



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Ciencias del Deporte

Análisis funcional y biomecánico del baile flamenco

Autor:

Dña. Irene Baena Chicón

Directores:

Dr. D. Sebastián Gómez Lozano

Dr. D. Alfonso Vargas Macías

Murcia, a 23 de Julio de 2021



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO Programa de Doctorado en Ciencias del Deporte

Análisis funcional y biomecánico del baile flamenco

Autor:

Dña. Irene Baena Chicón

Directores:

Dr. D. Sebastián Gómez Lozano

Dr. D. Alfonso Vargas Macías

Murcia, a 23 de Julio de 2021



UCAM
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DE LO/S DIRECTOR/ES DE LA TESIS
PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Sebastián Gómez Lozano y el Dr. D. Alfonso Vargas Macías como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Análisis funcional y biomecánico del baile flamenco” realizada por Dña. Irene Baena Chicón en el Programa de Doctorado en Ciencias del Deporte, **autoriza su presentación a trámite en el formato de “Compendio de publicaciones”** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 23 de Julio de 2021

**GOMEZ
LOZANO
SEBASTIAN
RAMON -
52815528F**

Firmado
digitalmente por
GOMEZ LOZANO
SEBASTIAN RAMON
- 52815528F
Fecha: 2021.07.23
13:43:54 +02'00'

**VARGAS
MACIAS
ALFONSO -
31261433V**

Firmado digitalmente
por VARGAS MACIAS
ALFONSO - 31261433V
DN: cn=VARGAS MACIAS
ALFONSO - 31261433V
gn=ALFONSO c=ES
Motivo: Soy el autor de este
documento
Ubicación:
Fecha: 2021-07-23
14:04+02:00

COMPENDIO DE PUBLICACIONES

La presente tesis doctoral está constituida por un conjunto de trabajos de investigación publicados y aceptados para su publicación por el doctorando y sus directores de tesis. Se ha seguido la línea metodológica de “Estilo de compendio de publicaciones” que admite la Universidad Católica de Murcia. Todos los artículos publicados están relacionados con el Plan de Investigación registrado. Para la elaboración de los artículos que compendian esta tesis se ha contado con distintos equipos de investigación. Por un lado, la doctoranda y sus directores de tesis y por otro, con la suma de otros investigadores nacionales. Además, se ha realizado trabajos con la colaboración de la Dra. Doña Wanda Forczek durante la estancia universitaria internacional de 3 meses que es requerida en la mención de Tesis Internacional, y que tuvo lugar en la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Cracovia (Polonia) incluyendo a su equipo.

A continuación, se hace constar las referencias de los artículos que constituyen la presente tesis doctoral.

Forczek, W., Baena-Chicón, I., y Vargas-Macías, A. (2017). Movement concepts approach in studies on flamenco dancing: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(9), 1–16.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1359680>

Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza-Cano, L., Abadía, García-De Vicuña, O., Fernández-Falero, M.R., y Vargas-Macías, A. (2020). Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(44), 245-253.
<https://dx.doi.org/10.12800/ccd.v15i44.1466>

Baena-Chicón, I., Vargas-Macías, A., y Gómez-Lozano, S. (2015). Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco. *Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 8(9), 19–28.

Baena-Chicón, I., Fernández-Falero, M. R., Abadía García de Vicuña, O., y Vargas-Macías, A. (2019). Análisis de los códigos flamencos del baile por cantiñas según interpretaciones clásicas y actuales. *Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 12(14), 30–39.
<https://doi.org/10.23754/telethusa.121406.2019>

- Forczek, W., Baena-Chicón, I., y Vargas-Macías, A. (2016). Variación de la posición del centro de gravedad en una bailaora profesional durante el zapateado flamenco. *Revista Centro Investigación Flamenco Telethusa*, 9(10), 30–36.
- Vargas-Macías, A., Baena-Chicón, I., Gorwa, J., Michnik, R. A., Nowakowska-Lipiec, K., Gómez-Lozano, S., y Forczek, W. (2021). Biomechanical Effects of Flamenco Footwork. *Journal of Human Kinetics*. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0086> (In Press).
- Forczek-Karkosz, W., Michnik, R., Nowakowska-Lipiec, K., Vargas-Macias, A., Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., y Gorwa, J. (2021). Biomechanical Description of Zapateado Technique in Flamenco. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2905. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062905>
- Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza, L., y Vargas-Macías, A. (2021). Catastrofismo ante el dolor en estudiantes de baile flamenco de conservatorios profesionales de danza. *Archivos de Medicina del Deporte*, 38(2), 8–12. <https://doi.org/10.18176/archmeddeporte.00030>

AGRADECIMIENTOS

A mi madre que es mi fuente de inspiración de fuerza, pasión, lucha, sacrificio y coraje. Nunca podré llegar a ser IGUAL de grande que ella.

A mi padre porque es ejemplo de humildad, bondad, amor, cariño y paciencia. No hay persona en el mundo que la SUPERE.

Gracias infinitas, papá y mamá. Sin vosotros, nunca SERÍA.

A Paloma Blanca, mi hermana, la persona más MARAVILLOSA y CAPAZ que jamás conocerás. Es inteligente, resolutiva, manitas y creativa, pero... sólo falta que ella lo crea... Mi ángel de la guarda. SIEMPRE está y NUNCA se va. Emma, su mayor regalo a nuestras vidas.

A mi querido y admirado director, el Dr. Sebastián Gómez Lozano, quien siempre creyó en mí y me apoyó en todo momento, incluso cuando yo no estaba... Además, es quién ha añadido a este trabajo lo que casi nadie sabe transmitir: FRESCURA, ALEGRÍA, LUZ y ENERGÍA entre otras grandezas incalculables. ¡Qué importante es reír y saber sacar sonrisas!

A Wanda y a esos ratitos en el despacho de la Universidad de Cracovia. INOLVIDABLES.

A los AUTORES que nos han acompañado en este océano, suavizando el oleaje.

A las personas que me quieren y me aprecian, pero sobre todo a las que lo hacen sin recelo, porque ellas son las VERDADERAS.

A las personas que se alejaron, porque gracias al tiempo disponible que me quedó, PUDE conseguir.

Y, sobre todo, a mi estimado director el Dr. Alfonso Vargas Macías. El promotor de esta locura, de este viaje, de este aprendizaje, de este dolor... Nunca pensé que serviría para

estos menesteres, y él CONFIO en mí, siendo una desconocida... hoy en día es mi ESPEJO donde reflejarme y mi mano que me sujeta cuando creo que no me puedo levantar, mi guía. El universo académico le debe su sitio, porque en conocimiento, saber hacer y rendimiento, es mucho más grande que cualquier constelación que hay por ahí... Su corazón es paciente, pero el mío necesita gritarlo.

Por último, no quería dejar de mencionarlo a él, a mi tumor, a sus patologías, al infierno que me hace vivir, porque sin su existencia, la vida sería distinta, pero como su compañía va a estar ligada a mi vida hasta la eternidad, mejor brindemos con él en lo bueno, en lo malo y en esta existencia, que me hace aprender cada día a SER a su antojo.

“Un docente es alguien que inspira a que el otro se transforme”
Darío Sztajnszrajber

“Lo que me atrae está en otro lado, y ese otro lado no sé qué es”
Emil Cioran

“En la vida hay muchos amores, pero sólo una gran pasión”
De un anuncio de coñac

INDICE GENERAL

Autorización de lo/s director/es de la tesis para su presentación	V
Compendio de publicaciones.....	VII
Agradecimientos	IX
Indice general	XIII
Índice de tablas.....	XIX
Estudio 1.....	XIX
Estudio 2.....	XIX
Estudio 3.....	XIX
Estudio 4.....	XIX
Estudio 6.....	XX
Estudio 7.....	XX
Estudio 8.....	XX
Índice de figuras.....	XXI
Estudio 1.....	XXI
Estudio 2.....	XXI
Estudio 3.....	XXI
Estudio 4.....	XXI
Estudio 5.....	XXII
Estudio 6.....	XXII
Estudio 7.....	XXII
Siglas y abreviaturas.....	XXV
Resumen.....	27
Abstract	31
Fundamentación general al compendio	XXXV

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	39
CAPÍTULO II - JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	49
2.1. Justificación.....	51
2.1.1. Revisión de literatura científica	52
2.1.2. Estudio de algias y prevalencia de lesiones	52
2.1.3. Análisis de cargas externas.....	52
2.1.4. Análisis cinemático.....	53
2.1.5. Análisis cinemático y dinámico	53
2.1.6. Estudio del catastrofismo	53
2.2. Objetivos y diseño general.....	54
Estudio 1. Aproximación del concepto de movimiento en estudios sobre baile flamenco: una revisión sistemática.	54
Estudio 2. Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco.	54
Estudio 3. Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco.	55
Estudio 4. Análisis de los códigos flamencos del baile por cantiñas según interpretaciones clásicas y actuales.	55
Estudio 5. Variación de la posición del centro de gravedad en una bailaora profesional durante el zapateado flamenco.....	56
Estudio 6. Efectos biomecánicos en el zapateado flamenco.	57
Estudio 7. Descripción biomecánica de la técnica del zapateado en flamenco	57
Estudio 8. Catastrofismo ante el dolor en estudiantes de baile flamenco de conservatorios profesionales de danza.....	58

CAPÍTULO III - MATERIAL Y MÉTODOS	59
3.1. Muestra.....	61
Estudio 1.....	61
Estudio 2.....	61
Estudio 3.....	62
Estudio 4.....	62
Estudio 5, 6 y 7	62
Estudio 8.....	62
3.2. Material y métodos	63
Estudio 1.....	63
Estudio 2.....	63
Estudio 3 y 4	63
Estudio 5.....	64
Estudio 6 y 7	64
Estudio 8.....	64
3.4. Análisis estadístico.....	65
Estudio 1.....	65
Estudio 2.....	65
Estudios 3, 4 y 5.....	65
Estudio 6.....	66
Estudio 7.....	66
Estudio 8.....	66
 CAPÍTULO IV - ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	 67
Estudio 1.....	69

Estudio 2.....	87
Estudio 3.....	99
Estudio 4.....	111
Estudio 5.....	123
Estudio 6.....	133
Estudio 7.....	151
Estudio 8.....	167
 CAPÍTULO V - RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERALES	175
Estudio 1.....	177
Estudio 2.....	178
Estudio 3.....	179
Estudio 4.....	180
Estudio 5.....	180
Estudio 6.....	182
Estudio 7.....	182
Estudio 8.....	184
 CAPÍTULO VI - LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	187
 CAPÍTULO VII - CONCLUSIONES	191
Conclusiones generales	194

CAPÍTULO VIII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	197
--	------------

CAPÍTULO IX - APÉNDICE	209
-------------------------------------	------------

APÉNDICE 1: Calidad de las publicaciones	211
---	------------

Estudio 1.....	211
----------------	-----

Estudio 2.....	211
----------------	-----

Estudio 3.....	211
----------------	-----

Estudio 4.....	212
----------------	-----

Estudio 5.....	212
----------------	-----

Estudio 6.....	212
----------------	-----

Estudio 7.....	213
----------------	-----

Estudio 8.....	213
----------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Artículos científicos

Estudio 1.

Tabla I. Sample characteristics	75
---------------------------------------	----

Tabla II. Characteristics of studies on Flamenco dancers	77
--	----

Estudio 2.

Tabla 1. Resultados sobre el grado de asociación intra-articular entre algias y lesiones.	91
--	----

Tabla 2. Odd Ratios hallados para la relación entre el hallazgo de antecedentes de dolor y probabilidad de riesgo de lesión.....	92
--	----

Estudio 3

Tabla 1. Relación de palos interpretados en cada uno de los períodos de estudio	104
---	-----

Tabla 2. Presencia del en dehors en las diferentes partes del baile y en función del hemicuerpo que los realiza.....	106
--	-----

Tabla 3. Número de en dehors realizados simultáneamente con ambas piernas en cada época y su porcentaje en relación con el total	106
--	-----

Estudio 4

Tabla 1. Presencia de cada variable según el estilo y el género.	117
---	-----

Tabla 2. Media y desviación típica de las variables según el total de bailes, por estilo y por género	117
---	-----

Tabla 3. Media y Desviación típica de los compases que dura cada código flamenco en el total de los bailes analizados, por estilo y género	119
--	-----

Tabla 4. Presencia del número de letras de bulerías de Cádiz en el total de bailes y según la corriente estilística y género	119
--	-----

Estudio 6

Tabla 1. Descriptive results registered for the participant during performance 1, performance 2, and for both performances (GRF – Ground Reaction Force).....	140
---	-----

Estudio 7

Tabla 1. Maximal value of the vertical component of ground reaction force and the value of loading rate of ground reaction force (GRF) normalized to body weight for the ZAP-3 test.....	157
Tabla 2. Conover–Iman post-hoc test results for maxGRF and LRGRF for subsequent foot strikes in the ZAP3 test	159

Estudio 8

Tabla 1. Estadística descriptiva y comparativa de medias T-Student.....	171
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Artículos científicos

Estudio 1.

Figura 1. Study selection flow chart.....	74
---	----

Estudio 2.

Figura 1. Calzado de tacón tradicional de baile flamenco	90
--	----

Estudio 3

Figura 1. Marcaje flamenco con presencia en dehors en ambas caderas.	102
Figura 2. Presencia de en dehors en ambas caderas durante una fase de movimiento dentro del apartado dinámico, movimiento denominado paso vasco.	105
Figura 3. Fase estática, realizando un desplante con en dehors de ambas caderas	105

Estudio 4

Figura 1. Bailaora de flamenco.....	115
Figura 2. Evolución del uso de los códigos flamencos según la tendencia más ortodoxa y la más moderna a través de la media	118
Figura 3. Comparativa del uso de los códigos flamencos por género a través de la media	118

Estudio 5

Figura 1. Muestra de la colocación de los marcadores.....	127
Figura 2. Desplazamiento anteroposterior del CDG en estático (S) y en dinámico (D)	128
Figura 3. Desplazamiento lateral del CDG en estático (S) y en dinámico (D)	128
Figura 4. Desplazamiento vertical del CDG en estático (S) y en dinámico (D) ...	128

Estudio 6

Figura 1. Sequence of the ZAP 3 footwork test (Vargas, 2006). BF (Ball of the Foot) striking only the ball of the foot on the floor; HD (Heel Drop) dropping the heel on the floor, this happens three times within the sequence between other taps; HT (Heel Tap) striking only the heel; TT (Tip of the Toe Tap) tapping the tip of the toe on the floor behind the base of support.	139
Figura 2. Ground Reaction Force (GRF) (% Body Weight, BW) recorded for each type of footwork.....	
Figure 3. Exemplary knee angular displacements throughout the footwork test.....	143
Figura 4. Knee flexion (deg) of the supporting limb during different types of footwork.....	143

Estudio 7

Figura 1. ZAP-3 cycle in flamenco: (a) body position; (b) averaged duration between successive strikes; (c) exemplified course of the vertical component of ground reaction force (GRF); (d) example waveform view of the sound of footwork strikes	156
Figure 2. Kinematics of body movement in Zap-3 test: (a) pelvis obliquity, (b) pelvis tilt, (c) pelvis rotation, (d) hip abduction-adduction, (e) hip flexion-	

extension, (f) hip rotation, (g) knee flexion–extension, (h) ankle flexion–extension, (i) ankle eversion–inversion	158
---	-----

SIGLAS Y ABREVIATURAS

BW:	<i>Body Weigth</i> (peso corporal)
CDG:	Centro de gravedad
cm:	Centímetros
COM:	<i>Center of mass</i> (centro de masas)
CPD:	Conservatorio Profesional de Danza
ECD:	Escala de Catastrofismo ante el Dolor
GRF:	<i>Ground Reaction Force</i> (fuerza de reacción contra el suelo)
HD1:	<i>1st Heel Drop</i> (tipo de zapateado)
ICDS:	Índice Compuesto de Difusión Secundaria
JCR:	<i>Journal Citation Reports</i>
m:	Metros
m/s:	Metros por segundo
P:	Planta (tipo de golpe de zapateado)
PNT:	Punta (tipo de golpe de zapateado)
PCS:	<i>Pain Catastrophizing Scale</i>
PRISMA:	<i>Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis</i>
ROM:	<i>Range of Movement</i> (Rango de movimiento)
T:	Tacón (tipo de golpe de zapateado)
TP1:	Tacón de Planta 1 (tipo de golpe de zapateado)
TP2:	Tacón de Planta 2 (tipo de golpe de zapateado)
TP3:	Tacón de Planta 3 (tipo de golpe de zapateado)
s:	Segundos
SCR:	<i>Scimago Journal and Country Rank</i>

SENIAM: *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles*

SNC: Sistema Nervioso Central

TT: *Tip of the Toe Tap* (tipo de zapateado)

ZAP-3: Test de zapateado

RESUMEN

El baile flamenco es una actividad física conocido por su impronta emocional y caracterizado por la práctica del zapateado. Esta danza tiene un elevado riesgo de lesiones, tipos de algias y diversos efectos emocionales asociados debido a las altas demandas de esfuerzo y a las vibraciones originadas por los impactos del zapateado. Los diferentes objetivos que se persiguen en esta tesis dependen de los distintos estudios realizados para su compendio y son los siguientes: a) revisar toda la literatura científica existente sobre biomecánica en el baile flamenco; b) comprobar la prevalencia de antecedentes de algias y lesiones en estudiantes de baile flamenco y determinar el grado de relación del dolor como factor predisponente de lesión; c) averiguar el grado de presencia del *en dehors* tanto en coreografías flamencas del siglo pasado y el actual; d) analizar el uso de las claves propias del baile flamenco por cantiñas según la tendencia coreográfica clásica y la actual; e) analizar la variación de posición del centro de gravedad de una bailaora profesional; f) analizar el perfil mecánico del baile flamenco en términos de fuerza de reacción vertical del suelo y cinemática de la articulación de la rodilla del miembro de apoyo; g) identificar la alineación del cuerpo de un artista flamenco mientras zapatea; h) estudiar la incidencia general del catastrofismo en estudiantes flamencos; e i) valorar la consecuencia sobre el catastrofismo de la práctica profesional.

La muestra y el método utilizados van a depender de los objetivos propuestos para cada uno de los artículos realizados. Para el a) se hizo una revisión de estudios a través del *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis* (PRISMA), en el b) la muestra fue de 75 estudiantes de Conservatorios Profesionales de Danza (CPD) de Andalucía (17.4±4.4 años), las cuales cumplimentaron una encuesta con preguntas dicotómicas sobre la presencia de antecedentes de algias y lesiones en 7 articulaciones: pies, tobillos, rodillas, coxo-femorales, columna lumbar, columna cervical y hombros; por lo que corresponde al c) se analizaron 60 coreografías de mujeres, 30 del período entre 1930 y 1980 y 30 de la etapa del 2000 a 2015; para el d) se observaron 6 bailes por cantiñas de distintas corrientes coreográficas y por género; y en lo que concierne a los objetivos e), f) y h) el trabajo se basó en un estudio de caso de una

bailaora profesional de flamenco (33 años, 59 kg, 1.65m) que ejecutó el test de zapateado ZAP-3, en el que se repiten secuencias de 6 zapateados con ambos pies durante 15 segundos, las herramientas utilizadas fueron un sistema óptico de captura del movimiento Vicon y una plataforma de fuerzas Kistler; en los dos últimos objetivos h) e i) la muestra fue de 70 estudiantes de CPD de Andalucía (17.67 ± 5.65 años) siendo 31 profesionales, todas cumplimentaron la Escala de Catastrofismo ante el Dolor (ECD).

Los resultados que se obtuvieron en el objetivo a) fue la selección final de 27 estudios de diferentes aspectos del baile flamenco: sobre biomecánica (14), sobre podología (6), sobre incidencia de lesiones (3), sobre aspectos antropométricos (2) y sobre rasgos fisiológicos (2); en el objetivo b) se averiguó que hay una mayor tendencia a las alteraciones funcionales y de lesiones en rodillas, columna lumbar y cervical; en el c) los datos demostraron una mayor presencia del en dehors en el flamenco actual que en el siglo pasado; en el d) las claves que estaban presentes en el 100% de los bailes estudiados fueron el remate y el desplante, seguidos de las patás en el 83.3% de las coreografías y las llamadas y las subidas en el 66.7%; en el e) los datos mostraron oscilaciones suaves del centro de gravedad (CDG) en los tres planos; en el f) no hubo diferencias significativas entre la extremidad izquierda y derecha en cuanto al componente vertical de la fuerza de reacción del suelo, el golpe más dinámico se realizó con el talón y el desplazamiento angular medio de la rodilla de la pierna de apoyo fue de $\sim 26^\circ$; en el g) los valores medios de la componente vertical de fuerza de reacción contra el suelo oscilaron entre 0.6 y 2.7 del peso corporal, la inclinación pélvica anterior máxima fue de 29° , con un rango de movimiento de 6 (ROM), acompañado por 20 ROM de cadera y ~ 40 ROM de rodilla en el proceso de la flexión; y en el estudio donde se perseguían los objetivos h) e i) los resultados no mostraron diferencias significativas en las categorías: rumiación, magnificación, ni en el global del catastrofismo ante el dolor entre estudiantes y las profesionales, sin embargo, en la dimensión de desesperación sí se observó una tendencia significativa entre ambos grupos, sobre todo en las profesionales.

Como conclusiones podemos destacar que en la revisión llevada a cabo en el primer estudio la evidencia mostró que el baile flamenco exige altos niveles de esfuerzo, sin embargo, se requieren más investigaciones desde una perspectiva más integral para entender cómo funciona el cuerpo del artista flamenco para

conseguir optimizar los niveles de condición física y reducir las lesiones. La técnica del zapateado flamenco requiere de una semiflexión de rodillas ya que no incluye saltos o basculaciones verticales que consigan atenuar las vibraciones originadas por los impactos. La formación académica actual de las intérpretes proporciona un estilo coreográfico flamenco más integrador incluyendo mayores recursos estéticos y expresivos como el *en dehors*. Sin embargo, la idiosincrasia propia del flamenco, como es el uso de sus propias claves, es imprescindible dominarla para tener éxito en la actuación. Por otro lado, la trayectoria del CGD que está relacionado con el gasto energético empleado, es especialmente importante en el baile flamenco ya que se observa cómo se optimiza este gasto energético gracias a una eficiente reequilibración corporal durante la alta frecuencia de zapateados. Se comprueba además que los impactos durante esta práctica provocan que la articulación de la rodilla esté más expuesta a lesiones. Para una buena técnica del zapateado, se debe estabilizar el tronco y la pelvis con la ayuda de actividad isométrica de los músculos circundantes. Los golpes no deben realizarse alejándose del cuerpo ya que desplaza el centro de masas (COM), disminuye la estabilidad lateral del tobillo, reduce la frecuencia de zapateados por segundos y favorece la fatiga. Para amortiguar las vibraciones de los impactos, los zapateados se deben realizar cargando en una pierna de apoyo en cada golpe sin que haya oscilaciones bruscas de la pelvis. El desarrollo profesional de los intérpretes flamencos puede desencadenar estados de ansiedad que pueden llegar a tener una asociación directamente proporcional a los niveles de catastrofismo.

Palabras clave: zapateado, lesión, dolor, catastrofismo, en dehors, centro de gravedad, fuerza de reacción contra el suelo, cinemática.

ABSTRACT

Flamenco dancing is a physical activity known for its emotional imprint and characterized by the practice of zapateado. This dance has a high risk of injuries, types of pain and various associated emotional effects due to the high demands of effort and vibrations originated by the impacts of the stomping. The different objectives pursued in this thesis depend on the different studies carried out for its compendium and are the following: a) review all the existing scientific literature on biomechanics in flamenco dance; b) check the prevalence of antecedents of pain and injuries in flamenco dance students and determine the degree of relationship between pain as a predisposing factor for injury; c) find out the degree of presence of *en dehors* both in flamenco choreographies from the last century and the current one; d) analyze the use of the keys of flamenco dance by *cantiñas* according to the classical and current choreographic trends; e) analyze the variation of the center of mass position of a professional dancer; f) analyze the mechanical profile of flamenco dance in terms of vertical ground reaction force and kinematics of the knee joint of the supporting member; g) identify the alignment of the body of a flamenco artist while stomping; h) study the general incidence of catastrophism in students of flamenco dance; and i) assess the consequence on the catastrophizing of the professional practice.

Participants and methods were used according to the proposed objectives for each of the papers. a) a systematic review was made through the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA), b) participants were 75 students from Professional Dance Conservatories (CPD) of Andalusia (17.4 ± 4.4 years), a direct interview was applied based on dichotomous questions about antecedents of pain and injuries in 7 joint regions: feet, ankles, knees, hips, lumbar spine, cervical spine and shoulders; c) 60 choreographies of professional dance women were analyzed, 30 from the period between 1930 and 1980 and 30 from 2000 to 2015; d) 6 *cantiñas* dances were observed of different choreographic currents and by gender; and with regard to objectives e), f) and h) the work was based on a case study of a professional flamenco dancer (33 years, 59 kg, 1.65m) who performed the ZAP-3 zapateado test, in which sequences of 6 taps with both feet are repeated for 15 seconds, the tools used were an optical

Vicon motion capture system and a Kistler force platform; In the last two objectives h) and i) the sample of 70 CPD students from Andalusia (17.67 ± 5.65 years) being 31 professionals who also completed the Pain Catastrophism Scale (ECD).

Below we expose the results of the different papers according the mentioned objectives a) was the final selection of 27 studies on different aspects of flamenco dance: on biomechanics (14), on chiropody (6), on incidence of injuries (3), on anthropometric aspects (2) and on physiological traits (2); in objective b) it was found that there is a greater tendency to functional alterations and injuries to the knees, lumbar and cervical spine; c) the data showed a greater presence of *en dehors* in current flamenco than in the last century; d) the keys that were present in 100% of the dances studied were the auction and the rudeness, followed by the *patás* in 83.3% of the choreographies and the *llamadas* and *subidas* in 66.7%; in e) the data showed smooth oscillations of the center of mass (CDG) in the three planes; f) there were no significant differences between the left and right limb in terms of the vertical component of the ground reaction force, the most dynamic hit was made with the heel and the mean angular displacement of the knee of the supporting leg was of $\sim 26^\circ$; g) the mean values of the vertical component of reaction force against the ground ranged between 0.6 and 2.7 of body weight, the maximum anterior pelvic tilt was 29° , with a range of motion of 6 (ROM), accompanied by 20 ROM of the hip and ~ 40 ROM of the knee in the flexion process; and in the study where objectives h) and i) were pursued, the results did not show significant differences in the categories: rumination, magnification, or in the global catastrophizing of pain between students and professionals, however, in the dimension of despair a significant trend was observed between both groups, especially in the professionals.

As conclusions we can highlight that in the review carried out in the first study the evidence showed that flamenco dance requires high levels of effort, however more research is required from a more comprehensive perspective to understand how the body of the flamenco artist works to achieve optimize fitness levels and reduce injuries. The flamenco zapateado technique requires a semi-flexion of the knees since it does not include jumps or vertical tilts that manage to attenuate the vibrations caused by impacts. The current academic training of the interpreters provides a more integrating flamenco choreographic style including

greater aesthetic and expressive resources such as *en dehors*. However, the idiosyncrasy of flamenco, such as the use of its own keys, is essential to master in order to be successful in acting. On the other hand, the trajectory of the CGD, which is related to the energy expenditure used, is especially important in flamenco dance since it is observed how this energy expenditure is optimized thanks to an efficient body rebalancing during the high frequency of stomping. It is also found that the impacts during this practice cause the knee joint to be more exposed to injuries. For good stomping technique, the trunk and pelvis should be stabilized with the help of isometric activity of the surrounding muscles. The blows should not be made away from the body as it shifts the center of mass, decreases the lateral stability of the ankle, reduces the frequency of stomping per seconds and favors fatigue. To dampen the vibrations of impacts, footing should be carried out by loading on a supporting leg with each blow without there being sudden oscillations of the pelvis. The professional development of flamenco interpreters can trigger anxiety states that can have an association directly proportional to the levels of catastrophizing.

KEYWORDS: footwork, injury, pain, catastrophism, *en dehors*, center of mass, ground reaction force, kinematics.

FUNDAMENTACIÓN GENERAL AL COMPENDIO

El flamenco es un género musical que forma parte de la identidad de España que se ha desarrollado especialmente en Andalucía, parte de Extremadura y Murcia. Este arte se ha ido generando a través de las confluencias de infinidad de culturas que convivieron en estas zonas como los tartessos, los fenicios, los griegos, los cartaginenses, los romanos, los visigodos, los bizantinos, los árabes, los africanos, los castellanos, los africanos y los gitanos (Navarro, 2002). Por este motivo, el flamenco se ha construido a través de los reflejos del modo de entender de esta mezcla a lo largo de la historia. Esta amalgama de cultura y arte ha creado esta simbiosis que conocemos hoy como flamenco y que ha calado de forma universal (Navarro y Pablo, 2005). En tal sentido, el 16 de noviembre del 2010, la UNESCO declaró al flamenco Patrimonio Inmaterial de la Humanidad al ser considerado un producto de cultura, que se conserva y se transmite de generación en generación («UNESCO», 2010).

El flamenco es un género artístico que se manifiesta a través del toque, el canto y el baile (Arranz, 2012). Estos se interrelacionan entre sí a través de unas claves específicas de comunicación basadas principalmente en el zapateado.

Este gesto técnico es uno de los paradigmas del baile flamenco, dado que su ejecución determina la identidad básicamente de este estilo de danza. Se trata de la realización de golpes con los pies de los intérpretes contra el suelo. De este modo, se logra una sonoridad, como si de un instrumento de percusión se tratara, con la que alcanzar diferentes ritmos. Esta intensidad sonora se consigue gracias a que los bailarines y bailaoras están calzados con zapatos de tacón.

La práctica del zapateado se ha considerado causa de lesión puesto que está basado en un impacto repetitivo en las extremidades inferiores que incide a diferentes estructuras anatómicas que están implicadas en esta actividad física. Cualquier variación funcional o estructural que modifique la distribución de las cargas en el cuerpo durante el movimiento puede originar distintas patologías. Un ejemplo de ello es que los compartimentos medial y/o lateral de la articulación de la rodilla pueden verse alterados (provocado por los zapateados) desencadenando dolor patelofemoral mantenido (Castillo-López et al., 2017;

Platzer, 2008). Sin embargo, son pocos los estudios que confirmen las alteraciones de otros segmentos de la extremidad inferior en la práctica del zapateado (Castillo-López et al., 2017) y los diferentes factores de riesgo que causan esta actividad. Esta tesis viene a suplir parte de esta necesidad, en esta área de conocimiento, a través de la biomecánica, ya que, hasta donde tenemos conocimiento, como decíamos, hay pocos documentos que signifiquen un rendimiento adecuado durante el zapateado sin riesgo de lesiones. En este sentido, tampoco conocemos análisis que pueda facultar un entrenamiento eficiente que permita desarrollar una técnica efectiva para la práctica y el perfeccionamiento sin daños ni perjuicios.

La elaboración de esta tesis por el estilo de compendio permite que nuestros resultados y conclusiones puedan ser divulgados en las distintas publicaciones para su consulta y como referencia para futuras líneas de investigación, ya que es un área poco investigado. Para ello, trazamos dos líneas fundamentales de investigación para resolver distintos aspectos sobre el baile flamenco, de los cuales elaboramos las distintas publicaciones científicas.

En primer lugar, elaboramos un artículo de revisión sobre toda la literatura científica existente sobre la biomecánica en el baile flamenco recogidos en las siguientes bases de datos científicas: Pubmed, Scopus y EBSCO para averiguar qué se había investigado hasta la fecha. Después nos centramos en realizar diversos estudios biomecánicos. Así, realizamos distintos trabajos sobre análisis de cargas externas en el baile flamenco según algunos movimientos específicos y el estudio de la coreografía en el palo de alegrías. También, nos centramos en un grupo de estudiantes para averiguar la prevalencia de algias y la relación con la lesión. A continuación, elaboramos nuevos trabajos originales a través de un caso estudio de un sujeto femenino, de 33 años, con 30 años de experiencia en el baile flamenco. Realizamos un análisis cinemático del baile flamenco con cámaras de alta velocidad Vicon con registro por sistemas de infrarrojos donde valoramos la variación de la posición del centro de gravedad durante el zapateado. Además, con esta misma tecnología, estudiamos la alineación corporal y entre otros parámetros, la cinemática de la pelvis y las articulaciones de los miembros inferiores del sujeto mientras zapateaba, incluyendo la medición de la fuerza de reacción contra el suelo que proporcionaba la plataforma de fuerzas de Kistler y el tiempo de cada pisada de cada zapateado. En otra investigación, también con la

plataforma de fuerzas y las cámaras Vicon, investigamos la mecánica y cinemática de la articulación de la rodilla durante el zapateado. Por otro lado, estudiamos cómo un gesto técnico universal de la danza el *en dehors* afectaba al baile flamenco. Como decíamos, el zapateado es la característica diferencial de otras danzas. La inclusión del zapato de tacón en este tipo de gesto técnico difiere del resto que utilizan zapatillas o incluso se descalzan para su realización. Quisimos analizar si a pesar del tipo de calzado, necesario para la realización del zapateado, había presencia de *en dehors* en el baile flamenco, como en el resto de danzas escénicas.

La segunda línea de investigación se basó en averiguar la percepción del dolor y lesiones en la práctica del baile flamenco en estudiantes de baile flamenco en los conservatorios profesionales de danza en Andalucía. Nos pareció interesante analizar estudiantes de centros educativos con enseñanza reglada, ya que estos practicantes realizan además de flamenco, otras técnicas básicas de danza como el ballet, el contemporáneo y la danza española.

I - INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

La biomecánica es una herramienta que proporciona información sobre el movimiento humano, pero también ayuda a comprender las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y las interacciones que tienen lugar dentro de los segmentos corporales (LeVeau, 2010). Gracias a los avances tecnológicos en las últimas décadas, se están registrando distintos trabajos biomecánicos. Estos están permitiendo adquirir nuevos conocimientos sobre los gestos técnicos de distintas danzas. Considerando los estudios científicos que hay de varios estilos de danza, como (Gorwa, Kabaciński, Murawa, y Fryzowicz, 2020b, 2020a; Gorwa, Michnik, Nowakowska-Lipiec, Jurkojć, y Jochymczyk-Woźniak, 2019), los de la danza contemporánea (Gorwa, Dworak, Michnik, y Jurkojć, 2014; Lee, Jeong, y Freivalds, 2001) los de la danza irlandesa (Cahalan, Purtill, O'Sullivan, y O'Sullivan, 2015; Eustergerling y Emery, 2015; Hall, 1996) y toda una gama de danzas folclóricas de diversas regiones del mundo (Ribeiro, Palhares, y Salinas, 2020), falta un análisis técnico detallado del baile flamenco en la literatura científica.

El baile flamenco se identifica por dos claves fundamentales: por una fuerte impronta emocional y por la ejecución avanzada de zapateados que le hace genuina y distinta al resto de danzas percutivas (Baena-Chicón, 2016; Pedersen y Wilmerding, 1998). La alta demanda de esfuerzo de la práctica del baile flamenco es equivalente a las analizadas en actividades físico-deportivas de élite (Pedersen, Wilmerding, Kuhn, y Enciñias-Sandoval, 2001; Vargas, 2006). A este respecto, estos bailaores y los bailarines de ballet han sido estimados, en distintos estudios, como deportistas de élite (Koutedakis y Jamurtas, 2004; Vargas, González, Mora, y Lozano, 2008). Hay evidencias que determinan que los bailaores realizan un promedio de 4 zapateados por segundo (zap/s), pudiendo alcanzar frecuencias de hasta 12 zap/s durante un espectáculo (Vargas, 2006). El requerimiento de altas demandas de esfuerzo provoca riesgos de lesión, primordialmente en pies, rodillas y espalda, sobre todo a nivel lumbar y cervical (Vargas-Macías, Castillo, y Fernández, 2012). Los suelos, con escasas características de idoneidad, no proveen

la absorción del impacto del zapateado (Vargas, 2006). Otros aspectos que pueden ser motivos de riesgo de lesión son el tipo de calzado, la altura del tacón, la dificultad de la coreografía y un calentamiento insuficiente (Castillo-López, Toucedo, Munuera-Martínez, Ramos-Ortega, y Domínguez-Maldonado, 2015; Koutedakis y Jamurtas, 2004; Vargas, 2006). No es de extrañar que la práctica del baile flamenco sea considerada una profesión de alto riesgo de lesiones de miembro inferior por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Nogareda, Salas, y Parra, 2007).

La ejecución del zapateado se considera un gesto técnico no natural, para el que las articulaciones del miembro inferior y columna no están diseñadas (Pedersen y Wilmerding, 1998). En cambio, si se realiza con una técnica adecuada y se practica un correcto acondicionamiento físico, el efecto lesivo del zapateado se puede disminuir (Castillo-lópez et al., 2015; Quer y Pérez, 2004; Vargas, 2006). El pie es la primera zona que tiene que lidiar con las ondas de choque generadas por el impacto del talón y/o el metatarso. Los elementos externos al pie, como el calzado y el suelo, tienen importancia para atenuar las ondas de choque pero hasta cierto punto (Voloshin, Bejjani, Halpern, y Frankel, 1989). Sin embargo, los mecanismos de amortiguación que ocurren de forma natural son proporcionados por la alineación adecuada del cuerpo. La atenuación de las ondas de choque tiene lugar principalmente en las articulaciones siendo necesaria una mayor actividad muscular para estabilizarlas (Micheli, 1983).

