



Artículo Original - doi.org/10.23754/telethusa.131506.2020

Movilidad sagital espinal en bailarinas de danza clásica

Spinal sagittal mobility in female classical ballet dancers

Fernando Santonja Medina, PhD (1)

Sebastián Gómez-Lozano, PhD. (2) Email contacto: sglozano@ucam.edu

Irene Baena-Chicón, MA (3)

Alfonso Vargas-Macías, PhD. (4)

(1) Facultad de Medicina. Universidad de Murcia. Murcia, España.

(2) Grupo de Investigación en Artes Escénicas -FADE. Universidad Católica San Antonio -UCAM. Murcia, España.

(3) Departamento de Flamenco. Conservatorio Profesional de Danza Pepa Flores. Málaga, España.

(4) Centro de Investigación Flamenco Telethusa. Cádiz, España.

Recibido: 08 abr 2020 / Revisión editorial: 10 abr 2020 / Revisión por pares: 14 abr 2020 / Aceptado: 17 abr 2020 / Publicado online: 25 abr 2020

Resumen: Las bailarinas de ballet clásico realizan un tipo de entrenamiento que pretende alcanzar niveles de movilidad articular muy altos, ya que es un requisito de la estética e idiosincrasia de esta disciplina artística. El objetivo de este estudio fue medir con un inclinómetro la movilidad sagital espinal tanto global como específica del grado de curvatura torácica y lumbar en la máxima flexión y extensión del tronco. 33 bailarinas de danza clásica voluntarias fueron estudiadas y comparadas con un grupo de control. Las comparaciones entre ambos grupos se realizaron mediante la prueba t de Student y análisis de varianza. Se apreció una mayor movilidad en el grupo de bailarinas que en el grupo control tanto en la movilidad del tronco ($t = 10.10$; $p < 0.00005$) como en la movilidad segmentaria de la columna lumbar ($t = 6.52$; $p < 0.00005$). Los resultados obtenidos muestran que el entrenamiento de la danza clásica podría convertirse en una técnica para compensar las desalineaciones sagitales espinales, cuando se incrementa la cifosis y la lordosis, siempre que se aplique en un modo apropiado. Además, a medida que se utilizan estos ejercicios de movilidad durante la técnica de danza clásica, disminuyen los grados dorsales en la extensión y flexión del tronco, y grados lumbares en flexión del tronco. Por tanto, este tipo de entrenamiento es recomendable en la prevención en las desviaciones sagitales del raquis producidos por hábitos sedentarios que implican falta de tono muscular y control postural.

Palabras Clave: Desalineaciones, cifosis torácica, lordosis lumbar, ballet, entrenamiento somático.

Abstract: Classical ballet training focuses on developing very high levels of joint mobility as it is an idiosyncrasy and aesthetic requirement of this artistic discipline. The purpose of this study was to use an inclinometer to measure sagittal spinal mobility both in general and more specifically for the degree of curvature in the thoracic and lumbar spine in both maximum trunk flexion and extension. 33 volunteer female ballet dancers were studied and compared to a control group. The Student's t-test was used to compare both groups and analyse variance. A higher level of mobility was detected in the group of dancers than in the control group both in terms of trunk mobility ($t = 10.10$; $p < 0.00005$) and segmental mobility of the lumbar spine ($t = 6.52$; $p < 0.00005$). The results show that classical ballet training could be used as a technique to compensate for sagittal spine misalignments with increased kyphosis and lordosis, when executed properly. Moreover, the more these mobility exercises are used in classical dance training, the more the dorsal degrees decrease in trunk flexion and extension and the lumbar degrees decrease in trunk flexion. Therefore, this type of training is recommended to prevent sagittal misalignments produced by a sedentary lifestyle that causes a lack of muscle tone and postural control.

Keywords: Misalignments, thoracic kyphosis, lumbar lordosis, ballet, somatic training.

Introducción

La danza es una actividad física que tiene un efecto sobre la morfología y la funcionalidad de ciertas estructuras anatómicas, sobre todo en la columna vertebral, y además, con un alta una alta prevalencia de lesiones en su población¹⁻³. La movilidad de la columna aumenta a lo largo de la carrera de una bailarina de ballet⁴⁻⁵ y es utilizada como criterio fundamental de selección para acceder a las compañías profesionales de danza clásica^{6,7} (figura 1).



Fig. 1 Maniobra de flexión máxima de tronco: Port de bras devant.

Sin embargo, hasta donde tenemos conocimiento, no se ha estudiado en esta disciplina artística el rango de flexión ni el de extensión de la columna vertebral, siendo un requisito básico para realizar correctamente esta danza. El objetivo de la mayoría de los estudios de movilidad en ballet^{5,8-10} se han centrado en determinar hasta qué punto es una cualidad inherente a los bailarines o si se adquiere a través de su práctica. Un correcto entrenamiento técnico de la flexibilidad es fundamental para el desarrollo saludable de la columna vertebral. Superar ciertos niveles cercanos a la extensión fisiológica máxima puede causar daño a la columna lumbar¹¹ (figura 2), pudiéndose prevenir estas fracturas en el área lumbosacra con la práctica de ejercicios técnicamente correctos¹²⁻¹⁴.



