se logra un ángulo de 90° con las rodillas, e inmediatamente se realiza el salto vertical máximo. Se realizan tres intentos y se elige el mejor.

Índice de elasticidad (%): es la diferencia porcentual en la altura lograda entre los saltos. índice de elasticidad = (CMJ-SJ)/SJ\*100.

Tratamiento estadístico: el tratamiento descriptivo consistió en calcular distribución de frecuencias, medidas de tendencia central, de variabilidad y valores de percentiles seleccionados. Se realizó test de Levene para constatar homogeneidad de varianzas, para así decidir sobre la utilización de t-test o U de Mann-Whitney y de ANOVA one-way o prueba de Kruskal-Wallis. En caso de ejecutarse ANOVA one-way, se realizó el test post hoc de Scheffé, para conocer entre qué grupos se daban las diferencias significativas. El tratamiento estadístico fue realizado con el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 20.0 (IBM Corp., Armonk, New York). En todos los casos la significación estadística se estableció para  $p < 0,05$ .

Consideraciones éticas: la participación fue voluntaria, solicitándose por escrito el consentimiento a los padres en el caso de los menores de edad. Contó con la autorización de la institución, y fue realizada en presencia de personal de salud, que supervisaron los procedimientos. Los registros de peso y talla fueron realizados por una licenciada en Nutrición, mientras que una profesora en Educación Física supervisó la ejecución de cada uno de los saltos. Además contó con la adhesión institucional por parte del Instituto Superior de Arte, Disposición Número: DI-2014-15-ISA, del 10 de octubre de 2014, justificada en que contribuía al cumplimiento de la finalidad explícita del Instituto Superior de Arte del Teatro Colón, expresada en el Anexo del Decreto N.º 2179/99, artículo 1.º, inciso a)<sup>9</sup>.

Tabla 1 Estado ponderal (EP)

Categorías	Mujeres (n = 50)		Varones (n = 16)	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Bajo peso	19	38,0	1	6,3
Normopeso	31	62,0	14	87,5
Sobre peso	-	-	1	6,3

**Tabla 2** Análisis del salto

	Mujeres (n = 50)			Varones (n = 16)		
	10-13	14-17	18-21	10-13	14-17	18 y +
Edad						
n	20	22	8	4	5	7
Salto SJ (cm)	22,7	24,4	23,3	23,2*	31	33,7
DE	2,9	5,2	4,7	2,9	3,6	4,3
Mínimo	17,3	16,6	18,0	20,4	26,4	25,5
Máximo	27,4	39,6	33,1	26,5	35,2	38,5
P25	20,4	20,2	20,4	20,6	27,8	32,1
P50	22,9	24,6	22,0	22,9	30,1	34,2
P75	25,1	28,2	25,8	26,0	34,7	37,4
Salto CMJ (cm)	24,2	24,9	23,7	22,7*	33,4	36,9
DE	3,8	4,6	3,9	2	3,6	4,7
Mínimo	18,0	17,3	19,6	21,2	28,2	28,2
Máximo	31,1	39,6	31,1	25,5	36,3	41,8
P25	20,6	22,0	20,4	21,2	29,7	35,2
P50	23,8	24,6	23,4	22,1	35,2	37,4
P75	26,9	26,7	26,5	24,9	36,3	40,8
Ind. elasticidad	6,9	3,3	3,1	-0,8	8	9,5
DE	10,9	10,9	14,9	16,3	7,6	5,1
Mínimo	-10,9	-15,8	-10,9	-13,8	0	2,9
Máximo	35,8	26,6	34,3	20,3	20,6	19,6
P25	0,110	-6,8	-9,2	-13,8	3,1	6,3
P50	5,3	2	0	-4,8	6,5	9,1
P75	10,6	12,2	11,0	16,2	13,7	10,6

\* Diferencias muy significativas (p < 0,01).  
 DE: desviación estándar.

## Resultados

En la información descriptiva respecto al peso y la talla se utilizó para su valoración el destaca que en mujeres el 38% presentaron bajo peso (categoría 1). Este valor en varones

fue del 6,3%. Globalmente el bajo peso para ambos sexos fue de 30,3% (tabla 1).