El impacto de estos microtraumatismos de forma repetitiva hace que aumente el riesgo de lesión consecuentemente por sobreuso y estrés repetitivo (Shybut, Rose, y Strongwater, 2008). Inevitablemente, este hecho incide de forma directa a las articulaciones y zonas que están en contacto en los golpes con el suelo. También, hay que considerar que las vibraciones generadas por el impacto son absorbidas por las distintas estructuras corporales de forma ascendente (Castillo-López et al., 2015; Quer y Pérez, 2004; Vargas, 2006). De hecho, este tipo de vibración puede provocar algias vertebrales tanto lumbares, dorsales o cérvico-craneales. El dolor ubicado en una zona concreta es signo e indicador de aviso de lesión (Gómez, Santonja, Vargas, y Canteras, 2010). Efectivamente, los practicantes de baile flamenco se consideran muy susceptibles a padecer dolor (Castilla-Cubero y Jiménez-Sarmiento, 2011). Por consiguiente, este hecho producido con carácter de sufrimiento prescindible que suele aparecer en los

practicantes del baile flamenco, debe tenerse en cuenta como una alerta por todos los especialistas dedicados a la salud para así, producir mecanismos apropiados para la prevención de lesiones.

La lesión, aunque depende de su nivel de afección, es un proceso traumático que puede generar un punto de inflexión en la vida de cualquier persona que practique alguna actividad física (Olmedilla, Ortega, y Abenza, 2013). En el ámbito deportivo se conoce una perspectiva extendida que relaciona las algias con el rendimiento deportivo y las lesiones como parte esencial de la vida del deportista (Harrison y Ruddock-hudson, 2017). En la danza se convive prácticamente con el mismo enfoque (Cahalan et al., 2016). En la danza clásica sucede una tendencia basada en no prestar atención a la lesión y continuar danzando (Encarnacion, Meyers, Ryan, y Pease, 2000). En realidad, estos intérpretes son aleccionados desde una temprana edad a que la danza es igual a sentir dolor, ya que están motivados por la práctica de su compleja técnica, especialmente las mujeres, por el uso de las zapatillas de puntas (Paparizos, Tripp, Sullivan, y Rubenstein, 2004). Esta circunstancia que condiciona la práctica dancística, reporta la posibilidad que no se consiga un diagnóstico y tratamiento facultativo de la lesión y, por consiguiente, facilita la probabilidad que se cronifique al no ser tratada justamente. Como resultado, se crea la posibilidad de no continuar ejerciendo el baile, produciéndose variaciones en los aspectos psicológicos en los bailarines como estados de ánimo, pensamientos y conductas que obstaculizan la rehabilitación correcta.

El dolor aparece como el producto directo y mantenido de la experiencia de una lesión (Olmedilla Zafra et al., 2013). Por otro lado, está también definido como un proceso complejo donde los aspectos biológicos y psicológicos acontecen a una experiencia emocional y sensorial a nivel particular (Harrison y Ruddock-Hudson, 2017). No obstante, la gravedad del daño ocasionado no es directamente proporcional al dolor que se padece, ya que pueden intervenir otros aspectos como la edad, el nivel educativo, el catastrofismo, la depresión, las actitudes hacia el tratamiento, la capacidad de recuperación, la raza y el estado socioeconómico (Maurel, 2018). En el ámbito deportivo, la sensación de dolor durante los entrenamientos se admite a menudo con satisfacción, ya que es considerado como indicador de esfuerzo y que han alcanzado el máximo de su rendimiento (Harrison y Ruddock-Hudson, 2017). Sin embargo, estos practicantes de danza no

siempre llegan a identificar entre el dolor de su ensayo habitual con el dolor de una inoportuna lesión (Anderson y Hanrahan, 2008).

Los programas de intervención psicológica se pueden establecer para optimizar los resultados del tratamiento propio de la lesión y atenuar la afección del dolor. Se estima que pueden ser viables con independencia de los factores demográficos (edad, sexo, lugar de residencia), y teniendo en cuenta, incluso, los factores psicosociales propios de los bailarines (Sciascia, Waldecker, y Jacobs, 2018). En cambio, para conseguir mejores resultados, hay que ponderar el grado en que las destrezas de afrontamiento del dolor están presentes en los sujetos de cada muestra.

El catastrofismo es considerado como una tendencia al alza de la percepción del dolor con una apreciación mental negativa tanto real como pronosticada (Olmedilla, Ortega, Boladeras, Abenza, y Esparza, 2008). Su función es clave para determinar la valoración concreta de la situación y la experiencia vivida del dolor. El catastrofismo se relaciona con un alto grado de sensibilidad e incapacidad ante el dolor, lo que origina a una situación emocional relacionado a la ansiedad y la depresión (Peñarroya, Ballús-Creus, y Pérez, 2011). Algunas investigaciones muestran que el catastrofismo puede modificarse durante los programas de intervención psicológica optimizando la capacidad física y los estados de dolor y psicológico (Olmedilla Zafra et al., 2013).

El estrés en la vida y el apoyo social son factores que contribuyen en el bienestar físico (Patterson, Smith, Everett, y Ptacek, 1998). Investigando los aspectos psicosociales relacionados con el estrés en la danza, se valora que es imprescindible entender básicamente los motivos de éste y los modos en que estos intérpretes tratan de combatir esos factores estresantes (Noh, Morris, y Andersen, 2009). También se conoce, que las diferencias culturales pueden influir en los bailarines ya que los agentes estresores de cada uno de ellos no son similares según su procedencia, por lo que de igual forma, cada uno de ellos desarrollan habilidades distintas al afrontamiento al dolor.

El catastrofismo ha sido analizado en distintos estilos de danza, principalmente en practicantes de ballet, contemporáneo (Anderson y Hanrahan, 2008; Encarnacion et al., 2000; Hamilton, Hamilton, Meltzer, Marshall, y Molnar, 1989; Harrison y Ruddock-Hudson, 2017; Mainwaring y Finney, 2017; Y.-E. Noh

et al., 2009; Noh, Morris, y Andersen, 2007; Papparizos et al., 2004; Riskind, Long, Duckworth, y Gessner, 2004; Tajet-Foxell y Rose, 1995; Walker y Nordin-Bates, 2010) (9, 11, 12, 14, 18, 20 - 25) y en la danza tradicional irlandesa (Cahalan et al., 2016; Cahalan, Purtill, O'Sullivan, y O'Sullivan, 2015). Sin embargo, hasta nuestro conocimiento, no hay trabajos basados en el catastrofismo en practicantes de baile flamenco. Pese a las investigaciones que determinan altos porcentajes de lesiones y algias en los bailaores y bailaoras de flamenco (Bejjani et al., 1988; Castillo-López et al., 2016, 2014; Echegoyen, Acuña, y Rodríguez, 2010; Pedersen y Wilmerding, 1998; Vargas, 2006) apenas son los trabajos que investigan sobre el dolor más allá del ámbito anatómico. Los bailaores de flamenco no son entrenados mentalmente ante las distorsiones cognitivas que se originan durante las actuaciones (Lupiáñez, 2016). En esos casos, estos intérpretes soportan síntomas de ansiedad como el temblor de las rodillas, la sudoración, no sentir los pies dentro de los zapatos, entre otros, lo que les imposibilita ejecutar los zapateados con la técnica y habilidad deseada (Lupiáñez y Hoces, 2016).

Generalmente, el conocimiento de este arte, tanto en la guitarra, cante y baile, se ha extendido a través de la transmisión oral de maestros a discípulos y de generación en generación, entre otros (Baena-Chicón, 2016). En cuanto a este tipo de danza, se ha desarrollado una larga experiencia formativa en salones y otros sitios privados desde el siglo XIX, la cual se conserva hoy en día por la difusión del flamenco en academias en todos los continentes (Navarro y Pablo, 2005). En España, se suman a esos espacios, algunas escuelas municipales y algunos conservatorios profesionales y superiores de danza. Se ha demostrado que los deportistas alcanzan resultados más óptimos si desde la infancia y/o adolescencia han seguido algún programa de entrenamiento sistematizado y correctamente planificado (Armstrong y Davies, 1984). Sin embargo, hasta donde nuestro conocimiento alcanza, no hay manuales específicos donde se desarrolle una preparación física adecuada y sistematizada para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones en el baile flamenco.

Tal hecho es de tal importancia, debido a que se ha demostrado que una adecuada realización de los gestos técnicos que tienen contacto entre el pie y el suelo disminuye el riesgo de lesiones según lo observado por varios estudios (Bejjani et al., 1988; Gorwa, Fryzowicz, et al., 2019; Gorwa, Michnik, Nowakowska-Lipiec, Jurkojć, y Jochymczyk-Woźniak, 2019; Pedersen y

Wilmerding, 1998; Vargas, 2006). De hecho, la rodilla es la articulación que más sufre en los practicantes del baile flamenco (Bejjani et al., 1988; Castillo-López et al., 2016; Castillo-López, Perez, y Algaba, 2010; Echegoyen et al., 2010; Pedersen y Wilmerding, 1998; Sobrino y Guillén, 2017; Vargas, 2006). En cambio, no hemos encontrado estudios que analicen el efecto dinámico de los golpes producidos durante el zapateado relacionándolo con la cinemática de la rodilla. Las ondas de choque, producidas durante la práctica del zapateado, se expanden longitudinalmente por el sistema musculoesquelético, formando parte de los motivos principales de la degeneración articular (Gorwa, Michnik, et al., 2019). Además, las estructuras de la extremidad de apoyo (articulaciones, músculos, tendones, ligamentos) son sometidas a elevadas cargas por los altos picos de fuerza que suelen superar varias veces su peso corporal (BW) a razón del zapateado (Echegoyen, Aoyama, y Rodríguez, 2013; Gorwa, Michnik, et al., 2019). La amortiguación es un componente clave en la disminución de la fuerza de reacción vertical del suelo (GRF) y precisamente, esto se ejecuta con los miembros inferiores. El modulador principal de la rigidez de las piernas es la rodilla, ya que las longitudes del brazo de palanca del fémur y la tibia sitúan esta articulación en la posición más óptima de todas de las extremidades inferiores, así puede ayudar a atenuar el GRF vertical (Joanna Gorwa, Fryzowicz, et al., 2019; Joanna Gorwa, Michnik, et al., 2019). Hemos encontrado varios trabajos que investigan el nivel de GRF en algunas danzas con algún componente percusivo (Echegoyen et al., 2013; Klopp, 2017; Mayers, Bronner, Agraharasamakulam, y Ojofeitimi, 2010) pero solo uno de estos se ha centrado en GRF en el baile flamenco (Echegoyen et al., 2013). Algunos estudios han observado un desplazamiento angular de la articulación de la rodilla en flexión tanto en estudiantes como en bailaoras profesionales, como resultado de la adaptación ergonómica en el baile flamenco (Echegoyen et al., 2013; Forczek y Vargas-Macías, 2015; Pedersen y Wilmerding, 1998). Considerando la tarea funcional de las extremidades inferiores durante el zapateado, una de ellas se identifica como la pierna de apoyo, mientras que la segunda no lo sería. Los resultados demostraron que la flexión de la rodilla de la pierna de apoyo durante el zapateado se encuentra entre 10° y 15° (Echegoyen et al., 2013) y $35.3 \pm 8.2^\circ$ (Forczek y Vargas-Macías, 2015).

Por otro lado, el centro de gravedad (CDG) es la zona donde se anulan todas las fuerzas derivadas del peso del cuerpo o del objeto, por tanto, es el punto

de equilibrio en el que se aglutina todo ese peso como si estuviera concentrado desde todas direcciones a la vez (López, 2008). En el caso del cuerpo humano, el cual está articulado y tiene extremidades, el CDG es el punto en el cual concurren todas las fuerzas originadas por cada uno de sus segmentos corporales (Tipler, 2000). La situación del CDG no es un punto exacto, sino que oscilará según se sitúen los distintos segmentos corporales (Aguado, 1993; López, 2008). Si tenemos en cuenta la posición anatómica y en función de la literatura científica examinada, el CDG se encontraría focalizado en la quinta vértebra lumbar (Miralles y Miralles, 2007) o la segunda vértebra sacra (Dufour y Pillu, 2006) en una sección transversal. Si varía esta disposición, la localización del CDG cambiará de situación incluso puede encontrarse fuera de ella (Aguado, 1993; López, 2008). Sin embargo, estas variaciones pueden producirse por otros muchos aspectos como la edad. El CDG de los niños está más cercano de la cabeza que en los adultos, ya que poseen más peso en sus cabezas que en el tren inferior (Palmer, 1944). Otro factor que determina el punto del CDG es la diferencia anatómica que existe entre el hombre y la mujer: en el primero se localiza a un 56.18% de su talla mientras que en la segunda se sitúa en un 55.44% (Aguado, 1993). También, utilizar material deportivo afecta en la localización de la posición del CDG (Aguado, 1993) o incluso el tipo de hipertrofia en el tren superior o inferior (Zatsiorsky, 2002).

En la biomecánica deportiva, un recurso muy recurrente es el análisis de la trayectoria que determina el CDG, de esta manera, se puede conocer la eficiencia la ejecución del movimiento y evaluar si el gasto energético utilizado es afín al requerimiento de la actividad (Staskiewicz, Ruchlewicz, Forczek, y Laska, 2010). Además, es de gran ayuda para conocer parámetros deportivos de carácter cinemáticos y dinámicos (Chou, Kaufman, Hahn, y Brey, 2003; Kingma, Toussaint, Commissaris, Hoozemans, y Ober, 1995).

Analizar el comportamiento del CDG durante la práctica del baile flamenco, aporta conocimientos interesantes que habilitan aumentar la base descriptiva de esta danza y permite comprender las características técnicas propias de este movimiento con la finalidad de optimizar el rendimiento de estos artistas.

La coreografía flamenca se puede subdividir en dos secciones técnicas fundamentales: los zapateados y el resto de movimientos en los cuales no se

zapatea. Durante la práctica de los primeros, el movimiento se centra sobre todo en el tren inferior, al golpear los pies contra el suelo. En la segunda sección, la actividad física se centra más en el tronco y brazos. La localización del CDG estará relacionada con la colocación y tipos de trayectorias de estos segmentos corporales y sobre todo por el nivel de esfuerzo demandado.

Los zapateados se ejecutan calzados de un zapato rígido con un tacón que suele oscilar entre 0.05 m y 0.07 m (Vargas-Macías y Gómez-Lozano, 2008). La frecuencia más alta anotada hasta la fecha es de hasta 12 zap/s (Vargas, 2006) con una velocidad de hasta 5.78 m/s (Gómez Espinosa de los Monteros, González Galo, Costa Sepúlveda, Fernández Santos, y Pérez Román, 2012).

Zapatear a altas frecuencias con un calzado de estas características demanda que la disposición de la espalda esté erguida (anulando la curvatura lumbar), haya una semi-flexión de rodillas y caderas, con una pequeña retroversión pélvica y sobre todo que no se realicen movimientos de vaivenes laterales por los distintos apoyos del pie ni de reequilibración (Calvo, Alonso, Pasadolos, y Gómez-Pellico, 1998; Vargas, 2006). En consecuencia, el análisis de la trayectoria del CDG es fundamental ya que la información biomecánica obtenida ayuda para optimizar el entrenamiento y el rendimiento de los intérpretes flamencos para evitar lesiones. El insólito estudio, que hasta la fecha conocemos, sobre la variación de posición del CDG en esta danza, determina que durante la práctica del zapateado, la altura en el plano sagital oscila 0.0322 ± 0.0115 m a una frecuencia media de 11.44 zap/s (Vargas-Macías, Baena-Chicón, Forczek, y Gómez-Lozano, 2016).

II - JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

II - JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El planteamiento general de la presente tesis se basó en llevar a cabo una serie de estudios con dos líneas claras de investigación: el análisis funcional y estudio biomecánico del baile flamenco y la percepción del dolor en sus practicantes. La idea general es que esta tesis tenga la utilidad tanto para docentes como para directores y/o coreógrafos en la adecuación de los ensayos en la búsqueda de la perfección técnica, además para fisioterapeutas y podólogos. La información aportada no solo permitiría la mejora en el rendimiento, sino la identificación de la causa del posible daño y, sobre todo, reducir la tasa de riesgo de lesión.

2.1. JUSTIFICACIÓN

La práctica prolongada del zapateado en el baile flamenco provoca riesgo de lesión, sin embargo, hasta donde tenemos conocimiento existen pocas investigaciones que hayan estudiado este comportamiento en esta población. Con el planteamiento de esta tesis doctoral, buscamos aumentar la literatura científica sobre distintos análisis biomecánicos (cargas externas, cinemático y dinámico) de la técnica del baile flamenco. De esta forma, intentamos estudiar las máximas variables en biomecánica, permitiéndonos emprender un nuevo camino de investigación, susceptible de mejorar el rendimiento del practicante de baile flamenco en pro del éxito interpretativo gracias al campo de estudio científico.

Complementando al estudio biomecánico, hemos analizado la percepción del dolor en este tipo de danza, trabajo inédito ya que no hay ninguna evidencia científica que lo haya tratado anteriormente y que apenas existe hoy en día en el resto de actividades dancísticas. El estudio del catastrofismo es esencial, en cuanto a la valoración del contexto y la experiencia del dolor, ya que puede determinar el estado psicológico y la capacidad física durante la realización de la actividad que se esté ejecutando.

La primera línea de investigación basada en el análisis funcional y biomecánico en el baile flamenco viene a reconocer el estado de este campo de estudio en la literatura científica, sumándose las nuevas investigaciones ofrecidas por esta tesis.

2.1.1. Revisión de literatura científica

Partiendo del escenario científico existente sobre la biomecánica en el baile flamenco, se decidió realizar un estudio de revisión de todo lo que ofrecía la literatura para así clasificar, analizar y comprobar todas las evidencias que existían hasta la fecha del inicio de la presente tesis (Estudio 1).

2.1.2. Estudio de algias y prevalencia de lesiones

Considerando las aportaciones de los estudios encontrados sobre el riesgo de lesión en el baile flamenco, se indagó sobre la prevalencia y correlación del dolor y la lesión en practicantes de esta danza (Estudio 2). De esta forma, se profundizaba esta hipótesis y su relación con el dolor, trabajo inédito que hasta ahora no había sido estudiado.

2.1.3. Análisis de cargas externas

La biomecánica analiza características técnicas para poder perfeccionar las pautas de entrenamientos. Por ello, en el Estudio 3 se analizó uno de los gestos técnicos con más riesgo de lesión en la danza, el llamado *en dehors*. Consiste en la rotación externa de ambas articulaciones coxo-femorales para conseguir que los pies formen un ángulo de 180°. A pesar de no ser un elemento técnico del flamenco se ha observado su presencia en los bailes. De esta manera, conociendo su inclusión, los ensayos de perfeccionamiento en el baile flamenco podrán ir enfocados en la mejora de su realización y evitar posibles lesiones.

El baile flamenco, desde sus inicios, se ha divulgado por transmisión oral por lo que no hay normas escritas sobre cómo son sus gestos y movimientos corporales. Sin embargo, existen unos códigos coreográficos que se repiten en los distintos bailes asumidos de generación en generación. En el Estudio 4, se comprobó la presencia de los más característicos en el estilo de cantiñas. Es importante conocer la naturaleza de este arte, para luego diseccionarlo en análisis biomecánicos que permitan optimizar su interpretación corporal.

2.1.4. Análisis cinemático

Hasta donde teníamos conocimiento durante la elaboración de esta tesis, sólo existía un único estudio sobre la variación de posición del centro de gravedad (CDG) en el baile flamenco. Por ello, se realizó un estudio durante un test de zapateado (Estudio 5). Conocer el comportamiento del CDG permite ampliar el repertorio descriptivo de esta danza y, además, favorece a comprender las peculiaridades técnicas del baile flamenco con la intención de mejorar el rendimiento.

2.1.5. Análisis cinemático y dinámico

El baile flamenco está basado en movimientos percusivos de los pies con zapatos de tacón que exige altos niveles de esfuerzo similares a las observadas en el atletismo de élite. En el Estudio 6, se planteó realizar un análisis del impacto del zapateado en la cinemática de la articulación de la rodilla dado, que no existía ninguna investigación sobre ello hasta nuestro conocimiento. Así se averigua la capacidad de lesión específicamente de la rodilla durante el gesto técnico que caracteriza al baile flamenco.

En el estudio 7, nos centramos en la cinemática de la pelvis y articulaciones de miembros inferiores, en el estudio del valor máximo del componente vertical de la fuerza de reacción del contra el suelo (GRF) normalizado al peso corporal (BW) para todos los pasos que componen el zapateado y cuál fue el impulso del GRF durante la ejecución del zapateado.

2.1.6. Estudio del catastrofismo

La percepción del dolor apenas está estudiada en danza, y hasta nuestro conocimiento no se había hecho en el baile flamenco antes. Por ello, la 2ª línea de investigación viene a suplir esa falta de evidencia científica. En el Estudio 8, se analizó el catastrofismo en practicantes de baile flamenco. Es de gran utilidad conocer la respuesta a esta variable psicológica para optimizar tanto el rendimiento como la salud de estos intérpretes.

En este sentido, se nos plantearon las siguientes cuestiones en la situación actual de baile flamenco y su investigación en etapas de formación y en su aspecto profesional:

- a. Actualmente la evaluación de aspectos biomecánicos en baile flamenco no está al alcance de docentes, coreógrafos y bailaores, ni siquiera en profesionales de fisioterapia ni podología.
- b. La mayoría de los estudios se han llevado a cabo con muestras amateur.
- c. No existe evidencia científica que relacione la prevalencia de algias con la aparición de lesiones en practicantes de baile flamenco.
- d. Existe poca evidencia sobre el catastrofismo en danza, siendo en el baile flamenco nula.

2.2. OBJETIVOS Y DISEÑO GENERAL

Estudio 1. Aproximación del concepto de movimiento en estudios sobre baile flamenco: una revisión sistemática.

- Tipo de estudio:
Diseño de revisión sistemática/metaanálisis.
- Objetivo:
Artículo de revisión de todos los trabajos publicados en la actualidad sobre este campo de estudio: “la biomecánica del baile flamenco”.
- Método:
 - o Muestra:
Estudios experimentales que hubiesen analizado algún aspecto kinesiológico del baile flamenco existente en la literatura científica.
 - o Procedimiento:
Búsqueda de los estudios kinesiológicos del baile flamenco indexados en las siguientes bases de datos científicas: PubMed, Scopus, and Ebsco.

Estudio 2. Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco.

- Tipo de estudio:
Diseño de corte transversal y correlacional.
- Objetivo:
Determinar la prevalencia de antecedentes de algias y lesiones en estudiantes de baile flamenco en la enseñanza reglada para conocer el grado de relación del dolor como factor predisponente de lesión.

- Método:
 - Muestra: 75 alumnas de las enseñanzas profesionales de danza, en la especialidad de baile flamenco, de Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía.
 - Procedimiento: basado en la metodología de encuestas.

Estudio 3. Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco.

- Tipo de estudio:

Diseño analítico descriptivo y antropológico.
- Objetivo:

Analizar la presencia del *en dehors* en el flamenco actual en comparación con el de los años treinta a ochenta del siglo pasado.
- Método:
 - Muestra: Fueron analizados 60 bailes, 30 del periodo entre 1930 y 1980 interpretados por 15 bailaoras, y otros 30 de la etapa 2000 a 2015 ejecutados por otras 30 bailaoras.
 - Procedimiento: Se concretaron dos tipos de fases para analizar el *en dehors*, estática y dinámica, teniendo en cuenta si las extremidades inferiores están inmóviles o en movimiento. Además, se registraron las siguientes variables, diferenciándolas según el hemicuerpo que lo ejecutaba:
 - Número de apariciones del uso del *en dehors*.
 - Momento de las ejecuciones *en dehors* durante el baile: minuto y segundo.
 - Cantidad de usos de forma dinámica, concretadas si eran en zapateados o movimientos.
 - Cantidad de usos de forma estática, detalladas si eran en desplantes o braceos.

Estudio 4. Análisis de los códigos flamencos del baile por cantiñas según interpretaciones clásicas y actuales.

- Tipo de estudio:

Diseño descriptivo y observacional con carácter etnográfico.

- Objetivo:
Analizar el uso de las claves propias del baile flamenco por cantiñas y su estructura coreográfica para contrastar su distribución en bailes interpretados según la corriente clásica y la actual.
- Método:
 - Muestra: 6 coreografías por cantiñas: 3 del estilo clásico interpretados por 2 bailaores y 1 bailaora; y 3 en representación de los bailes de vanguardia realizados por 2 bailaores y 1 bailaora.
 - Procedimiento: Análisis observacional de las siguientes variables:
 - La presencia de llamadas, remates, desplantes, subidas, silencios, castellanas, escobillas, patás, bulerías de Cádiz y cantidad de letras de bulerías de Cádiz.
 - La cantidad de compases que duran las llamadas, los remates y las subidas.

Estudio 5. Variación de la posición del centro de gravedad en una bailaora profesional durante el zapateado flamenco.

- Tipo de estudio:
Diseño de estudio de caso de carácter descriptivo y observacional.
- Objetivo:
Estudiar con un sistema de captura del movimiento por cámaras de infrarrojo, la variación de posición del centro de gravedad de una bailaora profesional de baile flamenco durante un test de zapateado flamenco.

- Método:
 - o Muestra: una bailaora profesional de flamenco.
 - o Procedimiento: ejecutar el test de zapateado ZAP-3. Esta prueba consiste en repetir durante 15 s, una secuencia de zapateados a la máxima velocidad. Antes de la ejecución del test, se tomaron los valores medios de la posición estática del CDG de la participante. Posteriormente, durante el desarrollo del zapateado, se registraron los valores instantáneos y medias del desplazamiento lateral, vertical y horizontal del CDG.

Estudio 6. Efectos biomecánicos en el zapateado flamenco.

- Tipo de estudio:

Diseño de estudio de caso de carácter correlacional e inferencial.
- Objetivo:

Analizar el perfil mecánico del baile flamenco en términos de fuerza de reacción vertical del suelo, y cinemática de la articulación de la rodilla de apoyo en la técnica del zapateado para comprender las causas que predisponen las lesiones derivadas de la práctica del baile flamenco.
- Método:
 - o Muestra: una bailaora profesional de flamenco.
 - o Procedimiento: se basó en un registro biomecánico del test de zapateado ZAP-3. En total se analizaron 30 ciclos realizados de forma continua durante 15 segundos por miembros inferiores. La participante realizó el test dos veces, con el fin de colocar tanto el pie derecho como el izquierdo sobre la plataforma de fuerza mientras realizaba los zapateados.

Estudio 7. Descripción biomecánica de la técnica del zapateado en flamenco

- Tipo de estudio:

Diseño de estudio de caso de carácter analítico y correlacional.
- Objetivo:

Identificar la alineación del cuerpo mientras se zapatea. Se analizaron los siguientes parámetros: el tiempo de cada pisada, el valor máximo del componente vertical GRF normalizado al peso corporal (BW) para todos

los pasos que componen el zapateado, el impulso del GRF y la cinemática de la pelvis y las articulaciones de los miembros inferiores, y una vista de forma de onda ejemplar del sonido de los golpes del zapateado.

- Método:
 - o Muestra: una bailaora profesional de flamenco.
 - o Procedimiento: La tarea del sujeto era realizar el test ZAP-3: una secuencia de 6 pasos con el pie derecho e izquierdo. La duración de la prueba fue de 15 s. Cada golpe del zapateado se realizó proporcionándole el mayor sonido posible, ejecutado lo más rápido posible y con un sonido rítmico melódico. La prueba se realizó, utilizando los zapatos específicos de tacón alto (6 cm de altura), dos veces poniendo una vez la pierna dominante y la segunda con la pierna no dominante.

Estudio 8. Catastrofismo ante el dolor en estudiantes de baile flamenco de conservatorios profesionales de danza.

- Tipo de estudio:

Diseño de carácter descriptivo, correlacional e inferencial.
- Objetivos:

Analizar la incidencia general del catastrofismo en estudiantes de baile flamenco y determinar la repercusión sobre el catastrofismo de la práctica profesional en aquellas bailaoras que aun siendo estudiantes actúan escénicamente.
- Método:
 - o Muestra: 70 alumnas de Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía de las cuales 31, también bailaban profesionalmente.
 - o Procedimiento: cumplimentación de la Escala de Catastrofismo ante el Dolor (ECD).

III - MATERIAL Y MÉTODOS

III - MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MUESTRA

El carácter de la muestra depende del estudio que se haya llevado a cabo. En total, se han revisado 265 publicaciones indexadas en las bases de datos científicas. Por otro lado, se han analizado 66 coreografías (62 interpretadas por mujeres y 4 por hombres). También, han participado 76 bailaoras de baile flamenco, 75 de ellas son estudiantes de la enseñanza reglada de la especialidad de baile flamenco de los Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía.

Estudio 1

Se revisaron 265 publicaciones con la palabra flamenco que estaban indexadas en las diferentes bases de datos. Después de limitar la búsqueda, quedaron 180 artículos potenciales para analizar.

- Criterios de inclusión: se determinaron los trabajos que cumplieran los siguientes aspectos: 1) estudios originales; 2) estudios diseñados para investigar diferentes aspectos del movimiento en baile flamenco; 3) estudios publicados a partir de 1987; 4) estudios realizados con optoelectrónica, análisis de imágenes, plataformas de fuerza entre otros; y 5) medidas de resultado relacionadas con variables cuantitativas del flamenco.
- Criterios de exclusión: no se tuvieron en cuenta los tipos de trabajo como: reseñas, cartas, comentarios, editoriales, estudios donde solo estuvieran los resúmenes disponibles, capítulo en libros y disertaciones.

Estudio 2

Participaron 75 alumnas de las enseñanzas profesionales de danza, en la especialidad de baile flamenco, de Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía. La edad media de las participantes es de 17.4 ± 4.4 años, con una experiencia en el baile flamenco de 11.5 ± 4.5 años que dedicaban una media de $8:22 \pm 3:33$ horas de baile flamenco a la semana.

Estudio 3

Fueron analizados 60 bailes flamencos pertenecientes a los dos estilos coreográficos distintos: 30 bailes del estilo ortodoxo interpretados por 15 bailaoras entre los años 1930 y 1980; y 30 bailes en representación de los bailes de vanguardia ejecutados por 30 bailaoras durante el período 2000-2015.

- Criterios de inclusión: disponibles en la red y que se correspondieran con coreografías diseñadas para la escena, el cine o la televisión.
- Criterios de exclusión: interpretados exclusivamente por mujeres en solitario.

Estudio 4

Se observaron 6 coreografías por cantiñas divididos en dos grupos según la tendencia coreográfica que pertenecían: 3 bailes del estilo clásico interpretados por 2 bailaroes y 1 bailaora; y 3 bailes en representación de los bailes de vanguardia realizados por 2 bailaroes y 1 bailaora.

- Criterios de inclusión: disponibles en la red, y que se correspondieran con coreografías individuales, diseñadas para festivales y tablaos.
- Criterios de exclusión: no se vistiera bata de cola y las coreografías planteadas para teatro y televisión.

Estudio 5, 6 y 7

En estos tres estudios, ha participado una bailaora de flamenco (33 años, 59 kg, 1.65 m), con 17 años de experiencia profesional y que dedicaba unas 17 horas semanales a la práctica del baile flamenco. La altura del tacón empleado durante la prueba de campo ha sido de 0.06 m.

Estudio 8

Participaron 70 estudiantes femeninas de enseñanzas profesionales de Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía, en la especialidad de baile flamenco. Dentro de este grupo de estudiantes, el 44.29% (n=31), también bailaban profesionalmente. La edad estaba comprendida entre 12 y 30 años, con

una media de 17.67 ± 5.65 años. Semanalmente dedicaban una media de 8.19 ± 3.30 horas a la práctica de baile flamenco.

- Criterios de inclusión: 1) ser estudiante en un conservatorio profesional de danza en la especialidad de baile flamenco; 2) tener al menos dos años de experiencia en baile flamenco; y 3) dedicar un mínimo de 6 horas semanales a la práctica del baile flamenco (ensayos, clases / o espectáculos).

Todos los procedimientos de los estudios fueron aprobados por el Comité de Ética Institucional de la UCAM. De la misma manera, se obtuvo consentimiento informado por parte de todos los participantes mayores de edad, así como del padre, madre o tutor legal de las estudiantes menores de edad.

3.2. MATERIAL Y MÉTODOS

Según el estudio, los datos a investigar fueron recogidos por distintos materiales. El tratamiento de los resultados va en concordancia con las herramientas utilizadas en cada caso.

Estudio 1

Siguiendo la metodología recomendada por PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis), sólo se consideraron los estudios kinesiológicos del baile flamenco indexados en las siguientes bases de datos científicas: PubMed, Scopus, and Ebsco: SPORTDiscus con texto completo, Medline, Health Source: Nursing / Academic Edition y Health Source – Consumer Edition. La palabra de búsqueda fue “flamenco”.

Estudio 2

Se realizó una encuesta con preguntas dicotómicas sobre la aparición de antecedentes de algias y lesiones en 7 conjuntos articulares: pies, tobillos, rodillas, coxo-femorales, columna lumbar, columna cervical y hombros.

Estudio 3 y 4

Para estos dos estudios, se utilizó la fuente de Youtube para obtener el material audiovisual coreográfico para su posterior análisis. Tras la descarga del

vídeo con la app Amerigo, se utilizó SmartMotion para iPad, que permitía visualizar los vídeos frame a frame.

Estudio 5

Se recopilaron datos cinemáticos tridimensionales de las extremidades inferiores utilizando un sistema óptico de captura de movimiento de cinco videocámaras de infrarrojo a una frecuencia de muestreo de 120 Hz (Vicon; Oxford Metrics Ltd., Oxford, Reino Unido). Se colocaron 35 marcadores reflectantes sobre la piel y vestimenta en la participante según el modelo Golem: en la cabeza (4), tronco (4), pelvis (3), en cada extremidad superior (7) y en cada extremidad inferior (5).

Estudio 6 y 7

Se utilizó la misma tecnología del estudio 5 siguiendo el mismo procedimiento.

Sin embargo, la fuerza de reacción (GRF) se obtuvo utilizando la plataforma de fuerza Kistler a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. A partir de los datos recopilados, se identificaron variables cinemáticas que describieron la estructura temporal y fásica del zapateado, así como los cambios angulares de las diferentes articulaciones estudiadas. Al mismo tiempo, se midió la componente vertical de GRF utilizando dicha plataforma de fuerza.

En el estudio 7, además, se registraron las señales sonoras generadas por los pies durante el zapateado con el Casio Cámara EXILIM de alta velocidad EX-ZR1000, 240 fps.

Estudio 8

Se utilizó la versión castellana de la PCS (*Pain Catastrophizing Scale*). Consiste en un cuestionario autoadministrable de 13 ítems que evalúa tres dimensiones: rumiación, magnificación y desesperanza.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Dependiendo del estudio, se ha ido utilizando diferentes alternativas de software:

- Para los estudios 3 y 4, se ha utilizado el software SPSS v.15 para Windows (SPSS inc., Chicago, IL, USA).
- La versión actualizada SPSS 16.0 se usó para el estudio 2 y 8.
- En el estudio 5 se ha empleado el software Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft, Redmond, WA, USA).
- El software IBM SPSS Statistics 22 ha sido usado para el estudio 6.
- En el estudio 7, se utilizó el paquete estadístico Statistica 13.1 (StatSoft).

Estudio 1

En este estudio no procedía ningún análisis estadístico, ya que la búsqueda de publicaciones indexadas se realizó siguiendo las directrices de PRISMA.

Estudio 2

Para la parte descriptiva de este estudio, se obtuvieron los parámetros característicos, media y desviación típica de las variables cuantitativas. Por otro lado, se aplicó un análisis del contraste de igualdad de dos o de varias proporciones a través de un análisis de la tabla de contingencia con la prueba de Chi-cuadrado de Pearson para relacionar el grado de aparición de lesiones y para establecer el grado de asociación entre las algias con el de lesión de cada una de las articulaciones. Para calcular el factor de asociación de riesgo entre la aparición de dolor en una articulación con la probabilidad de sufrir lesión en esa misma zona, se efectuó un análisis de tablas de contingencia y el cálculo de odds ratio (OR).

Estudios 3, 4 y 5

En los estudios descriptivos, se ha procedido con un análisis estadístico con distribución de frecuencias de las variables analizadas, y con la obtención de los parámetros característicos, media y desviación típica para las variables cuantitativas.

Estudio 6

Los análisis estadísticos realizados adoptaron el nivel de significancia $p < 0.05$. La normalidad de distribución de las variables se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizaron las pruebas t-student y Wilcoxon para probar la dependencia de las variables en las actuaciones 1 y 2 y entre la extremidad de apoyo y la que no apoya. Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para relacionar las variables con los diferentes pasos del zapateado. Se realizó un análisis de correlación para estudiar la relación entre variables.

Estudio 7

Para el análisis de la fuerza de reacción del suelo se utilizaron las siguientes estadísticas descriptivas: media, desviación estándar, valores máximo y mínimo. La normalidad de distribución para todas las variables se verificó con la prueba de Shapiro-Wilk. Las diferencias entre los valores de los parámetros analizados para 6 pisadas diferentes durante el test ZAP-3 (P, TP1, TP2, TP3, T, PNT) se evaluó mediante ANOVA. Cuando se detectaron diferencias significativas, se realizaron pruebas post-hoc mediante la prueba de Conover-Iman. Los resultados reportados se consideran significativos para $p < 0.05$.