Fig. 2 Maniobra de extensión global de tronco: Cambré derrière.

El movimiento de extensión de la columna lumbar en el baile flamenco, junto con las vibraciones causadas por el uso del zapateado, puede ser responsable de la espondilólisis¹⁵ y el dolor de espalda¹⁶. Los bailarines a menudo sufren lesiones en la columna lumbar como resultado de mantener posturas hiperlordóticas mientras bailan^{1,2}. Existe una correlación directa entre dolor de espalda, discapacidad física y movilidad segmentaria de la columna vertebral, en particular con la columna lumbar¹⁷. En este sentido, Öhlen, Spangfort y Tingvall¹⁸ establecieron la relación entre la hipermovilidad espinal y el dolor lumbar. Nilsson, Wykman y Leanderson⁵, Gannon y Bird¹⁰, Bejjani et al.¹⁹ y Dawson²⁰ vinculan la movilidad de la columna vertebral con lesiones en bailarines.

Un mayor conocimiento de la movilidad segmentaria del tronco en bailarinas de ballet conducirá a una mejor comprensión de la morfo-funcionalidad específica de estas áreas espinales y a determinar sus posibles consecuencias a largo y corto plazo. El objetivo de este estudio es determinar el rango máximo de flexión y extensión de la columna vertebral a nivel global, torácico y lumbar.

Material y Método

Muestra

En este estudio fueron seleccionadas treinta y tres bailarinas de los últimos dos cursos en los Conservatorios Profesionales de Danza de Murcia, Málaga y Madrid en las especialidades de danza clásica. Como criterio de inclusión, todas las bailarinas tenían que haber practicado ballet al menos 8 años. El grupo de control lo formaron 33 mujeres con características antropométricas similares al anterior, pero sin experiencia alguna en modalidades relacionadas con la danza (gimnasia artística, estética, rítmica o natación sincronizada). Las mediciones se obtuvieron sin realizar ningún tipo de ejercicios de calentamiento corporal.



Fig. 3 Inclinómetro

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Murcia, y todos los sujetos dieron su consentimiento informado para participar en dicha investigación. Se ha cumplido con los criterios mínimos necesarios establecidos por la Declaración de estudios Observacionales en Epidemiología (STROBE): cross-sectional studies.

Método

Se utilizó un Inclinómetro de burbuja de referencia (Fabrication Enterprises Incorporated, White Plains, NY, EE. UU.) para cuantificar la movilidad global del tronco y la movilidad de la columna segmentaria torácica y lumbar²¹ (figura 3).

El grado de cifosis y lordosis tanto en bipedestación como en la flexión y extensión del tronco, fueron utilizados para determinar y analizar la movilidad segmentaria^{18,22}.

La flexión global del tronco se midió con la muestra en la posición de "inicio de cero neutro"^{18,21,22}. En esta posición, el inclinómetro se colocó a 0° en T3-T5¹⁰. A continuación, los sujetos realizaron la máxima flexión del tronco registrándose la medición correspondiente. La extensión global del tronco se computó de manera similar en una posición estable, colocando el inclinómetro a 0° en T3-T5¹⁰. Desde esta posición, los sujetos realizaron la extensión máxima del tronco extendiendo sus brazos sin levantar el pubis de la camilla²¹ (figura 4).

Para determinar la flexión segmentaria de la movilidad, los sujetos fueron medidos en la posición de flexión máxima del tronco (prueba Sit-and-Reach) [23,24], la cifosis torácica (de T1-T2 a T12-L1) y la cifosis lumbar (de T12- L1 a S1)²⁵. El rango de flexión máxima de movilidad segmentaria dorsal se halló restando el grado de curvatura dorsal determinado en bipedestación, a la curva dorsal medida en la posición de flexión del tronco (prueba Sit-and-Reach). El rango de extensión máxima de movilidad segmentaria dorsal se logró restando al mismo grado de curvatura torácica hallado en bipedestación, el grado de curvatura dorsal en extensión del tronco. El rango total de la movilidad segmentaria dorsal se