En mujeres, se ejecutó t-test para grupos independientes según categorías de edad, entre categorías de estado ponderal, para los saltos SJ, CMJ y el índice de elasticidad, no

**Tabla 3** Análisis comparativo del salto en distintas disciplinas

	Mujeres				
	n	Edad	SJ ± SD	CMJ ± SD	Referencia
Ballet	20	10-13	22,7 ± 2,9	24,2 ± 3,8	Datos propios
	22	14-17	24,4 ± 5,2	24,9 ± 4,6	
	8	18-21	23,3 ± 4,7	23,7 ± 3,9	
Escolares	37	9-10	17,7 ± 3,6	20,5 ± 3,8	González Montesinos <sup>18</sup>
	13	11-12	17,9 ± 3,4	20,7 ± 3,3	
Gimnasia Artística	10	8-10	26,1 ± 2,7	26,4 ± 2,7	Murad <sup>19</sup>
	11	11-13	30,1 ± 2,5	31,1 ± 1,8	
Gimnasia Rítmica	10	8-10	24,0 ± 4,8	24,3 ± 4,6	Murad <sup>19</sup>
	11	11-13	25,7 ± 3,3	26,0 ± 4,0	
	Varones				
	n	Edad	SJ ± SD	CMJ ± SD	Referencia
Ballet	4	10-13	23,2 ± 2,9	22,7 ± 2,0	Datos propios
	5	14-17	31,0 ± 3,6	33,4 ± 3,6	
	7	18+	33,7 ± 4,3	36,9 ± 4,7	
Escolares	36	9-10	19,0 ± 5,1	22,8 ± 5,5	González Montesinos <sup>18</sup>
	22	11-12	21,0 ± 4,2	24,9 ± 4,1	
Balonmano	23	13-14	24,6 ± 5,6	27,9 ± 5,6	Polo Mas <sup>20</sup>
	27	15-16	29,7 ± 6,0	32,3 ± 5,6	
	17	17-18	31,3 ± 5,3	36,7 ± 4,8	

hallándose diferencias significativas entre las medias de los grupos analizados (tablas 2 y 3).

En función de los resultados anteriores, en mujeres se ejecutó ANOVA one-way entre categorías de edad para estudiar los saltos SJ, CMJ y el índice de elasticidad. Sin embargo no hubo diferencias significativas para SJ ( $F=0,8$ ;  $p=0,46$ ), CMJ ( $F=0,28$ ;  $p=0,76$ ) ni para el índice de elasticidad ( $F=0,61$ ;  $p=0,55$ ).

En varones también se ejecutó la prueba de ANOVA one-way entre categorías de edad para estudiar los saltos. Tanto en SJ ( $F=9,97$ ;  $p=0,002$ ) como en CMJ ( $F=17,58$ ;  $p=0,001$ ) hubo significación. El test post hoc de Scheffé indicó que, en ambas variables, la diferencia estuvo entre la categoría 1 de edad y la 2 y 3, que tendieron a agruparse ( $p<0,05$ ).

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para el índice de elasticidad, no observándose diferencias significativas entre las categorías de edad ( $\chi^2=2,17$ ;  $p=0,34$ ).

Finalmente, se estudió la calidad del salto encontrándose que en el 32% de los varones y el 58% de las mujeres tienen un valor inferior al porcentaje mínimo del índice de elasticidad del 6%, considerado como porcentaje esperable, que indicaría una buena relación entre CMJ y SJ<sup>10</sup>. En varones se observa que en el grupo de 10 a 13 años el 25% alcanza el valor mínimo, subiendo este porcentaje al 80% en el grupo de 14 a 17 años y a 85,7% en el de 18 años y más. En mujeres los valores son más bajos, 50% para el grupo de 10 a 13 años, 41% para el de 14 a 17 y solo 25% para el de 18 a 21 años.

## Discusión

Las ciencias del movimiento pueden aumentar la capacidad de análisis del maestro y el autoconocimiento que los bailarines tienen de su propio cuerpo. Los estudios biomecánicos, por ejemplo, pueden ayudar a comprender movimientos que son difíciles de interpretar durante el veloz momento de la ejecución. Estos aspectos son relevantes para la enseñanza, pues no solo validan sino que clarifican lo que se hace en las prácticas para mejorar el entrenamiento de los bailarines y su performance futura<sup>11</sup>.