Estudio 8

Para el estudio descriptivo, como en el resto de estudios, las variables cuantitativas fueron estudiadas mediante la obtención de los parámetros característicos, media y desviación típica. Sin embargo, para el análisis de la representatividad de las medias aritméticas se utilizó el coeficiente de variación de Pearson. Por otro lado, se llevó a cabo una prueba de igualdad de dos medias para datos apareados con la prueba de la T-STUDENT para esas mismas variables, de esta manera poder relacionar estas medias entre el grupo de estudiantes y el grupo de sujetos que actuaban en espectáculos.

IV - ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

IV - ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Estudio 1

- Título

Movement concepts approach in studies on flamenco dancing: A systematic review.

- Autores

Wanda Forczech¹

Irene Baena-Chicón^{2,3}

Alfonso Vargas-Macías^{2,4}

(1) *Department of Biomechanics, University of Physical Education, Krakow, Poland.*

(2) *Telethusa Centre for Flamenco Research Cádiz, Spain.*

(3) *Performing Arts Research Group, San Antonio Catholic University, Murcia, Spain.*

(4) *Faculty of Health Sciences, Isabel I University, Burgos, Spain.*

- Revista

European Journal of Sport Science

- Referencia

Forczek, W., Baena-Chicón, I., y Vargas-Macías, A. (2017). Movement concepts approach in studies on flamenco dancing: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(9), 1–16.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1359680>



Movement concepts approach in studies on flamenco dancing: A systematic review

Wanda Forczek, Irene Baena-Chicón & Alfonso Vargas-Macías

To cite this article: Wanda Forczek, Irene Baena-Chicón & Alfonso Vargas-Macías (2017): Movement concepts approach in studies on flamenco dancing: A systematic review, European Journal of Sport Science, DOI: [10.1080/17461391.2017.1359680](https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1359680)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2017.1359680>



Published online: 09 Aug 2017.



Submit your article to this journal [↗](#)



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)

ORIGINAL ARTICLE

Movement concepts approach in studies on flamenco dancing: A systematic review

WANDA FORCZEK¹, IRENE BAENA-CHICÓN^{2,3}, & ALFONSO VARGAS-MACÍAS ^{2,4}

¹Department of Biomechanics, University of Physical Education, Krakow, Poland; ²Telethusa Centre for Flamenco Research, Cádiz, Spain; ³Performing Arts Research Group, San Antonio Catholic University, Murcia, Spain & ⁴Faculty of Health Sciences, Isabel I University, Burgos, Spain

Abstract

Background: Flamenco is a highly emotional and demanding dance form. It is important to understand how the dancer's body works in order to improve fitness levels and reduce injuries. Thus, our investigation reviewed studies on kinesiological aspects of flamenco over recent years. **Methods:** The review was restricted to experimental studies. Literature searches were conducted using the following databases: PubMed, Scopus, and Ebsco: SPORTDiscus with Full Text, Medline, Health Source: Nursing/Academic Edition, Health Source – Consumer Edition. After limiting the search, 180 potential articles remained for analysis. **Results:** A total of 27 papers on different aspects of flamenco dance were finally selected: biomechanics (14), podiatry (6), injury incidence (3), anthropometry (2), and physiology (2). These studies have applied well-established methods from sports studies. However, we noted a number of potential limitations when applied to flamenco. **Conclusions:** The evidence from this review shows that flamenco dancing demands high levels of effort. Further research is required to understand how the dancer's body works in order to improve fitness levels and reduce injuries. Most of the results presented here are consistent among studies. However, there is a great scarcity of research addressing flamenco movement in a more comprehensive perspective.

Keywords: Dance, flamenco, podiatry, biomechanics, physiology, anthropometry

Highlights

- Flamenco dancing is a highly emotional and demanding dance form, and as other dances, it is described as both an artistic and athletic pursuit.
- The instrumentation generally used for flamenco movement investigations is very simple due to the very complex structure of this dance and the possibility of capturing the entire body in action as well as whole sequences of movements.
- Very limited research interest in flamenco dancing maybe stems from the complexity of its movements or the variety of so-called “palos.” Whatever the reason, there are lots of issues requiring scientific exploration.
- Assessing a dancer's performance may be vital for dancers, teachers, and scientists to identify overuse and use that information so as to enhance the training programme. Thus, there should be closer collaboration between these groups of specialists.

Introduction

Flamenco is one of the most characteristic elements of Spanish culture, especially throughout the southern region of Andalusia. It has an extensive historical background and modern day flamenco results from centuries of absorbing elements from diverse cultures (e.g. Roman, Indian, Moorish, Jewish, and Gypsy) (Navarro, 2002). Flamenco dancers frequently improvise, spontaneously expressing their emotions throughout the performance. However,

personal expression must follow the strict framework of flamenco rhythmic patterns (“compás”). Thus, whilst flamenco is a highly emotional and sensual dance, it is also recognized as extremely demanding technically.

Dance has often been described as both an artistic and athletic pursuit (Cohen, Segal, Witriol & McArdle, 1982; Wilson & Kwon, 2008; Wyon & Redding, 2005). Any kind of dance performance should be impressive in terms of artistic pursuit and

Correspondence: Wanda Forczek, Department of Biomechanics, University of Physical Education, al. Jana Pawla II 78, Krakow PL 31-571, Poland. E-mail: wanda.forczek@awf.krakow.pl

effective in meeting physiological and mechanical demands. Researchers should focus on identifying key elements that may support the development of movements in a dancer's skilled performance as well as injury prevention.

Nowadays, more frequently we find literature that focuses on dancers' musculoskeletal health arising from epidemiological data regarding the incidence of injuries in adult professional dancers (Jacobs, Hincapié, & Cassidy, 2012). However, the literature analysis shows very limited research interest in flamenco issues. Maybe it stems from the complexity of its movements or the variety of so-called palos. Whatever the reason, there are lots of issues requiring scientific exploration.

For this reason, our research focused on the systematic review of the literature on kinesiological aspects of flamenco in recent years.

Methods

The Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) Guidelines incorporating risk of bias and strength of recommendations were used as a methodological template for this review (Moher et al., 2009).

Eligibility criteria

The review was restricted to experimental studies, applying the criteria: (1) original papers; (2) study designed to investigate different aspects of movement in flamenco dance; (3) studies published after 1987; (4) studies performed by means of optoelectronic systems, image analysis, force platforms, and others; (5) outcome measures related to quantitative variables of flamenco. Trials were excluded if they met any of the following criteria: reviews, letters, commentaries, or editorials, only abstracts available, chapter in books, dissertations.

Search strategy

Literature searches were conducted between 17 July 2016 and 20 July 2016 using the following databases: PubMed, Scopus, and Ebsco: SPORTDiscus with Full Text, Medline, Health Source: Nursing/Academic Edition, Health Source – Consumer Edition.

The inclusion criteria required papers to have been published after 1987 without any language restrictions. The following search term was used “flamenco”:

PubMed: search through Medical Subject Headings (MeSH). Restrictions: *article*. Results: 12 records.

Scopus: search through “Index terms.” Restrictions: *article*. Results: 83 records.

EBSCO Search through *Find all my search terms*. Restrictions: journals, no type restrictions. Results: 85 records. Exact duplicates removed from the results.

SPORTDiscus: Results: 70 records.

Medline: Results: 9 records.

Health Source: Nursing/Academic Edition: Results: 4 records.

Health Source-Consumer Edition: Results: 2 records.

Study selection

In selecting which articles were to be included in this review, titles and abstracts were initially read, followed by the full texts. Studies that did not fulfill the inclusion criteria were excluded. The research team independently reviewed the papers. When disagreement arose, the team found a resolution together. After limiting the search with inclusion criteria, a total of 180 potential articles remained for analysis. Three independent reviewers carried out the selection and methodological evaluation. First, these articles were screened by analysing their titles and duplicates were removed. This stage reduced the articles to: *PubMed* (6), *Ebsco* (24), *Scopus* (16). Second, each abstract was then systematically reviewed, leaving these publications: *PubMed* (6), *Ebsco* (22), *Scopus* (7). Third, the 35 full-text articles remaining from the previous steps, which potentially addressed the topic, were assessed. After the final analysis, 27 articles remained.

Types of studies

Experimental studies that evaluated any kinesiological aspect of flamenco dancing were considered.

Results

As our search revealed, 27 papers focusing on kinesiological aspects of flamenco dancing were found (see appendix 1) (Figure 1).

Most studies were published in Spain (15 out of 27) and in the USA (11). Only one article was published in the Netherlands. The topic was of key interest in the *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa* (14 papers), a Spanish-language journal provided by Telethusa Flamenco Research Centre from Cádiz (Spain). The journal, *Medical Problems of Performing Artists*, published five papers related to flamenco dancing, while two other

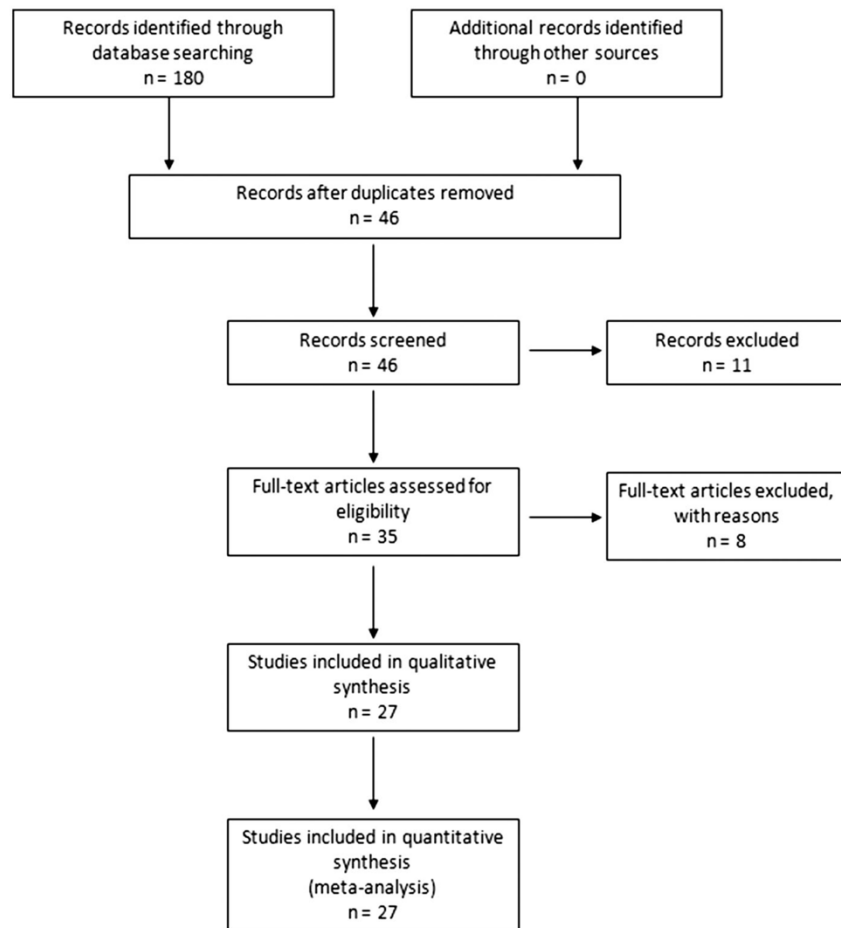


Figure 1. Study selection flow chart.

articles were found in the *Journal of Dance Medicine & Science*. The following journals: *American Journal of Sports Medicine*, *American Orthopaedic Foot and Ankle Society*, *Revista Internacional De Medicina de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, *Human Movement Sciences*, and *Nutrición Hospitalaria* published one article. The first scientific paper on flamenco analysis was published in the USA in 1988.

As our study showed (Table I), the sample sizes were usually small: less than 15 in 8 studies, 15–30 in 7 papers and larger groups in 12. The largest group (444 dancers) was in Echegoyen's (2010) study; however, the authors did not clarify what "Spanish dancers" meant. We are not sure how many flamenco dancers there were since there are lots of dance types in Spain. Generally, the age of the subjects was similar (22–36 years), however, one paper included 9.5 years old children (Wilmerding et al., 2003), and a 70 years old dancer was the subject of Bejjani et al.'s (1988) study. The participants were mostly women, although men were examined in one paper, and both sexes were considered in six articles.

As the level of expertise is determined by how long the subject has been dancing, we were interested in how advanced the subjects were. We found this information in 17 papers (62.96%). Only 5 of them analysed groups of students, while 14 researched professional dancers. Some considered both (3). What seems confusing is a difference in approach to the definition of professionals and students. For example, Alvero-Cruz et al. (2014) carried out their research on students from the Performing Arts College with 14.5 years' experience, while in Echegoyen's (2013) study, a dancer was recognized as a professional with a minimum of 2.5 years' experience. In the study by Castillo-López et al. (2016) the criteria for professional flamenco dancers was to have active dance employment with at least one performance weekly and with a minimum of 25 hours flamenco activity per week (h wk^{-1}) for at least the past 12 months.

The level of advancement correlates with time spent training. We observed a very large range of hours spent on training, for example, from students with little experience dancing (less than one and a half years)

Table I. Sample characteristics.

Author	Sample size/age (yr)	Gender	Experience (yr)	Practice (h wk ⁻¹)
Alvero-Cruz et al. (2014)	$n = 75$: 23 classical; 29 Span. dance; 24 flam. dance (22.13 ± 2.82 yr)	<i>F</i>	<i>S</i> (14.50 ± 3.28)	14.75 ± 4.21
Baena-Chicón, Vargas-Macías, and Gómez-Lozano (2015)	$n = 60$	<i>F</i>	<i>P</i>	–
Bejjani et al. (1988)	$n = 10$ (43 yr) + 29 questionnaire	<i>F</i>	<i>P</i> (23.5 yr)	$r = 7\text{--}70$ h
Capel, Santonja Medina, Medina, and Gomez (2009)	$n = 60$ (24.17 yr): 20 flam + 20 ballet + 20 con	<i>F</i>	<i>P</i> , <i>S</i> (10.25 yr)	12
Castillo López et al. (2011)	$n = 28$ (28.32 yr)	–	<i>P</i> , <i>S</i>	30.6
Castillo-López, Perez Rendón, and Algaba Guisado (2010)	$n = 32$ (29.03 ± 8.66 yr)	<i>F</i>	<i>P</i> , <i>A</i> (14.28 ± 10.69)	31.22 ± 8.44
Castillo, Munuera, Domínguez, Salti, and Algaba (2013)	$n = 27$ (29.30 ± 6.52 yr): 20 <i>F</i> (27.30 ± 6.39 yr), 7 <i>M</i> (35 ± 12.86 yr)	<i>F</i> , <i>M</i>	<i>P</i> , <i>A</i> (11.54 ± 8.75) <i>F</i> (9.73 ± 8.14), <i>M</i> (16 ± 8.28)	28.22 ± 7.55 ; F 31.10 ± 8.25 ; M 20 ± 4.80
Castillo-López et al. (2016)	$n = 44$ (26.54 ± 7.42 yr)	<i>F</i>	<i>P</i>	25
Castillo-López et al. (2014)	$n = 44$ (28.93 ± 8.61 yr)	<i>F</i>	<i>P</i> (14.57 ± 10.84) ($r = 1\text{--}43$)	30.88 ± 8.91
Echegoyen, Acuña, and Rodríguez (2010)	$n = 444$: modern dance, Mexic. folk., Span. dance (22.5 ± 3.04)	<i>F</i> , <i>M</i>	<i>S</i>	5
Echegoyen, Aoyama, and Rodríguez (2013)	$n = 10$ (22.5 ± 4.5 yr): 6 Span. dance, 4 Mexic. folk. dance	<i>F</i>	<i>S</i>	–
Gómez Espinosa de los Monteros, González Galo, Costa Sepúlveda, Fernández Santos, & Pérez Román (2012)	$n = 1$ (28 yr)	<i>F</i>	<i>P</i> (20)	–
Gómez-Lozano, Santonja Medina, Canteras Jordana, and Tejedor Benítez (2012)	$n = 66$: 33 (22.12 ± 4.21 yr) ; 33 con. (22.71 ± 3.23 yr)	<i>F</i>	<i>P</i> 55%/ <i>S</i> 45% (>10)	–
Gómez-Lozano, Vargas-Macías, Santonja Medina, and Canteras Jordana (2014)	$n = 66$: 33 flam (22.12 ± 4.21 yr), 33 con. (22.71 ± 3.23 yr)	<i>F</i>	<i>P</i> 55%/ <i>S</i> 45% (>10)	–
Gómez-Lozano, Vargas-Macías, Santonja, and Canteras (2013)	$n = 66$: 33 flam. (22.12 ± 4.21 yr); 33 con. (22.71 ± 3.23 yr)	<i>F</i>	<i>P</i> 55%/ <i>S</i> 45% (>10)	–
González Galo, Gómez Espinosa de los Monteros, Fernández Santos, and Costa Sepúlveda (2011)	$n = 37$ (25 ± 7.2 yr)	<i>F</i>	–	–
González Montesinos et al. (2011)	$n = 17$: 11 <i>F</i> (25.36 ± 7.41 yr), 6 <i>M</i> (25.38 ± 7.41 yr)	<i>F</i> , <i>M</i>	<i>P</i>	–
Nakamura, Juzwiak, de Almeida, and Montesano (2012)	$n = 17$ (39.2 ± 8.3 yr)	<i>F</i>	<i>S</i> (16 ± 11.5 mths)	2.2 ± 0.9
Pedersen and Wilmerding (1998)	$n = 62$: 45 <i>S</i> (26.53 ± 4.08 yr) ; 17 <i>P</i> (36.27 ± 11.09 yr)	–	<i>P</i> (16.67 ± 13.04), <i>S</i> (4.20 ± 2.96)	<i>S</i> (7.03 ± 3.91), <i>P</i> (4.30 ± 4.59)
Pedersen, Wilmerding, Kuhn, and Enciñas-Sandoval (2001)	$n = 23$ (27.35 ± 6.39 yr)	<i>F</i>	<i>S</i> (5.17 ± 3.83)	–
Pedersen, Wilmerding, Milani, and Mancha (1999)	$n = 11$ (28.5 yr): 7 <i>F</i> + 4 <i>M</i>	<i>F</i> , <i>M</i>	<i>P</i> (14.2 yr)	Class: x 5.5 h ($R = 2\text{--}15$ h) Reh: 10.3 h ($r = 5\text{--}25$ h)
Vargas Macías, González Montesinos, and Mora Vicente (2010)	$n = 18$: 12 <i>F</i> + 6 <i>M</i>	<i>F</i> , <i>M</i>	–	–
Vargas Macías et al. (2008)	$n = 6$ (24 ± 6.06 yr)	<i>F</i>	<i>P</i>	–
Vargas-Macías, Gonzalez Montesinos, Gómez-Lozano, and Mora Vicente (2011)	$n = 5$ (26 ± 8.27 yr)	<i>M</i>	<i>P</i>	–

Vargas-Macías, Castillo López, and Fernández Santos (2012)	$n = 10: 5 F (29.6 \pm 4.7 \text{ yr}),$ $5 M (25.2 \pm 1.30 \text{ yr})$	F	$P (>15)$	20
Voloshin, Bejjani, Halpern, and Frankel (1989)	$n = 3 (37.49 \text{ yr})$	F	$P (16, 12, 26 \text{ yr})$	14, 7, 25 h
Wilmerding, Gurney, and Torres (2003)	$n = 16 (9.5 \text{ yr}): 10 F + 6 M; \text{ flam \& other dance}$	F, M	S	—

Notes: P : professional; A : amateur; M : male; F : female; S : student; R : rehearsal; con : control group; $Span$: Spanish; Mex : Mexican; $folk$: Folkloric.

only 2 h wk⁻¹ (Nakamura et al., 2012) to professionals dancing about 30 h wk⁻¹ (Castillo-López et al., 2016).

Movement concept

The articles selected for this analysis have been subdivided into a few categories according to the movement concept. There were 14 papers concerning flamenco in the biomechanics field (see Table II), 6 papers mentioned podiatry issues, 3 the incidence of injuries in flamenco dancers and the rest concerned anthropometry (2) and physiology (2).

Biomechanics

Nearly half the reported studies considered biomechanical issues in flamenco dancing. The biomechanical parameters were measured using special equipment: a dynamometer (Echegoyen et al., 2013; Pedersen et al., 1999), goniometer (Gómez-Lozano et al., 2012; González Galo et al., 2011), accelerometer (Bejjani et al., 1988; Voloshin et al., 1989), inclinometer (Gómez-Lozano et al., 2014), optoelectronic system (Wilmerding et al., 2003), force platform (Echegoyen et al., 2013), and a pressure plate – a carpet embedded with pressure sensors (Castillo-López et al., 2014). Six biomechanical analyses were carried out using video cameras (Gómez et al., 2012; González Montesinos et al., 2011; Vargas Macías et al., 2008, 2010, 2011, 2012). One study used software to analyse YouTube videos (Baena-Chicón et al., 2015).

The results were generally related to three aspects: some alterations in flamenco technique within the years based on the video observation (Baena-Chicón et al., 2015; Vargas-Macías et al., 2012; Vargas Macías et al., 2008), observation of technical elements in overuse (e.g. Echegoyen et al., 2013; Voloshin et al., 1989), number of steps performed (e.g. Vargas-Macías et al., 2012); and finally flexibility assessments (Gómez-Lozano et al., 2012, 2013, 2014; González Montesinos et al., 2011; Pedersen et al., 1999).

In most of the studies, participants were asked to perform different footwork tests linked to the technical and choreographic dance movements, for example, 15 s (Vargas-Macías et al., 2012; González Galo et al., 2011), 5 s (Echegoyen et al., 2013), some specific technical flamenco moves (Gómez et al., 2012), or a series of 10 common dance steps in “filigree” style (Bejjani et al., 1988). It is, therefore, not possible to compare the results. The terminology used by some authors needs to be clarified and recognised in flamenco. According to the knowledge of the authors of this review, the terms “Escudero Redoble”

Table II. Characteristics of studies on Flamenco dancers.

Author	Objective	Methods/protocol	Equipment	Results	Study field
Alvero-Cruz et al. (2014)	To investig. 3 Span. dances in terms of anthropometry	Skinfold measur. (ISAK) & bioelectrical impedance predictions of body fat (BIA) carried out two weeks before menstruation	Wall-mounted stadiometer, electronic scale, skinfold callipers, BIA analyser: 4 electrodes	Skf: triceps (8.03 ± 2.78), biceps (8.03 ± 2.78), supscapular (13.93 ± 3.45), iliac crest (16.38 ± 4.80). Fat mass Durnin-Womersley: $27.01 \pm 3.86\%$. Fat mass BIA (%): Yannakoulia (25.0 ± 4.43); Segal (24.90 ± 2.67); Sun (23.64 ± 2.48)	A
Baena-Chicón et al. (2015)	To analyse presence of en dehors flamenco dancing at present and 1930–1980	Presence of en dehors technique. Variables: right-left; quantity; time; leg static and leg dynamic	Youtube; Amerigo and SmartMotion Softwares	1930–1980: 189 en dehors; $x = 6.30 \pm 7.70$ ($r = 0-33$); period: 29.64 s; bilateral: 23.26% . 2000–2015: 766 en dehors; $x = 25.53 \pm 26.89$ ($r = 0-128$); period: 8.96 s; bilateral: 43.34%	B
Bejjani et al. (1988)	To investigate clinical & biomech. effects of a repetitive, high impact of flamenco dancing	6 EDG on both feet. Walking test with flamenco shoes (6.2 cm) and 10 common dance steps in “filigree” style	Electrodynogram (EDG) system, 2 light-weight (2 g), skin-mounted unidirect. accelerometers	Complaints: 50% urogenital; 28.6% back; 26.8% head-neck; 17.8% upper limb; 14.3% knee; 12.5% ankle; 10.2% foot. ROM (°): ankles 85 ± 11 ; subtalar 38 ± 5 ; forefoot 58 ± 16 ; first MTP 96 ± 27 . Foot deformities: 60% HAV; 50% pes cavus; 30% rear foot valgus; 20% pes planos; 20% bunionnette; 20% hammer toes	P
Capel et al. (2009)	To show a relationship between dancing and lumbar discopathy	Examination of the lumbar spine disc and their degeneration	Magnetic resonance (MRI)	Person with degenerated disc: con 45%; dancers 32,5%. No of degenerated discs: con 12%; dancers 10,5%	I
Castillo-López et al. (2010)	To determine principal deformities in F flamenco professionals	Podiatry observational epidemiological examination	Pressure platform	Toe deformities (%): hallux abductus valgus 40; hallux limitus 5, hammer toes 27.5, toe V in varus 27.5, normal foot 21. Toenails deformities (%): 11; normal toenails 89	P
Castillo López et al. (2011)	To determine prevalence of hallux abd. valgus (HAV) in profess.	Podiatry observational epidemiological examination with Manchester Scale	–	Prevalence of HAV 65.6%. Heel height: 5 cm (21.88%), 6 cm (56.25%), 7 cm (18.75%) and 8 cm (3.13%)	P
Castillo et al. (2013)	To determine prevalence of tailor’s bunion and varus fifth toe	Podiatry observational and epidemiological examination	Goniometer	Prevalence of tailor’s bunion (%) 14.8: F (11.1), M (3.7). Varus fifth toe (%) 35.2: F (33.3), M (1.9). Tailor’s bunion and varus fifth toe (%) 3.7: F (3.7), M (0). Ankle dorsal flexion in knee flexion (°): F (21.10 ± 6.34), M (18.86 ± 6.72)	P
Castillo-López et al. (2014)	To determine frequency of metatarsal pain and of hyperkeratosis on plantar forefoot	Presence of metatarsal pain while dancing and plantar pressures were measured: barefoot and shod with the usual dance shoe	Pressure platform	87% metatarsal pain while dancing. 84.1% plantar hyperkeratosis. Maximum load point on barefoot = 59.5% rearfoot/40.5% forefoot; flamenco shoes = 52.4% rearfoot/47.6% forefoot	P

Castillo-López et al. (2016)	To determine the most common disorders of the feet in flamenco dancers	Visual and manual podiatry examination. Epidemiological study	Goniometer and questionnaires	75% F- foot pathology: hallux abduct valgus – 61.4%, hypermobility of the first ray 43.2%, claw toe 40.9%, varus of 5th toe 37.5%. No sign. differences in foot disorders following from dance	<i>P</i>
Echegoyen, Acuña, and Rodríguez (2010)	To determine differences in injuries in 3 dance techniques (incidence, rates, kinds)	A prospective study (3-yr) on injuries collected data	–	Variables (%): sprain 17.83, back pain 16.21, patellofemoral pain 12.43, strain 11.89, tendinitis 8.64, bursitis 7.04, cervical pain 7.02, contusion 4.32, osteitis pubis 1.08	<i>I</i>
Echegoyen, Aoyama, and Rodríguez (2013)	To observe differences between Spanish and Mexican folkloric dance zapateado technique	Zapateado with a flat foot, wearing high-heeled shoes for 5 s on a force platform	Force platform, videotapes, dynamometer, questionnaire	Muscle Strength (kg): knee flexors 12.0 ± 4; knee extensors 38.3 ± 5; ankle extensors 15.1 ± 3. Knee angles in the supporting leg: 10°–15°. In working leg: knee 34°; hip 8.4°; GRF 0.5 (BW)	<i>B</i>
Gómez et al. (2012)	To determine biomech. profile of flamenco	Video registration of dance sequence, digitising and rendering of images.	2 videocameras Canon, software: Kineskan IBV	Mean distance (m) between: ankles 0.22 ± 0.10; knees 0.22 ± 0.06, shoulder to hip <i>R</i> : 0.50 ± 0.03, <i>L</i> : 0.49 ± 0.03. Angles (°): knees (<i>R</i> 139.13 ± 20.86; <i>L</i> 142.01 ± 19.86). Velocity (m·s ⁻¹): heels (<i>R</i> 0.74 ± 0.88; <i>L</i> 0.58 ± 0.81), heels during zapateado (<i>R</i> 0.98 ± 0.64; <i>L</i> 0.31 ± 0.20). Acceleration (m s ⁻²): wrists (<i>R</i> 9.16 ± 10.60; <i>L</i> 8.87 ± 10.75)	<i>B</i>
Gómez-Lozano et al. (2012)	To analyse hamstring extensibility and its relationship with pelvis biomechanics	Tests: sit-and-reach test, lumbo sacral angle, hamstring flexibility test	mm ruler, isquio goniometer, goniometer and lumbosant	Sit-and-reach test (cm): 19.18 ± 6.2; lumbo sacral angle(°): 70.42 ± 17.6; hamstring flexibility test (°): <i>R</i> leg 124.72 ± 12.22; <i>L</i> leg 120.30 ± 13.33. relaxed 33.84 ± 5.92; elongation: 27.93 ± 6.24. Hamstring shortness <i>n</i> = 0	<i>B</i>
Gómez-Lozano et al. (2013)	To determine adaptation after 10 yr of flamenco activity on dorsal and lumbar sagittal spinal morphotype	Measurement of dorsal and lumbar curvatures in standing position	Inclinometer	Lumbar curvature (°): relaxed 33.84 ± 5.92; elongation: 27.93 ± 6.24. Dorsal curvature (°): relaxed 22.84 ± 8.67; elongation 4.18 ± 9.35. Dorsal spine (%): hyperkyphosis 0; norm. curvature 52; flat 48. Lumbar Spine (%): hyperlordosis 6.1; norm. curvature 93.9; flat 0	<i>B</i>
Gómez-Lozano et al. (2014)	To determine global and segmental trunk mobility (dorsal and lumbar rachis)	Sagittal plane ROM of the rachis on a segmental basis in the thoracic and lumbar vertebra and in the trunk	Inclinometer	Flam. Dancers – greater global trunk flexibility than the con. Global trunk flexibility (°): max flex. 162.21 ± 8.1; max exten. 90.81 ± 12; ROM 253.03 ± 17.05. Lumbar rachis (°): max flex 55.6 ± 8.04; max exten 44.51 ± 9.37; ROM 100.12 ± 11.79. Dorsal rachis (°): max flex 30.18 ± 8.28; max exten. 16.12 ± 7.93; ROM 46.30 ± 6.67	<i>B</i>

(Continued)

Table II. Continued.

Author	Objective	Methods/protocol	Equipment	Results	Study field
González Galo et al. (2011)	To assess flexibility and ROM in flamenco dancers through a battery of tests	Variables: shoulder (internal rotation and adductor muscles; Kendall test, back scratch test). Knee (reach test). Hip (hamstring flexibility test; Thomas test). Ankle (plantar-flex flexibility test)	Goniometer	Muscle shortening (%): shoulder 18.9; Kendall test 18.9; back scratch test: <i>R</i> 13.5, <i>L</i> 27; hip: <i>R</i> 43.2; <i>L</i> 43.2). Medium joint motion (°): knee: <i>R</i> 130, <i>L</i> 130; hip: <i>R</i> 90; <i>L</i> 87; ankle: <i>R</i> 8, <i>L</i> 7	<i>B</i>
González Montesinos et al. (2011)	To evaluate fitness of flamenco professional dancers	Bosco test (SJ, CMJ), elastic index, repeat jump), skipping test (15 s), McArdle (VO_2max), strength of the trunk flexor, footwork test (15 s): ZAP-1, ZAP-2, ZAP-3	HR monitor, metronome Infrared Ergo Jump Bosco System, videocamera, Ulead VideoStudio v-6.0 software	HR (beat m^{-1}) <i>F</i> 158.53 ± 12.89 ; <i>M</i> 154.93 ± 12.23 . Mean fitness test results: squat jump (cm) <i>F</i> 22.53 ± 4.20 , <i>M</i> 32.45 ± 1.37 ; CMJ (cm) <i>F</i> 25.11 ± 2.71 , <i>M</i> 35.02 ± 1.81 ; repeat jump ($\text{W} \cdot \text{s}^{-1}$) <i>F</i> 17.46 ± 2.49 , <i>M</i> 24.13 ± 3.20 ; VO_2max ($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) <i>F</i> 36.99 ± 3.17 , <i>M</i> 48.05 ± 10.45 ; ZAP-3 (n) <i>F</i> 168.09 ± 12.13 , <i>M</i> 181.50 ± 10.23	Ph
Nakamura et al. (2012)	To evaluate nutritional profile, body image perception and self-esteem	% fat, waist circum., Stunkard Figure Rating Scale for body perception, Rosenberg Scale for self-esteem, Food intake - Healthy Eating Index (HEI)	–	76.5% adequate BMI; 88.2% high percentage of fat, 64.7% not satisfied with body; 88.2% healthy diet (HEI)	<i>A</i>
Pedersen & Wilmerding (1998)	To examine self-reported injuries of <i>P</i> and <i>S</i> flamencos	Questionnaires on injuries sustained by flamenco students compared to professionals	questionnaires	<i>S</i> (%): foot 45, ankle 0, knee 15, back 20, neck 5, other 15/ <i>P</i> (%): foot 17, ankle 23, knee 30, back 20, neck 7, other 3	<i>I</i>
Pedersen et al. (1999)	To examine ankle strength of flamenco <i>S</i> and compare to ballet dancers in terms of risk of injuries	ROM and strength of plantar and dorsal flexion of the foot (dynamic)	Dynamometer, electronic scale	Plantar ROM (°): flex (<i>R</i> : 59.34 ± 8.76 ; <i>L</i> : 51.49 ± 13.65); dorsiflex. (<i>R</i> : -6.57 ± 11.69 ; <i>L</i> : -12.87 ± 10.66). Plantar peak torque (ft-lb): flex (<i>R</i> : 42.13 ± 8.70 ; <i>L</i> : 41.78 ± 8.63); dorsiflex. (<i>R</i> : 21.30 ± 2.38 ; <i>L</i> : 19.91 ± 2.98). Dorsiflex. ratio (%): <i>R</i> 52.35 ± 10.83 ; <i>L</i> 49.78 ± 13.19	<i>B</i>
Pedersen et al. (2001)	To examine aerobic & anaerobic capacities of professional Flamenco Dancers	<i>F</i> skf meas.: triceps, suprailiac crest, thigh (Lohman equation %BF); <i>M</i> skf: chest, abdomen, thigh (Siri equation %BF). VO_2max treadmill test: gas analysis & HR Wingate test	electronic scale, Lange callipers & Treadmill, HR monitor, Jaeger metabol cart	BF (%): <i>M</i> 9.96; <i>F</i> 16.35. VO_2 max ($\text{mLO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$): <i>M</i> 51.63; <i>F</i> 38.78. Windgate test: a) mean peak power ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$) <i>M</i> : 16.2; <i>F</i> : 11.3 b) Fatigue index (%): <i>M</i> 65.5; <i>F</i> 56.1. (25% higher than data on anaerobic athletes)	Ph
Vargas Macías et al. (2008)	To compare physical demands at beg. 20thc & present flamenco dance	Video registration. Physical demands in a movie from 1936 and 17 videotapes from the beginning of the 20thc	Videocamera SONY, DCR-HC 30 E, Ulead VideoStudio v-6.0 software	Mean dance duration: 1936: >3 min; 20thc: <6 min Braceo time: 1936: 75.52%; 20thc 63.04%. ZAP time 1936: 24.48%; 20thc: 36.96%. Types of ZAP: 1936: 6; 20thc: 16. No of footworks·s-1: 1936 (4.5 ZAP·s-1), 20thc (6.7 ZAP·s-1). Max: 1936 (12 ZAP·s-1), 20thc (15 ZAP·s-1)	<i>B</i>

as well as “Passo doble” used in the Voloshin study are not described in the text (Voloshin et al., 1989).

The real drawback regarding biomechanics concerns some important missing information, for example, the level of force measured with the pressure platform in Castillo-López et al. (2014). At the same time, the level of GRF (0.5 bodyweight – BW) in Echegoyen et al. (2013) is very surprising since it should be a few times the BW. In some studies we could not find information on the shoe heel (e.g. Echegoyen et al., 2013) preventing results comparison.

Injury incidence

In terms of injury incidence, there are three papers based on the analysis of: self-reported questionnaires (Pedersen & Wilmerding, 1998), magnetic resonance imaging – MRI – (Capel et al., 2009) and records made by a sport physician (Echegoyen et al., 2010). In Echegoyen’s paper, an injury was defined as a “medical condition arising from dance activities and which resulted in at least one absence from a dance class or rehearsal.” The data mostly considered: the type and location of injury, number of dance students, and number of hours of training. Records were made on dance technique for 3 years. Pedersen & Wilmerding, 1998 used questionnaires to examine the injuries of professional and student flamenco dancers in order to better understand the impact of high-heeled shoes and rhythmic stamping patterns. Capel et al. (2009) used MRI for his study to show the relationship between dancing and the development of degenerative lumbar disc disease. Their thesis was that there is a greater incidence of disc alterations in female dancers than in the general population of the same age.

Podiatry

Most of the articles have been written by Castillo-López et al. (2014, 2016) and Castillo-López et al. (2010, 2011, 2013). Pressure platforms and goniometers have been the main equipment used in these studies. Systematic observation and questionnaires have been used too. The studies revealed a high incidence of podiatry pathologies in professional dancers deriving from repetitive percussive footwork. They also studied the maximum pressure point in female professional flamenco dancers: barefoot and shod with their specific flamenco shoes. In barefoot conditions, 59.5% feet placed the maximum load point in the rearfoot and 40.5% in the forefoot. On the other hand, when shoes were worn, 52.4% feet placed it in the rearfoot, and 47.6% in the forefoot.