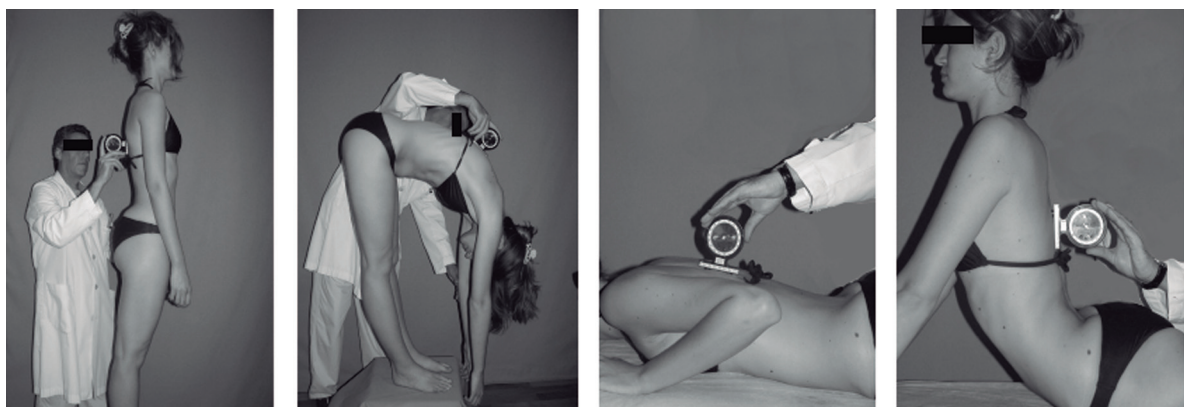


Fig. 4 Movilidad sagital espinal en bailarinas de danza clásica.

alcanzó sumando ambos rangos (figura 5).

El rango de flexión máxima de movilidad segmentaria lumbar se determinó sumando a la medida obtenida en la curva lumbar en bipedestación, el grado de curvatura lumbar hallado en la posición de flexión del tronco (prueba Sit-and-Reach). El rango de extensión máxima de movilidad segmentaria lumbar se consiguió restando el grado de curvatura lumbar obtenido en bipedestación al grado de curvatura lumbar hallado en extensión máxima del tronco. El rango total de la movilidad segmentaria lumbar se logró sumando ambos rangos (figura 6).

Con el propósito de establecer la fiabilidad del evaluador, se realizó un estudio doble ciego con 10 sujetos de antemano, y se encontraron los siguientes coeficientes de correlación intraclase para las siguientes mediciones: a) para movilidad global: 0.90 y 0.80 para flexión y extensión del tronco; y b) para movilidad segmentaria: 0.99 y 0.95 para la cifosis de pie y la lordosis de pie; 0.99 y 0.95 para cifosis y lordosis en la prueba del test dedos-planta en sedentación, respectivamente; y 0.93 para cifosis y 0.81 para lordosis en extensión.



Fig. 5 Protocolo de la secuencia de medición para determinar el rango total de la movilidad segmentaria máxima del raquis dorsal.



Fig. 6 Protocolo de la secuencia de medición para determinar el rango total de la movilidad segmentaria máxima del raquis lumbar.

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis descriptivo de tipo transversal. Se utilizaron técnicas estándar de la prueba t-Student y análisis de varianza para evaluar la significación estadística de las comparaciones realizadas. En cada prueba se realizaban tres mediciones anotando la moda, o la media cuando no coincidían dichas medidas.

Resultados

Los promedios de la edad, la altura, el peso y el número de años de entrenamiento se muestran en la tabla 1.

Las bailarinas mostraron más movilidad global del tronco que el grupo control, en flexión

($t=11.9$; $p<0.00005$), en extensión ($t=5.2$; $p<0.00005$) y en movilidad completa ($t=10.1$; $p<0.00005$) (tabla 2).

Además, las bailarinas tenían más extensión de la columna lumbar en comparación con el grupo control ($t=6.84$; $p<0.00005$) y más movilidad global de la columna lumbar ($t=6.52$; $p<0.00005$) (tabla 3).

Por otro lado, las bailarinas mostraron significativamente más flexión de la columna torácica que el grupo control ($t=2.07$; $p<0.04$) (Tabla 4).. Las no bailarinas tuvieron una tendencia significativa hacia una mayor extensión torácica que el grupo de bailarinas ($t=1.82$; $p<0.07$) (Tabla 4). No hubo diferencias significativas en la movilidad completa de la columna torácica entre el grupo de danza clásica y el grupo control ($t=0.1$; $p=3.7$) (tabla 4).

Tabla 1. Datos de la muestra.

	Grupo de Danza Clásica	Grupo Control
Edad (años)	22 ± 3.79	22.71 ± 3.23
Peso (kg)	51.82 ± 4.63	55.51 ± 5.68
Altura (cm)	161.74 ± 4.70	164.12 ± 4.87 *
Años de entrenamiento	13.39 ± 3.98	0 ± 0

Media e intervalo de confianza para el 95% (CI95) de la edad, el peso, la altura, y años de práctica del entrenamiento de la danza clásica en bailarinas y mujeres que no practican actividad física reglada (diferencias significativas encontradas: *p=0.004).

Tabla 2. Movilidad máxima de tronco.

	Máxima flexión	Máxima extensión	Rango total
Grupo Danza Clásica	167.06° (164.5;169.6)	94.12° (89.38;98.9)	261.18° (255.6;266.7)
Grupo Control	141.81° (138.2;145.4)*	79.06° (75.7;82.4)**	220.87° (215.3;226.4)*

Media e intervalo de confianza para el 95% (CI95) en la movilidad global de tronco de bailarinas y mujeres que no realizan actividad física reglada (diferencias significativas halladas: *p<0.00005, ** p<0.0001).

Tabla 3. Movilidad lumbar máxima.