Los bailarines combinan las exigencias del artista y del atleta. Por ello son susceptibles a lesiones musculoesqueléticas siendo elevadas las tasas de lesiones anuales en el ballet profesional<sup>12</sup>. Se debe tener en cuenta que la mayoría de los bailarines comienza a una edad temprana, y esto tiene un gran impacto potencial en su salud futura. En segundo lugar, existe una relación especial, inherente a la danza, entre las exigencias físicas y las estéticas. Por ejemplo, en ballet se consideran deseables características antropométricas disímiles a las esperables en poblaciones de individuos no bailarines especialmente en lo que hace al peso y su relación con la talla<sup>13</sup>. En las bailarinas de ballet al estudiarse el estado ponderal suelen encontrarse valores que pueden ser clasificados, de acuerdo al índice de masa corporal, como bajo peso por la Organización Mundial de la Salud<sup>8</sup>. Lo que sumado a exigentes actividades diarias podrían comprometer el crecimiento y desarrollo de estos niños<sup>14</sup>. En el caso de este estudio un 38% de las mujeres pudieron ser clasificadas como de bajo peso. También llama la atención que no existen diferencias significativas en los valores de salto a pesar de las diferencias marcadas de edad, como sí sucede con los varones. Recientemente se ha descrito el síndrome

Relative Energy Deficiency in Sports que se refiere al deterioro de la actividad fisiológica causada por una deficiencia relativa de energía, e incluye también a irregularidades de la tasa metabólica, la función menstrual, la salud ósea, la inmunidad, la síntesis proteica y la salud cardiovascular<sup>15</sup>. La causa de la deficiencia relativa de energía en el deporte (y otras disciplinas, como la danza) es la baja disponibilidad de energía, donde su aporte a partir de los alimentos ingeridos es insuficiente para sostener energéticamente los gastos necesarios para la salud y la funcionalidad de la vida diaria, una vez que los costos de las actividades físicas y deportivas se toman en cuenta. La sintomatología puede ser sutil y cualquier atleta puede sufrirlo. El mayor riesgo se encuentra en las disciplinas que hacen énfasis en la estética, donde el peso es determinante y también en aquellos de resistencia. La detección de Relative Energy Deficiency in Sports puede ser realizada durante el examen anual de salud o cuando un atleta presenta trastornos de la alimentación, pérdida de peso, alteración del crecimiento y desarrollo, disfunción endocrina, lesiones y enfermedades recurrentes, disminución de rendimiento o cambios de humor<sup>16</sup>.

## Salto

La utilización de test de salto vertical en la evaluación de niños parece ser mucho más adecuada que los test de salto horizontal ya que no requieren control del ángulo de salida. Sin embargo son aún escasos los estudios realizados en niños y adolescentes.

Las cualidades medidas en el salto SJ son la fuerza explosiva, la capacidad de reclutamiento y la expresión elevada de fibras de contracción rápida o fast twitch. Tiene buena correlación con las pruebas de sprint de 20 a 60 metros, y con otros test de salto como de Abalakov (salto con ayuda de brazos) y el de salto horizontal<sup>17</sup>. En el salto CMJ las cualidades medidas son la fuerza explosiva, la capacidad de reclutamiento, la expresión del porcentaje de las fast twitch, todo similar al test de salto SJ, a lo que se agrega la utilización de la energía elástica y la coordinación intra- e intermuscular. Este test tiene buena correlación con las pruebas de velocidad mencionadas, la fuerza isométrica, el test de Abalakov, el test de salto horizontal y el porcentaje de las fibras fast twitch de los extensores de miembros inferiores<sup>17</sup>. Los valores obtenidos varían del SJ al CMJ entre 2 a 5 cm en sujetos sedentarios, modificándose también de acuerdo a la edad<sup>5</sup>. El SJ y CMJ son técnicas de evaluación del salto conocidas por la mayoría de los preparadores físicos de casi todas las especialidades deportivas, muy utilizados en instancias de evaluación. Sucede que en muchas actividades, incluida la danza, los saltos con fases excéntricas previas son importantes para la performance. El preestiramiento muscular mejora la fuerza explosiva, debida a la activación del reflejo de estiramiento y al comportamiento elástico del músculo<sup>18</sup>. Este aumento de la fuerza sucede paralelamente a la velocidad de estiramiento.