Since it is not possible to separate injury incidents and podiatry issues based on the review, the most

typical dancers’ pathologic foot disorders were recognized: hallux limitus/rigidus, hallux abducto valgus, Taylor’s bunion, hammer toes, claw toe, fifth toe abducto varus, pathologic disorders of the nail, hypermobility of the first ray (Castillo-López et al., 2010; Echegoyen et al., 2013; Pedersen & Wilmerding, 1998). Other complaints related to: urogenital 50%, sprain 17.83%, back pain 16.21%, patellofemoral pain 12.43%, strain 11.89%, tendinitis 8.64%, bursitis 7.04%, and cervical pain 7.02% (Bejjani et al., 1988; Echegoyen et al., 2010).

Physiology

Two papers considered physiological parameters with reference to flamenco dancers. Pedersen et al. (2001) examined the aerobic and anaerobic capacities of professional American flamenco dancers in order to understand energy requirements. Based upon the results of this study, maximal aerobic capacity ($\text{VO}_{2\text{max}}$) determined by a graded exercise test measuring exhaled gases, and anaerobic capacity measured by a Wingate test, provided descriptive data useful in improving the training of flamenco dancers. Their findings suggest that both aerobic and anaerobic capacities may be valuable in improving performance. The second team of scientists: González Montesinos et al. (2011) assessed the physical condition of 17 flamenco dancers through a fitness tests battery. The results, using a heart rate monitor, Jump Bosco System and video camera, revealed that practicing flamenco dancing is physically similar to other high-level sports in terms of its demands.

Anthropometry

Two studies focused on assessing the anthropometric profile of flamenco dancers. The percentage of body fat was analysed in both. While Nakamura et al. (2012) found obesity in 88.2%, Alvero-Cruz et al. (2014) did not have obesity in his sample. Percentage of fat varies according to the equation model used: $23.64 \pm 2.48\%$ (BIA Sun), $24.90 \pm 2.67\%$ (BIA Segal), $25.00 \pm 4.43\%$ (BIA Yannakoulia), and $27.01 \pm 3.86\%$ (Durnin-Womersley). The discrepancies in results may be due to differences in samples. Nakamura et al. (2012) analysed Brazilian students from unofficial dance schools, between 28 and 55 years old and without much experience in flamenco dancing (3–48 months). Instead, Alvero-Cruz et al. (2014) analysed younger Spanish students (22.13 ± 2.82 years old) from official dance schools and with more experience, at least 10 years.

Discussion

An art form originally created to express emotions through improvisation, flamenco today is a popular dance style that can be learned in many countries around the world (Pedersen & Wilmerding, 1998). Analysis of the literature gave the authors the impression that only a few papers were written by groups of scientists well acquainted with the specifics of flamenco dancing. Others seemed to be prepared by researchers who lacked knowledge of this dance form.

Biomechanics provides information on human movement but it also helps us understand muscle activity, forces acting on the body and interactions that take place within the body segments (LeVeau, 2010). Considering the results from studies in our review, the instrumentation generally used for biomechanical investigations was very simple. Usually, kinematics was studied with video cameras which are understandable due to the very complex structure of flamenco dancing and the possibility of capturing the entire body in action as well as whole sequences of movements. For example, Vargas' was interested in the rest and activity periods in flamenco dancers (both gender) to arrange specific flamenco dancing fitness activities with differentiation for men and women (Vargas-Macías et al., 2011). Another of their projects (Vargas Macías et al., 2008) focused on comparing the physical demands of flamenco at the beginning of the twentieth century and nowadays. The conclusion, based on the analysis of different parameters, was that present flamenco dancing is more physically demanding than in the last century. A range of kinematic parameters were provided by Gómez et al. (2012) who used two video cameras to record one female subject performing "Alegrías," a flamenco dancing style. One part of this style in particular was analysed. For 1min21 the dancer performed two different technical elements: the first part was mostly composed of arm and trunk movements. The second focused on footwork ("zapateado"). This was the first kinematic analysis of professional choreographed dancing. However, those observations are limited. Only one study used an optoelectronic system (Wilmerding et al., 2003). Yet, the equipment's precision might have been limited by the small sample size (16) and their ages (4–12 years old). The analysis also focused on a static position which does not usually exist during dancing. Thus, some more comprehensive studies are needed.

Our general impression is that there is a lack of clear descriptions for tests used in the studies, preventing results comparison. So, we need a test which focuses on analysing an element performed

by the dancers in a similar repeatable way. For this reason, we would like to emphasise papers by Vargas-Macías who provided three tests incorporating basic flamenco footwork sequences. His proposal can be used by others as universal tests in flamenco studies. For example, ZAP-3 the dancer has to perform a sequence of 6 stamping patterns at maximum speed for 15 s. Both feet alternate this sequence stepping with the forefoot, heel, and toe of the foot. It is very similar to a section of choreography and it is a good tool to compare dancers' technique and physical condition. For 15 s of the test, a standard professional can perform 143–181 steps (women), and 164–194 (men). The terms used by Voloshin's group: "Escudero Redoble," and "Paso doble" have been related to Spanish dance but not a specific flamenco style (Arranz del Barrio, 1998; Pablo Lozano & Navarro García, 2007). Although both dances are completely different in terms of technique and choreography, sometimes they are confused in Anglo-Saxon literature (Estrada, 2016).

It is important to understand the biomechanics of dancing in order to optimize the dancer's movements and reduce injuries. Flamenco dancing places high demands on the foot and ankle joint, thus most biomechanical and podology studies focused mainly on the function of foot and shock absorption in repetitive high-impact tasks (Bejjani et al. 1988; Voloshin et al., 1989) or on examining ankle strength (Pedersen et al., 1999). Results by Pedersen et al. (1999) revealed that the dorsiflexors of flamenco dancers are strong, whilst plantar flexors are weaker. This muscular imbalance may arise from percussive foot stamping, producing whole-body vibrations which must be attenuated by the joints and leg muscles to a safe frequency for the whole body. The hip joint seems to absorb most of the impact (Bejjani et al., 1988). This group of scientists confirmed that using in-shoe viscoelastic insoles reduces the amplitude of dynamic loading and may prevent injury.

With regard to injury incidence, there are few papers focused on this issue. The authors mostly recognize the percussive movements performed in high-heeled shoes as the greatest injury risk among flamenco dancers. Differences in technique which put repetitive stress on the lower limbs are also noted (Bejjani et al., 1988; Echegoyen et al., 2013; Pedersen & Wilmerding, 1998). High-heeled shoes may alter posture and have an impact on the body's ability to effectively accommodate the stress incurred (Pedersen & Wilmerding, 1998). To absorb the forces, the knee joint must be flexed while doing footwork (Echegoyen et al., 2013; Pedersen & Wilmerding, 1998). In flexion, the increased mobility of the joint leads to an increased need for ligamental and muscular stabilization. However, there is no

information about the most optimal level of flexion. The results of a preliminary study identified an average flexion of the supporting knee of $144.71 \pm 8.20^\circ$ (Forczek & Vargas-Macías, 2015).

Appropriate active mass and body fat are essential ingredients for optimising physical performance. Total body electrical conductivity and skinfold callipers are amongst methods used to assess body composition in dancers. However, Alvero-Cruz et al. (2014) strongly suggest using the Yannakoulia model and BIA when % body fat needs to be assessed in Flamenco, Classical, or Spanish dancers. Another conclusion from their study is that not all procedures can be used interchangeably to compare results between different samples. Furthermore, the data confirmed empirical descriptions of body composition in Flamenco dancers, which characterises them with voluminous body shapes and greater skinfold thickness than in others dancers such as Classical or Spanish. Nakamura et al. (2012) observed that women correctly evaluate their BMI, however, despite their high self-esteem, they are not fully satisfied with their bodies.

Physical fitness includes aspects such as: aerobic and anaerobic capacity; muscle strength; power and endurance; flexibility; body composition (Heyward, 2002). Two studies assessed these features in flamenco dancers: Pedersen et al. (2001) and González Montesinos et al. (2011). Pedersen et al. (2001) made interesting comments in terms of physiological demands regarding the specificity of flamenco choreography: all dance contains aspects of both aerobic and anaerobic capacities, but flamenco needs the anaerobic power that occurs within the “escobilla,” a fast portion of the performance piece. If the exercise is so intense that it can be done for only 3 minutes or less, glycogen will be predominantly broken down anaerobically (Clarkson, 1988). The “escobilla” is therefore an anaerobic activity. Thus, their findings suggest that both aerobics and anaerobics may be valuable ways of creating and performing longer and more dynamic choreography. On the other hand, it is important to note that many of the studies have been done on professional dancers. In this regard, Krasnow and Kabbani (1999) pointed out the importance of studying professionals in contemporary dance. In their review, they found most of the studies carried out on students and therefore the data could not be extrapolated to professional companies.

Conclusion

The evidence from this review shows that flamenco dancing demands high levels of effort. Further

research is required to understand how the dancer's body works in order to improve fitness levels and reduce injuries. Most of the results presented in this review are consistent among studies. However, there is a great scarcity of research addressing flamenco movement in a more comprehensive perspective. Therefore, future studies should closely focus on examining the kinematics of the dancers while dancing. Very few studies have analysed the kinetics of zapateado, which seems to be essential to understand the magnitude of overloadings suffered by the body during those repetitive movements. Bearing this in mind, the professionals must take care of specific physical preparation. Besides they need to take a series of preventive measures, such as always dancing on a sprung wood surface, doing a warm-up, properly alignment the body and periodical visits physiotherapists and podiatrists. Assessing a dancer's performance may be vital for dancers, teachers, and scientists to identify overuse and use that information so as to enhance the training programme. Thus, there should be closer collaboration between these groups of specialists. In addition, transferring knowledge between practitioners (physicians and therapists) and researchers could help to determine an “optimal safe position” for the flamenco dancer, to meet the demands of the specific repertoire and reduce the risk of injury.

Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors.

Funding

This work was supported by the Centro de Investigación Flamenco Telethusa [grant number PI/A1/2015].

ORCID

Alfonso Vargas-Macías  <http://orcid.org/0000-0002-1222-6133>

References

- Alvero-Cruz, J. R., Marfell-Jones, M., Alacid, F., Artero Orta, P., Correas-Gómez, L., Santonja Medina, F., & Carnero, E. A. (2014). Comparison of two field methods for estimating body fat in different Spanish dance disciplines. *Nutrición Hospitalaria*, 30(3), 614–621. doi:10.3305/nh.2014.30.3.7240
- Arranz del Barrio, Á. (1998). *El baile flamenco*. Madrid: Librerías Deportivas Esteban Sanz S.L.
- Baena-Chicón, I., Vargas-Macías, A., & Gómez-Lozano, S. (2015). Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 8(9), 19–28.

- Bejjani, F. J., Halpern, N., Pio, A., Domínguez, R., Voloshin, A., & Frankel, V. H. (1988). Musculoskeletal demands on flamenco dancers: A clinical and biomechanical study. *Foot and Ankle International*, 8(5), 254–263.
- Capel, A., Santonja Medina, F., Medina, D., & Gomez, S. (2009). Magnetic resonance study of lumbar disks in female dancers. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(6), 1208–1213. doi:10.1177/0363546508330128
- Castillo López, J. M., Pérez Rendón, J., & Algaba Guisado, C. (2010). Preliminary study: Digital pathologies found in flamenco dancers feet. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 3(3), 15–19.
- Castillo López, J. M., Palomo Toucedo, I. C., Munuera Martínez, P. V., Domínguez Maldonado, G., Algaba Guisado, C., & Pérez Rendón, J. (2011). El Hallux abductus valgus en la bailaora de flamenco. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 4(4), 19–24.
- Castillo-López, J. M., Munuera-Martínez, P., Algaba-Guisado, C., Reina-Bueno, M., Salti-Pozo, N., & Vargas-Macias, A. (2016). Pathologic disorders of the foot in professional female flamenco dancers. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 106(1), 54–59. doi:10.7547/14-111
- Castillo-López, J. M., Vargas-Macias, A., Domínguez-Maldonado, G., Lafuente-Sotillos, G., Ramos-Ortega, J., Palomo-Toucedo, I. C., ... Munuera-Martínez, P. V. (2014). Metatarsal pain and plantar hyperkeratosis in the forefeet of female professional flamenco dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 29(4), 193–197.
- Castillo, J. M., Munuera, P. V., Domínguez, G., Salti, N., & Algaba, C. (2013). Prevalencia del juanete de sastre y quinto dedo adducto varo en el baile flamenco profesional. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 6(7), 13–18.
- Clarkson, P. M. (1988). Science in dance. In P. M. Clarkson, & M. Skrinar (Eds.), *Science of dance training* (pp. 17–21). Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Cohen, J. L., Segal, K. R., Witriol, I., & McArdle, M. D. (1982). Cardiorespiratory responses to ballet exercise and the VO₂max of elite ballet dancers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(3), 212–217.
- Echegoyen, S., Acuña, E., & Rodríguez, C. (2010). Injuries in students of three different dance techniques. *Medical Problems of Performing Artists*, 25, 72–74.
- Echegoyen, S., Aoyama, T., & Rodríguez, C. (2013). Zapateado technique as an injury risk in Mexican folkloric and Spanish dance: An analysis of execution, ground reaction force, and muscle strength. *Medical Problems of Performing Artists*, 28(2), 80–83.
- Estrada, M. G. (2016). *Aportaciones del flamenco al ballet* (Unpublished doctoral dissertation). Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Forczek, W., & Vargas-Macias, A. (2015). *Sagittal knee kinematics during Flamenco Dancing – preliminary studies*. Poster session presented at the 4th Joint World Congress of ISPG and Gait & Mental Function, Seville, Spain. Abstract retrieved from https://d3l3ut3gzcp87s.cloudfront.net/download/eJwFwQEKgCA MAMAbdiYZL!Z2jDKIDYIen13zX1uiHZcp7k8DkYgXb5xy2tQRkfmNaW9qsRMGqjGHKQsrDCr@rVJFQg=/Poster%20Abstracts_Web.pdf
- Gómez Espinosa de los Monteros, R., González Galo, A., Costa Sepúlveda, J. L., Fernández Santos, J. del R., & Pérez Román, M. Á. (2012). Estudio cinemático de una bailaora de flamenco. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 5(5), 13–21.
- Gómez-Lozano, S., Santonja Medina, F., Canteras Jordana, M., & Tejedor Benítez, R. (2012). Estudio descriptivo de la movilidad pélvica en bailarinas de flamenco. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 5(5), 31–39.
- Gómez-Lozano, S., Vargas-Macias, A., Santonja Medina, F., & Canteras Jordana, M. (2014). Estudio descriptivo de la movilidad sagital raquídea global y segmentaria en bailarinas de flamenco. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 7(8), 5–13.
- González Galo, A., Gómez Espinosa de los Monteros, R., Fernández Santos, J. del R., & Costa Sepúlveda, J. L. (2011). Valoración de las amplitudes articulares y acortamientos musculares en bailarinas de flamenco. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 4(4), 4–11.
- González Montesinos, J. L., Vargas Macías, A., Fernández Santos, J. del R., González Galo, A., Gómez Espinosa de los Monteros, R., & Costa Sepúlveda, J. (2011). Análisis del baile flamenco: cargas de trabajo y condición física. *Revista Internacional de Medicina Y Ciencias de La Actividad Física Y Del Deporte*, 11 (44), 708–720.
- Gómez-Lozano, S., Vargas-Macias, A., Santonja, F., & Canteras, M. (2013). Estudio descriptivo del morfotipo raquídeo sagital en bailarinas de flamenco. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 6(7), 19–28.
- Heyward, V. (2002). *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jacobs, C. L., Hincapié, C. A., & Cassidy, J. D. (2012). Musculoskeletal injuries and pain in dancers: A systematic review update. *Journal of Dance Medicine & Science: Official Publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 16(2), 74–84.
- Krasnow, D., & Kabbani, M. (1999). Dance science research and the modern dancer. *Medical Problems of Performing Artists*, 14, 16–20.
- LeVeau, B. F. (2010). *Biomechanics of human motion: Basics and beyond for the health professions*. Thorofare, NJ: SLACK Slack.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting Items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement (Reprinted from *Annals of Internal Medicine*). *Physical Therapy*, 89(9), 873–880. doi:10.1371/journal.pmed.1000097
- Nakamura, I. S., Juzwiak, C. R., de Almeida, D. H., & Montesano, F. T. (2012). Antropometría, imagen corporal, autoestima y calidad de la dieta de brasileñas practicantes de baile flamenco brazilian female flamenco dancers. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 5(5), 22–30.
- Navarro, J. L. (2002). *De Telethusa a la Macarrona. Bailes andaluces y flamencos*. Dos Hermanas: Portada.
- Pablo Lozano, E., & Navarro García, J. L. (2007). *Figuras, pasos y mudanzas: claves para conocer el baile flamenco*. Córdoba: Almuzara.
- Pedersen, M. E., & Wilmerding, V. (1998). Dynamic loading on flamenco dancers: A biomechanical study. *Journal of Dance Medicine and Science*, 2 (3), 108–114.
- Pedersen, M. E., Wilmerding, M. V., Kuhn, B. T., & Enciñas-Sandoval, E. (2001). Energy requirements of the American professional flamenco dancer. *Medical Problems of Performing Artists*, 16(2), 47–52.
- Pedersen, M. E., Wilmerding, M. V., Milani, J., & Mancha, J. (1999). Measures of plantar flexion and dorsiflexion strength in flamenco dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 14 (September), 107–112.
- Vargas Macías, A., Gómez Lozano, S., Macara, A., González Montesinos, J. L., Mora Vicente, J., & Ruiz, P. (2008). El esfuerzo físico en el baile flamenco de principios del s. XX y el actual. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 1(1), 7–9.
- Vargas Macías, A., González Montesinos, J. L., & Mora Vicente, J. (2010). Biomecánica del baile flamenco. Análisis de los tiempos de pausa y actividad. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 3(3), 26–31.

- Vargas-Macías, A., Castillo López, J. M., & Fernández Santos, J. del. R. (2012). Inestabilidad del pie y tobillo en el baile flamenco. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 5(5), 40–45.
- Vargas-Macías, A., Gonzalez Montesinos, J. L., Gómez-Lozano, S., & Mora Vicente, J. (2011). Análisis de los tiempos de pausa y actividad en el baile flamenco masculino. *Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 4(4), 12–18.
- Voloshin, A. S., Bejjani, F. J., Halpern, M., & Frankel, V. H. (1989). Dynamic loading on flamenco dancers: A biomechanical study. *Human Movement Science*.
- Wilmerding, V., Gurney, B., & Torres, V. (2003). The effect of positive heel inclination on posture in young children in flamenco dance. *Journal of Dance Medicine & Science*, 7(3), 85–90.
- Wilson, M., & Kwon, Y. H. (2008). The role of biomechanics in understanding dance movement: A review. *Journal of Dance Medicine & Science*, 12(3), 109–116.
- Wyon, M. A., & Redding, E. (2005). Physiological monitoring of cardiorespiratory adaptations during rehearsal and performance of contemporary dance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 611–614.

Appendix 1: General description of papers.

	Authors	Year of publication	Place/ language	Title	Journal
1.	Castillo-López, J. M., Munuera-Martínez, P. V., Algaba, C., Reina, M., Salti-Pozo, N., & Vargas-Macías, A.	2016	USA/eng.	Pathologic Disorders of the Foot in Professional Female Flamenco Dancers	Journal of the American Podiatric Medical Association
2.	Baena-Chicón, I., Vargas-Macías, A., & Gómez-Lozano, S.	2015	Spain/span.	Diachronic and descriptive analysis of the en de hors in flamenco dancing	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
3.	Castillo-López, J. M., Vargas-Macías, A., Domínguez, G., Lafuente, G., Ramos, J., Palomo, I.C., ... Munuera, P. V.	2014	USA/eng.	Metatarsal pain and plantar hyperkeratosis in the forefeet of female professional flamenco dancers	Medical Problems of Performing Artists
4.	Alvero, J. R., Marfell, M., Alacid, F., Artero, P., Correias, L., Santonja, F., & Carnero, E. A.	2014	Spain/span.	Comparison of two field methods for estimating body fat in different Spanish dance disciplines	Nutrición Hospitalaria
5.	Gómez-Lozano, S., Vargas-Macías, A., Santonja, F., & Canteras, M.	2014	Spain/span.	Descriptive study of global and segmental spinal sagittal mobility in female flamenco dancers	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
6.	Echegoyen, S., Aoyama, T., & Rodríguez, C.	2013	USA/eng.	Zapateado technique as an injury risk in Mexican folkloric and Spanish dance	Medical Problems of Performing Artists
7.	Gómez-Lozano, S., Vargas-Macías, A., Santonja, F., & Canteras, M.	2013	Spain/span.	Descriptive study of sagittal spinal morphotype in female flamenco dancers	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
8.	Castillo, J. M., Munuera, P. V., Domínguez, G., Salti, N., & Algaba, C.	2013	Spain/span.	Prevalence of tailor's bunion and fifth toe adductus varus in professional flamen co dancing	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
9.	Nakamura, I. S., Juzwiak, C. R., de Almeida, D. H., & Montesano, F. T.	2012	Spain/eng.	Anthropometry, body image, self-esteem and dietary quality of Brazilian female flamenco dancers	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
10.	Gómez-Lozano, S., Santonja, F., Canteras, M., & Tejedor, R.	2012	Spain/span.	Descriptive study of pelvic mobility in female flamenco dancers	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
11.	Vargas-Macías, A., Castillo, J. M., & Fernández, J. R.	2012	Spain/span.	Foot and ankle instability in flamenco dancing	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
12.	Gómez, R., González, A., Costa, J. L., Fernández, J. R., & Pérez, M. A.	2012	Spain/span.	Kinematic study of a flamenco dancer	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
13.	Vargas, A., González, J. L., Gómez, S., & Mora, J.	2011	Spain/span.	Analysis of the rest and activity periods in masculine flamenco dance	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
14.	Castillo J. M., Palomo, I. C., Munuera, P. V., Domínguez, G., Algaba, C., & Pérez, J.	2011	Spain/span.	Hallux Abductus Valgus in female flamenco dancer	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
15.	González, Ana., Gómez, R., Espinosa, J. R., & Costa, J. L.	2011	Spain/span.	Assessment of range of motion and muscular shortening in female flamenco dancers	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
16.	González Montesinos, J.L., Vargas Macías, A., Fernández Santos, J.R., González Galo, A., Gómez Espinosa de los Monteros, R., & Costa Sepúlveda, J.L.	2011	Spain/span.	Physical assessment in flamenco dance	Revista Internacional de Medicina Y Ciencias de La Actividad Física Y Del Deporte
17.	Echegoyen, S., Acuña, E., & Rodríguez, C.	2010	USA/eng.	Injuries in students of three different dance techniques	Medical Problems of Performing Artists

(Continued)

Appendix 1: Continued.

	Authors	Year of publication	Place/ language	Title	Journal
18.	Vargas Macías, A., González Montesinos, J. L., & Mora, J.	2010	Spain/span.	Biomechanics of flamenco dance. Analysis of the rest and activity periods	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
19.	Castillo López, J. M., Pérez Rendón, J., & Algaba Guisado, C.	2010	Spain/span.	Preliminary study. Digital pathologies found in flamenco dancers feet	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
20.	Capel, A., Santonja Medina, F., Medina, D., & Gómez, S.	2009	USA/eng.	Magnetic resonance study of lumbar disks in female dancers.	The American Journal of Sports Medicine
21.	Vargas Macías, A., Gómez Lozano, S., Macara, A., González Montesinos, J. L., Mora Vicente, J., & Ruiz, P.	2008	Spain/span.	Physical demands in beginning of the twentieth century and present flamenco dance	Revista Del Centro de Investigación Flamenco Telethusa
22.	Wilmerding, V., Gurney, B., & Torres, V.	2003	USA/eng.	The effect of positive heel inclination on posture in young children training in flamenco dance	Journal of Dance Medicine & Science
23.	Pedersen, M. E., Wilmerding, M. V., Kuhn, B. T., & Enciñias-Sandoval, E.	2001	USA/eng.	Energy requirements of the american professional flamenco dancer	Medical Problems of Performing Artists
24.	Pedersen, M. E., Wilmerding, M. V., Milani, J., & Mancha, J.	1999	USA/eng.	Measures of plantar flexion and dorsiflexion strength in flamenco dancers	Medical Problems of Performing Artists
25.	Pedersen, M. E., & Wilmerding, V.	1998	USA/eng.	Injury profiles of student and professional Flamenco dancers	Journal of Dance Medicine and Science
26.	Voloshin, A. S., Bejjani, F. J., Halpern, M., & Frankel, V. H.	1989	Netherlands/ eng.	Dynamic loading on flamenco dancers: A biomechanical study	Human Movement Science
27.	Bejjani, F. J., Halpern, N., Pio, A., Domínguez, R., Voloshin, A., & Frankel, V. H.	1988	USA/eng.	Musculoskeletal demands on flamenco dancers: a clinical and biomechanical study	Foot and Ankle International

Estudio 2

- Título

Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco.

- Autores

Irene Baena Chicón^{1,2,4}

Sebastián Gómez-Lozano¹

Lucía Abenza-Cano³

Olaia Abadía García-De Vicuña⁴

M Rosario Fernández-Falero⁵

Alfonso Vargas-Macías^{4,6}

(1) Grupo de Investigación en Artes Escénicas GIAE. Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. España.

(2) Conservatorio Profesional de Danza Pepa Flores de Málaga. España.

(3) Grupo de Investigación ARETÉ. Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. España.

(4) Centro de Investigación Flamenco Telethusa. España.

(5) Departamento de Información y Comunicación. Universidad de Extremadura. España.

(6) Grupo de Investigación Hermes CTS601. Universidad de Sevilla. España..

- Revista

Cultura, Ciencia y Deporte

- Referencia

Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza-Cano, L., Abadía, García-De Vicuña, O., Fernández-Falero, M.R., y Vargas-Macías, A. (2020). Las algias como factor predisponente de lesión en es-tudiantes de baile flamenco. *Cultura,*

Ciencia y Deporte, 15(44), 245-253.
<https://dx.doi.org/10.12800/ccd.v15i44.1466>

Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco

Algias as a predisposing factor of injury in flamenco dance students

Irene Baena-Chicón^{1,2,4}, Sebastián Gómez-Lozano¹, Lucía Abenza-Cano³, Olaia Abadía-García de Vicuña⁴, M. Rosario Fernández-Falero⁵, Alfonso Vargas-Macías^{4,6}

1 Grupo de Investigación en Artes Escénicas GIAE. Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. España.

2 Conservatorio Profesional de Danza Pepa Flores de Málaga. España.

3. Grupo de Investigación ARETÉ. Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. España.

4 Centro de Investigación Flamenco Telethusa. España.

5 Departamento de Información y Comunicación. Universidad de Extremadura. España.

6 Grupo de Investigación Hermes CTS601. Universidad de Sevilla. España.

CORRESPONDENCIA:

Sebastian Gómez-Lozano

sglozano@ucam.edu

CÓMO CITAR EL ARTÍCULO:

Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza-Cano, L., Abadía, García-De Vicuña, O., Fernández-Falero, M.R., & Vargas-Macías, A. (2020). Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(44), 245-253.

Recepción: enero 2020 • Aceptación: febrero 2020

Resumen

El baile flamenco es una profesión con elevado riesgo de lesiones debido, entre otros factores, a las exigentes demandas de esfuerzo y a las vibraciones derivadas de los impactos del zapateado. El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de antecedentes de algias y lesiones en estudiantes de baile flamenco en las enseñanzas artísticas profesionales para conocer el grado de relación del dolor como factor predisponente de lesión. La muestra analizada consta de 75 alumnas de Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía (17.4 ± 4.4 años). Se realizó una entrevista directa basada en preguntas dicotómicas sobre la aparición de antecedentes de algias y lesiones en 7 conjuntos articulares: pies, tobillos, rodillas, coxo-femorales, columna lumbar, columna cervical y hombros. A diferencia de otras danzas percutivas, las participantes mostraron una mayor incidencia de alteraciones funcionales y de lesiones tanto en rodillas como en columna lumbar y cervical. Posiblemente, esta diferencia sea debida a que la técnica del zapateado flamenco requiere de una semiflexión de rodillas y no integra saltos o basculaciones verticales que permitan disipar las vibraciones derivadas de los impactos.

Palabras clave: dolor, zapateado, riesgo, conservatorio.

Abstract

Flamenco dancing is a high-risk profession of elevated risk of injury due, among other factors, to high stress demands and vibrations derived from the damage caused by footwork step. The objective of this study was to determine the prevalence of the antecedents of pain and the consequences of injuries in flamenco dance student from Professional Dance Conservatory. The sample analyzed consists of 75 students of Professional Dance Conservatories of Andalusia (17.4 ± 4.4 years of age). A direct interview was applied based on dichotomous questions about antecedents of pain and injuries in 7 joint regions: feet, ankles, knees, hips, lumbar spine, cervical spine and shoulders. Unlike other percussive dances, participants showed a higher incidence of functional disorders and injuries in knees, lumbar and cervical spine. Perhaps, this difference is because flamenco footwork technique requires a semi-flexion of knees, which does not integrate vertical jumps or tilts, these would allow dissipating the vibrations derived from the impacts.

Key words: pain, footwork step, risk, conservatory.

Introducción

El baile flamenco es una danza que tiene su origen en las regiones del sur de España. Se caracteriza por una fuerte impronta emocional y por su técnica de zapateado que le hace genuina y totalmente diferente al resto de danzas percutivas (Baena-Chicón, 2016; Pedersen & Wilmerding, 1998). Los altos niveles de esfuerzo que demanda la interpretación del baile flamenco son similares a las observadas en actividades físico-deportivas de élite (Pedersen, Wilmerding, Kuhn, & Enciñas-Sandoval, 2001; Vargas, 2009). En este sentido, estos practicantes, junto a los de danza clásica, son considerados como deportistas de élite (Koutedakis & Jamurtas, 2004; Vargas, González, Mora, & Lozano, 2008). Se ha comprobado que, durante una actuación profesional, los bailaores realizan un promedio de cuatro zapateados por segundo, pudiendo alcanzar frecuencias de hasta doce zapateados por segundo (Vargas, 2009). Este hecho físico-artístico requiere de altas demandas de esfuerzo con sus consiguientes riesgos de lesión, focalizado principalmente en pies, rodillas y espalda, principalmente a nivel lumbar y cervical (Vargas-Macías, Castillo, & Fernández, 2012). Los suelos inadecuados que no facilitan la absorción del impacto del zapateado, el tipo de calzado (Figura 1), la altura del tacón, la dificultad de la coreografía y un calentamiento insuficiente son otros de los factores que pueden provocar riesgo de lesión en esta actividad (Castillo-López, Palomo, Munuera-Martínez, Ramos-Ortega, & Domínguez-Maldonado, 2015; Koutedakis & Jamurtas, 2004; Vargas, 2009). El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha declarado que la interpretación artística del baile flamenco es una profesión de alto riesgo de lesiones de miembro inferior (Nogareda, Salas, & Parra, 2007).

La práctica del zapateado es un gesto técnico no natural, para el que las articulaciones del miembro inferior y columna no están diseñadas (Pedersen et al, 1998), aunque una técnica adecuada y una buena preparación física puede atenuar el efecto lesivo del zapateado (Castillo-López et al., 2015; Quer & Pérez, 2004; Vargas, 2009). El impacto de esta actividad repetitiva incrementa el riesgo de lesión por sobreuso y estrés repetitivo (Shybut, Rose, & Strongwater, 2008). Este hecho afecta de forma directa a aquellas articulaciones y zonas que chocan directamente contra el suelo y, además, a las diferentes estructuras corporales que en sentido ascendente absorben las vibraciones generadas por el impacto (Castillo-López et al., 2015; Quer et al., 2004; Vargas, 2009). Dicha vibración en ocasiones puede ser el factor desencadenante de algias vertebra-



Figura 1. Calzado de tacón tradicional de baile flamenco

les, tanto lumbares como dorsales o cérvico-craneales. Las algias o dolor localizado en una región son signo e indicador de aviso de lesión (Gómez, Santonja, Vargas, & Canteras, 2010). Es notorio que los practicantes de baile flamenco son muy susceptibles de padecer dolor (Castilla-Cubero & Giménez-Sarmiento, 2011). Este carácter de expresión de sufrimiento que acompaña al arte flamenco debe alertar a los profesionales de la salud para generar mecanismos en la prevención de lesiones.

Hasta donde nuestro conocimiento alcanza, no existen manuales adecuados y específicos para la formación del baile flamenco en el ámbito del acondicionamiento técnico y prevención de lesiones. Armstrong y Davies (1984) afirman que los deportistas logran mejores resultados si en la infancia o adolescencia han realizado programas de entrenamiento sistematizados y bien organizados. En el arte flamenco, incluido el baile, el conocimiento de esta práctica se ha producido a través de la transmisión oral de generación a generación, de maestros a alumnos, en academias y entre familiares (Baena-Chicón, 2016). Desde el Siglo XIX, este tipo de danza alberga una larga experiencia formativa en salones y otros espacios privados, la cual se mantiene actualmente por la expansión de academias de flamenco por todo el mundo (Navarro & Pablo, 2005). En España, además de en estos lugares, se puede estudiar baile flamenco en algunas escuelas municipales y en determinados conservatorios profesionales de danza.

Gracias a que se establecen los aspectos curriculares en el Real Decreto 85/2007, de 26 de enero, se introduce oficialmente la especialidad de baile flamenco como enseñanza profesional de danza en España. Actualmente se puede estudiar en conservatorios de Andalucía, Madrid y Murcia. En este ámbito formativo, la finalidad de este nivel educativo es la de proporcionar al alumnado una formación artística de cali-

dad, así como garantizar la cualificación de los futuros profesionales de la danza (Heras, 2010). Cuentan con asignaturas, entre otras, de Técnicas básicas de danza (danza clásica y contemporánea) y danza española para complementar la formación dancística y proporcionarle una mejor condición física.

Encarnación, Meyers, Ryan y Pease (2000) afirman que, en el ballet, existe una tendencia en no prestar atención a la lesión y seguir bailando. De hecho, estos artistas son enseñados desde una temprana edad a que el ballet es equivalente a dolor (Paparizos, Tripp, Sullivan, & Rubenstein, 2004; Rivera, Alexander, Nehrenz, & Fields, 2012). En nuestro estudio, el objetivo es determinar la prevalencia de antecedentes algias y lesiones en estudiantes de baile flamenco en las enseñanzas artísticas profesionales para conocer el grado de relación del dolor como factor predisponente de lesión.

Método

Participantes

En el estudio han participado 75 alumnas de las enseñanzas profesionales de danza, en la especialidad de baile flamenco, de Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía. La edad media de las participantes es de 17.4 ± 4.4 años, con una experiencia en el baile flamenco de 11.5 ± 4.5 años que dedicaban una media de $8:22 \pm 3:33$ horas de baile flamenco a la semana. Algunas sugerencias metodológicas de diferentes autores (Abenza, Olmedilla, Ortega & Esparza, 2009; Petrie & Falkstein, 1998) impulsaron la elección de una muestra homogénea (mismo sexo, misma especialidad y mismo nivel educativo y horas de práctica) para profundizar en la investigación sobre dolor y lesiones derivadas del ejercicio físico sistematizado.

Instrumentos y procedimiento de recogida de datos

Se realizó una entrevista directa basada en preguntas dicotómicas sobre la aparición de antecedentes de algias y lesiones en 7 conjuntos articulares: pies, tobillos, rodillas, coxo-femorales, columna lumbar, columna cervical y hombros.

En cuanto al diseño, desde el punto de vista de la metodología de encuestas, es un diseño transversal. Todas las bailarinas encuestadas dieron su consentimiento para responder el cuestionario y, en el caso de las menores de edad, los padres firmaron el consentimiento informado.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo con la obtención de los parámetros característicos, media y desviación típica, para las variables cuantitativas mediante el programa estadístico SPSS 16.0. Se aplicó un análisis del contraste de igualdad de dos o de varias proporciones a través de un análisis de la tabla de contingencia con la prueba de Chi-cuadrado de Pearson para comparar el grado de aparición de lesiones articulares y para determinar el grado de asociación entre el dolor con el de lesión de cada una de las articulaciones. Para medir el factor de asociación de riesgo entre la aparición de dolor en una articulación con la probabilidad de sufrir lesión en esa misma zona, se aplicó un análisis de tablas de contingencia y el cálculo de odds ratio (OR).

Resultados

El 74.7% de los sujetos reconocen que sienten dolor durante la práctica de baile flamenco y el 66.7% de la muestra afirma que han estado lesionados alguna vez.

Se determina una asociación significativa en cualquier articulación de la cadena postural excepto en la región del pie ($\chi^2 = 2.142$; $p = 0.405$). Tanto en la articulación del tobillo ($\chi^2 = 7.609$; $p = 0.003$), rodilla ($\chi^2 = 15.074$; $p < 0.00005$), coxo-femoral ($\chi^2 = 24.324$; $p < 0.00005$), región lumbar ($\chi^2 = 4.553$; $p = 0.01$), región cervical ($\chi^2 = 8.858$; $p = 0.001$) como en el conjunto articular de los hombros ($\chi^2 = 7.246$; $p = 0.003$) se puede apreciar diferentes grados de relación significativa.

En consecuencia, se establecen el número de casos de prevalencia de algias y lesiones para cada una de las articulaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados sobre el grado de asociación intra-articular entre algias y lesiones.

	Algias n=75	Lesiones n=75
Pie	28 (37.3%)	15 (20%)
Tobillo *	8 (10.7%)	24 (32%)
Rodillas**	28 (37.3%)	25 (33.3%)
Coxo-femoral **	3 (4%)	1 (1.3%)
Lumbar *	24 (32%)	12 (16%)
Cervicales *	19 (25.3%)	17 (22.7%)
Hombro *	11 (14.7%)	9 (12%)

Valores con grado de asociación significativa (*) y muy significativa (**) para χ^2 .