	Rango de flexión lumbar	Rango de extensión lumbar	Rango total
Grupo de Danza Clásica	54.93° (52.4;57.2)	48.72° (44.9;52.8)	103.66° (100.3;107.0)
Grupo Control	55.87° (53.1;58.6)	30.06° (25.6;34.5)*	85.94° (81.8;90.1)*

Media e intervalo de confianza para el 95% (CI95) de la movilidad del raquis lumbar en bailarinas de danza clásica y mujeres que no realizan un actividad física reglada (diferencias significativas encontradas: *p<0.00005).

Tabla 4. Movilidad torácica máxima.

	Rango de flexión torácica	Rango de extensión torácica	Rango total
Grupo de Danza Clásica	25.84° (22.9;28.8)	19.39° (16.3;22.5)	45.24° (42.5;48.0)
Grupo Control	21.36° (17.9;24.8)*	23.15° (20.1;26.2)**	44.51° (41.8;47.2)

Media e intervalo de confianza para el 95% de la movilidad del raquis torácico en bailarinas de danza clásica y mujeres que no realizan actividad física reglada (diferencias significativas encontradas: *p<0.04, ** p<0.07).

Discusión

La movilidad del tronco es un aspecto considerablemente importante para la danza. La mayoría de los estudios de movilidad^{5,6,8-10,20} intentan responder a la pregunta de si la movilidad general en la población de danza es una cualidad inherente o adquirida a través del entrenamiento. Hasta donde tenemos conocimiento no ha habido muchos estudios que hayan investigado el comportamiento de movilidad de la espalda en dicha población, a pesar del hecho de que tienen una amplia gama de movimientos del tronco⁶ y que la movilidad puede ayudar a predecir la duración de la carrera de un bailarín⁷. Es muy relevante conocer el rango de movimiento de la columna vertebral requerido para realizar los ejercicios de ballet correctamente, porque cuando hay una carencia en la movilidad, se compensa técnicamente de manera inadecuada. Esta situación puede conducir a un uso excesivo y, en consecuencia, a una mayor frecuencia de dolor⁸. El dolor en la región lumbar es frecuente en bailarines, debido a alteraciones en la unidad vertebral: discos vertebrales, espondilólisis, inflamaciones articulares y compresión de las raíces nerviosas¹. La espondilólisis es cuatro veces más frecuente en bailarines que en la población general²⁶.

Respecto a la movilidad global de tronco, Gannon y Bird¹⁰ obtuvieron un valor para bailarines de $256.5^{\circ} \pm 19.8^{\circ}$, y para su grupo control fue de $191.7^{\circ} \pm 22.6^{\circ}$ ($p < 0.01$). Descubrieron por tanto que los bailarines obtuvieron un rango de movilidad más amplio que el grupo control como consecuencia de la práctica de la danza. En nuestro estudio también se obtiene una mayor movilidad global de tronco en el grupo de danza clásica ($261.18^{\circ} \pm 15.67^{\circ}$) frente al grupo de control (220.87 ± 15.74). Las diferencias son significativas con ambos grupos ($p < 0.00005$). Señalar que el protocolo empleado por Gannon y Bird¹⁰ para estimar la extensión del tronco, fue registrarla en bipedestación después de medir la flexión máxima. Los sujetos en el presente estudio comenzaron desde una posición controlada para evitar la modificación del eje espinal y un aumento en la extensión del tronco debido al desplazamiento anterior de la pelvis. Se siguió la metodología propuesta por Loebel²² y Craig²⁷ para cuantificar la extensión; sin embargo, en lugar de ser apoyados por los codos (posición de la Esfinge), fueron sostenidos por sus manos, debido a la idiosincrasia de la disciplina de la técnica clásica.

La movilidad global del tronco en flexión ha sido estudiada por Winter, Carr y Mattson²⁸ con una muestra de dos bailarinas de ballet que se habían sometido a una cirugía de columna. Obtuvieron un resultado de más de 140° . En nuestro estudio, se encontró una flexión global del tronco de $167.06^{\circ} \pm 7.2^{\circ}$ entre las bailarinas y de $141.81^{\circ} \pm 9.8^{\circ}$ para el grupo de control. Observamos que el grupo control se asemeja a los resultados obtenidos por Winter y cols²⁸, ya que posiblemente las bailarinas estaban en periodo de recuperación. En cuanto a la extensión, se encontró un valor de $94.12^{\circ} \pm 13.4^{\circ}$ para el grupo de danza clásica y $79.06^{\circ} \pm 9.4^{\circ}$ para el grupo de control. La extensión fue mayor en las bailarinas, ya que este es un movimiento que practican con frecuencia para el cambré, arabesque, attitude o ciertos movimientos de port de bras.