González<sup>18</sup> realizó un estudio analizando la capacidad de salto e índice de elasticidad en una población de alumnos no deportistas de Educación Primaria en las ciudades de Cádiz y Sevilla. Observó una mejora progresiva en la capacidad de salto SJ y CMJ consecuente al aumento de edad, sin mejora en el índice de elasticidad. El autor explica que las



mejoras producidas en su muestra fueron producidas por una mejora en la capacidad coordinativa y la coordinación neuromuscular por el desarrollo madurativo. En mujeres para el grupo de 11 a 12 años el valor promedio del salto SJ fue 17,9 cm (SD 3,4; n=13) con un mínimo de 15,0 y un valor máximo de 26,3 cm y el valor medio del CMJ es de 20,7 cm (SD 3,3)<sup>18</sup>. En los valores observados en los estudiantes del Teatro Colón para el grupo de mujeres de 10 a 14 años, el más aproximado, muestra que el valor medio de SJ es mayor en 4,8 cm, estadísticamente significativo ( $p=0,0001$ ) y el de CMJ es mayor por 3,5 cm (significativo,  $p=0,107$ ) Al compararlas con gimnastas<sup>19</sup> obtuvimos que en lo que respecta a gimnasia artística para el grupo de 11 a 13 años los valores son menores, en el SJ, 30,1 cm (SD 2,5, n=11), siendo las diferencias muy significativas ( $p < 0,0001$ ) y lo mismo sucedió con el CMJ, donde se obtuvo 31,1 cm (SD 1,8), siendo esta diferencia muy significativa ( $p < 0,0001$ ). Al comparar con las representantes de gimnasia rítmica encontramos que las diferencias en el SJ (21,2 cm, SD 4,2) son también significativas ( $p=0,0137$ ), aunque esa diferencia se pierde en el CMJ, 26,0 cm (SD 4,0),  $p=0,2253$ . Es decir que hay una amplia diferencia con gimnasia artística, disciplina de la gimnasia que comprende al salto como elemento de las presentaciones. Disminuye para el SJ de gimnasia rítmica, disciplina que combina elementos del ballet, la gimnasia y la danza, y desaparece para el CMJ. Las bailarinas del grupo del Teatro Colón parecen saltar más que el grupo de escolares (población no deportiva) pero menos que el grupo de gimnastas (población con entrenamiento). Algunos autores afirman que los bailarines tienen, en general, gran fuerza en el músculo cuádriceps pero usan menos de su máximo reclutamiento muscular posible debido a que los bailarines subconscientemente sacrifican la altura de salto en pos de una estética. También se deben considerar los diferentes patrones de reclutamiento muscular inducidos por el entrenamiento y la diferencia en componentes elásticos de los miembros inferiores de los bailarines<sup>20</sup>. El entrenamiento de la danza por sí sola puede no ser suficiente para mejorar la capacidad de salto<sup>21</sup>.

En el caso de los varones comparando con el grupo de escolares<sup>18</sup> de 11 y 12 años, en el salto SJ la media fue de 21,0 cm (SD 4,2, n=22), con un mínimo de 14,8 y un máximo de 27,8 cm. En CMJ los valores fueron de 24,9 cm (SD 4,1), y los valores mínimo y máximo 17,0 y 32,3 respectivamente. Se constata que los valores medios no tuvieron diferencias significativas para este grupo etario de población no deportiva, ni en el SJ ( $p=0,3738$ ) ni en el CMJ ( $p=0,3097$ ). El grupo de varones de 14 y 17 años fue comparado con jugadores de balonmano<sup>20</sup>, en primer lugar con un grupo de 15 y 16 años, SJ 29,7 cm (SD 6,0, n=27) y CMJ de 32,3 (SD 5,6), siendo las diferencias con los varones del grupo del Teatro Colón no significativas ( $p=0,6451$  y  $p=0,6773$ , respectivamente). Lo mismo ocurrió al comparar los saltos con el grupo de balonmano de 17 y 18 años que poseían un valor promedio de SJ de 31,3 cm (SD 5,3, n=17) y de CMJ de 35,7 cm (SD 4,8), sin existir diferencias significativas ( $p=0,9074$  y  $p=0,3359$ , respectivamente). Esto concuerda con el análisis previo del grupo de bailarines varones donde se observaron diferencias significativas entre los varones de 10 a 13 años (que tienen valores similares a los de población no deportiva) con los grupos de más edad (que poseen valores de salto similar a población deportiva).