A nivel inter-articular (Tabla 1) se vislumbra una relación significativa entre las variables antecedentes de dolor de pie con la lesión de tobillos y lesión de lumbar ($\chi^2 = 2,693$; $p = 0,05$). También se establece una

relación significativa entre antecedentes de dolor de rodillas con la lesión cervical ($\chi^2 = 4,339$; $p = 0,02$) y antecedentes de dolor cervical tanto con la lesión de tobillos ($\chi^2 = 2,762$; $p = 0,05$) como con la lesión coxo-femoral ($\chi^2 = 2,987$; $p = 0,04$) y lesión lumbar ($\chi^2 = 8,225$; $p = 0,002$).

En la Tabla 2 se muestran las zonas articulares que han obtenido relaciones significativas como factores del riesgo de antecedentes de algias previas y el aumento proporcional de la probabilidad de sufrir lesiones en base a la odd ratios (OR).

Tabla 2. Odd Ratios hallados para la relación entre el hallazgo de antecedentes de dolor y probabilidad de riesgo de lesión.

Dolor zona articular	Lesión zona articular	OR	95% CI
Pie	Tobillo	2.2	0.8 – 5.9
Pie	Lumbar	2.8	0.8 – 9.9
Tobillo	Tobillo	8.2	1.5 – 44.2
Rodilla	Rodilla	7.5	2.6 – 22.1
Rodilla	Cervical	3.2	1.1 – 9.7
Coxo-femoral	Coxo-femoral	1.5	0.7 – 3.3
Lumbar	Lumbar	3.8	1.1 – 13.6
Cervical	Tobillo	2.5	0.8 – 7.2
Cervical	Coxo-femoral	1.1	0.9 – 1.2
Cervical	Lumbar	5.9	1.6 – 22.1
Cervical	Cervical	5.4	1.7 – 17.4
Hombro	Hombro	6.7	1.5 – 31.2

Discusión

La finalidad de esta investigación es analizar, de manera retrospectiva, los antecedentes de algias y lesiones en estudiantes de conservatorios de baile flamenco de Andalucía, donde las enseñanzas artísticas de esta disciplina forman parte de la idiosincrasia cultural. Dicho análisis puede revelarnos información útil para poder establecer estrategias en el futuro con las practicantes de baile flamenco en la gestión tanto de estas propias alteraciones funcionales como del propio entrenamiento. La aparición de estas alteraciones nos ayuda a entender mejor tanto la técnica de zapateado (Pedersen et al., 1998) como del resto de elementos que convergen en la propia estética del baile flamenco. Una adecuada indicación técnica, táctil o verbal, es de gran utilidad para mejorar posibles sobrecargas, descompensaciones y retracciones tendinoso-musculares, previas a patologías o lesiones de cierta gravedad (Hoogenboom & Voight, 2017).

El porcentaje de antecedentes de algias es relativamente bajo en la articulación coxo-femoral (4%). En Castilla-Cubero et al. (2011) las coxalgias también obtienen valores mínimos de 17,7% de su muestra, seguidos sólo por el dolor de manos 13.5% y codos

4.2%. Esta coincidencia ocurre porque en el flamenco no se trabaja tanto la flexibilidad de las caderas como en bailarines de danza clásica (Baena-Chicón, Vargas-Macías, & Gómez-Lozano, 2015). Posiblemente esta falta de trabajo de flexibilidad en el flamenco evite una desestabilización músculo-articular de cadera que puede llevar en poblaciones como las del ballet a la displasia acetabular (Weber, Bedi, Tibor, Zaltz, & Larson, 2015) y otras patologías de cadera (Turner, O'Sullivan, & Edelstein, 2012), aunque a largo plazo posiblemente pueda incidir en otro tipo de deformación o alteraciones por un exceso de tensión alrededor de esta articulación en la cadera del intérprete de baile en flamenco ya en edad adulta.

El conjunto articular pies y rodillas obtiene el mayor porcentaje de antecedentes de algias de entre todas las zonas estudiadas, en concreto un 37.3%. Estos resultados son similares a los registrados por Vargas (2009) entre bailaoras profesionales de baile flamenco donde un 27.3% de las participantes manifestaban dolor tanto en pies como en rodillas. Por otro lado, Castilla-Cubero et al. (2011) elevan hasta un 50% los casos dolor en rodillas y hasta un 61.45% en pies, mientras que Castillo-López et al. (2014) encuentran el 80.7% de las bailaoras profesionales estudiadas manifestaban dolor metatarsal mientras bailaban y el 34.78% a nivel patelofemoral. Esta evidencia sobre los pies y rodillas como zonas más dolorosas está contrastada en otros estudios (Bejjani, 1987; Calvo, Alonso, Pasadolos, & Gómez-Pellico, 1998; Quer et al., 2004; Shybut et al., 2008) donde la acción de zapatear y el uso del zapato de tacón son las primeras causas.

Respecto a la presencia de lesión, se observa que las articulaciones coxo-femorales presentan la menor incidencia de todas las zonas estudiadas, en concreto un 1.3%, valor similar a los resultados obtenidos por Echegoyen, Acuña, y Rodríguez (2010) donde un 1.08% se localiza en osteítis púlica. Estos resultados son inferiores a los registrados en el ballet, para las articulaciones coxo-femorales que oscilan entre un 9.9% (Reid, 1988) y un 13.4% (Sobrino & Guillén, 2017). Esta diferencia puede estar justificado por la rotación externa de caderas, *turnout* o *en dehors*, elemento técnico esencial en el ballet y que está presente en el 100% de sus coreografías, mientras que en el baile flamenco su relevancia es mucho menor y es usado solamente en un 25.53% de los espectáculos (Baena-Chicón et al., 2015). También son bastante inferiores a los datos resgistrados en otras danzas percutivas. En el claqué, la cadera muestra una incidencia de lesión del 9% de los casos (Mayers, Judelson, & Bronner, 2003) y en la danza irlandesa oscila entre el 12% y el 16 % de los casos (Eustergenling & Emery, 2015; McGuin-

ness & Doody, 2006). Las diferencias pueden estar justificadas por cuestiones técnicas y estéticas de estas danzas percutivas. Los impactos sonoros en el claqué y danza irlandesa se realizan coordinados con pequeños brincos y saltos propios de estas danzas, donde la flexo-extensión de caderas juega un papel fundamental y por tanto su rol en la ejecución y aborción de impactos también. En cambio, en el baile flamenco no se realizan pequeños saltos sino que el impacto sonoro del zapato se produce principalmente por una flexo-extensión de rodillas. Por ello el papel percutivo que juega la cadera es menor que en el claqué y la danza irlandesa.

Las rodillas, con un 33.3%, son las zonas que manifiestan mayores casos de lesiones en nuestra muestra flamenca. Estos datos coinciden con los datos registrados por Pedersen et al. (1998) entre profesionales del baile flamenco, un 30%, pero muy superiores al 15% registrado entre bailaoras/as estudiantes de ese mismo estudio. Sobrino et al. (2017) reducen la incidencia registrada de lesión en rodillas al 22.4% de su muestra profesional. Por el contrario, estos datos son superiores a los obtenidos en estudiantes de otras danzas percutivas donde el porcentaje de lesiones oscila entre un 10% para la danza irlandesa (Eustergenling et al., 2015; McGuinness et al., 2006) y un 14% para el claqué (Mayers et al., 2003). Al realizarse el zapateado flamenco con una flexo-extensión de rodillas, esta articulación no solo desempeña un rol percutor, sino que técnicamente solo es posible si mantiene una semiflexión permanente. Esta larga exposición aumenta la fuerza comprensiva en la rótula por lo que sobrecarga excesivamente la zona femoropatelar (Calvo et al., 1998; Castillo-López, Munuera-Martínez, Gómez-Benítez, Pérez-García, Salti-Pozo, & Palomo, 2017).

Los tobillos, con un 32%, es la segunda zona articular donde se han recogido más casos de lesión. Similares resultados han sido registrados en estudiantes de otras danzas percutivas, en concreto un 26% para claqué (Mayers et al., 2003) y de 30% y 32% para danza irlandesa (Eustergenling et al., 2015; McGuinness et al., 2006). Resulta significativo que en profesionales del baile flamenco los porcentajes hallados sean algo menores, entre un 23% y 25% (Pedersen et al., 1998; Sobrino et al., 2017).

Los pies son otra zona de alta incidencia de lesión, en concreto se ha registrado un 20% de los casos. Resultados similares han sido hallados entre profesionales de baile flamenco (Pedersen et al., 1998) y estudiantes de danza irlandesa (Eustergenling et al., 2015; McGuinness et al., 2006). Como consecuencia de golpear rítmicamente y con musicalidad el suelo, el pie no solo adopta un rol percutor, sino que asume todas

las cargas de ese golpe. Además, el calzado flamenco no está diseñado para absorber impactos ni las superficies de bailes siempre son las más idóneas (Castillo-López, Munuera-Martínez, Algaba-Guisado, Reina-Bueno, Salti-Pozo, & Vargas-Macías, 2016). Todo ello conlleva que más del 80% de las profesionales del baile flamenco presenten deformaciones de carácter podológico (Castillo et al., 2014).

La columna vertebral presenta también altas incidencias de lesiones, tanto a nivel lumbar como cervical. Los resultados del presente estudio son similares a los registrados en profesionales del baile flamenco (Pedersen et al., 1998). Los mecanismos biomecánicos de zapateados tienen una repercusión sobre la cadena cinética muscular-articular muy similar. El impacto del zapato se transmite por ondas vibracionales desde las articulaciones del tren inferior hasta la columna vertebral, lo cual puede desencadenar algias vertebrales (Gómez, et al., 2010), sobrecarga en la musculatura de la espalda (Echegoyen et al., 2010) y lesiones en el tren inferior (Pedersen et al., 1998). Resulta significativo que las lesiones registradas en la espalda sean bastante menores en estudiantes de otras danzas percutivas, en concreto un 5% para la danza irlandesa (McGuinness et al., 2006) y un 14% para el claqué (Mayers et al., 2003). Estas danzas integran saltos en la percusión del pie, así se disipan de forma más eficiente las vibraciones del impacto. En cambio, en el flamenco, al no participar el tren superior con evidentes movimientos ascendentes y descendentes, se obliga a las estructuras de la espalda a absorber las vibraciones que no han sido disipadas en esta basculación. Cabe señalar que durante las fases de zapateado los desplazamientos verticales del centro de gravedad son muy reducidos, de solo 1.8 cm (Forczek, Baena-Chicón, & Vargas-Macías, 2016).

Los hombros son, tras las caderas, una de las zonas con menor incidencia de lesión. Los datos son similares a los registrados por profesionales del baile flamenco (Sobrino et al., 2017) y la danza irlandesa (McGuinness et al., 2006). Es posible que las lesiones en esta zona de los bailaoras de flamenco no sean consecuencia de los zapateados, sino más bien de los movimientos del tren superior durante las fases de braceo del baile.

Son escasos los estudios acerca de la experiencia de los procesos sobre gestión del dolor en la danza (Encarnación et al., 2000; Mainwaring & Finney, 2017; Prokop, 2000) y muy pocos en practicantes de baile flamenco (Vargas, 2009). Es importante analizar la relación entre el dolor y la aparición de una lesión, ya que el dolor es un signo de alarma que avisa de la calidad de la función motriz y su desestabilización (Anderson & Hanrahan, 2008) a corto y a largo plazo.

Actualmente, es en verdad complejo realizar un seguimiento a bailarines en relación al dolor como a la evolución de una lesión. Su umbral y su nivel de tolerancia al dolor es más alto que los que no practican danza (Russell, 2013). Este hecho puede justificar que no se correlacione los informes de dolor con los hallazgos de lesión mediante radiodiagnóstico (Duthon et al., 2013; Russell, Shave, Yoshioka, Kruse, Koutedakis, & Wyon, 2010). Anderson et al. (2008) hallaron que los bailarines de ballet tendían a distinguir mal entre el dolor habitual en la danza y el dolor asociado con lesiones.

Tanto el miedo a ser reemplazado en una actuación como la incorporación a su colectivo imaginario de la sentencia *el espectáculo debe continuar* (Anderson et al., 2008) conlleva a que, a pesar del dolor, los bailarines tienden a continuar bailando para mantener la condición física, la técnica y el estatus dentro del grupo. Esto implica que muchas de las algias deriven en lesión, pues sus habilidades para gestionar eficientemente el dolor no están tan desarrolladas como ocurre en otros deportes (Encarnacion et al., 2000).

En este estudio, determinamos una asociación intra-articular de manera general muy significativa entre dolor y lesión, en toda la cadena de articulaciones que conforman la postura del sujeto (Tabla 1), excepto en el pie, a pesar de las altas incidencias de algias registradas. Esto puede ser debido a que las sobrecargas del pie en el baile flamenco se traducen sobre todo en hallux abductus valgus, hiperqueratosis, onicopatías, onicodistrofias, dedos en garra o juanete de sastre (Castillo, Pérez, & Algaba, 2010; Castillo, Palomo, Munuera, Domínguez, Algaba, & Pérez, 2011; Castillo, Munuera, Domínguez, Salti, & Algaba, 2013; Castillo-López et al., 2016), deformaciones podológicas que son asumidas como inherente al baile y no interpretadas como lesión.

En las articulaciones que reflejan una asociación significativa más fuerte entre dolor y lesión son las rodillas y la coxo-femoral. El uso de los zapatos de tacón alto es uno de los factores que favorecen la aparición de alteraciones en el aparato locomotor (Castillo et al., 2010; Castillo et al., 2011; Castillo et al., 2013; Castillo-López et al., 2016; Pedersen et al., 1998). Es conocido que el impacto del zapateado afecta directa e indirectamente sobre el conjunto articular de las extremidades inferiores Bejjani, Halpern, Pio, Domínguez, Voloshin, & Frankel, 1988; Voloshin, Bejjani, Halpern, & Frankel 1989) y que un alineamiento incorrecto de la rodilla en relación con el pie durante la semiflexión del zapateado puede originar el dolor y posterior lesión en esta articulación (Snow & William, 1994). Pedersen et al. (1998), alude a que una ines-

tabilidad articular provoca distintas desviaciones de alineamiento que afectan a la capacidad corporal para absorber los impactos.

Aunque la articulación coxo-femoral tiene una proporción significativa bastante fuerte, el porcentaje de bailarinas que sufren dolores es muy baja, lo que nos permite suponer que los mecanismos desencadenantes de lesiones en esta articulación son ocasionados por fatiga crónica a largo plazo, donde los signos previos no aparecen hasta cierta edad adulta.

Cuando analizamos la relación de afectación entre articulaciones se establece una proporción significativa entre antecedentes de dolor de pie con las lesiones de tobillo y lumbar. El pie es la primera estructura del aparato locomotor, en contacto con el suelo. Su relación con la aparición de lesiones tanto en tobillos como en la región lumbar nos indica claramente la importancia de la alineación de segmentos durante el zapateado en el baile flamenco. Es conocido que la inestabilidad del pie durante las fases de zapateado es frecuente en el baile flamenco (Vargas et al., 2012). Dicho aspecto, unido al hecho de que los impactos no sean amortiguados con brincos como en otras danzas percusivas, vincula el dolor de la estructura pie-tobillo con la región lumbar.

El uso de tacón alto en esta práctica puede llegar a ser el desencadenante de la mayoría de las alteraciones de aparato locomotor que se presentan en el baile flamenco (Castillo-López et al., 2016) Se ha demostrado que este tipo de calzado no absorbe mayoritariamente los impactos ocasionados por la percusión del zapato contra el suelo (Echegoyen, Aoyama, & Rodríguez, 2013; Vargas, 2009; Voloshin et al., 1989). Las señales que aparecen de dolor del pie advierten de potenciales lesiones, ya que el bailarín de manera inconsciente compensa reestructurando su colocación. De esta manera, los impactos se pueden ver gestionados con ciertas desviaciones angulares. Es el caso de la pronación y supinación del pie o de la lordosis lumbar provocados por la inestabilidad que produce los zapatos de tacón. Así, cuando se impone una mayor demanda sobre los músculos gastrocnemio y sóleo, que se encuentran acortados por la altura del tacón, precisan de un alargamiento y disminución de la dependencia del tibial anterior correspondiente (Pedersen et al., 1998). Una inestabilidad ocasionada por el dolor puede afectar a toda la cadena cinético- muscular hasta la región lumbar de manera significativa (Swain, Bradshaw, Ekegren, & Whyte, 2019).

En este sentido ascendente articular se aprecia una asociación de afectación y lesión cervical previo dolor de rodillas. Las situaciones continuadas de flexión de rodillas, tal y como sucede durante el zapateado, ha

sido determinada como causante de problemas vertebrales a nivel lumbar (Omino & Hayashi, 1992) como cervical (Yoo, 2013).

El sentido cefálico del binomio dolor-lesión se invierte en sentido caudal cuando se ve afectada la región cervical. Las cervicalgias van a favorecer la lesión en tobillos, coxo-femorales y en región lumbar. Esta correlación puede derivar principalmente por la vinculación existente entre el golpe de zapateado y las vibraciones del impacto. Una de las consecuencias de zapatear con un calzado que no posee ningún sistema de amortiguación es que las estructuras del pie y tobillo sufran lesiones como consecuencia directa del golpe. Este impacto produce vibraciones que ascienden hasta la parte superior de la cabeza originando sobrecargas musculares en la zona cervical, ya que según la estética flamenca el torso se mantiene lo más estático posible y no amortigua impactos con desplazamientos verticales. Estos dolores cervicales podrían prevenirse con una preparación física específica de carácter preventivo y manipulaciones de descarga muscular de la zona (Vargas, 2009).

Se observa que la salud de todo el sistema locomotor se encuentra comprometida, por diversos factores que afectan al practicante de flamenco. Principalmente avisado por signos de dolor, ciertas estructuras articulares y musculo-tendinosas pueden llegar a lesionarse gravemente. El riesgo probable de lesión (OR) previo dolor se manifiesta principalmente en el tobillo, rodilla y región lumbar (Tabla 2).

Como expusieron Taylor y Taylor (1998) el dolor de rendimiento que sienten los deportistas es como el dolor benigno, por lo que están acostumbrados a forzar y seguir los entrenamientos hasta que con el sobreesfuerzo caen lesionados. Los bailarines tienen que dominar unas técnicas muy complejas que requieren unas altas demandas físicas muy específicas y, en consecuencia, se requiere un exigente entrenamiento físico (Anderson et al., 2008; Mainwaring, Hutchison, Bisschop, Comper, & Richards 2010) que indica que los bailarines suelen ver el dolor como un compañero de la práctica de la danza, siendo propensos a “bailar a través del dolor”, incluso cuando hacerlo puede ser perjudicial. Por ello, resulta coherente esta alta probabilidad de riesgo de lesión en todos los resultados obtenidos.

Se hallan varias zonas sensibles y susceptibles de ser alteradas en su funcionamiento. A nivel apendicular inferior: tobillos y rodillas, descartando la región coxo-femoral, ya que al no analizar a sujetos en edad adulta o mayores de 40 años no podemos estudiar las consecuencias degenerativas de una vida entera dedicada al flamenco.

A nivel axial encontramos la región cervical y lumbar como dos curvas fundamentales y muy sensibles en el mantenimiento de la técnica del practicante de flamenco. Las dos curvas juegan un papel determinante en la salud integral del sujeto.

En el ámbito académico es fundamental preservar la salud integral de los discentes, garantizar una dilatada carrera profesional y optimizar su rendimiento artístico. En este sentido, conocer los indicadores de dolor que actúan como predictores de lesión, resulta vital para implementar estrategias de prevención o adaptaciones metodológicas que no comprometan el bienestar de las bailaoras.

Conclusiones

Los valores de antecedentes de algias son superiores a los de lesión. Posiblemente sea debido, a que los estudiantes de baile flamenco generan un proceso de adaptación a la sensación de dolor, ya que está asimilado como algo propio debido a su herencia cultural. Este hecho parece determinar que las articulaciones tanto del tren inferior como de la columna vertebral son más susceptibles de sufrir lesiones o alteraciones de mayor gravedad.

Los resultados sobre la prevalencia en lesiones son similares a otros estudios sobre baile flamenco, ya que parece ser explícito que los elementos técnicos que marcan el estilo son siempre factores de riesgo. Una de las características diferenciadoras del baile flamenco dentro de las danzas percutivas es la ausencia de brincos acompasados al zapateado, hecho que parece tener relación directa con una mayor incidencia de alteraciones funcionales y lesiones tanto en rodillas como en la columna lumbar y cervical.

Es evidente la alta exigencia del baile flamenco durante el zapateado, más aún en un entorno reglado donde los estudiantes tienen una carga lectiva considerable en los Conservatorios Profesionales de Danza.

Es recomendable la creación de una normativa en este ámbito educativo que regule tanto el calzado como los suelos de estos centros artísticos de enseñanza.

Agradecimientos

Los autores desean mostrar su agradecimiento a los Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía por su colaboración para implementar los cuestionarios entre sus estudiantes de baile flamenco que nos han permitido llevar a cabo el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Abenza, L., Olmedilla, A., Ortega, E., & Esparza, F. (2009). Lesiones y factores psicológicos en futbolistas juveniles. *Archivos de Medicina del Deporte*, 26(132), 280-288.
- Anderson, R., y Hanrahan, S. J. (2008). Dancing in pain: pain appraisal and coping in dancers. *Journal of Dance Medicine y Science*, 12(1), 9-16.
- Armstrong, N., y Davies, B. (1984). The metabolic and physiological responses of children to exercise and training. *Phys Educ Rev*, 2, 90-105.
- Baena-Chicón, I. (2016). Tratamiento coreográfico en el baile Flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 9(11), 11-14.
- Baena-Chicón, I., Vargas-Macias, A., & Gómez-Lozano, S. (2015). Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 8(9), 19-28.
- Bejjani, F. J. (1987). Occupational biomechanics of athletes and dancers: a comparative approach. *Clinics in podiatric medicine and surgery*, 4(3), 671-711.
- Bejjani, F. J., Halpern, N., Pio, A., Domínguez, R., Voloshin, A., & Frankel, V. H. (1988). Musculoskeletal demands on flamenco dancers: a clinical and biomechanical study. *Foot y ankle international / American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society*, 8(5), 254-263. <https://doi.org/10.1177/107110078800800505>
- Calvo, J., Alonso, A., Pasadolas, A., & Gómez-Pellico, L. (1998). Flamenco Dancing. Biomechanical Analysis and Injuries Prevention. En: *Macara, A., editor. Continents in movement. Proceeding of the International Conference. New trends in dance teaching.* (pp. 279-285). Oeiras: M. H. Edições. Recuperado de <http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-ln522cc87c61full.pdf>
- Castillo, J. M., Munuera, P. V., Domínguez, G., Salti, N., & Algaba, C. (2013). Prevalencia del juanete de sastre y quinto dedo adducto varo en el baile flamenco profesional. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 6(7): 13-18.
- Castillo, J.M., Palomo, I.C., Munuera, P.V., Domínguez, G., Algaba, C., & Pérez, J. (2011). El Hallux Abductus Valgus en la bailaora de flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 4(4), 19-24.
- Castillo, J.M., Pérez, J., & Algaba, C. (2010). Estudio preliminar. Patologías digitales más frecuentes en el pie de la bailaora de flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 3 (3): 32-35
- Castilla-Cubero, J. L., & Jiménez-Sarmiento, A. S. (2011). Overview of musculoskeletal pain in the flamenco dancer. *Rehabilitacion*, 45(2), 117-121. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2011.03.003>
- Castillo-López, J. M., Munuera-Martínez, P. V., Algaba-Guisado, C., Reina-Bueno, M., Salti-Pozo, N., & Vargas-Macias, A. (2016). Pathologic disorders of the foot in professional female flamenco dancers. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 106(1), 54-59.
- Castillo-López, J. M., Munuera-Martínez, P. V., Gómez-Benitez, M. A., Pérez-García, L., Salti-Pozo, N., & Palomo, I. C. (2017). El dolor patelofemoral en el baile flamenco y su relación con el pie. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 10(12), 62-67. <https://doi.org/10.23754/telethusa.101204.2017>
- Castillo-López, J. M., Palomo, I. C., Munuera-Martínez, P. V., Ramos-Ortega, J., & Domínguez-Maldonado, G. (2015). Análisis podológico del zapateado flamenco Podiatric analysis of flamenco dancing footwork. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 8(9), 11-18.
- Castillo-López, J. M., Vargas-Macias, A., Domínguez-Maldonado, G., Lafuente-Sotillos, G., Ramos-Ortega, J., Palomo-Toucedo, I. C., ... & Munuera-Martínez, P. V. (2014). Metatarsal pain and plantar hyperkeratosis in the forefeet of female professional flamenco dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 29(4), 193-197.
- Duthon, V. B., Charbonnier, C., Kolo, F. C., Magnenat-Thalmann, N., Becker, C. D., Bouvet, C., ... & Menetrey, J. (2013). Correlation of clinical and magnetic resonance imaging findings in hips of elite female ballet dancers. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 29(3), 411-419.
- Echegoyen, S., Aoyama, T., & Rodríguez, C. (2013). Zapateado technique as an injury risk in Mexican folkloric and Spanish dance: an analysis of execution, ground reaction force, and muscle strength. *Medical Problems of Performing Artists*, 28, 80-83.
- Echegoyen, S., Acuña, E., & Rodríguez, C. (2010). Injuries in students of three different dance techniques. *Medical Problems of Performing Artists*, 25, 72-74.
- Encarnacion, M. L., Meyers, M. C., Ryan, N. D., & Pease, D. G. (2000). Pain Coping Styles of Ballet Performers. *Journal of Sport Behavior*, 23(1), 20-32.
- Eustergerling, M., & Emery, C. (2015). Risk factors for injuries in competitive Irish dancers enrolled in dance schools in Calgary, Canada. *Medical Problems of Performing Artists*, 30(1), 26-29.
- Forczek, W., Baena-Chicón, I., & Vargas-Macias, A. (2016). Variación de la posición del centro de gravedad en una bailaora profesional durante el zapateado flamenco. *Revista del Centro Investigación Flamenco Telethusa*, 9(10), 30-36.
- Gómez, S., Santonja, F., Vargas, A., & Canteras, M. (2010). Antecedentes de algias vertebrales en bailarinas. En *II Congreso Internacional de Ciencias del Deporte de la UCAM. Área de actividad física y salud*. CCD 5(13 Sup) (pp. 11-62).
- Heras, B. (2010). La danza en las leyes educativas españolas contemporáneas. *Cuestiones Pedagógicas. Revista de Ciencias de la Educación*, 20, 307-327.
- Hoogenboom, B. J., & Voight, M. L. (2017). Rolling revisado: utilización del rolling para valorar y tratar la coordinación y control neuromuscular del core y extremidades en atletas. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 10(12), 19-35. <https://doi.org/10.23754/telethusa.101201.2017>
- Koutedakis, Y., & Jamurtas, A. (2004). The dancer as a performing athlete. En *Sports Medicine* (Vol. 34, pp. 651-661).
- Mainwaring, L. M., & Finney, C. (2017). Psychological risk factors and outcomes of dance injury: A systematic review. *Journal of Dance Medicine & Science*, 21(3), 87-96.
- Mainwaring, L. M., Hutchison, M., Bisschop, S. M., Comper, P., & Richards, D. W. (2010). Emotional response to sport concussion compared to ACL injury. *Brain injury*, 24(4), 589-597
- Mayers, L., Judelson, D., & Bronner, S. (2003). The prevalence of injury among tap dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 7(4), 121-125.
- McGuinness, D., & Doody, C. (2006). The injuries of competitive Irish dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 10(1-2), 35-39.
- Navarro, J. L., & Pablo, E. (2005). *El baile flamenco. Una aproximación histórica*. Córdoba: Almuzara.
- Nogareda, S., Salas, C., & Parra, J. M. (2007). La salud laboral en el arte flamenco. *Notas Técnicas de Prevención*.
- Omino, K., & Hayashi, Y. (1992). Preparation of dynamic posture and occurrence of low back pain. *Ergonomics*, 35(5-6), 693-707.
- Papazizos, A., Tripp, D., Sullivan, M., & Rubenstein, M. (2004). Catastrophizing and pain perception in recreational ballet dancers. *Journal of Sport Behavior*, 28(1), 35-50.
- Pedersen, M. E., Wilmerding, M. V., Kuhn, B. T., & Encinias-Sandoval, E. (2001). Energy requirements of the american professional flamenco dancer. *Medical Problems of Performing Artists*, 16(2), 47-52.
- Pedersen, M. E., & Wilmerding, V. (1998). Injury profiles of student and professional flamenco dancers. *Journal of Dance Medicine y Science*, 2(3), 108-114.
- Petrie, T. A. & Falkstein, D. L. (1998) Methodological, measurement, and statistical issues in research on sport injury prediction. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10(1), 26-45, DOI: 10.1080/10413209808406376.
- Prokop L. The significance of pain in sport. *Kinesiology*. 2000;32(0):77- 84.
- Quer, A., & Pérez, E. (2004). El Pie en el Flamenco. *El Peu*, 24(1), 8-14.
- Reid, D. C. (1988). Prevention of hip and knee injuries in ballet dancers. *Sports Medicine*, 6(5), 295-307.
- Rivera, D., Alexander, J., Nehrenz, G., & Fields, B. (2012). Dancers Perceptions of Pain. *Journal of Music and Dance*, 2(1), 9-12. <https://doi.org/10.5897/JMD11.006>
- Russell, J. A. (2013). Preventing dance injuries: current perspectives. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 199.
- Russell, J. A., Shave, R. M., Yoshioka, H., Kruse, D. W., Koutedakis, Y., & Wyon, M. A. (2010). Magnetic resonance imaging of the ankle in female ballet dancers en pointe. *Acta Radiologica*, 51(6), 655-661.

- Snow, R. E., & Williams, K. R. (1994). High heeled shoes: their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rear-foot motion, and ground reaction forces. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75(5), 568-576.
- Shybut, T. B., Rose, D. J., & Strongwater, A. M. (2008). Second metatarsal physeal arrest in an adolescent flamenco dancer: a case report. *Foot y Ankle International*, 29, 859-862. <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0859>
- Sobrino, F. J., & Guillén, P. (2017). Overuse Injuries in Professional Ballet: Influence of Age and Years of Professional Practice. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(6), 6-11. <https://doi.org/10.1177/2325967117712704>
- Swain, C. T., Bradshaw, E. J., Ekegren, C. L., & Whyte, D. G. (2019). The epidemiology of low back pain and injury in dance: a systematic review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(4), 239-252
- Taylor, J., & Taylor, S. (1998). Pain education and management in the rehabilitation from sports injury. *The Sport Psychologist*, 12(1), 68-88.
- Turner, R., O'Sullivan, E., & Edelstein, J. (2012). Hip dysplasia and the performing arts: Is there a correlation? *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 5(1), 39-45. <https://doi.org/10.1007/s12178-011-9104-9>
- Vargas, A. (2009). *El baile flamenco: estudio descriptivo, biomecánico y condición*. Cádiz: Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa.
- Vargas, A., González, J. L., Mora, J., & Gómez, S. (2008). La necesidad de la preparación física en el baile flamenco. / The need of fitness in Flamenco Dance. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 1(1), 4-6.
- Vargas-Macías, A., Castillo, J. M., & Fernández, J. del R. (2012). Inestabilidad del pie y tobillo en el baile flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 5(5), 40-45.
- Voloshin, A. S., Bejjani, F. J., Halpern, M., & Frankel, V. H. (1989). Dynamic loading on flamenco dancers: a biomechanical study. *Human Movement Science*, 8(5), 503-513.
- Weber, A. E., Bedi, A., Tibor, L. M., Zaltz, I., & Larson, C. M. (2015). The Hyperflexible Hip: Managing Hip Pain in the Dancer and Gymnast. *Sports Health*, 7(4), 346-358. <https://doi.org/10.1177/1941738114532431>
- Yoo, W. G. (2013). Comparison of the cervical extension angle and the upper trapezius muscle activity between overhead work and below-knee work. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(10), 1289-1290.

Estudio 3

- Título

Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco.

- Autores

Irene Baena Chicón¹

Alfonso Vargas-Macías²

Sebastián Gómez-Lozano³

(1) Departamento de Flamenco. Conservatorio Profesional de Danza, Reina Sofía. Granada, España.

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

(3) Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. Murcia, España.

- Revista

Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa

- Referencia

Baena-Chicón, I., Vargas-Macías, A., y Gómez-Lozano, S. (2015). Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco. *Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 8(9), 19–28.



Artículo Original / 080905-2015

Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco

Diachronic and descriptive analysis of the en dehors in flamenco dancing

Irene Baena-Chicón (1) Email: irenecpd@gmail.com

Alfonso Vargas-Macías, PhD. (2)

Sebastián Gómez-Lozano, PhD. (3)

(1) Departamento de Flamenco. Conservatorio Profesional de Danza, Reina Sofía. Granada, España.

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

(3) Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. Murcia, España.

Recibido: 4 mayo 2015 Revisión editorial: 5 mayo 2015 Revisión por pares: 18 mayo 2015 Aceptado: 28 mayo 2015 Publicado online: 30 mayo 2015

Resumen

El *en dehors* es un elemento indispensable en la danza clásica que consiste en el principio de rotación externa de ambas articulaciones coxo-femorales e implica también al resto de las extremidades inferiores para conseguir que los pies formen un ángulo de 180°. A pesar de no ser un elemento técnico del flamenco se ha observado su presencia en los bailes. Esta utilización del *en dehors* hace referencia a todas las rotaciones externas de las extremidades inferiores, independientemente de los grados o si se realiza unilateralmente. El objetivo de este estudio es analizar la presencia del *en dehors* en el flamenco actual en comparación con el de los años treinta a ochenta del siglo pasado. Fueron analizados 60 bailes, 30 del periodo entre 1930 y 1980 interpretados por 15 bailaoras, y otros 30 de la etapa 2000 a 2015 ejecutados por otras 30 bailaoras. En el primer período se registraron 189 *en dehors* (media: 6.30 ± 7.70 por baile y una aparición media de un *en dehors* cada 29.64 s), de los cuales el 23.26% eran bilaterales. En el segundo periodo se realizaron 766 *en dehors* (media: 25.53 ± 26.89 por baile y una aparición media cada 8.96 s), el 43.34% de ellos eran bilaterales. Estos datos demuestran un mayor uso del *en dehors* en el flamenco actual. Consideramos que estos últimos resultados son influenciados tanto por una mayor formación académica de las intérpretes como por un estilo más integrador que incorpora más cantidad de recursos estéticos y expresivos.

Palabras Clave danza clásica, danza española, zapateado, marcaje, braceado.

Abstract

The *en dehors* is an indispensable element in classical dance. It consists of coxo-femoral external rotation of both hips, and of the lower extremities when putting their feet in an 180° angle. Although it is not a technical element of flamenco dancing it is used during performances, but it refers to all types of lower extremities external rotations, regardless its grades or if it is done unilaterally. The aim of this study is to analyze the presence of *en dehors* in the present flamenco dancing compared to the years from the thirties to the eighties of the last century. 60 dances have been analyzed, 30 from the period 1930-1980 played by 15 dancers and 30 dances from 2000-2015 performed by 30 dancers. In the first period, 189 *en dehors* were counted (average: 6.30 ± 7.70 for dancing and an average occurrence of an *en dehors* every 29.64 s), the 23.26% of them were bilateral. In the second period 766 *en dehors* were performed (average: 25.53 ± 26.89 for dancing and it appears every 8.96 s), the 43.34% of them were bilateral. These data demonstrate greater use of *en dehors* in the present flamenco dancing. We think it is influenced by a higher educational level of the performers as well as a more inclusive style that incorporates more aesthetic and expressive resources.

Keywords ballet, spanish dance, footwork, marcaje, braceado.

Introducción

El término *en dehors* en danza clásica se relaciona con una máxima rotación externa de caderas. En el tratado de Thoinot Arbeau¹ de 1588 surge por primera vez este principio, en el que las articulaciones coxofemorales son giradas externamente hasta obtener un ángulo de noventa grados respecto de la posición neutra². No obstante, la rotación externa máxima implica la suma de todas las articulaciones del tren inferior (cadera, rodilla, tibia, tobillo y pie), ya que la participación exclusiva de la articulación coxo-femoral está limitada en la consecución de esos 90 grados. Para Lifar³ la técnica del ballet clásico se basa en este canon estético de rotación externa, donde cada extremidad debe girar hacia afuera desde la articulación de la cadera, de manera que los pies formen un ángulo de 180° sobre el suelo. Este elemento técnico junto a la elongación axial de la columna vertebral, configuran la disposición corporal más representativa del ballet clásico.

La exigencia estética angular del *en dehors* es una condición limitante para la práctica de esta danza a nivel profesional en las compañías de ballet⁴. Pero esta posición girada de las caderas no es exclusiva del ballet, también se utiliza en la danza de otras manifestaciones escénicas como en las danzas balinesas, hindúes o en la *commedia dell'arte*.^{3,5,6}

Su utilización se justifica por la disposición anatómica de la propia articulación coxo-femoral, que en la posición *en dehors* favorece el rango de movimiento articular de las piernas independientemente de la posición del torso⁷. Esta rotación externa de caderas optimiza la libertad de movimiento de la pierna ya que evitan choques óseos entre el hueso coxal y la porción proximal del fémur. Por ello, el trabajo técnico para conseguir un perfecto *en dehors* está condicionado por las características individuales de la anatomía articular coxo-femoral⁸. Principalmente por la profundidad y diámetro de la cavidad acetabular pero también por el ángulo que forman la cabeza-cuello con diáfisis femoral⁹.