La movilidad segmentaria lumbar es otro de los parámetros estudiados en ballet. Gerhardt²⁰ la evaluó en la flexión del tronco en niñas de 8 a 16 años (posición sentada) a través de la distancia perpendicular entre la frente y las rodillas. Descubrieron que el rango de movimiento de las bailarinas aumentaba notablemente a medida que envejecían ($p < 0.001$), mientras que era constante en las no bailarinas ($p = 0.11$). Los resultados coinciden con los obtenidos en nuestro estudio cuando se compara el grupo de danza con el grupo de control. Se han obtenido diferencias muy significativas en la columna lumbar total, 85.9° en el grupo control en comparación con 103.6° , para las bailarinas de danza clásica ($t = 6.5$; $p < 0.00005$), pero no en la columna torácica total. Este hecho es comprensible porque las mujeres que no practican actividad física reglada, ni modalidades donde existe un entrenamiento de la movilidad, parten de posiciones menos rectificadas a nivel dorsal.

En este sentido, Öhlen, Wredmark y Spangfort²⁹ encontraron una movilidad lumbar segmentaria total de 113° así como 57° de movilidad torácica en un grupo de gimnastas femeninas. La movilidad lumbar total del presente estudio fue de $103.66^{\circ} \pm 9.53^{\circ}$ y la movilidad torácica de $45.24^{\circ} \pm 7.82^{\circ}$ para las bailarinas de danza clásica. Los valores encontrados por Öhlen et al.²⁹ son más altas que las nuestras, probablemente porque las gimnastas tenían una edad promedio de 12 años y nuestras bailarinas 22 ± 3.79 .

En relación a la movilidad segmentaria, Nilsson, Wykman y Leanderson⁵ la analizaron en bailarines principiantes sin encontrar diferencias entre los sexos. Además, establecieron que el grupo que estudió danza clásica tenía un rango de mo-

ilidad significativamente mayor para la columna torácica en comparación con el grupo control. No encontraron diferencias significativas con respecto a la movilidad de la columna lumbar. Esta discrepancia en los resultados puede explicarse porque en el estudio de Nilsson et al.⁵ los sujetos tenían una edad promedio de 10 años y solo un año de entrenamiento. En nuestro estudio, la edad promedio fue de aproximadamente 22 ± 3.79 y 13.39 ± 3.98 de años de experiencia previa en la técnica clásica.

En la danza clásica, la flexión del tronco generalmente se desarrolla y se adquiere después de más de cuatro años de entrenamiento⁷. En el presente estudio, el rango de flexión lumbar fue similar entre las bailarinas y las no bailarinas (Tabla 3) debido a que ninguno de los grupos, por diferentes causas, pudo mantener el control de la lordosis lumbar. Las no bailarinas no mantuvieron el control porque tenían un mayor grado de lordosis y cuando alcanzaron la máxima flexión del tronco, compensaron flexionando más la cifosis dorsal. Por otro lado, en un tercio de las bailarinas, que en teoría tienen una mayor alineación lumbo-pélvica, hubo un mayor grado de flexión lumbar que en el grupo control. Cuando lograron la máxima flexión del tronco, continuaron invirtiendo las articulaciones lumbares con el objetivo de flexionar más.

Este hecho es interesante porque se obtendría un aumento de la flexión lumbar mediante la inversión de los discos intervertebrales lumbares, lo que facilitaría la aparición de enfermedad discal a este nivel³⁰, lo que provocaría un estrés considerable en las vértebras lumbares L4 y L5³¹.

Kujala et al.¹¹ en un estudio longitudinal sobre la extensión de la columna lumbar, no encontró diferencias significativas entre adolescentes sanos que no practicaban ballet y bailarines de la misma edad. Llegaron a la conclusión de que la extensión fisiológica máxima de la columna lumbar no podía aumentarse con el entrenamiento. En nuestro estudio, coincidiendo con los resultados de Bejjani et al.¹¹ se observa que la extensión de la columna lumbar en los bailarines era claramente mayor que el grupo de control ($p < 0.00005$), lo que sugiere que el entrenamiento puede aumentar la extensión. Evolutivamente, el patrón motor de extensión es inherente al ser humano para alcanzar la verticalidad, y susceptible de ser mejorado. En este sentido, Nilsson et al.⁵ concluyeron que los bailarines de ballet demuestran un rango más amplio de movimiento en la columna torácica, pero

no en la columna lumbar, en comparación con un grupo de control. Gannon y Bird¹⁰ establecieron que debido al entrenamiento, los bailarines tienen un rango de movilidad global más amplio de la columna vertebral que el resto de los grupos estudiados. La columna lumbar, es más flexible y móvil, debido a su anatomo-morfología que la columna dorsal, siendo un factor condicionante que puede explicar los resultados obtenidos por Nilsson et al.⁵. Posiblemente sea debido a que la población estudiada era demasiado joven y sin años de entrenamiento previos suficientes que condicionaran de manera significativa diferencias con el grupo control.

La hipocifosis y la disminución de la movilidad segmentaria espinal predisponen a los bailarines a experimentar deficiencias técnicas y esto a su vez los predispone al dolor vertebral, así como a otros tipos de trastornos^{29,32}. Este no es el caso de las bailarinas de nuestro estudio que, al totalizar la movilidad dorsal, son similares a las del grupo de control (Tabla 4), ya que su tendencia a enderezar la espalda demuestra un control conductual y no un origen patológico.