Por último se recuerda que entre los 2 tipos de saltos propuestos (SJ-CMJ) se establece un cociente que se ha denominado índice elástico o índice de elasticidad<sup>9</sup>. Se encontró que el 32% de los varones y el 42% de las mujeres tienen un valor inferior al 6%, valor que puede ser considerado como esperable<sup>10</sup>. Esto significa que hay margen para mejorar la capacidad para utilizar la energía almacenada durante la fase excéntrica. Este índice cuantifica el porcentaje de energía elástica que contribuye al salto CMJ, valorando la eficiencia mecánica que contribuye a la mejor utilización de la energía cinética, o sea el impulso, al ejecutar el salto<sup>22</sup>. Esto podría ser una de las alternativas para mejorar el salto aplicables a la danza, ya que el salto no se entrena sistemáticamente sino como un elemento del gesto técnico al efectuar este. Existen diversos métodos utilizados, e investigados, para el desarrollo del salto vertical como entrenamiento de sobrecarga, entrenamiento de tipo explosivo, electroestimulación y aun entrenamiento utilizando vibración. Pero existe un consenso en que el entrenamiento pliométrico es un método de elección cuando el objetivo es mejorar la capacidad de salto vertical y la potencia en músculos de miembros inferiores<sup>21,23</sup>. El entrenamiento de pliometría implica la utilización del ciclo de estiramiento-acortamiento. Es decir, combinación de movimientos excéntricos y concéntricos. Incluyen trabajos de saltos de diferentes tipos como saltos con contramovimiento, saltos con caída, saltos alternando miembros inferiores y otros ejercicios<sup>24</sup>.

## Conclusiones

El objetivo de este proyecto fue estudiar la capacidad de salto de estudiantes de danza clásica de la escuela del Teatro Colón de Buenos Aires, a fin de ayudar a optimizar su salud y preparación física. Se utilizaron parámetros antropométricos básicos para caracterizar al grupo en cuanto a su estado ponderal. Con respecto a este aspecto se sugiere profundizar el control de salud dado que fue elevado el número de bailarinas con bajo peso. En lo que respecta al salto, el grupo de mujeres podría mejorar su capacidad de salto. Es importante que el maestro, el coreógrafo y el público, en cada clase, ensayo o función, puedan ver a un alumno en las mejores condiciones posibles de rendimiento físico y psicológico, en el máximo de su potencial, y protegido integralmente en su salud.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Sousa F, Loss JF, Soares DP, Scarrone F, Carvalho JM, Vilasboas JP. Força, momento articular e potência mecânica em saltos elementares do ballet clássico. IX Congresso brasileiro de Biomecânica, 2001, Gramado. Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica. Porto Alegre: UFRGS, 2001.p. 143-148.
2. Dias A. Descrição biomecânica de saltos específicos do ballet clássico: determinação da influência de movimentos que antecedem os saltos com contra movimento. Porto: A. Dias.