Supeditar el resultado estético de pies en ángulo de 180 grados frente a las limitaciones individuales, somete a las articulaciones como al raquis lumbar y rodillas a situaciones de estrés⁸. En estos casos se aprecian varios mecanismos de compensación como pies pronadores, torsión del tendón rotuliano por desviación de la patela o inclinación anterior de la pelvis¹⁰. Estos hechos pueden provocar ciertas alteraciones osteo-liga-

mentosas, sobre todo en la articulación de las rodillas. La rotación tibial es otra de las consecuencias de una inadecuada y forzada enseñanza de esta técnica¹¹.

La rigidez de los tejidos fibrosos blandos que rodean la articulación coxo-femoral (ligamentos iliofemorales, el isquiofemoral y el pubofemoral) son otros de los factores limitante del *en dehors*. La falta de elasticidad muscular, especialmente en los aductores, también reduce las posibilidades de conseguir un buen *en dehors*, sin embargo no se puede adquirir en una máxima amplitud solo con el entrenamiento⁹. El rendimiento artístico de las bailarinas, va a depender en gran medida del alto grado de flexibilidad del sistema musculoesquelético de los practicantes, sobre todo en estilos como el de ballet clásico.

La técnica de danza clásica es considerada la base académica de todas las manifestaciones escénicas corporales. En esta línea, la danza española ha integrado muchos elementos y principios de la danza clásica, incluido el *en dehors*¹². También se aprecia esta influencia en el baile flamenco, sobre todo en las enseñanzas regladas, donde se advierte un ensayo constante para perfeccionar la técnica, consiguiendo movimientos más ágiles, fluidos y dinámicos¹³. Es inevitable aludir a una herencia del *en dehors* en el baile flamenco¹⁴ (figura 1).

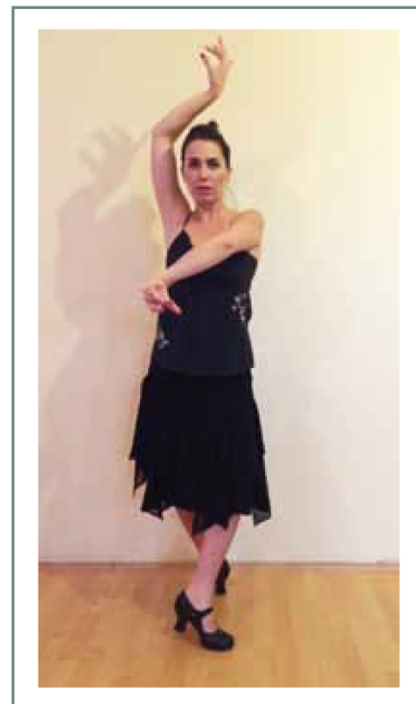


Fig. 1 Marcaje flamenco con presencia en *dehors* en ambas caderas.

Actualmente, el *en dehors* es utilizado como elemento técnico pedagógico en los Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía en la especialidad de Baile Flamenco bajo la influencia de otras materias de estudio. Estas asignaturas son Técnicas Básicas de Danza (con contenidos específicos de Danza Clásica y Danza Contemporánea) y Danza Española (con contenidos de Escuela Bolera, Folklore y Danza Estilizada). Estas disciplinas, usan el *en dehors* como parte de su repertorio técnico y de ahí su transferencia al baile flamenco.

El *en dehors* en el baile flamenco es un término que referencia a todas las posiciones abiertas de las extremidades inferiores determinadas por las líneas que dibujan los pies, independientemente de los grados de rotación externa de cada una. No es necesario que cumpla como requisito el canon clásico estético de 180° para ser considerado *en dehors* ni que se realice simultáneamente con ambas caderas.

En el baile flamenco el *en dehors* no se trabaja como técnica específica, pero cada vez más, las bailaoras entrenan otras disciplinas que incorporan este gesto. Actualmente Escuela Bolera, Danza Clásica o el propio Folklore son estilos que complementan la formación. Es inevitable el trasvase de este elemento, tanto a la improvisación como al desarrollo de ciertos palos bailados.

El *en dehors* en el baile flamenco es fácil de identificar, ya que su base técnica está basada en la sexta posición de pies o paralelo. Cualquier rotación externa, por mínima que sea, se identifica con este gesto. Además puede ser unilateral, mientras que en la danza clásica siempre aparece en las dos extremidades, ya estén *à terre* (a tierra) o *à l'air* (al aire).

Dentro de este marco estético y social, la finalidad de nuestro estudio es describir el uso del *en dehors* en los bailes flamencos. Se analizará su influencia tanto en la técnica base como gesto técnico incorporado al repertorio coreográfico. En 1967 existe la constancia de la presencia de dos corrientes opuestas en el baile flamenco, una temperamental desarrollada por una mayor aportación gitana y otra más clásica, influida por la estilización¹³. La primera, representa una forma más ortodoxa de baile, donde priman los cánones que dictan la tradición¹⁵. La segunda es más aperturista, fusionan pasos y aspectos técnicos de otras danzas. Analizar la presencia del *en dehors* en bailes de ambas tendencias, es fundamental para determinar si este elemento

clave en la antropología de la danza es un vestigio heredado de la danza clásica¹⁶ y/u otras danzas.

Nuestra hipótesis de partida es que el uso del *en dehors* en el baile flamenco es mayor en los últimos 15 años que en el siglo pasado. Por lo tanto, nuestro objetivo es analizar la presencia del *en dehors* en el flamenco actual en comparación con el de los años treinta a ochenta del siglo XX.

Material y Método

Muestra

Fueron analizados 60 bailes flamencos pertenecientes a los dos estilos mencionados: 30 bailes del estilo ortodoxo interpretados por 15 bailaoras entre los años 1930 y 1980; y 30 bailes en representación de los bailes de vanguardia ejecutados por 30 bailaoras durante el período 2000-2015.

La elección de dos etapas de análisis del *en dehors* fue debido a que hasta los años 80, las bailaoras no solían tener formación complementaria a parte del flamenco, aunque algunas intérpretes conocían la danza española, pero no de forma exclusiva¹⁷. Representa al baile ortodoxo, fuera de cualquier influencia estilística que no sea propio de este arte. Sin embargo, a principios del siglo XXI surge un baile más vanguardista. La curiosidad, la apertura hacia otros estilos, el riesgo, la formación, y la disciplina¹⁸ son ingredientes básicos para su creación e interpretación.

Los criterios de inclusión para los bailes de estudio fueron los siguientes:

- Bailes cuyos registros videográficos estuvieran disponibles en la red y que se correspondieran con coreografías diseñadas para la escena, el cine o la televisión. Debido a ello no se encontrarán secuencias improvisadas a priori, si no una puesta escénica cuidada.
- Bailes interpretados exclusivamente por mujeres en solitario para unificar el estudio en una sola técnica corporal, ya que el flamenco está bien diferenciado por sexo desde que se inició su codificación a mediados del siglo XIX¹⁴. En el caso de la mujer, es conocida

como baile de cintura para arriba o baile de falda y en el caso del hombre, de cintura para abajo o baile de pantalón.

Como criterio de exclusión se tomó que las artistas no portaran como complemento la bata de cola, para que toda la muestra tenga la misma técnica de base.

En total se analizaron 19 palos distintos entre ambos grupos de bailes (tabla 1).

Tabla 1. Relación de palos interpretados en cada uno de los períodos de estudio.

Palos interpretados (n=19)	Período 1930-1980 (n=30)	Período 2000-2015 (n=30)
Alegrías	4	8
Bulerías	3	2
Bulerías por soleá		2
Cantiñas	2	1
Caña	1	
Colombiana	1	
Farruca	1	4
Guajiras	2	1
Liviana	1	
Marianas		1
Martinete	1	
Nana		1
Peteneras	1	
Seguiriyas	1	3
Soleá	5	
Tangos	1	4
Taranto	6	1
Tiento por tangos		1
Zambra		1

Método y Diseño de la investigación

Se utilizó la fuente de Youtube para obtener el material audiovisual para su posterior análisis. Tras la descarga del vídeo con la app Amerigo, se utilizó SmartMotion para iPad, que permite visualizar los vídeos frame a frame.

El foco de atención se concretaba en el tren inferior de las bailaoras, atendiendo a las posiciones y movimientos que ejecutaban para averiguar si existía *en dehors* o no, para ello se atendía a la presencia de rotación de la cadera, rodillas y pies independientemente del grado de amplitud alcanzado.

Para definir el estudio, concretamos dos tipos de fases para analizar el *en dehors*, estática y dinámica, teniendo en cuenta si las extremidades inferiores están inmóviles o en movimiento. En la fase estática se registró si se ejecutaban durante desplantes o en fases de braceos. En la fase de desplante, la bailaora está en una posición estática tras rematar y cerrar cualquier parte que conforma la estructura del baile flamenco. Todos los segmentos corporales estarían colocados en una posición fija impregnando fuerza expresiva. Se suele usar para arrancar aplausos del público. En cambio en la fase de braceo, la bailaora centra el foco expresivo en el tren superior, con movimientos de brazos y tronco donde los desplazamientos y los zapateados quedan relegados a un segundo plano.

Dentro de la fase dinámica se registró si los *en dehors* se realizaban durante fases de zapateados o en fases de otros movimientos. Esta fase genérica de movimientos incluye aquellas partes del baile en la que no se zapatea, destacando los desplazamientos, giros, marcajes y pasos específicos de danza clásica y danza española (concretamente de la escuela bolera).

De cada baile se registraron las siguientes variables, diferenciándolas según el hemisferio que la ejecutaba:

- Número de apariciones del uso del *en dehors*.
- Momento de las ejecuciones *en dehors* durante el baile: minuto y segundo
- Cantidad de usos de forma dinámica, concretadas si eran en zapateados o movimientos.
- Cantidad de usos de forma estática, detalladas si eran en desplantes o braceos.

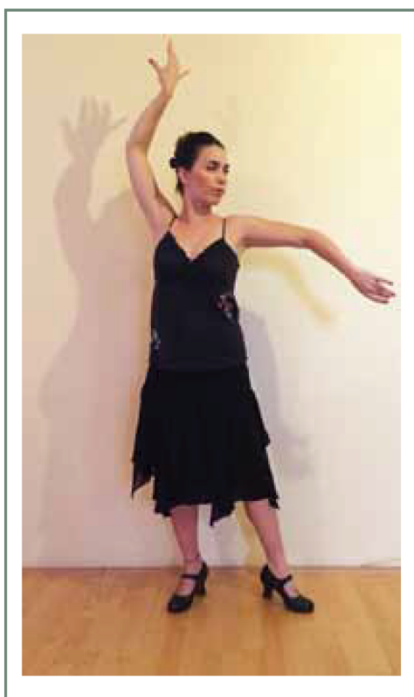


Fig. 2 Presencia de *en dehors* en ambas caderas durante una fase de movimiento dentro del apartado dinámico, movimiento denominado *paso vasco*.

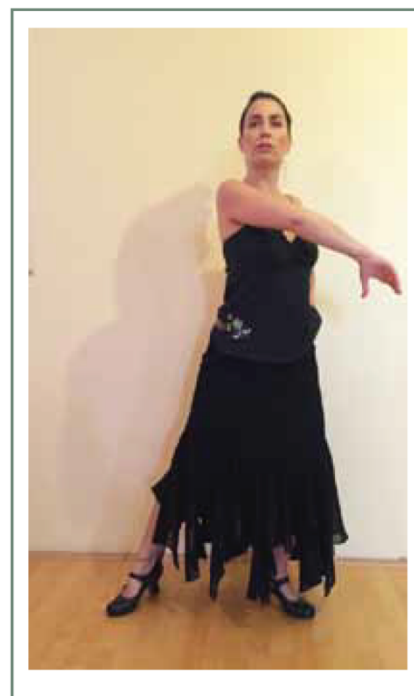


Fig. 3 Fase estática, realizando un desplante con *en dehors* de ambas caderas.

Análisis estadístico

Para el estudio estadístico se utilizó el software SPSS v.15 para Windows (SPSS inc., Chicago, IL, USA), realizándose un análisis estadístico descriptivo (media, mínima, máxima y desviación estándar). También se realizó una distribución de frecuencias de las variables analizadas.

Resultados

En los 30 bailes analizados del periodo comprendido entre 1930-1980 se registraron un total de 189 *en dehors*, lo que equivale a una media de 6.30 ± 7.70 *en dehors* por baile. El mayor número de rotaciones externas registradas fue de 33 y el mínimo de cero. En total se registraron 7 bailes en los que no hubo ningún *en dehors*. La duración media de estos bailes fue de 359.97 ± 186.71 s, lo que supone una aparición media de un *en dehors* cada 29.64 s.

Por el contrario, de los 30 bailes correspondientes al período 2000-2015 fueron detallados un total de 766 *en dehors*, equivalente a una media de 25.53 ± 26.89 *en dehors* por baile. El mayor número de gestos registrados fue de 128 y el mínimo también de cero, pero en este grupo solo se registraron 2 bailes sin ningún *en dehors*. La duración media de los bailes de este período fue de 538.50 ± 228.82 s, lo que implicó un período medio de aparición del *en dehors* de 8.96 s.

En la siguiente tabla (tabla 2) se muestran los resultados parciales obtenidos en función del hemicuerpo implicado.

En la tabla 3, se muestran los datos de los *en dehors* realizados simultáneamente con ambas piernas ejecutados en cada una de las épocas de estudio.

Tabla 2. Presencia del *en dehors* en las diferentes partes del baile y en función del hemicuerpo que los realiza.

	Período 1930-1980		Período 2000-2015	
	D n (%)	I n (%)	D n (%)	I n (%)
DESPLANTE	8 (4.23%)	3 (1.59%)	20 (2.61%)	32 (4.18%)
BRACEO	11 (5.82%)	12 (6.35%)	69 (9.01%)	47 (6.13%)
TOTAL ESTÁTICO	19 (10.05%)	15 (7.94%)	89 (11.62%)	79 (10.31%)
ZAPATEADO	42 (22,22%)	34 (17.99%)	93 (12.14%)	37 (4.83%)
MOVIMIENTO	38 (20,11%)	41 (21.69%)	260 (33.94%)	208 (27.15%)
TOTAL DINÁMICO	80 (42,33%)	75 (39.68%)	353 (46.08%)	245 (31.98%)
TOTAL HEMICUERPO	99 (52,38%)	90 (47.62%)	442 (57.70%)	324 (42.30%)

Tabla 3. Número de *en dehors* realizados simultáneamente con ambas piernas en cada época y su porcentaje en relación con el total.

	Período 1930-1980 (n=189)	Período 2000-2015 (n=766)
DESPLANTE	0 (0%)	16 (2.08%)
BRACEO	4 (2.11%)	28 (3.65%)
TOTAL ESTÁTICO	4 (2.11%)	44 (5.73%)
ZAPATEADO	28 (14.81%)	6 (0.78%)
MOVIMIENTO	12 (6.34%)	282 (37.59%)
TOTAL DINÁMICO	40 (21.15%)	288 (46.08%)
TOTAL HEMICUERPO	44 (23.26%)	332 (43.34%)

Discusión

La finalidad de esta investigación es analizar el uso del *en dehors* en dos etapas históricas muy diferentes. El primero, en el período comprendido entre los años 1930-1980, donde las corrientes estéticas externas tenían poca influencia en el baile flamenco. El segundo, abarca desde el comienzo del siglo XXI hasta la actualidad. Época marcada por la globalización como fenómeno económico e intercultural y que se refleja en la corriente escénica por la influencia de estilos.

Los resultados nos indican que el *en dehors* ha ido tomando relevancia en el baile flamenco a lo largo del tiempo, de lo que se deduce una evolución tanto en el ámbito técnico como en el práctico. Teniendo en cuenta que la duración media de los bailes de antes de los 80 es de 5:50 minutos y de los más actuales de 8:58 minutos, hay que resaltar que las apariciones de *en dehors* en los primeros ocurría cada 29.63 segundos; mientras que en los bailes de la presente época aparece cada 8.96 segundos. Esto significa que en el transcurso de los años, ha aumentado la frecuencia de su uso de forma considerable, a pesar de que los bailes del período moderno analizados tenía una duración un 33.15% mayor. En líneas generales, los bailes actuales tienen una media de 25.53 ± 26.89 *en dehors* por baile frente a los 6.30 ± 7.70 de los del período de 1930-1980.

Además, se distingue que la presencia de *en dehors* existe en las dos épocas analizadas. Esto denota que incluso las bailaoras con una formación casi exclusivamente flamenca, también marcaban pasos con *en dehors* en sus coreografías. Por tanto, no necesariamente han tenido que estudiar danza clásica para incluirlo en sus actuaciones. A pesar de ser el *en dehors* un gesto técnico específico del ballet clásico, las intérpretes flamencas lo han usado desde el siglo pasado. Es un recurso que enriquece el efecto visual en las coreografía, al variar con posiciones cerradas y abiertas, tanto en pasos y movimientos, dan efectismo a la falda y al zapateado en sí. Este juego estético entre posiciones en paralelo como *en dehors* se advierte en movimientos dispuestos desde las caderas, rodillas y/o pies. Transmiten roneo y sensualidad.

En las fases estáticas de los bailes existe menor proporción de *en dehors* que en las fases dinámicas. Se aprecia en ambas épocas, concretamente un 17.99% para el período del siglo XX y un 21.93% para el del XXI (tabla 2). Esto demuestra que el *en dehors* no es un elemento

técnico específico del baile flamenco y su uso se centra más en las partes donde prima la estética del tren inferior frente a la del superior.

En la fase dinámica es donde se concentran el mayor número de *en dehors* en ambas etapas, registrándose menor número de *en dehors* en los bailes ortodoxos que en los más vanguardistas, 155 frente a 598. Pero en relación al número total, se aprecia una ligera mayor proporción en el período 1930-1980 que en el 2000-2015, concretamente de un 82.01%, frente al 78.06%. Esta diferencia de porcentaje cobra relevancia especialmente en los *en dehors* ejecutados durante el zapateado, 40.21% del primer período frente al 16.97% de la actualidad (tabla 2). El hecho de que en los bailes antiguos se concentraran los *en dehors* en los zapateados frente a otras partes, denota que es ahí donde los recursos visuales del tren inferior cobraban importancia. En cambio, en los bailes actuales el zapateado tiene un papel eminentemente sonoro donde prima más la velocidad¹⁹ que la estética visual.

Por otro lado, se aprecia un mayor uso del *en dehors* en la pierna derecha que en la izquierda, concretamente de un 15.4% en la época actual frente a un 4.76% de la época anterior (tabla 2). Estos resultados están en consonancia con un estudio realizado por Vargas²⁰ con bailaoras y bailaoras profesionales, donde aprecia que se realizan más zapateados con el pie derecho que con el izquierdo.

En la fase dinámica de los movimientos, los *en dehors* realizados abarcan multitud de gestos técnicos, algunos de ellos procedentes de otras disciplinas dancísticas como la escuela bolera (*pasos vascos, steps, sostenidos o destagues* entre otros) o la danza clásica (*arabesques, attitudes, déboulés, retirés o degagés*). Sin embargo, es relevante en este estudio, la cantidad de apariciones de los *deboules*, giros ejecutados desde la primera posición de pies. En este gesto, los talones deben estar juntos y las puntas de los pies hacia fuera alineados diametralmente²¹, intentando formar 180°, la mayor rotación externa posible del *en dehors*. La proporción de *en dehors* correspondientes a movimientos dinámicos, es mayor en el período 2000-2015, 61.10% frente al 41.80% de la etapa de 1930-1980.

El hecho de que las bailaoras de flamenco estudien otras disciplinas dancísticas es materia de controversia hoy en día. Por un lado se mantiene la idea de conservar intacto el legado flamenco, manteniendo la postura que no es necesario conocer la terminología de otras danzas

para conseguir una interpretación de calidad en el baile flamenco. Por otro, existe la alternativa de interpretar el flamenco como baile vivo que debe enriquecerse de otros ámbitos para estar en constante evolución.

En contra de esta influencia está la vertiente protectora del carácter propio del baile español. Esta argumenta que puede verse contaminado por la excesiva rectitud corporal que puede provocar el estudio de la danza clásica como base académica²². Sin embargo, no se puede obviar que el baile flamenco ha ido bebiendo de otras artes corporales desde sus inicios, conformándose a medida que iban pasando los años²³. Esto se puede observar en el carácter en brazos y manos procedentes de la escuela bolera²⁴ y en la movilidad de los pies, donde existe cierta semejanza con vocabularios de otras danzas, incluido el ballet¹⁴.

Lo que sí es cierto, que antiguamente mientras se iba forjando el lenguaje dancístico en el flamenco, todos los movimientos se aflamencaban, consiguiendo perder su esencia original, e incorporándose al nuevo vocabulario sin trascender su procedencia.

Sin embargo, en este estudio, se aprecia que las intérpretes más vanguardistas incluyen pasos de otras disciplinas identificándolos a primera vista, por lo que mantienen su condición primaria sin modificaciones significativas. Estos pasos son *degagès*, *arabesques*, *piruetas* en *attitude*, entre otros.

De hecho, los datos muestran que el uso del *en dehors* en el baile flamenco de forma dinámica (pasos, zapateados, giros, movimientos en general), es superior tanto en la actualidad (78,07%), como antes de los años 80 (82,01%), con respecto a formas estáticas (posiciones fijas) con un 21,93% y 17,99% respectivamente (tabla 2).

Además, no todas las bailaoras del período actual usan el *en dehors*. En 2 de los 30 bailes analizados en el período 2000-2015 no se registran ninguno. Por lo que se puede considerar que la formación complementaria en danza clásica, no incide directamente ni es un condicionante imprescindible en el estilismo propio del baile flamenco.

Otro aspecto a destacar del *en dehors* en el baile flamenco es que a diferencia del ballet clásico, no siempre se realiza simultáneamente con ambas caderas. En concreto, sólo un 23.26% de

los *en dehors* de la etapa antigua y 43.34% de la época moderna se hacía bilateralmente (tabla 3). Estos datos denotan nuevamente, mayor influencia de la formación clásica en bailaoras actuales. Se han realizado sobre todo en las fases de movimientos de ambos períodos. Pero con una diferencia, en el período 1930-1980 se realizaban principalmente durante el zapateado, con un 14.81%; mientras que en el período 2000-2015 era en la fase de movimiento, con un 37.59% (tabla 3). Pensamos que esto es debido a que la frecuencia de zapateado del baile flamenco actual es mayor que en el período antiguo¹⁹, y para ello se precisa de una colocación en paralelo o en sexta de los pies.

Por otra parte, se constata que el uso del *en dehors* depende de la técnica que posea la bailaora y no del palo flamenco a interpretar. Así la misma bailaora, tendrá una probabilidad parecida de uso de *en dehors*, independientemente del estilo flamenco ejecutado. Esta afirmación se ve reforzada por el variado elenco de palos analizados en este estudio (tabla 1).

La danza clásica, considerada como base académica de todas las danzas^{25,26}, enriquece al aprendizaje de una correcta colocación corporal, ayuda a girar mejor y a tener mayor libertad de movimiento a través del *en dehors*. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en el ámbito del ballet, el exceso de *en dehors* provoca un índice alto de lesiones²⁶. Si quienes practican el *en dehors* no están anatómicamente diseñados para ejercer este movimiento, sus caderas no rotaran lo suficiente. En estos casos se tiende a girar los pies desde las rodillas para ganar rotación externa, lo cual puede provocar adaptaciones no deseadas en el tren inferior como genu recurvatum²⁵ o rotación tibial²⁷.

Los bailaoros/as están sometidos a grandes exigencias físicas equiparables a las de los deportistas¹⁸ y por tanto son susceptibles de lesión. El zapateado es también un foco de lesiones, ya que los pies sufren constantes impactos de alta intensidad²⁸. La cadera, rodilla, tobillo y pie son los segmentos corporales con mayor probabilidad de lesiones en los bailarines²⁹. Sin embargo, es en la danza española (con utilización del zapato de baile) donde la rodilla es la zona más castigada³⁰, aunque hay que decir, que en la mayoría de los problemas, no tienen origen traumático, si no es un proceso lento que finalmente se convierte en lesión por sobrecarga³³. Por tanto, los practicantes de baile flamenco tienen que tener cierto cuidado a la hora de utilizar el *en dehors* en sus coreografías, ya que si lo potencian

de forma incorrecta, se producen anomalías en torsión de la rodilla y tibia incluyendo a veces, tensión sobre los ligamentos, tendones y otras estructuras blandas²⁹. Si fuerzan las articulaciones de los miembros inferiores con la práctica del *en dehors* sin una técnica adecuada, se producirán entre otras lesiones sobrecarga como periostitis (aparece cuando se exige un *en dehors* de 180° en la pronación del pie, al forzar la rotación externa de las caderas, se producen compensaciones que generaran tensión en estas estructuras) o tendinitis rotuliana (cuando se obligan a las rodillas a rotar más de lo que le permite su fisionomía)³⁰.

Conclusiones

El *en dehors* está presente en el baile flamenco ya desde el segundo cuarto del siglo XX. Posiblemente su introducción se remonte a sus inicios debido a la interrelación con otras danzas.

En los bailes actuales se aprecia una mayor presencia del *en dehors* aunque con adaptaciones específicas al baile flamenco, entre ellas que no se precisa una amplia rotación externa de caderas ni tampoco que sea bilateral.

El *en dehors* no es un recurso técnico primordial en el baile flamenco, pero sí una herramienta que es utilizada para enriquecer el espectáculo, especialmente en los de reciente creación. Esto puede ser debido a que la actual formación académica reglada de las bailaoras integran otras disciplinas dancísticas, entre ellas la danza clásica, danza estilizada, escuela bolera y folclore.

La presencia del *en dehors* en el baile flamenco se encuentra más presente en las fases dinámicas en las estáticas. Esto es debido al relevante papel estético que juegan las extremidades inferiores en la parte dinámica, frente a la importancia del tren superior de la estática.

Aplicaciones prácticas

El *en dehors* no es un elemento técnico específico del baile flamenco, por ello no es necesario trabajar ni asimilar este concepto. No obstante, se recomienda el conocimiento y entrenamiento de este gesto para aumentar el repertorio de recursos coreográficos, acorde con las nuevas tendencias de este arte.

Para conseguir un rendimiento eficaz es fundamental un entrenamiento cognitivo, consciente de las posibilidades y limitaciones anatómicas de cada bailaora. No se debe forzar las estructuras articulares y por tanto, dejar de lado el objetivo clásico de un *en dehors* de 180°. En el baile flamenco este gesto no precisa de tanta amplitud ni tampoco que se realice de forma bilateral.

Referencias Documentales

1. Pappacena F. 2003. Teoría Della danza clásica. Posizioni, pose, ports de bras (Vol.1). (2ªed.) Milan: Gremese editore.
2. Regner OF. 1965. El nuevo libro del ballet. (2ª ed) Buenos Aires: editorial universitaria de Buenos Aires.
3. Lifar S. 1968. La Danza. (2ªed.) Barcelona: Nueva colección labor
4. Deighan 2005. Deighan MA. 2005. Flexibility in Dance. Journal of Dance Medicine & Science 9(1): 13-17.
5. Barba E, Savarese N. 1990. El Arte secreto del Actor. Diccionario de Antropología Teatral. Mexico: Escenología AC.
6. Calvo JB. 1997. Apuntes para una anatomía de la danza. Madrid: Ministerio de Cultura
7. Abad A. 2004. Historia del ballet y de la danza moderna. Madrid: Alianza Editorial.
8. Calais-Germain B. 2004. Anatomía para el movimiento. Tomo I. Barcelona: La liebre de marzo.
9. Howse J. 2002. Técnica de la danza y prevención de lesiones. Badalona: Editorial Paidotribo.
10. Franklin E. 2006. Danza: acondicionamiento físico. Badalona: Editorial Paidotribo.
11. Artero P. 2009. Fisiología de la rótula: factores de riesgo, precauciones. Danzaratte: Revista del Conservatorio Superior de Danza de Málaga, (5), 12-15.
12. Barrios MJ. 2008. Presencia e influencia de la técnica clásica en otros estilos dancísticos: La Danza Contemporánea y la Danza Española. Danzaratte: Revista del Conservatorio Superior de Danza de Málaga 4: 46-49.
13. Martínez T. 1969. Teoría y práctica del baile flamenco. Madrid: Aguilar.
14. Pablo E, Navarro JL. 2007. Figuras, pasos y mudanzas. Claves para conocer el baile flamenco. Córdoba: Almuzara.
15. Salas R. 1992. Encuentro Internacional "La Escuela Bolera". Madrid: INAEM.
16. Marienmma. 1997. Mis caminos a través de la danza. Madrid: Fundación autor.
17. Castro ML. 2004. Introducción al flamenco en el currículum escolar. Madrid: Universidad Internacional de Andalucía/Akal.

18. Cruces C. 2012. Hacia una revisión del concepto "nuevo flamenco". La intelectualización del arte. En: Díaz JM, Escobar FJ, Ventura I. Las fronteras entre los géneros: flamenco y otras músicas de tradición oral. [Actas III Congreso Interdisciplinar Investigación y Flamenco - INFLA]. Sevilla: Universidad de Sevilla. Pp 13-26.
19. Vargas A, Lozano SG, Macara A, González JL, Mora J, Ruiz P. 2008. El esfuerzo físico en el baile flamenco de principios del siglo XX y el actual. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa 1(1): 7-9.
20. Vargas-Macías A. 2009. El baile flamenco: estudio descriptivo, biomecánico y condición física. (2ª edi). Cádiz, Centro de Investigación Flamenco Telethusa.
21. Cairón A. 1820. Compendio de las principales reglas del baile. Madrid: Repullés.
22. Barrios MJ. 2010. La escuela bolera. Método y Análisis. Málaga: Unigraphics.
23. Navarro JL. 2002. De Telethusa a la Macarrona. Bailes andaluces y flamencos. Dos Hermanas: Portada.
24. Navarro JL, Pablo E. 2005. El baile flamenco. Una aproximación histórica. Córdoba: Almuzara.
25. Gomez-Lozano S, Vargas-Macías A. 2010. El En Dehors en la danza clásica: mecanismos de producción de lesiones. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa 3(3): 4-8.
26. Muñoz JJ, Portocarrero R. 2013. Relación entre flexibilidad de los miembros inferiores y compensaciones posturales al sostener la posición de "en dehors" en estudiantes de ballet de la UNMSM. [Tesis Doctoral]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
27. Orta, P. A. (2009). Fisiología de la rótula: factores de riesgo, precauciones. Danzaratte: Revista del Conservatorio Superior de Danza de Málaga (5), 12-15.
28. Vargas-Macías A, Castillo JM, del Rosario J. 2012. Inestabilidad del pie y tobillo en el baile flamenco. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa 5(5): 40-45.
29. Ábalo R. 2013. Las lesiones en la danza. Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista digital 17(176). <http://www.efdeportes.com/efd176/las-lesiones-en-la-danza.htm> . Consultada 12 abr 2015.
30. Cubero EC, Esparza F. 2005. Fisioterapia en la lesión de la danza clásica. Revista de fisioterapia 4(2): 3-15.

Estudio 4

- Título

Análisis de los códigos flamencos del baile por cantiñas según interpretaciones clásicas y actuales.

- Autores

Irene Baena Chicón^{1,2},

M Rosario Fernández-Falero³

Olaia Abadía García-De Vicuña⁴

Alfonso Vargas-Macías⁴

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

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

(3) Departamento de Información y Comunicación. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.

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

- Revista

Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa

- Referencia

Baena-Chicón, I., Fernández-Falero, M. R., Abadía García de Vicuña, O., y Vargas-Macías, A. (2019). Análisis de los códigos flamencos del baile por cantiñas según interpretaciones clásicas y actuales. *Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 12(14), 30–39.
<https://doi.org/10.23754/telethusa.121406.2019>



Artículo Original - DOI: 10.23754/telethusa.121406.2019

Análisis de los códigos flamencos del baile por cantiñas según interpretaciones clásicas y actuales

Analysing flamenco codes in classical and modern versions of cantiñas dance

Irene Baena-Chicón, MA. (1,2) Email: ibaena@alu.ucam.edu

M^a Rosario Fernández-Falero, PhD. (3)

Olaia Abadía García de Vicuña, PhD. (4)

Alfonso Vargas-Macías, PhD. (4)

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

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

(3) Departamento de Información y Comunicación. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.

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

Recibido: 29 abr 2019 / Revisión editorial: 8 may 2018 / Revisión por pares: 24 may 2018 / Aceptado: 25 may 2019 / Publicado online: 29 may 2019

Resumen:

El flamenco no tiene ninguna norma escrita en cuanto a su organización musical y artística, conservándose a través de la transmisión oral. Está basado en la improvisación y espontaneidad. En el baile flamenco, los artistas interactúan a través de una estructura pactada. Además, existen varias pautas como la inclusión de códigos de flamenco como llamadas, desplantes, remates y subidas, así como otros aspectos propios de cada palo. En las cantiñas, estos son el silencio, la castellana, escobilla propia y las bulerías de Cádiz. El objetivo de este artículo consiste en analizar el uso de las claves propias del baile flamenco por cantiñas y su estructura coreográfica para contrastar su distribución en bailes interpretados según la corriente clásica y la actual. Para ello, analizamos 6 bailes por cantiñas de distintas corrientes estilísticas y por género. La presencia del remate y el desplante están en el 100% de todos los bailes estudiados, las llamadas y las subidas en el 66,7% y las patás en el 83,3%. En cuanto a la estructura, se puede destacar que el 100% de coreografías contienen escobilla y bulerías de Cádiz. El silencio es más usado en la escuela ortodoxa con un 66,7% que en la actual. En la muestra estudiada la castellana está presente mayoritariamente en el baile de mujer con un 50% en contraposición del 25% del baile masculino. Aunque actualmente, el baile flamenco está influenciado por otras danzas, es imprescindible conocer todas las claves flamencas para poder comunicarse entre todos los intérpretes durante la actuación.

Palabras Clave:

Baile flamenco, coreografía, zapateado, transmisión oral, códigos de comunicación, estructura.

Abstract:

Flamenco does not follow written rules, but rather is conserved through oral transmission and based on improvisation and spontaneity. In flamenco, the artists follow a structure previously agreed. In addition to features specific to each palo, various established patterns are followed in all these types. Some of these flamenco codes are: llamadas, desplantes, remates and subidas. Aspects specific to the cantiñas are: el silencio, la castellana, and Cádiz style bulerías and escobilla. The aim of this article consists in analysing the flamenco codes in cantiñas and their choreographic structure in order to contrast how they are used differently in classical or modern interpretations. To do this, we analyse six cantiñas dances from various styles and genres. The remate and desplante are present in 100% of the dances analysed. Llamadas and subidas are in 66.7% and patás in 83.3%. With regard to the structure, 100% of the choreographies included Cádiz style bulerías and escobilla. El silencio features more in orthodox schools (66.7%) than in modern trends. In our sample, the castellana is more common in the female dance with 50% compared to 25% in the male version. Although flamenco is influenced nowadays by other types of dance, artists must know all the flamenco codes in order to be able to communicate with each other during the performance.

Keywords:

Flamenco dancing, choreography, footwork, oral transmission, communication codes, structure.

Introducción

El flamenco es uno de los símbolos de identidad de España, concretamente de la región murciana, extremeña y mayoritariamente andaluza. Este género musical se ha desarrollado gracias a la influencia de multitud de culturas que convivieron en esta zona como los tartessos, los fenicios, los griegos, los cartaginenses, los romanos, los visigodos, los bizantinos, los árabes, los africanos, los castellanos, los africanos y los gitanos¹. Esta mezcla ha originado una simbiosis que ha calado de forma universal². Prueba de ello es que desde noviembre del 2010 el flamenco ha sido declarado por la UNESCO como Patrimonio Inmaterial de la Humanidad³, ya que se le considera como un producto de cultura, que se conserva y se transmite de generación en generación.

El arte flamenco se clasifica en palos que son los diferentes estilos que definen cada manifestación artística dada en esta disciplina. Cada uno de ellos tienen sus propias características en cuanto a tonalidad, armonía, métrica, origen y estructura básica (estribillos, falsetas, motivos musicales, remates finales)⁴. En el presente trabajo, vamos a centrarnos en el que se denomina cantiñas.

En Galicia, cantiña, se entiende como una canción popular menor, según el Diccionario de Autoridades. Sin embargo, el verbo cantiñar en Andalucía, significa entonar entre dientes e improvisadamente un canto⁴. Aunque no está muy claro cuál es la etimología exacta, podemos deducir que ésta última está más emparentada con la razón de que este cante se llame así. Las cantiñas es un palo flamenco cuyo origen se contextualiza mayoritariamente en la zona de Cádiz. Los primeros vestigios de folclore en esta ciudad se remontan a los escritos de los clásicos Marcial y Juvenal sobre las bailarinas de Gades⁵. Entre ellas destacó Telethusa, quien cautivó a Patricios y plebeyos con su danza¹. Desde entonces, Cádiz ya se define por su característico aire fresco, lleno de vitalidad y jolgorio. En un ambiente variopinto de mariscadores, pescadores, carniceros y toreros entre otros, se origina el aflamencamiento de toda clase de coplas en el entorno festero tanto en las tabernas portuarias como en las ventas del interior⁵. Precisamente es en Jerez, otro punto importante de la provincia de Cádiz, donde nace el primer cantaor flamenco profesional reconocido: Tío Luis el de la Juliana en el siglo XVIII⁶. Le siguen otros cantaores como El Planeta, primera figura de su tiempo, El Fillo, creador de las cabaes, y ya más

adelante Paquirri El Guanté, cantaor, tocaor y bailaor al que se le atribuye el inicio de la configuración de las soleares y las cantiñas en el siglo XIX⁵. Les siguen una multitud de intérpretes gaditanos, que generación tras generación han divulgado sus propios estilos y sus formas de cantar características de esta provincia.