Cuando no se entrena la flexión y extensión del tronco, el rango de esta movilidad disminuye significativamente durante el crecimiento, especialmente en la columna torácica³³. Por eso, entendemos que enseñar el estilo de danza clásica mediante el uso de una técnica incorrecta puede comprometer la estabilidad de las articulaciones intervertebrales^{34,35}, porque los movimientos repetidos de flexión y extensión de la columna vertebral no se pueden evitar al bailar y este es un requisito esencial para reducir el daño en el tejido blando de la parte posterior de la columna lumbar³⁶. Señalar que la presión intradiscal aumenta considerablemente con la flexión del tronco, es un 50% más alto a 20° de flexión que en una posición erguida de pie³⁷ y es tres veces más alto en flexión máxima³⁸, aunque Polga et al.³⁹ no encontró un aumento en la presión intradiscal en la columna torácica en la flexión o extensión leve del tronco. El fenómeno de flexión-relajación está relacionado con el dolor lumbar⁴⁰, pero hasta donde tenemos conocimiento no ha sido investigado en bailarines.

Por otro lado, la estabilidad de la columna lumbar puede verse comprometida si la alineación lumbar-pélvica se pierde durante la flexión máxima del tronco. Los bailarines muestran un cambio en el ritmo lumbar-pélvico que favorece el alargamiento la musculatura isquiosural y, en consecuencia, su capacidad de flexión del tronco. Intentar ir más allá de los límites lumbares

fisiológicos provoca fenómenos de flexión-relajación y deformación. Pero hay que advertir que la flexión máxima del tronco es un movimiento básico de un bailarín. La repetición constante de los movimientos de flexión máxima durante una sesión y el mantenimiento de estas posiciones durante mucho tiempo pueden tener un efecto notable en la columna lumbar. Brereton y McGill⁴¹ encontraron que la flexión máxima de la columna lumbar aumentó $5.9^{\circ} \pm 2$ después de mantenerla durante 20 minutos. Estos resultados son muy similares a los $5,5^{\circ}$ encontrados por McGill y Brown⁴². Jackson et al.⁴³ y Salomonow et al.³⁵ registraron también que una flexión mantenida del tronco aumenta la flexión intervertebral lumbar.

En sujetos asintomáticos, la actividad mioeléctrica disminuye en un 78% al alcanzar la flexión lumbar máxima⁴⁰. Gupta⁴⁴ la encontró al 84% de la flexión máxima del tronco y al 57% de la flexión máxima de la cadera. Dickey et al.²⁶ la registró en el 92.7%, pero aparece más tarde con la flexión repetida del tronco, lo que favorecería a los bailarines. En vista de la importancia del rango de movimiento en la columna vertebral y la relación entre la movilidad sagital y la degeneración discal lumbar⁴⁵, con sus posibles repercusiones futuras en la columna vertebral, como el dolor lumbar y alteraciones en el estado del disco intervertebral, debe estudiarse mediante resonancia magnética⁴⁶.

De cualquier forma, podríamos recomendar el entrenamiento de la técnica de la danza clásica como actividad complementaria a la fisioterapia tradicional para ciertas desalineaciones sagitales de la columna vertebral. Siempre desde un punto de vista del entrenamiento somático⁴⁷, lo que significa trabajar desde patrones neurológicos de desarrollo⁴⁸. Esta línea somática de trabajo no persigue el resultado angular sino un proceso personal de ensayo-error que tiene como finalidad, obtener una mejor funcionalidad y equilibrio entre un patrón neurológico espinal de linealidad y un patrón neurológico espinal de movilidad.

Conclusiones

Los resultados demostraron que los ejercicios de movilidad utilizados en la técnica de danza clásica tienen el efecto de disminuir los grados dorsales en la extensión y flexión del tronco, así como los grados lumbares en la flexión del tronco si se ejecutan de acuerdo con los preceptos estéticos del ballet. También se aprecia que una

gran movilidad en ciertas zonas tanto de manera global como segmentaria no siempre se asocia a salud espinal, ya que se observan ciertos mecanismos negativos compensatorios en ambas poblaciones, pero sobre todo en no bailarinas. Además, la no existencia de diferencias en el rango de flexión lumbar no significa que el entrenamiento de ballet no potencie la mejor funcionalidad de la zona inferior de la columna vertebral. En este sentido, la linealidad ejercitada en bailarines permite que no haya diferencias de movilidad de la columna dorsal entre ambos grupos o lo que también pone de manifiesto movilidades segmentarias no adecuadas en no bailarines. El comportamiento de la movilidad espinal en la técnica de danza clásica puede llegar a ser como un paradigma ideal de funcionalidad en el eje axial, ya que alterna tanto amplitud como tipos de movilidad articular a lo largo de dicho eje.

Agradecimientos

Los autores desean mostrar su agradecimiento a todos los participantes en este estudio.