- Dissertação de Licenciatura apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto; 2009.
3. Wyon MA, Deighan MA, Nevill AM, Doherty M, Morrison SL, Allen N, et al. The cardiorespiratory, anthropometric, and performance characteristics of an international/national touring ballet company. *J Strength Cond Res.* 2007;21:389-93.
  4. Orishimo KF, Kremenich IJ, Pappas E, Hagins M, Liederbach M. Comparison of landing biomechanics between male and female professional dancers. *Am J Sports Med.* 2009;37:2187-93.
  5. Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo; 1992.
  6. Komi PV, Bosco C. Utilization of elastic energy in jumping and its relation to skeletal muscle fiber composition in man. *Biomechanics.* 1984;2A(1-A):79-84.
  7. Rodrigues ME, Marins JCB. Counter movement e squat jump: análise metodológica e dados normativos em atletas. *R Bras Ci e Mov.* 2011;19:108-19.
  8. Food and Nutrition Technical Assistance III Project (FANTA). Tablas de IMC y tablas de IMC para la edad, de niños(as) y adolescentes de 5 a 18 años de edad y tablas de IMC para adultos(as) no embarazadas, no lactantes  $\geq$  19 años de edad. Washington: USAID; 2012.
  9. Scarabino G. Instituto Superior de Arte. Adhesión institucional Proyecto EIDAN (Equipo de Investigación en Danza). Disposición DI-2014-15-ISA. Buenos Aires: Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires; 2014.
  10. González Badillo JJ, Gorostiaga Ayestarán E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Barcelona: INDE; 2002.
  11. Wilson M, Kwon YH. The role of biomechanics in understanding dance movement. *J Dance Med Sci.* 2008;12:109-16.
  12. Valenti EE, Valenti VE, Ferreira C, Vanderlei LCM, Moura Filho OF, Dias de Carvalho T, y otros. Evaluation of movements of lower limbs in non-professional ballet dancers: hip abduction and flexion. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology.* [publicación online] 2011;3(16) [consultado 16 Mar 2015]. Disponible en: <http://www.smartjournal.com/content/3/1/16>
  13. Betancourt H, Díaz ME. Análisis longitudinal de los indicadores peso-edad, talla-edad y peso-talla en adolescentes de la Escuela Nacional de Ballet de Cuba. *An Venez Nutr.* 2005;18:177-85.
  14. Betancourt León H, Aréchiga Viramontes J, Ramírez García CM, Díaz Sánchez ME. Determinación del peso corporal para la estatura de bailarines de ballet y danza moderna y folclórica de Cuba. *An Venez Nutrición.* 2009;22:69-75. ISSN 0798-0752.
  15. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, et al. Authors' 2015 additions to the IOC consensus statement: Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med.* 2015; 49:417-20.
  16. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, et al. IOC Consensus Statement. Beyond the triad-ReD-S in sport. *Br J Sports Med.* 2014; 48: 491-7.
  17. Bosco C, Tihanyi J, Komi PV, Fekete G, Apor P. Store and recoil elastic energy in slow and fast types of skeletal muscles. *Acta Physiol Scand.* 1982;116:343-9.
  18. González Montesinos JL, Díaz Romero N, García Rodríguez L, Mora Vicente J, Castro Piñero J, Facio Silva M. La capacidad de salto e índice de elasticidad en Educación Primaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.* [publicación electrónica]. 2007;7(28):359-73. [consultado 16 Mar 2015]. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista28/artsalto68.htm>.
  19. Murad VC. Análise da força explosiva de membros inferiores em atletas de ginástica rítmica e ginástica artística feminina. Porto Alegre; 2009. [Monografía-Escuela de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul].
  20. Polo Más I, Castellar Otín C, Rapún López M, Coll Risco I, Pradas de la Fuente F. Análisis de las modificaciones que se producen a lo largo de una temporada sobre la fuerza explosiva del tren inferior y la fuerza isométrica máxima del tren superior en jugadores de balonmano en etapas de formación. *Movimiento Humano.* [publicación electrónica]. 2011 febrero; 2:27-41. ISSN 2014-3060. [consultado 6 Abr 2015]. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/article/view/248985>.
  21. Harley YXR, Gibson ASC, Harley EH, Lambert MI, Vaughan CL, Noakes TD. Quadriceps strength and jumping efficiency in dancers. *J Dance Med Sci September.* 2002;6:87-94.
  22. Cabrera Acuña R, Díaz Narvaez V, Montejo Soler C. Entrenamiento pliométrico sobre el índice elástico en niños no deportistas. *Revista Educación Física y Deporte.* 2013; 32(1):1187-96.
  23. Brown AC, Wells TJ, Schade ML, Smith DL, Fehling Patricia C. Effects of plyometric training versus traditional weight training on strength, power, and aesthetic jumping ability in female collegiate dancers. *J Dance Med Sci.* 2007;11: 38-44.
  24. Markovic G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Br J Sports Med.* 2007;41:349-55.