Este palo tan rítmico, se caracteriza por sus tercios cortos, la ausencia de lamentos y una temática sobre Cádiz, su historia, sus gentes y sus costumbres^{4,7}. Son numerosas las teorías sobre el origen de las cantiñas, teniendo en cuenta que no es un cante estructurado sino formado por distintos estilos que se configuran en cada caso. Su carácter festivo indica que inicialmente estaban incluidas en los cantes de jaleo. Es más, este palo constituye a distintos estilos de procedencia folklórica como las alegrías, el mirabrás, los caracoles y las romeras⁴. Las alegrías de Cádiz es un tipo de cantiña, cuya procedencia está emparentada con la antigua jota gaditana que emergió en el siglo XIX⁸. Esta jota de tipo ligera yailable, era una variante local de las jotas aragonesas y navarras llegadas por boca de los soldados que estuvieron en la Guerra de Independencia^{4,9,10}. Las alegrías o cantiñas de Córdoba son una variante comarcal^{7,11}. La denominación de este palo, alegrías, describe su contenido musical. El mirabrás procede de una canción del Cádiz de las primeras Cortes en la segunda mitad del siglo XVIII. Su nombre deriva del estribillo que remata la copla del mirabrás⁴. Los caracoles, parece ser, están fundamentados en un pregón callejero, en el que se vocifera los caracoles como género mercantil, de ahí su designación. Chacón es el autor de su aflamencamiento. Sin embargo, las romeras deben su nombre a su creador Romero el Tito¹¹, además de que este vocablo se repite en sus letras. Este estilo está basado en leyendas⁵ y son de inspiración campera sin referencias marítimas, a diferencia del mirabrás, los caracoles o las alegrías, que tienden a un contexto urbano. Las cantiñas más conocidas son la Rosa, la de las Mirris o la Contrabandista.

Todas las cantiñas comparten el compás de la soleá. Es el llamado amalgama que consta de 12 tiempos. Está basado en un ciclo rítmico-armónico basado en la combinación de dos células ternarias y tres binarias (3+3+2+2+2) contados en anacrusa¹².

1-2-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10

El modo mayor es el característico de las cantiñas. Sin embargo, el tono menor también apare-

ce en algunas piezas como la parte del silencio, en otras variantes melódicas del cante, como las cantiñas de Córdoba, y sobre todo en el toque de concierto¹³. Pero en general, podríamos decir que se trata de cantes tonales y no modales. Lo que distingue una cantiña de otra, es el uso de melodías definitorias distintas coincidiendo en ritmo¹⁰.

La esencia del flamenco solo podrá entenderse si se conocen los distintos pilares que lo definen: el cante, el toque y el baile. Cada uno de estos aspectos tienen su definición propia, pero entre los tres, crean lo que conforma el arte flamenco. La improvisación y la espontaneidad juegan un papel importante en el flamenco, pero ambas se apoyan en una organización extremadamente estable de la música y la estructura coreográfica¹⁴. La interacción y la comunicación entre el cantaor/a, el/la guitarrista y el bailar/a estructuran esta organización y hacen posible que la improvisación pase desapercibida al espectador. Estas formas de comunicación que tienen lugar en la interpretación flamenca forman parte de la idiosincrasia de este arte. Tradicionalmente, han sido transmitidos de forma oral o vivenciada en la propia convivencia familiar.

El cante es la forma de expresión del cantaor/a. Sucede cuando éste interpreta una letra o el texto que se canta. El toque es la interpretación musical con la guitarra que hace el tocaor/a o guitarrista. La falseta, que realiza el/la guitarrista, es la sección de una breve composición con un sentido musical autónomo¹⁵. El baile flamenco se diferencia de otras danzas por su lenguaje motriz distintivo basado principalmente en el zapateado, y en la forma propia de mover los brazos y las manos⁹.

En el transcurso de los años, el baile flamenco se ha visto influenciado por otras danzas: sobre todo en el siglo XIX por la escuela bolera y la danza popular²; desde finales del siglo XX hasta nuestros días, por la danza contemporánea y de la danza clásica¹⁶. Por esta razón, hoy en día conviven dos tendencias en el baile flamenco: la clásica y la actual¹⁷. La primera se identifica como la corriente tradicional u ortodoxa y persigue la protección de los aspectos expandidos a principios y mediados del siglo XX¹⁸. La segunda se identifica con la experimentación por una búsqueda de nuevos derroteros, provocando una incesante evolución hacia la novedad artística¹⁷. Actualmente conviven las dos escuelas, por lo que el artista decide qué corriente interpretar en cada caso. Aunque el baile flamenco se puede interpretar de forma individual, en parejas y



Fig.1. Bailaora de flamenco

en grupos, en nuestro estudio nos dedicaremos al rasgo individual.

Como se ha mencionado, la espontaneidad y la improvisación son características que definen al arte flamenco. La forma en que interactúan el cante y el toque con el baile no está muy estudiado y se ha mantenido en el tiempo en base a unos parámetros que han sido asumidos como pautas que determina la tradición flamenca. En este sentido se ha comentado que la transmisión oral ha marcado las normas de organización entre intérpretes y maestros con alumnos. Existen unas claves, que facilita la comunicación entre todos durante la actuación en la que se improvisa. Las realiza el bailar/a y atendiendo la información que da al interpretarlas, así le acompañarán con su arte el cantaor/a y el/la guitarrista. Entre estos destacan principalmente la llamada y el remate. La llamada es un aviso para pedir que se cante una letra. Una variante de llamada se denomina patá por bulerías y

se realiza en las letras de ese palo. El remate es una advertencia en la que se informa que se quiere acabar con lo que se esté interpretando ya sea una letra, una falseta o cualquier otra parte coreográfica. También nos encontramos con otro código, el desplante, que es una postura estética con rigor estilístico flamenco que resulta a una parada en la coreografía y la cual indica que es el final absoluto de lo que se esté interpretando. Suele ser los finales de las llamadas, de los remates y de los bailes. Otro de los códigos es la subida, una forma de avisar que se quiere aligerar la velocidad del ritmo en el que se encuentre. La tradición ha marcado las pautas sobre cómo realizar cada actuación y se ha fundamentado básicamente en la alternancia de letra y falseta, configurando así una estructura conocida por todos los artistas. Sin embargo, para las cantiñas, concretamente en las alegrías, se incluyen algunos aspectos que sólo se dan en este tipo de palos: el silencio y la castellana. El silencio es una falseta en modo menor propia de las cantiñas y la castellana, una letra específica denominada juguillo. Se canta siempre después del silencio y antes de la escobilla. Ésta última, es el grupo principal de zapateados que mayoritariamente se realiza en un baile en todos los palos flamencos. Otro de los cánones que marca la tradición estipula que las cantiñas, sobre todo las alegrías, se suelen acabar por bulerías de Cádiz.

Por ello, el objetivo de este artículo consiste en analizar el uso de las claves propias del baile flamenco por cantiñas y su estructura coreográfica para contrastar su distribución en bailes interpretados según la corriente clásica y la actual.

Método y Diseño de la investigación

Muestra

Se han analizado 6 coreografías por cantiñas divididos en dos grupos según la tendencia que pertenecen: 3 bailes del estilo clásico interpretados por 2 bailaoras y 1 bailaor; y 3 bailes en representación de los bailes de vanguardia realizados por 2 bailaoras y 1 bailaor.

Los criterios de inclusión fueron dos: que los bailes a estudiar estuvieran sus registros videográficos disponibles en la red, y que se correspondieran con coreografías individuales, diseñadas para festivales y tablaos. Los criterios de exclusión consistieron en que las bailaoras no vistieran la bata de cola, para que toda la muestra tenga

la misma técnica de base corporal, y que no fueran coreografías para teatro ni para televisión.

Método

Se utilizó la fuente de Youtube para adquirir todo el material audiovisual para su posterior análisis. Tras la descarga del vídeo con la app Amerigo, se utilizó SmartMotion para iPad, que permite visualizar los vídeos fotograma a fotograma.

Para verificar los aspectos indicados por la tradición en una coreografía flamenca, se han estudiado las siguientes variables: la presencia de llamadas, remates, desplantes, subidas, silencios, castellanas, escobillas, patás, bulerías de Cádiz y cantidad de letras de bulerías de Cádiz. Por otro lado, se analizarán la cantidad de compases que duran las llamadas, los remates y las subidas.

Los bailes han sido clasificados en dos grupos según su estilo flamenco: clásicos (también tradicionales u ortodoxos) y vanguardistas (actuales). En el grupo de los clásicos se han incluido aquellos que se relacionan con la corriente tradicional vinculado a los aspectos popularizados a principio y mediados del siglo XX¹⁸. Su técnica de brazos se relaciona con un lenguaje propiamente flamenco y el uso del zapateado es usado puntualmente solo en algunos fragmentos coreográficos. En cambio los bailes vanguardistas se identifican con la experimentación y la búsqueda de nuevas opciones artísticas¹⁷. Utilizan rasgos significativos de la danza contemporánea y motivos creativos de cada artista en la dinámica de movimientos de los brazos. Con respecto al zapateado, se aprecia un uso mayor y es rítmicamente más complejo.

Análisis estadístico

Para el estudio estadístico se utilizó el software SPSS v.15 para Windows (SPSS inc., Chicago, IL, USA), realizándose un análisis estadístico descriptivo (media, mínima, máxima y desviación típica). También se realizó una distribución de frecuencias de las variables analizadas.

Resultados

Tras estudiar la coreografía de los 6 bailes por cantiñas, con respecto a los códigos flamencos obtenemos que el 66,7% de los bailes presen-

tan llamadas y subidas indistintamente, el 100% usan los remates y también aparecen desplantes en todos ellos. La presencia de las patás se encuentra en el 83,3% del total. En cuanto a la estructura que dice la tradición que caracteriza a las cantiñas, en el 50% de los bailes analizados se incluye el silencio y en el 33,3% la castellana. En el 100% de los casos, se interpreta la escobilla y las bulerías de Cádiz.

A continuación, vemos en la tabla 1 la representación de los valores obtenidos sobre la presencia de cada variable según la tendencia estilística y el uso frecuentado por género.

La comparativa descriptiva de los resultados obtenidos se muestra en la tabla 2, donde se exponen los valores de media y desviación típica de todas las variables tanto en la totalidad de bailes (n=6), según los estilos (n=3 y n=3) y por género (n=4 y n=2) respectivamente.

Tabla 1. Presencia de cada variable según el estilo y el género.

	Clásica n (%)	Vanguardia n (%)	Hombre n (%)	Mujer n (%)
Llamada	3 (100%)	1 (33,3%)	3 (75%)	1 (50%)
Remate	3 (100%)	3 (100%)	4 (100%)	2 (100%)
Desplante	3 (100%)	3 (100%)	4 (100%)	2 (100%)
Subida	2 (66,7%)	2 (66,7%)	3 (75%)	1 (50%)
Patá	2 (66,7%)	3 (100%)	3 (75%)	2 (100%)
Silencio	2 (66,7%)	1 (33,3%)	2 (50%)	1 (50%)
Castellana	1 (33,3%)	1 (33,3%)	1 (25%)	1 (50%)
Escobilla	3 (100%)	3 (100%)	4 (100%)	2 (100%)
Bulerías de Cádiz	3 (100%)	3 (100%)	4 (100%)	2 (100%)

Tabla 2. Media y desviación típica de las variables según el total de bailes, por estilo y por género.

	Total	Clásica	Vanguardia	Hombre	Mujer
Llamada	1,83±1,72	3,33±0,58	0,33±0,58	2,00±1,83	1,50±2,12
Remate	4,83±1,72	3,67±1,53	6,00±1,00	4,50±1,73	5,50±2,12
Desplante	4,50±1,97	3,67±2,52	5,33±1,15	5,00±1,15	4,50±2,12
Subida	1,00±1,10	1,33±1,53	0,67±0,58	1,25±1,26	0,50±0,71
Patá	0,67±1,21	2,00±2,00	5,00±2,65	0,25±0,50	1,50±2,12
Silencio	0,50±0,55	0,67±0,58	0,33±0,58	0,50±0,58	0,50±0,71
Castellana	0,33±0,52	0,33±0,58	0,33±0,58	0,25±0,50	0,50±0,71
Escobilla	1,17±0,41	1,00±0,00	1,33±0,58	1,00±0,00	1,50±0,71
Bulerías de Cádiz	2,83±0,75	2,67±0,58	3,00±1,00	2,75±0,96	3,00±0,00

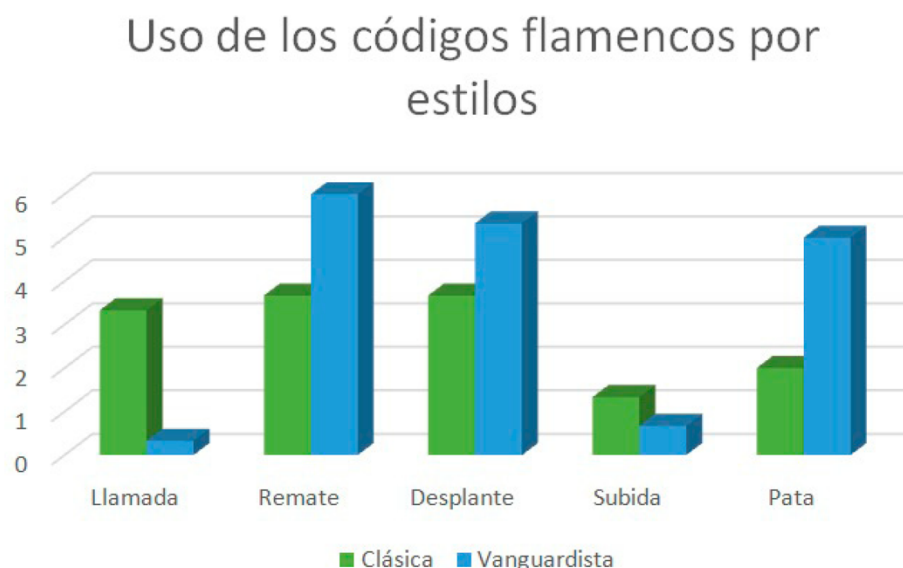


Fig.2. Evolución del uso de los códigos flamencos según la tendencia más ortodoxa y la más moderna a través de la media.

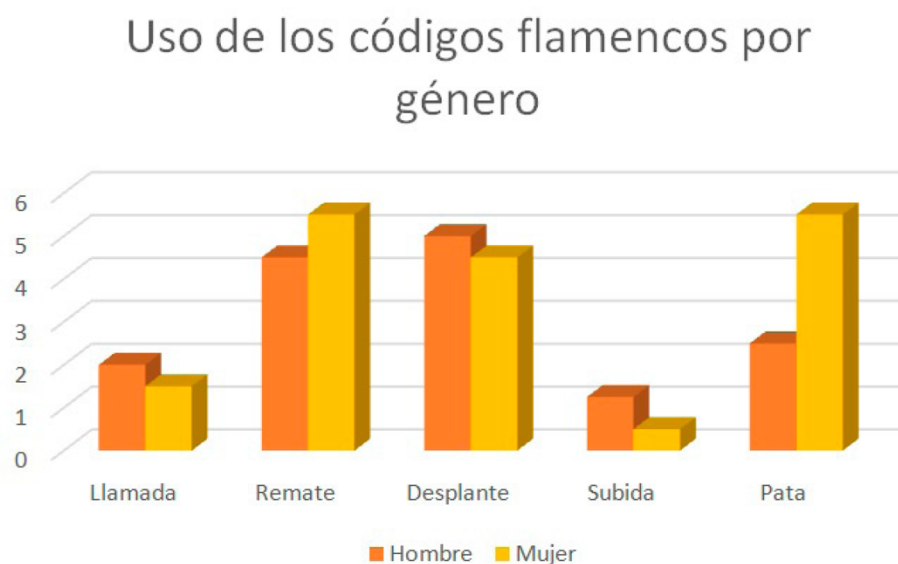


Fig. 3. Comparativa del uso de los códigos flamencos por género a través de la media.

En las siguientes gráficas, podemos observar cómo ha evolucionado el uso de los códigos flamenco según la escuela (Figura 2) y el género (Figura 3).

A continuación, se presentan los resultados sobre la duración de los códigos flamencos. Estos están analizados por compases, que es la uni-

dad métrica que se utiliza en el flamenco. En la tabla 3 se muestran los datos logrados sobre la media del número de compases de cada código flamenco en los bailes estudiados, por la tendencia estilística y por género.

Tabla 3. Media y Desviación típica de los compases que dura cada código flamenco en el total de los bailes analizados, por estilo y género.

	Total	Clásica	Vanguardia	Hombre	Mujer
Llamada	1,46±1,18	1,81±0,88	2,07±1,15	1,85±1,16	1,17±1,65
Remate	1,74±0,56	1,35±0,41	2,13±0,39	1,66±0,45	1,91±0,93
Subida	0,78±0,65	0,89±0,84	0,67±0,58	0,68±0,69	0,50±0,71
Patá	1,54±1,00	4,17±1,28	3,66±0,58	2,86±1,32	1,88±0,18

Por último, se presenta en la tabla 4 la presencia del número de letras por bulerías de Cádiz que aparecen en los bailes analizados, inclu-

yendo los valores obtenidos por escuela estilística y género.

Tabla 4. Presencia del número de letras de bulerías de Cádiz en el total de bailes y según la corriente estilística y género.

Número de letras bulerías de Cádiz			
	Media DT	Max	Min
Total	2,83±0,75	4	2
Clásica	2,67±0,58	3	2
Vanguardia	3,00±1,00	4	2
Hombre	2,75±0,96	4	2
Mujer	3,00±0,00	3	3

Discusión

La finalidad de esta investigación es analizar el uso de las claves propias del baile flamenco por cantiñas así como su estructura coreográfica. Con este análisis se pretende comparar su distribución en bailes interpretados según su corriente ya sea la clásica o contemporánea. En este sentido, pocos estudios se han realizado al respecto. Hasta donde tenemos conocimiento, sólo se ha hecho un trabajo de este estilo donde se analiza reflexiona las características coreográficas del baile del taranto en el ámbito profesional y académico¹⁹. Por ello y a pesar de que la muestra de este estudio no es lo suficientemente significativa y por tanto el carácter limitado de sus resultados, creemos que este análisis puede servir como inicio de una prospectiva futura con una muestra más amplia así como al estudio de otros palos flamencos.

Respecto a la estructura coreográfica del baile por cantiñas, los resultados nos indican que la totalidad de los bailes estudiados, tanto de estilo clásico como actual, presentan escobilla y bulerías de Cádiz tal y como estipulan los cánones tradicionales. Resaltar que la escobilla forma la parte central de los bailes de todos los palos flamencos, no sólo de las cantiñas. Se comprueba que efectivamente es condición fundamental para cualquier intérprete incluirla en sus actuaciones. Es cierto que no hay reglas exactas ni formales para ninguna coreografía flamenco, pero en nuestro estudio se confirma que todos los bailes estudiados por cantiñas acaban en bulerías de Cádiz. Siendo 2 el mínimo de letras que se incluyen hasta 4. Las bailaoras analizadas tienen una media 3,00±0,00 letras por baile, frente al hombre con un 2,75±0,96. También, se observa que en la estética más actual, la presencia de estas letras es superior a la

de la escuela clásica, una media de $3,00 \pm 1,00$ frente a $2,67 \pm 0,58$.

Con respecto a los fragmentos coreográficos exclusivos de las cantinas, el 50% de los bailes analizados contiene el silencio y en el 33,3% la castellana. Según nuestro estudio, en los bailes de corte clásico permanece la presencia del silencio como dicta la tradición en 66,7%, mientras que en los estilos más actuales no pasa de 33,3%. Sin embargo, el género no interviene en su frecuencia de uso ya que obtienen 50% tanto los bailaores como las bailaoras. De acuerdo con la castellana, la corriente estilística no afecta en su uso, obteniendo el resultado de 33,3% cada una. Por otro lado, se aprecia una tendencia en su frecuencia de 50% de las bailaoras frente al 25% de los bailaores. Ortiz²⁰ señala que en el flamenco, aunque todo parezca natural, improvisado y espontáneo, existen unas reglas inexorables limitados por el ritmo. Defiende, además, que el arte que hoy conocemos se ha ido transmitiendo por generaciones ya sea por azar, genio, curiosidad e ineludiblemente, por la necesidad de mercado. Por lo tanto, este puede ser el motivo por el que no siempre se cumple lo que Pablo y Navarro recogen en su trabajo sobre los rasgos propios de este baile²¹, la obligatoriedad de que las cantinas contengan silencio, castellana y bulerías de Cádiz. Arranz aborda esta cuestión afirmando que el flamenco como cualquier arte, va evolucionando y crea nuevas líneas de investigación, experimentación y como no, de conservación.

Otro de los parámetros analizados son los códigos de comunicación. Estas claves permiten interactuar a los artistas que interpretan el baile flamenco. En el 100% de las muestras, se utilizan los remates y los desplantes. Con estos datos se entiende que el bailar/a quiere dejar bien claro cada vez que desea terminar un fragmento coreográfico: con el aviso del remate y la rotundidad del desplante. El uso del remate tiene una media de $4,83 \pm 1,72$ según las muestras, sin embargo, su presencia en los bailes más actuales sube a $6,00 \pm 1,00$ en contraposición con los más clásicos que se reduce casi a la mitad con $3,67 \pm 1,53$. Este alza concuerda con estudios que afirman que en la actualidad se tiende a zapatear más^{17,22}. También, se puede comprobar que mientras en la escuela clásica la escobilla aparece sólo 1 vez, en la moderna se presenta con valores algo superiores, con una media de $1,33 \pm 0,58$. Esto demuestra tendencia actual a un mayor uso del zapateado, como ya atestiguan Cruces¹⁷ y Brao¹⁹. Por otro lado, las bailaoras de nuestro estudio demuestran su técnica de za-

pateado superando en número de remates a los hombres, $5,50 \pm 2,12$ frente a $4,50 \pm 1,73$, casi un remate más por baile. Este dato se ajusta a la idea que la mujer de hoy en día, se está acercando a la técnica virtuosa, que en épocas pasadas, sólo daba cabida a los hombres^{17,21}. En los tratados no escritos, se establecía que el baile de la mujer se identificaba con el baile de cintura para arriba (movimientos de caderas, tronco, brazos y manos) y los hombres con cintura para abajo, es decir el zapateado^{17,21,22}. Pese a todo, hubo en la historia algunas excepciones como Carmen Amaya, Salud Rodríguez y Trinidad Huertas La Cuenca¹. No obstante, no ocurre lo mismo con los desplantes pues su uso se reduce ligeramente pasando de un $5,00 \pm 1,15$ a $4,50 \pm 2,12$. La diferencia significativa se alza en el tipo de estética ya que la más moderna presenta $5,33 \pm 1,15$ más que la clásica con $3,67 \pm 2,52$. Si tenemos en cuenta que los desplantes suelen estar en los finales de los remates, no es raro observar que tanto el uso de los remates y los desplantes alcanzan sus valores más altos en la misma corriente estilística, la vanguardista o actual.

Las llamadas y subidas aparecen en el 66,7% de los bailes. La diferencia más significativa que encontramos en la presencia de las llamadas se aprecia en la escuela clásica con $3,33 \pm 0,58$ frente al $0,33 \pm 0,58$ de la actual. Sin embargo en el uso por género las mujeres lo presentan menos que los hombres, $1,50 \pm 2,12$ y $2,00 \pm 1,83$ respectivamente. Podemos observar que las subidas tienen el mismo comportamiento que las llamadas. Es en la escuela clásica donde predomina con más del doble, $1,33 \pm 1,53$ frente a $0,67 \pm 0,58$ de la actual. Sin embargo, se diferencia en el uso de las subidas por género ya que las mujeres presentan menos de la mitad con $0,50 \pm 0,71$ frente a los hombres con $1,25 \pm 1,26$. Con estos datos se confirma que en el uso de las llamadas y subidas los intérpretes clásicos se ajustan más a los cánones clásicos del baile. Estos resultados corroboran los planteamientos de Arranz²³ y Vargas²⁴ quienes sostienen que la llamada, remate, escobilla y desplante, entre otros, forman parte de la estructura del baile^{23,24} y reflejan que su presencia es notable en cada baile analizado.

Las patás por bulerías aparecen en el 83,3% de las coreografías. Si relacionamos este dato con el 100% de presencia de bulerías de Cádiz en todas las muestras, se deduce que hay artistas que no la practican y prefieren hacer simplemente marcajes, movimientos corporales característicos del flamenco. Son las mujeres las que más la ejecutan con un $1,50 \pm 2,12$ frente a los hom-

bres con $0,25 \pm 0,50$. Sin embargo, es en el estilo más actual donde la presencia de las patás se dispara a $5,00 \pm 2,65$, en contra a la más ortodoxa con $2,00 \pm 2,00$. Se confirma que las patás por bulerías es una tendencia que está muy en boga por todos los artistas actuales.

Podemos decir teniendo en cuenta la Figura 2, que la coreografía flamenca de las cantiñas ha ido evolucionando con los años, a una mayor presencia del remate, el desplante y la patá, ante un importante receso de uso en la llamada y algo menos en la subida por baile.

En la Figura 3 se identifica significativamente al baile femenino con el uso de la patá por bulerías y los remates. Sin embargo, aunque no haya mucha diferencia, es el bailaor quien utiliza más a menudo el resto de claves: llamadas, desplantes y subidas.

Respecto a la duración de los códigos flamencos, hasta donde se tiene conocimiento no existe ninguna norma escrita que dicte la duración de cada fragmento coreográfico en el baile flamenco²⁵. Sin embargo, las tendencias actuales se inclinan por alargar su duración, sobre todo los remates y algunas llamadas. La bailaora Merche Esmeralda afirma en el trabajo de Cordowinus al respecto que hoy en día se abusa de la percusión de los pies²⁶. Nuestro estudio confirma este planteamiento pues en la escuela vanguardista, la llamada dura $2,07 \pm 1,15$ compases y el remate $2,13 \pm 0,39$ compases. Mientras que en la escuela clásica la llamada tiene una duración de $1,81 \pm 0,88$ compases y el remate de $1,35 \pm 0,41$ compases. En contraposición, la duración de las subidas y las patás por bulerías desciende en la corriente moderna, durando las subidas $0,67 \pm 0,58$ compases y las patás por bulerías $3,66 \pm 0,58$ compases; frente a la escuela ortodoxa, con un tiempo transcurrido de $0,89 \pm 0,84$ compases para las subidas y $4,17 \pm 1,28$ compases para las patás por bulerías.

La duración de los remates del baile femenino es más larga ($1,91 \pm 0,93$ compases) que, en el masculino, y esto refuerza los datos anteriormente expuestos, la presencia de remates es mayor tanto en número como en duración en el baile de la mujer. Por otro lado, las mujeres emplean más patás por bulerías que los bailaores, pero con una duración menor, $1,88 \pm 0,18$ compases frente a $2,86 \pm 1,32$ compases de ellos. Otra de las diferencias por sexo es que el baile masculino dedica más compases para realizar las llamadas con $1,85 \pm 1,16$ y las subidas con

$0,68 \pm 0,69$, frente al femenino con $1,17 \pm 1,65$ y $0,50 \pm 0,71$ respectivamente.

Conclusiones

A pesar de las limitaciones del estudio por el tamaño de la muestra, se constata de comunicación están presentes en mayor o menor medida en las muestras coreográficas estudiadas. Por ello su estudio puede que sea relevante para optimizar la comunicación entre los intérpretes mientras se improvise durante la actuación, tanto para artistas del baile, como del cante y del toque. Si alguno de los artistas no conoce estas claves, posiblemente perjudique seriamente la interpretación.

Se aprecia también que los estilos más vanguardistas tienden a hacer un mayor uso del zapateado que los más tradicionales, tanto en el número de veces que es usado como en su duración. La mujer, además, en algunos casos como en los remates, manifiesta niveles superiores a los hombres.

Sin embargo, con respecto a la estructura coreográfica de las cantiñas no se puede confirmar todas las premisas de los cánones tradicionales en la limitada muestra estudiada. La aparición de la castellana no es frecuente, aunque el silencio es más habitual. En contraposición, la escobilla y las bulerías de Cádiz están presentes en todas las coreografías.

Gracias a este tipo de trabajos se puede dejar constancia de la evolución de un arte vivo como el flamenco que no suele registrarse transcripciones escritas y en el que apenas existen investigaciones. Se aprecia la necesidad de investigaciones similares y con una muestra más amplia que abarquen coreografías de otros palos para que sirvan de referencia a bailaores/as y coreógrafos/as flamencos.

Referencias documentales

1. Navarro JL. 2002. De Telethusa a la Macarrona. Bailes andaluces y flamencos. Sevilla: Portada.
2. Navarro JL, Pablo E. 2005. El baile flamenco. Una aproximación histórica. Córdoba: Almuzara.
3. UNESCO. 2010. Flamenco. Intangible Cultural Heritage. <https://ich.unesco.org/en/RL/flamenco-00363?RL=00363> . Consultada 10 mar 2018.
4. Roldán Fernández JM. 2007. La larga familia del flamenco. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.
5. Ríos Ruiz M. 1997. Jerez, Cádiz y Los Puertos, cunas flamencas. En: Rito y geografía del cante. Murcia: Alga Editores.
6. Núñez F. 2011. Flamencopolis. <http://www.flamencopolis.com/> . Consultada 12 mar 2018.
7. Vergillos J. 2002. Conocer el flamenco, sus estilos, su historia. Sevilla: Signatura de Flamenco.
8. Ríos M. 1989. Breve antología del cante flamenco. Sevilla: Ediciones el carro de la nieve.
9. Baena-Chicón I. 2018. El uso de la llamada y del remate en la coreografía de una letra por alegrías de Cádiz. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa 11(13): 12-21. doi:10.23754/telethusa.111304.2018
10. Hurtado A, Hurtado D. 2009. La llave de la música flamenca. Sevilla: Signature Ediciones.
11. Martínez J. 2010. El cante flamenco. 2ª ed. Córdoba: Almuzara.
12. Berlanga MÁ. 2014. La Originalidad Musical Del Flamenco : El Compás. Sinfonía Virtual. Revista de música y reflexión musical 16: 1-20.
13. Jiménez de Cisneros B. 2015. Ritmo y Compás. Análisis musical del flamenco. 2ª ed. Barcelona: Atrilflamenco.com.
14. Mora J, Gómez F, Gómez E, Díaz-Báñez JM. 2016. Melodic Contour and Mid-Level Global Features Applied to the Analysis of Flamenco Cantes. J New Music Research 45(2):145-159. doi:10.1080/09298215.2016.1174717
15. Gamboa JM, Núñez F. 2007. Flamenco de la A a la Z: Diccionario de Términos Del Flamenco. Madrid: Espasa Libros, S.L.
16. Baena-Chicón I, Vargas-Macías A, Gómez-Lozano S. 2015. Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa 8(9):19-28.
17. Cruces C. 2003. Antropología y Flamenco: Más Allá De La Música (II). Sevilla: Signatura.
18. Baena-Chicón I. 2016. Tratamiento Coreográfico en el Baile Flamenco. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa 9(11):11-14.
19. Brao E. 2014. Baile flamenco: observación y análisis del taranto en los ámbitos profesional y académico. Reflexión y metodología. [Tesis doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia.
20. Ortiz J. 2010. Alegato contra la pureza. Madrid: Ediciones Barataria
21. Pablo E, Navarro JL. 2007. Figuras, pasos y mudanzas : Claves para conocer el baile flamenco. Córdoba: Almuzara.
22. Martínez T. 1969. Teoría y práctica del baile flamenco. Madrid: Aguilar.
23. Arranz Á. 2012. El baile flamenco. 2ª ed. Madrid: Librerías Deportivas Esteban Sanz S.L.
24. Vargas A. 2009. El baile flamenco: estudio descriptivo, biomecánico y condición física. Cádiz: Centro de Investigación Flamenco Telethusa.
25. Granados M. 2010. Estilo y análisis musical del flamenco. Aplicado a la guitarra flamenca. Barcelona: Maestro Flamenco S.L.
26. Cordowinus N. 2007. Tradición y experimentos en el baile flamenco: Rosa Montes y Alberto Alarcón. Barcelona: Ediciones Carena.

Estudio 5

- Título

Variación de la posición del centro de gravedad en una bailaora profesional durante el zapateado flamenco.

- Autores

Wanda Forczeck¹

Irene Baena-Chicón²

Alfonso Vargas-Macías³

(1) Departamento de Biomecánica. Universidad de Educación Física. Cracovia, Polonia.

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

(3) Departamento de Actividad Física y Salud. Centro de Investigación Flamenco Telethusa. Cádiz, España.

- Revista

Revista Centro Investigación Flamenco Telethusa

- Referencia

Forczek, W., Baena-Chicón, I., y Vargas-Macías, A. (2016). Variación de la posición del centro de gravedad en una bailaora profesional durante el zapateado flamenco. *Revista Centro Investigación Flamenco Telethusa*, 9(10), 30–36.



Artículo Original / 091008-2016

Variación de la posición del centro de gravedad en una bailaora profesional durante el zapateado flamenco

Variations of the center of mass position in a female professional flamenco dancer during flamenco footwork

Wanda Forczek, PhD (1)

Irene Baena-Chicón, MA (2)

Alfonso Vargas-Macías, PhD(3) Email:vargas@flamencoinvestigacion.es

(1) Departamento de Biomecánica. Universidad de Educación Física. Cracovia, Polonia.

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

(3) Departamento de Actividad Física y Salud. Centro de Investigación Flamenco Telethusa. Cádiz, España

Recibido: 13 abr 2016 Revisión editorial: 22 abr 2016 Revisión por pares: 11 may 2016 Aceptado: 21 may 2016 Publicado online: 25 may 2016.

Resumen

El centro de gravedad es el punto donde confluyen las fuerzas resultantes del peso de todos y cada uno de los segmentos corporales. El estudio de la trayectoria de este punto es de gran relevancia para determinar parámetros de carácter cinemáticos, dinámicos y el nivel de eficiencia en la ejecución del gesto técnico. El objetivo de este trabajo es estudiar con un sistema de captura del movimiento por cámaras de infrarrojo, la variación de posición del centro de gravedad de una bailaora profesional de baile flamenco durante un test de zapateado flamenco. Se trata de un estudio de caso único, una bailaora profesional de flamenco (33 años, 59 kg, 1.65m) que ha ejecutado el test de zapateado ZAP-3, en el que se repiten secuencias de 6 zapateados con ambos pies durante 15 segundos. El test ha sido registrado con un sistema óptico de captura del movimiento Vicon (Oxford Metrics Ltd.; Oxford, UK) compuesto por 5 videocámaras de infrarrojo. La participante portaba 35 marcadores colocados según una modificación del modelo de Golem. Entre los resultados obtenidos se encuentra el rango de movimiento de la trayectoria del centro de gravedad: 0.136 m en movimientos anteroposteriores, 0.105 m en laterales y 0.018 m en verticales. La trayectoria del centro de gravedad durante cualquier actividad guarda una estrecha relación con el gasto energético empleado y es especialmente importante en el baile flamenco. Los resultados obtenidos muestran oscilaciones suaves del centro de gravedad durante el zapateado en los tres planos. Esto refleja la estrategia del sujeto para optimizar el gasto energético gracias a una eficiente reequilibración corporal. El hecho de mantener una posición estable mientras se realizan zapateados a tan alta frecuencia, refleja una alta competencia de la bailaora que es profesional desde hace 17 años.

Abstract

The center of mass is the point where the forces of the weight of all and each of the body segments converge. The study of its trajectory is of great importance to determine the kinematic and the dynamic parameters as well as the level of efficiency in the technical gesture. The aim of this paper is to study the center of mass trajectory of a female professional flamenco dancer during a flamenco footwork test. It is a case report where a female professional flamenco dancer (33 years, 59 kg, 1.65m) has participated. The footwork test ZAP-3 was made. It consists of sequences of 6 repeated steps with both feet during 15 seconds. The test has been recorded with an optical motion capture Vicon system (Oxford Metrics Ltd.; Oxford, UK) and 5 infrared video cameras have been used. A total of 35 markers have been placed on the participant according to a modification of the Golem model. The results show the following ranges of the center of mass trajectory: 0.136 m in anteroposterior movement, 0.105 m in lateral and 0.018 m in vertical displacements. Center of mass position during any kind of movement is important regarding the process of energy expenditure. This plays a crucial role in flamenco dancing. The results of our study revealed smooth oscillations of the center of mass in all three planes. It reflects the subject's strategy to optimize the energy waste due to an efficient body balancing. Stable position while performing very dynamic footwork shows high proficiency of the subject who has been a professional dancer for 17 years.

Keywords Flamenco dancing, Footwork frequency, Biomechanics, Infrared, Vicon

Palabras Clave Baile flamenco, Frecuencia de zapateado, Biomecánica, Infrarrojos, Vicon.

Introducción

El centro de gravedad (CDG) de un objeto o cuerpo es el lugar en el que se anulan todas las fuerzas derivadas de su peso. Es por tanto un punto de equilibrio en el que se concentra todo el peso del objeto o cuerpo si fuera comprimido desde todas direcciones a la vez¹.