Referencias documentales

1. Gelabert R. 1986. Dancers' Spinal Syndromes. *J Orthopedic Sport Phys Ther.* 7(4):180-191.
2. Micheli LJ. 1983. Back injuries in dancers. *Clin Sports Med.* 2(3):473-484.
3. Warren MP, Gunn JB, Hamilton LH, Warren LF, Hamilton WG. 1986. Scoliosis and fractures in young ballet dancers. *N Engl J Med.* 314(21):1348-1353.
4. Klemp P, Learmonth ID. 1984. Hypermobility and injuries in a professional ballet company. *Br J Sports Med.* 18(3):143-148. doi:10.1136/bjism.18.3.143.
5. Nilsson C, Wykman A, Leanderson J. 1993. Spinal sagittal mobility and joint laxity in young ballet dancers. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 1(3-4):206-208.
6. Grahame R, Jenkins JM. 1972. Joint hypermobility—asset or liability? A study of joint mobility in ballet dancers. *Ann Rheum Dis.* 31(2):109-111. doi:10.1136/ard.31.2.109.
7. Klemp P, Chalton D. 1989. Articular mobility in ballet dancers: A follow-up study after four years. *Am J Sports Med.* 17(1):72-75.
8. Hamilton WG, Hamilton LH, Marshall P, Molnar M. 1992. A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J Sports Med.* 20(3):267-273.

9. Klemp P, Stevens JE, Isaacs S. 1984. A hypermobility study in ballet dancers. *J Rheumatol.* 11(5):692–696.
10. Gannon LM, Bird HA. 1999. The quantification of joint laxity in dancers and gymnasts. *J Sports Sci.* 17(9):743–750. doi:10.1080/026404199365605.
11. Kujala UM, Oksanen A, Taimela S, Salminen JJ. 1997. Training does not increase maximal lumbar extension in healthy adolescents. *Clin Biomech.* 12(3):181–184.
12. Abel MS. 1985. Jogger's fracture and other stress fractures of the lumbo-sacral spine. *Skeletal Radiol.* 13(3):221–227.
13. Fehlandt Jr A, Micheli LJ. 1993. Lumbar facet stress fracture in a ballet dancer. *Spine.* 18(16):2537–2539.
14. Kadel NJ, Teitz CC, Kronmal RA. 1992. Stress fractures in ballet dancers. *Am J Sports Med.* 20(4):445–449.
15. Bejjani FJ, Halpern N, Pio A, Domínguez R, Voloshin A, Frankel VH. 1988. Musculoskeletal demands on flamenco dancers: a clinical and biomechanical study. *Foot ankle Int / Am Orthop Foot Ankle Soc [and] Swiss Foot Ankle Soc.* 8(5):254–263. doi:10.1177/107110078800800505.
16. Bejjani FJ. 1987. Occupational biomechanics of athletes and dancers: a comparative approach. *Clin Podiatr Med Surg.* 4(3):671–711.
17. Lundberg G, Gerdle B. 1999. The relationships between spinal sagittal configuration, joint mobility, general low back mobility and segmental mobility in female homecare personnel. *Scand J Rehabil Med.* 31(4):197–206.
18. Ohlen G, Spangfort ERIK, Tingvall CLAES. 1989. Measurement of spinal sagittal configuration and mobility with Debrunner's kyphometer. *Spine (Phila Pa 1976).* 14(6):580–583.
19. Bejjani F, Halpern N, Nordin M, Pavlidis L, Pio A, Dominguez R, Frankel V. 1987. Spinal motion and strength measurements of flamenco dancers using 3d motion analyzer and cybex 11 dynamometer. *Clin Podiatr Med Surg.* 4(3):671–711.
20. Dawson WJ. 2007. Steinberg N, Hershkovitz I, Peleg S, et al: Range of joint movement in female dancers and nondancers aged 8 to 16 years. *Med Probl Perform Art.* 22(1):36–37.
21. Gerhardt JJ. 1994. Documentation of joint motion. International standard neutral-zero measuring S.F.T.R recording and application of goniometers, inclinometers and calipers. 3rd ed. Portland: Isomed Inc.
22. Loebel WY. 1967. Measurement of spinal posture and range of spinal movement. *Rheumatology.* 9(3):103–110.
23. Jackson A, Langford NJ. 1989. The criterion-related validity of the sit and reach test: replication and extension of previous findings. *Res Q Exerc Sport.* 60(4):384–387.
24. Wells KF, Dillon EK. 1952. The sit and reach—a test of back and leg flexibility. *Res Quarterly Am Assoc Heal Phys Educ Recreat.* 23(1):115–118.
25. Yasukouchi A, Isayama T. 1995. The relationships between lumbar curves, pelvic tilt and joint mobilities in different sitting postures in young adult males. *Appl Human Sci* 14:15–21. *Appl Hum Sci.* 14(1):15–21.
26. Dickey JP, McNorton S, Potvin JR. 2003. Repeated spinal flexion modulates the flexion-relaxation phenomenon. *Clin Biomech.* 18(9):783–789. doi:10.1016/S0268-0033(03)00166-9.
27. Craig W. 1994. Measurement of the Spine. In: Gerhardt JJ (ed) Documentation of joint motion. International standard neutral-zero measuring S.F.T.R recording and application of goniometers, inclinometers and calipers. 3rd ed. Portland: Isomed Inc.
28. Winter RB, Carr P, Mattson HL. 1997. A study of functional spinal motion in women after instrumentation and fusion for deformity or trauma. *Spine (Phila Pa 1976).* 22(15):1760–1764. doi:10.1097/00007632-199708010-00016.
29. Ohlén G, Wredmark T, Spangfort E. 1989. Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. *Spine (Phila Pa 1976).* 14(8):847–850. doi:10.1097/00007632-198908000-00013.
30. Timmermans HM, Martin M. 1987. Top Ten Potentially Dangerous Exercises. *J Phys Educ Recreat Danc.* 58(6):29–33. doi:10.1080/07303084.1987.10609566.
31. McGill SM. 1997. The biomechanics of low back injury: Implications on current practice in industry and the clinic. *J Biomech.* 30(5):465–475. doi:10.1016/S0021-9290(96)00172-8.
32. Khan K, Brown J, Way S, Vass N, Crichton K, Alexander R, Baxter A, Butler M, Wark J. 1995. Overuse Injuries in Classical Ballet. *Sport Med.* 19(5):341–357. doi:10.2165/00007256-199519050-00004.
33. Widhe T. 2001. Spine: Posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. *Eur Spine J.* 10(2):118–123. doi:10.1007/s005860000230.
34. Green JP, Grenier SG, McGill SM. 2002. Low-back stiffness is altered with warm-up and bench rest: Implications for athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 34(7):1076–1081. doi:10.1097/00005768-200207000-00004.
35. Solomonow M, Baratta R V., Banks A, Freudenberger C, Zhou BH. 2003. Flexion-relaxation response to static lumbar flexion in males and females. *Clin Biomech.* 18(4):273–279. doi:10.1016/S0268-0033(03)00024-X.
36. McGill SM. 2002. Low back disorders. Evidence based prevention and rehabilitation. Champaign: Human Kinetics Publishers.
37. Wilke HJ, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE. 1999. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine (Phila Pa 1976).* 24(8):755–762. doi:10.1097/00007632-199904150-00005.
38. Wilke HJ, Neef P, Hinz B, Seidel H, Claes L. 2001. Intradiscal pressure together with anthropometric data – A data set for the validation of models. *Clin Biomech.* 16(SUPPL. 1). doi:10.1016/s0268-0033(00)00103-0.
39. Polga DJ, Beaubien BP, Kallemeier PM, Schellhas KP, Lew WD, Buttermann GR, Wood KB. 2004. Measurement of in vivo intradiscal pressure in healthy thoracic intervertebral discs. *Spine (Phila Pa 1976).* 29(12):1320–1324. doi:10.1097/01.BRS.0000127179.13271.78.
40. Kaigle AM, Wessberg P, Hansson TH. 1998. Muscular and kinematic behavior of the lumbar spine during flexion-extension. *J Spinal Disord.* 11(2):163–174. doi:10.1097/00002517-199804000-00013.
41. Brereton LC, McGill SM. 1999. Effects of physical fatigue and cognitive challenges on the potential for low back injury. *Hum Mov Sci.* 18(6):839–857. doi:10.1016/S0167-9457(99)00043-3.

42. McGill SM, Brown S. 1992. Creep response of the lumbar spine to prolonged full flexion. *Clin Biomech.* 7(1):43–46. doi:10.1016/0268-0033(92)90007-Q.
 43. Jackson M, Solomonow M, Zhou B, Baratta R V., Harris M. 2001. Multifidus EMG and tension-relaxation recovery after prolonged static lumbar flexion. *Spine (Phila Pa1976).* 26(7):715–723. doi:10.1097/00007632-200104010-00003.
 44. Gupta A. 2001. Analyses of myo-electrical silence of erectors spinae. *J Biomech.* 34(4):491–496. doi:10.1016/S0021-9290(00)00213-X.
 45. Burton AK, Battié MC, Gibbons L, Videman T, Tillotson KM. 1996. Lumbar disc degeneration and sagittal flexibility. *J Spinal Disord.* 9(5):418–424. doi:10.1097/00002517-199610000-00010.
 46. Brault JS, Driscoll DM, Laakso LL, Kappler RE, Allin EF, Glonek T. 1997. Quantification of lumbar intradiscal deformation during flexion and extension, by mathematical analysis of magnetic resonance imaging pixel intensity profiles. *Spine.* 22(18):2066–2072. doi:10.1097/00007632-199709150-00002.
 47. Eddy M. 2006. The Practical Application of Body-Mind Centering® (BMC) in Dance Pedagogy. *J Danc Educ.* 6(3):86–91. doi:10.1080/15290824.2006.10387320.
 48. Batson G. 2010. Improving Postural Control in the Battement Tendu: One Teacher's Reflections and Somatic Exercises. *J Danc Educ.* 10(1):6–13. doi:10.1080/15290824.2010.10387152.
-
-