En el caso del cuerpo humano, articulado y con extremidades, el CDG es el punto donde confluyen todas las fuerzas resultantes de todos sus segmentos corporales². La ubicación del CDG en el cuerpo humano no es un lugar fijo sino que variará en función de la disposición espacial de sus diferentes segmentos^{1,3}. En posición anatómica el CDG estaría centrado en una sección transversal a nivel de la quinta vértebra lumbar⁴ o la segunda vértebra sacra⁵ según la literatura científica consultada. Si se modifica la disposición corporal, la ubicación del CDG variará, de forma que podría localizarse incluso fuera del mismo^{1,3}.

Pero la ubicación del CDG puede variar en función de muchos otros factores. Entre ellos la edad, los niños pequeños tienen mayor proporción de peso en la cabeza que los adultos y menos en el tren inferior, de forma que su CDG está más cerca a la cabeza que en los adultos⁶. Las diferencias anatómicas entre el hombre y la mujer también condicionan la posición del CDG, en el hombre suele estar a un 56,18% de su talla mientras que en la mujer está algo más bajo, a un 55,44%³. Un mayor nivel de hipertrofia en el tren superior o inferior también puede influir en la altura del CDG⁷. De igual forma, el uso de implementos o material deportivo puede repercutir en la variación de la posición del CDG³.

El estudio de la trayectoria que describe el CDG es un recurso muy usado en biomecánica deportiva. Ayuda a determinar la eficiencia en la ejecución del gesto y valorar si el gasto energético empleado es acorde a las exigencias motrices de la actividad⁸. A su vez, es de gran relevancia para determinar parámetros deportivos de carácter cinemáticos y dinámicos⁹⁻¹².

El baile flamenco es una actividad física que exige grandes demandas de esfuerzo equiparables a deportes de élite¹³. Como consecuencia de ello, la práctica profesional de esta danza está muy relacionada con casos de lesiones, principalmente en el pie y la espalda¹³⁻¹⁷. Por ello, conocer el comportamiento del CDG es una información muy relevante que permite ampliar el repertorio descriptivo de esta actividad y ayudar

a entender las peculiaridades técnicas de esta danza con la intención de mejorar el rendimiento de los profesionales del baile flamenco.

Técnicamente, la coreografía del baile flamenco se divide en dos partes bien diferenciadas: braceado y zapateado. En el braceado, el protagonismo expresivo se centra en el tronco y brazos. La ubicación del CDG dependerá de la posición de estos segmentos corporales llegando a situaciones extremas como en los quiebros, como consecuencia de la hiperextensión de tronco que se adquiere en estas figuras. Por el contrario, durante el zapateado, el protagonismo escénico se traspasa al tren inferior. Los pies y el sonido producido al golpear el suelo de forma rítmica y controlada toman el protagonismo. En las escobillas, fases rápidas del zapateado, se alcanzan frecuencias de hasta 12 zapateados por segundo (zap/s)¹³ y los pies adquieren velocidades de hasta 5,78 m/s¹⁸.

El baile flamenco es una actividad física que se realiza con un calzado rígido de tacón, que normalmente oscila entre 0.05 y 0.07 m. Zapatear a altas frecuencias con un calzado así, requiere de una pequeña semi-flexión de caderas y rodillas, acompañada de una ligera retroversión pélvica¹³. Además, la estética escénica del flamenco requiere que en las fases de zapateado la espalda está erguida y las caderas se mantengan a la misma altura del suelo, sin subidas ni bajadas bruscas ni movimientos de reequilibración. La espalda tiende a permanecer recta, anulando la curvatura lumbar y evitando vaivenes laterales que compensen la alternancia de la ejecución de un pie con el otro^{13,14}. Por ello, el estudio de la trayectoria del CDG es de gran importancia para este tipo de baile ya que aporta información biomecánica muy relevante para optimizar la carrera profesional de esos bailaores.

Hasta donde tenemos conocimiento, el único estudio sobre la variación de posición del CDG en el baile flamenco, estima que durante el zapateado la altura en el plano sagital oscila 0.0322 $\pm$ 0.0115 m. a una frecuencia media de 11,44 zap/s¹⁹.

El objetivo de este trabajo es estudiar con un sistema de captura del movimiento por cámaras de infrarrojo, la variación de posición del CDG de una bailaora profesional de baile flamenco durante un test de zapateado flamenco.

Material y Método

Muestra

En el estudio ha participado una bailaora de flamenco (33 años, 59 kg, 1.65 m), profesional desde hace 17 años y que dedica unas 17 horas semanales al baile flamenco. La altura del tacón empleado durante la prueba de campo ha sido de 0.06 m. La bailaora ha recibido información del proceso de estudio y ha firmado un escrito de consentimiento. El estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (España).

Método y Diseño de la investigación

Se trata de un estudio de caso único en el que la bailaora ejecutó el test de zapateado ZAP-3^{13,16}. Esta prueba consiste en repetir durante 15 s, una secuencia de zapateados a la máxima velocidad y con el mayor sentido rítmico posible. La secuencia de zapateados es familiar para los profesionales de flamenco porque es usada con otras durante, los calentamientos y en su preparación física y técnica. Consiste en un encadenamiento de 6 zapateados, formado por cuatro gestos técnicos distintos que se repiten alternativamente con cada pie:

- 1º: Zapateado de planta (P): con un antepié manteniendo el retropié elevado
- 2º: Zapateado de Tacón-plata (TP): ese mismo pie mantiene su antepié en el suelo mientras golpea con el tacón.
- 3º: Zapateado de Tacón (T): el pie contrario golpea con el tacón manteniendo el antepié elevado.
- 4º: Zapateado de Tacón-planta (TP): con el mismo pie que el 2º golpe.
- 5º: Zapateado de Punta (PNT): zapateado con el mismo pie derecho que el 3º golpe.
- 6º: Zapateado de Tacón-planta (TP): con el mismo pie que el 2º golpe.

Una vez finalizada la secuencia se repite con el pie contrario. La prueba se llevó a cabo en el Laboratorio de Biomecánica de la Universidad de Educación Física de Cracovia (Polonia). El trabajo ha consistido en un estudio de fotogrametría tridimensional con un sistema óptico de

captura del movimiento Vicon (Oxford Metrics Ltd.; Oxford, UK). El sistema estaba compuesto por 5 videocámaras de infrarrojo que registraban los movimientos de 35 marcadores colocados sobre la piel y vestimenta de la participante. Para la colocación de estos marcadores se siguió una modificación del modelo de Golem, la distribución de los marcadores fue la siguiente: 4 en la cabeza, 4 en el tronco, 3 en la pelvis, 7 en cada extremidad superior y 5 en cada extremidad inferior.

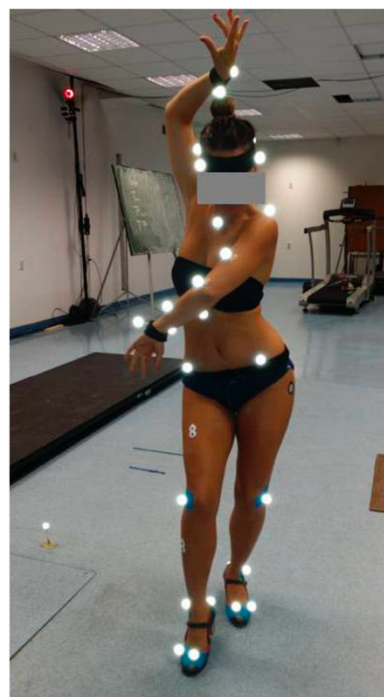


Fig. 1 Muestra de la colocación de los marcadores.

Previamente, los siguientes datos antropométricos de la participante fueron registrados: longitud de ambas piernas, anchura de ambas rodillas, anchura del tobillo izquierdo y anchura de la pelvis (tomando como referencia la distancia entre las espinas ilíacas anterosuperiores).

Antes de la realización del test, se registraron los valores medios de la posición estática del CDG de la participante (S). Posteriormente, durante el test de zapateado ZAP-3, se registraron los valores instantáneos y medias del desplazamiento lateral, vertical y horizontal del CDG (ensayos dinámicos - D).

Análisis estadístico

Se ha realizado un análisis estadístico descriptivo con distribución de frecuencias de las variables analizadas, todos los valores obtenidos están normalizados y expresados en porcentaje. Se ha empleado el software Microsoft Office Excel 2007 (Microsoft, Redmond, WA, USA).

Resultados

Durante los 15 s de duración del test de zapateado, la bailaora zapateó a una frecuencia media de 12 zap/s llegando a contabilizar 180 zapateados en total.

En la figura 2 se recogen los desplazamientos hacia delante y hacia detrás del CDG en el plano transversal. En general se aprecia una trayectoria bastante suave durante todo el tiempo con un ligero aumento en el momento final. El rango de desplazamiento hacia delante y detrás fue de 0.136 m. La diferencia entre los valores medios de las posiciones estáticas y dinámicas fueron de 0.4293 m.

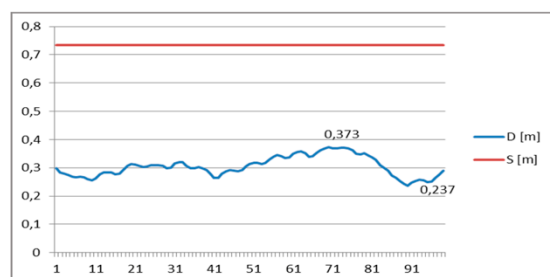


Fig. 2 Desplazamiento anteroposterior del CDG en estático (S) y en dinámico (D)

En la figura 3 se muestra las oscilaciones del CDG en el plano frontal, donde se identifican los movimientos realizados de izquierda a derecha. La trayectoria seguida por el CDG es regular con las subidas y bajadas lógicas derivadas del cambio de apoyo entre una y otra extremidad durante el zapateado. Se observa que el rango (la diferencia entre el valor máximo y mínimo) es de solo 0.105 m, mientras que las diferencias entre los valores medios en condiciones estáticas y dinámicas es de 0.24736 m.

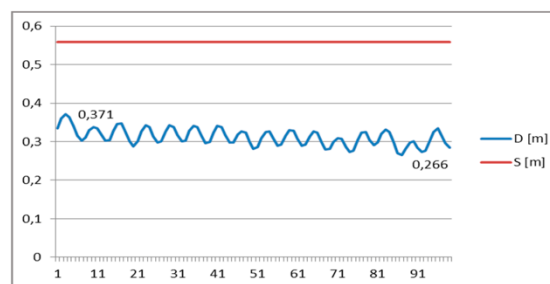


Fig. 3 Desplazamiento lateral del CDG en estático (S) y en dinámico (D)

En la figura 4 se muestran las oscilaciones del CDG en el plano sagital, donde pueden apreciarse los movimientos verticales llevados a cabo durante el test de zapateado. El rango de movimiento registrado es de 0.018 m, con valores máximos de 1.068 m de altura y mínimos de 1.050 m. Comparando el valor medio de este desplazamiento vertical con la posición del CDG en estático, observamos una diferencia de 0.01196 m.

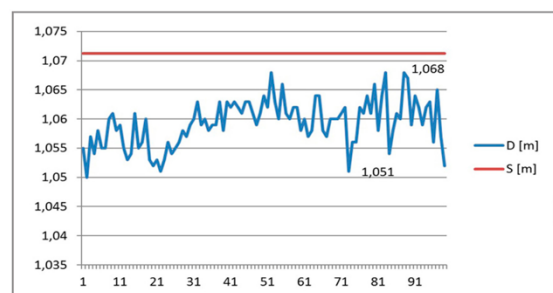


Fig. 4 Desplazamiento vertical del CDG en estático (S) y en dinámico (D)

Discusión

Los resultados relativos a la ejecución del zapateado durante el test, muestran que los niveles técnicos y físicos de la participante están dentro de los parámetros establecidos para profesionales del baile flamenco. Ha realizado 180 zapateados durante los 15 s que dura el test, equivalente a una frecuencia media de 12 zap/s, mientras que el número de zapateados estipulados para una población de bailaoras profesionales de flamenco oscila entre 159 y 176 zapateados, correspondiente a una frecuencia que oscila entre 10.6 y 11.73 zap/s¹³.

La trayectoria que describe el CDG durante la actividad física ha sido bastante estudiada en la bibliografía científica^{11,20-24}. El estudio del recorrido del CDG aporta gran información sobre la ergonomía de la técnica empleada y la optimización del gasto energético requerido^{11, 22}.

Respecto a la trayectoria en el plano transversal del CDG de nuestra participante, los resultados obtenidos muestran que una vez iniciado el test, el rango de movimiento ha sido de 0.136 m. Teniendo en cuenta que durante este tiempo ha percutido 12 veces por segundo, el desplazamiento es mínimo. Salvo que por razones coreográficas se precise, en las fases rápidas de zapateados los bailaores tienden a permanecer en el mismo sitio, ello va a permitir alcanzar altas frecuencias de zapateados porque reducen los desplazamientos espaciales al mínimo. Aún así, es prácticamente imposible mantenerse fijo en el sitio y un mínimo deslizamiento anteroposterior es inevitable, especialmente a partir de la mitad del test, donde el agotamiento se ve reflejado en un aumento en la amplitud del rango tal y como puede apreciarse en la figura 2. Hasta donde tenemos conocimiento no existen estudios similares para comparar, pero estos datos van a permitir en un futuro valorar no solo la eficiencia de zapateado de los profesionales sino también su condición física, ya que a mayor nivel, más se retrasará y menor será el cambio en la tendencia de las curvas.

Por otro lado, los resultados de las oscilaciones del CDG en el plano frontal, muestra que el rango desplazamiento de izquierda a derecha es de 0.105 m, teniendo en cuenta que recoge los extremos de todos los desplazamientos y que a lo largo de 15 s han sido percutidos 180 zapateados, el resultado es bastante reducido. Por ciclos, las oscilaciones se reducen y varían desde 0.014 m la menor hasta 0.068 m la mayor. Cada oscilación de la gráfica representa el reinicio de una secuencia de zapateado. Cada 6 zapateados el pie que adopta el rol de apoyo se alterna, de forma que el CDG se desplaza hacia el lado del pie que ejecuta el zapateado 1º, 2º, 4º y 6º, mientras que el otro pie queda más libre para realizar el 3º y 5º golpe. Como ya se ha mencionado, la estética coreográfica del zapateado flamenco busca la rectitud del tronco y evita los vaivenes laterales durante la alternancia de pies^{13,14}. Como puede apreciarse en la figura 3, al comienzo de la prueba las oscilaciones en el plano frontal también eran más pequeñas y la posición más estable. A medida que se desarrolla el test, a partir de la mitad de la prueba, el cansancio empieza a pasar factura

y la oscilación lateral empieza a ser mayor. Al igual que en los desplazamientos anteroposteriores, no tenemos constancia de estudios similares en el baile flamenco, en cambio si existen datos para la marcha, donde el registro medio de los desplazamientos laterales es de 0.035 ± 0.009 m²⁰. Este resultado está dentro de los intervalos del zapateado mostrado anteriormente y pueden ser considerados normales teniendo en cuenta la alternancia de apoyos y golpes que se realizan durante el zapateado.

Finalmente, los resultados del desplazamiento del CDG en el plano sagital recogen un rango de oscilación vertical de 0.018 m (figura 4). Gómez-Lozano¹⁹ en un estudio similar del CDG obtuvo una variación de altura de 0.0322 ± 0.0115 m, bastante superior a nuestros resultados. Pensamos que además de las diferencias de la muestra, la discrepancia puede deberse al método empleado, ya que se tomaba como referencia el punto trocántereo. Al igual que en la marcha se aprecia una caída pélvica de 4º²², es posible que en el zapateado ocurra algo similar y por muy fija que los bailaores pretendan tener la pelvis, el resultado final se haya visto influenciado por la basculación del trocánter arrastrado por dicha caída pélvica.

Pero esta oscilación vertical es mayor a medida que aumenta el cansancio y la fatiga muscular impide un control más férreo de la posición. Al igual que en los planos anteriores, a medida que avanza la prueba, el cansancio provoca oscilaciones mayores que al inicio. En un principio, las oscilaciones registradas son aproximadamente de unos 0.01 m, y por tanto la posición más estable. Estos datos son aún mucho más estables que en la marcha o la carrera. Durante la marcha, el CDG describe un movimiento sinusoidal en los tres planos, que sitúa su punto más bajo en el momento en el que ambos pies están apoyados en el suelo durante el apoyo bipodal, y más alto, cuando la pierna de carga está en posición vertical durante la fase de apoyo monopodal. Esta altura del CDG en la marcha suele oscilar entre 0.032 m y 0.069 m^{20, 21}. En cambio, durante la carrera, a pesar de seguir una tendencia similar a la marcha, la variación de altura es menor, oscilando entre 0.03 y 0.05 m²¹. El momento de menor altura coincide con la fase de contacto y el de mayor con la parte final del despegue²⁴. La altura del CDG, tanto en la marcha como en la carrera, dependen de diferentes factores, como la altura del individuo, la técnica de carrera y la velocidad de desplazamiento. A mayor velocidad, menor será la variación de la altura del CDG, el gesto será más ergonómico y menor el gasto energético²².

Quizás por ello, la variación de altura del CDG durante el zapateado obtiene registros más bajos que en la marcha y la carrera, porque además de ser una exigencia estética, es un requisito biomecánico. La cadencia de paso durante la marcha es de 1,17 pasos por segundo^{24,25} y de 3 pasos por segundo en la carrera²², mientras que en nuestra muestra la cadencia de zapateado ha sido de 12 zap/s. Una frecuencia mucho mayor y por tanto implica una mayor estabilidad vertical del CDG. Es un bucle cerrado, a mayor estabilidad mayor frecuencia de zapateado se alcanza y a mayor frecuencia de zapateado conseguida, mayor estabilidad otorga.

Por otro lado, si se compara el valor medio del desplazamiento vertical del CDG con el valor de su posición en estático, observamos una diferencia de 0.01196 m. Esta disminución de altura es debida a la semiflexión de rodillas que se adopta durante las fases rápidas de zapateado^{13,16,26}. Esta variable es de gran relevancia porque grandes diferencias implicarían una flexión excesiva de rodillas que podría sobrecargar las estructuras de esta articulación. Por el contrario, una diferencia muy baja implicaría una flexión de rodillas muy reducida, consecuentemente las rodillas atenuarían menos vibraciones derivadas de los impactos y acabarían sobrecargando la espalda, especialmente la zona lumbar²⁶.

Los resultados obtenidos en este trabajo, en consonancia con otros estudios^{17,19}, nos hacen defender que el zapateado flamenco ejecutado por profesionales tiende a desarrollarse de la forma más ergonómica posible. Esta eficiencia decae a medida que va apareciendo los primeros síntomas de cansancio por el esfuerzo. No debemos obviar que la trayectoria del CDG durante una actividad física está íntimamente relacionada con el gasto energético empleado²⁷.

Conclusiones

La trayectoria del centro de gravedad durante cualquier actividad guarda una estrecha relación con el gasto energético empleado y es especialmente importante en el baile flamenco. Los resultados obtenidos muestran oscilaciones suaves del centro de gravedad durante el zapateado en los tres planos. Esto refleja la estrategia del sujeto para optimizar el gasto energético gracias a una eficiente reequilibración corporal. El hecho de mantener una posición estable mientras se realizan zapateados a tan alta frecuencia, refleja una alta competencia de la bailaora que es profesional desde hace 17 años.

Aplicación práctica

La preparación física y técnica de los bailarines profesionales de flamenco suele usar la limpieza del sonido percutido como referente de corrección técnica. Es importante que poco a poco se recurra a nuevas tecnologías, en concreto a video grabación, y se observe la variación de altura de puntos anatómicos de referencia. Se recomienda que se use una marca a la altura de alguna vértebra lumbar o dorsal para tomarla como referencia. Cuanto menor sea la diferencia de altura de este punto mejor tenderá a ser la ejecución técnica del zapateado.

Referencias documentales

1. López JL. 2008. Control y análisis del equilibrio y la estabilidad en la actividad física y el deporte. En: Izquierdo M (eds). Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte. Madrid: Médica Panamericana. Pp 259-279.
2. Tipler A. 2000. Física preuniversitaria. Tomo I. 3 ed. Barcelona: Reverté.
3. Aguado X. 1993. Eficacia y técnica deportiva. Zaragoza: Inde.
4. Miralles R, Miralles I. 2007. Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor. Barcelona: Masson.
5. Dufour M, Pillu M. 2006. Biomecánica Funcional. París: Masson.
6. Palmer CE. 1944. Studies of the Center of Gravity in the Human Body. Child Dev 15(2-3): 99-180.
7. Zatsiorsky VM. 2002. Kinetics of human motion. Champaign (USA): Human kinetics.
8. Staszkiwicz R, Ruchlewicz T, Forczek W, et al. 2010. The impact of changes in gait speed and step frequency on the extent of the center of mass displacements. Acta Bioeng Biomech 12(3): 13-20.
9. Kingma I, Toussaint H, Commissaris D, et al. 1995. Optimizing the determination of the body center of mass. J Biomech 28(9): 1137-1142.
10. Rabuffetti M, Baroni G. 1999. Validation protocol of models for centre of mass estimation. J Biomech 32(6): 609-613.
11. Chou L, Kaufman K, Hahn M, et al. 2003. Medio-lateral motion of the center of mass during obstacle crossing distinguishes elderly individuals with imbalance. Gait Posture 18(3): 125-133.
12. Schache A, Baker R, Vaughan C. 2007. Differences in lower limb transverse plane joint moments during gait when expressed in two alternative reference frames. J Biomech 40(1): 9-19.
13. Vargas A. 2009. El baile flamenco: estudio descriptivo, biomecánico y condición física. 2ª ed. Cádiz: Centro de Investigación Flamenco Telethusa.

14. Calvo JB, Alonso A, Pasadolos A, et al. 1998. Flamenco Dancing. Biomechanical Analysis and Injuries Prevention. En: Macara A: Continents in Movement. Proceedings of the International Conference. New trends in dance teaching. Oeiras (Portugal): MH Edições. Pp 279-285.
15. Capel A, Medina FS, Medina D, et al. 2009. Magnetic resonance study of lumbar disks in female dancers. Am J Sports Med 37(6): 1208-1213.
16. Vargas-Macías A, López -Castillo JM, Santos JR. 2010. Inestabilidad del pie y tobillo en el baile flamenco. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa 5(5): 40-45.
17. Castillo-López JM, Vargas-Macías A, Domínguez-Maldonado G, et al. 2014. Metatarsal Pain and Plantar Hyperkeratosis in the Forefeet of Female Professional Flamenco Dancers. Med Probl Perform Art 29(4): 193-197.
18. Gómez R, González A, Costa JL, et al. 2012. Estudio cinemático de una bailaora de flamenco. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa 5(5): 13-21.
19. Gómez-Lozano S, Forczek W, Baena-Chicón I, et al. En prensa. Variación de la altura del Centro de Gravedad en el Baile Flamenco: una aproximación fotogramétrica. En: VI Congreso Internacional Universitario de Investigación sobre Flamenco. Cartagena: UCAM.
20. Lida H, Yamamuro T. 1987. Kinetic analysis of the center of gravity of the human body in normal and pathological gaits. J Biomech 20(10): 987-995.
21. Lee CR, Farley CT. 1998. Determinants of the center of mass trajectory in human walking and running. J Exp Biol 201(21): 2935-2944.
22. Perry J, Burnfield JM. 2015. Análisis de la marcha. Función normal y patológica. Barcelona: Base.
23. Dugan SA, Bhat KP. 2005. Biomechanics and analysis of running gait. Phys Med Rehabil Clin N Am 16(3): 603-621.
24. Ferro A. 2001. La carrera de velocidad. Metodología de análisis biomecánico. Madrid: Librerías Deportivas Esteban Sanz.
25. White SC, Lage KJ. 1993. Changes in joint moments due to independent changes in cadence and stride length during gait. Hum Mov Sci 12(4): 461-474.
26. Forczek W, Vargas-Macias A. 2015. Sagittal knee kinematics during Flamenco Dancing - preliminary studies [w:] Conference Proceeding: 4th Joint World Congress of ISPGR and Gait & Mental Function. Sevilla, España. https://d3lut3gzcp87s.cloudfront.net/download/eJwFwQEKgCAMAMAfbdYzLIZ2jDKIDYIen13zX1uiHZcp7k8DkYgXb5xy2tQRkfmNaW9qsRMGqjGHKQsrD-Cr@rVJFQg=/Poster%20Abstracts_Web.pdf Consultado 18 may 2016.
27. Gordon KE, Ferris DP, Kuo AD. 2009. Metabolic and mechanical energy costs of reducing vertical center of mass movement during gait. Arch Phys Med Rehabil 90(1): 136-144.

Estudio 6

- Título

Biomechanical Effects of Flamenco Footwork

- Autores

Alfonso Vargas-Macías¹

Irene Baena-Chicón^{2,3}

Joanna Gorwa⁴

Robert A. Michnik⁵

Katarzyna Nowakowska-Lipiec⁵

Sebastián Gómez-Lozano²

Wanda Forczech⁶

(1) Telethusa Centre for Flamenco Research.

(2) Performing Arts Research Group, San Antonio Catholic University of Murcia.

(3) Pepa Flores Professional Dance Conservatory.

(4) Department of Biomechanics, Chair of Theory and Methodology of Sport, Faculty of Sport Sciences, Poznan University of Physical Education.

(5) Department of Biomechatronics, Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology.

(6) Department of Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport, University of Physical Education in Krakow.

- Revista

Journal of Human Kinetics

- Referencia

Vargas-Macías, A., Baena-Chicón, I., Gorwa, J., Michnik, R. A., Nowakowska-Lipiec, K., Gómez-Lozano, S., y Forczek, W. (2021). Biomechanical Effects of

Flamenco Footwork. *Journal of Human Kinetics*.
<https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0086>.
(In Press)

Biomechanical Effects of Flamenco Footwork

Running title: Biomechanical Effects of Flamenco Footwork

**Alfonso Vargas-Macías¹, Irene Baena-Chicón^{2,3}, Joanna Gorwa⁴, Robert A. Michnik⁵,
Katarzyna Nowakowska-Lipiec⁵, Sebastián Gómez-Lozano², Wanda Forczek⁶**

¹Telethusa Centre for Flamenco Research

²Performing Arts Research Group, San Antonio Catholic University of Murcia.

³Pepa Flores Professional Dance Conservatory

⁴Department of Biomechanics, Chair of Theory and Methodology of Sport, Faculty of Sport Sciences, Poznan University of Physical Education

⁵Department of Biomechatronics, Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology

⁶Department of Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport, University of Physical Education in Krakow

Corresponding author:

Wanda Forczek

Department of Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport, University of Physical Education

Jana Pawla II 78, 31-571 Krakow (Poland)

Phone: +48 509 432 742

E-mail: wanda.forczek@gmail.com

Conflict of interest:

The authors report no conflict of interest.

Biomechanical Effects of Flamenco Footwork

Abstract

Footwork is one of the basic features of flamenco dancing and is performed in traditional high-heeled shoes. The purpose of this study was to analyse the mechanical profile of flamenco dancing in terms of vertical ground reaction force, and knee joint kinematics of the supporting limb in footwork technique in order to understand causes that predispose injuries derived from the practice of flamenco dancing. The participant in our study was a professional female flamenco dancer (34 years, 58 kg, 1.65 m) who performed the ZAP 3 test, a sequence of single strikes of the feet performed continuously for 15 seconds. 3D lower extremity kinematic data were collected using a five-camera motion analysis system (Vicon; Oxford Metrics Ltd., Oxford, UK). Ground reaction forces were recorded using a Kistler force platform. Our analysis was based on 30 cycles of each lower limb consisting of 177 footwork steps. The vertical component of the ground reaction force did not reveal any significant differences between the left and right limb. The most dynamic strike was provided by the heel (twice the subject's body weight). The mean angular displacement of the supporting limb's knee was $\sim 26^\circ$. Results reveal that these impacts could make the knee joint more prone to the injuries.

Keywords

kinematics; ground reaction force; knee flexion; injury

Introduction

Flamenco, a highly emotional and sensitive dance, is one of the most emblematic features of Spanish culture. It is both physically and mentally demanding, with an emphasis on technical footwork execution and aesthetic arm and trunk movements (Vargas, 2006). Years of training are necessary to achieve the level of proficiency held by professional flamenco dancers (Pedersen et al., 1999).

Footwork steps (*zapateado*) form one of the basic components of flamenco dancing and are performed in traditional high-heeled shoes, 6 to 7 cm for women. The mean frequency of tapping is 4 steps per second. Dancers usually reach frequencies of up to 12 steps per second (Vargas, 2006). The percussive footwork and vibration patterns created during dancing imposes huge demands on the musculoskeletal system (Bejjani et al., 1988). Additionally, the dancer must also strike the ground according to a specific rhythmic pattern inherent to flamenco music (Vargas, 2006).

Therefore, the proper execution of movements minimises the risk of injury accompanying foot-ground contact as reported by several studies (Bejjani et al., 1988; Pedersen and Wilmerding, 1998; Vargas, 2006; Gorwa, Fryzowicz, et al., 2019; Gorwa, Michnik, et al., 2019). One of the parts of the dancer's body which suffer the most is the knee joint (Bejjani et al., 1988; Pedersen and Wilmerding, 1998; Vargas, 2006; Castillo-López et al., 2010, 2016; Echegoyen et al., 2010; Sobrino and Guillén, 2017). To our knowledge there are no studies which consider the effect of the dynamic footwork on the knee joint kinematics during flamenco dance technique. Since some authors reported that lower-skilled athletes had a twofold increase in incidence of all severe injuries as a group compared to higher skill level groups (Chomiak et al., 2000), that is why our case study analysis is based on data from a highly advanced flamenco dancer.

Shock waves, generated during dancing, are propagated along the human musculoskeletal system, becoming one of the main reasons for joint degeneration (Gorwa, Michnik, et al., 2019). When dancers strike the ground, they are subjecting the structures of the supporting limb (the joints, muscles, tendons, ligaments) to serious loads due to high peaks of force that are several times their body weight (Echegoyen et al., 2013; Gorwa, Michnik, et al., 2019). A key component in reducing vertical ground reaction force (GRF) is damping and this is performed with the legs. The knee appears to be the main modulator of leg stiffness, as the lever arm lengths of the femur and tibia place the knee in the best position of all the lower extremity joints to help attenuate the vertical GRF (Gorwa, Fryzowicz, et al., 2019; Gorwa, Michnik, et al., 2019). There are several studies researching the level of GRF in percussive dances (Mayers et al., 2010; Echegoyen et al., 2013; Klopp, 2017) but only one study focused on GRF in flamenco (Echegoyen et al., 2013). Then we found only a few investigations where a knee joint angular displacement into flexion has been

reported both in student and professional flamenco dancers, as a result of ergonomic adaptation in flamenco dancing and identified its magnitude (Pedersen and Wilmerding, 1998; Echegoyen et al., 2013; Forczek and Vargas-Macías, 2015). Considering the functional task of the lower limbs during *zapateado*, one limb is recognised as being the supporting leg, while the other is non-supporting. The results revealed that knee flexion of the supporting leg during footwork is between 10° to 15° (Echegoyen et al., 2013) and 35.3±8.2° (Forczek and Vargas-Macías, 2015).

Flamenco can also introduce a risk of injury due to its athletic nature. Despite the growing number of studies on flamenco dancing, there is a lack of research focused on understanding how dance technique can affect the dancer's body and how this style of dance can cause specific injuries. Therefore, the purpose of this study was to analyse the effect of the vertical component of the ground reaction force on a knee joint kinematics of the supporting limb in footwork technique in order to understand causes that predispose injuries and to provide some recommendations to the flamenco practitioners. As a secondary aim was to optimize the protocol applied in order to be used efficiently in a larger population.

Methods

Participant

Our study was based on a biomechanical registration of *zapateado*, the most typical combination of footwork steps, used in flamenco choreography. As a whole 30 cycles performed continuously for 15 seconds by lower limbs were analysed. Each cycle composed of a sequence of 6 footwork steps performed by a professional female flamenco dancer: 34 years old, 58 kg, 1.65 m, 18.59% of body fat. She has been dancing flamenco for 31 years including 16 years as a professional, with a weekly frequency of 22 hours. According to the Sobrino and Guillén (2017) scale for professional dancer experience, our subject can be considered a senior professional, the highest level. Most dance studies are based on students because participation in experimental sessions requires time which professional dancers usually cannot offer (Krasnow and Kabbani, 1999). In addition, research requires an extra effort from dancers that can negatively affect their shows.

For these reasons, we appreciate that the professional dancer agreed to participate in our preliminary study. We believe that thanks to her exceptional skill level we will be able to achieve our objectives and determine the applicability of the protocol used.

The participant did not report any musculoskeletal or sub-acute injury within 12 months prior to the study. Nor were any surgical interventions reported by the participant.

She gave written consent to participate in the study and the experimental protocol received approval from the Ethics Committee of the San Antonio Catholic University of Murcia (Spain) and the trial was registered at www.clinicaltrials.gov (NCT04166708).

Measures

One of the strengths of this research is that a real choreographic sequence has been studied with practical applications in professional performance. The main task of the subject was to perform the ZAP 3 test (Vargas, 2006) a sequence of 6 footwork steps (Fig. 1) which is performed twice: once with the right foot and once with the left. It includes tapping with the ball of the foot, heel and the tip of the toe for 15 seconds (the duration of the test). The dancer intends to create the loudest possible sound, perform the steps as quickly as possible and keep to a melodic rhythm. The test was performed using specific high-heeled shoes (0.06 m tall) and was carried out twice: 1. when the right foot (the dominant one) was on a force plate; and 2. when the left foot (non-dominant) was placed on a force plate.

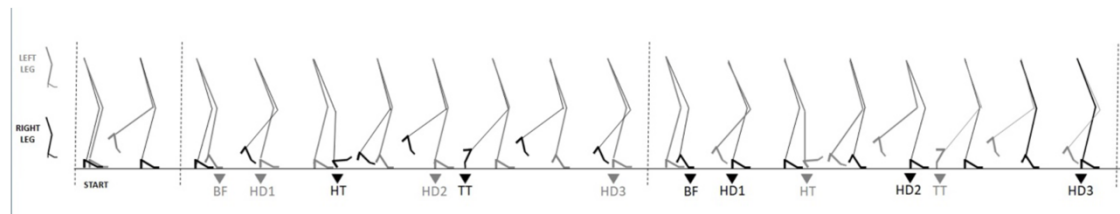


Figure 1. Sequence of the ZAP 3 footwork test (Vargas, 2006). BF (Ball of the Foot) striking only the ball of the foot on the floor; HD (Heel Drop) dropping the heel on the floor, this happens three times within the sequence between other taps; HT (Heel Tap) striking only the heel; TT (Tip of the Toe Tap) tapping the tip of the toe on the floor behind the base of support.

According to this protocol, BF, HD1, HD2 and HD3 footwork steps have been determined as performed by supporting limb; on the other hand, HT and TT by non-supporting limb.

Design and Procedures

The footwork test was carried out in the Biomechanics Laboratory at the University. Three-dimensional lower extremity kinematic data were collected using a five-camera motion analysis system at a sampling rate of 120 Hz (Vicon; Oxford Metrics Ltd., Oxford, UK). Body segments were defined according to the Golem model and 35 reflective markers were attached to the head (4), trunk (4), pelvis (3), arms (7) and legs (5). GRF was recorded using the Kistler force platform at a sampling rate of 1000 Hz. From the collected data, we identified kinematic variables describing the

temporal and phasic structure of footwork, as well as the knee joint angular changes in the sagittal plane. At the same time, the vertical component of GRF was measured using the force plate.

The subject was asked to perform the test twice, in order to place both the right and left foot on the force platform while performing the steps. Prior to the test we identified the right leg as dominant for the dancer (Elias and Bryden, 1998).

Afterwards, the knee strength capacity was measured as isometric flexion and extension torque using dynamometric measurements (Hottinger V9B force transmitter) in line with the generally accepted methodology (Buśko and Staniak, 2007).

Statistical analysis

IBM SPSS Statistics 22 software was used for statistical analysis. Descriptive statistics were calculated for average values, standard deviation (SD), minimum and maximum. The conducted statistical analyses adopted the level of significance $p < 0.05$. The normality of distribution of the variables was verified using the Shapiro-Wilk test. The t-student and Wilcoxon tests were used to test the dependence of variables in performances 1 and 2 and between the support and non-supporting limb. The Kruskal-Wallis test was used to relate the variables with the different footwork steps. Correlation analysis was carried out to study the relationship among variables.

Results

All together, our dancer carried out 177 footwork steps in each performance, structured on 30 cycles with both lower limbs. During the measurement sessions, the dancer achieved a mean frequency of 11.8 footwork steps/s. Descriptive results are showed in table 1.

Table 1. Descriptive results registered for the participant during performance 1, performance 2, and for both performances (GRF – Ground Reaction Force)

	Performance 1	Performance 2	t-student / Wilcoxon test	Performance 1+2
	$\bar{x} \pm SD$ (min,max)	$\bar{x} \pm SD$ (min,max)	(Performance 1 vs. Performance 2)	$\bar{x} \pm SD$ (min,max)
GRF (% BW)	1.25 $\pm$ 0.67 (0.14,2.69)	1.30 $\pm$ 0.74 (0.13,2.85)	p=0.32	1.27 $\pm$ 0.70 (0.13,2.85)

GRF supporting limb (% BW)	1.66±0.36 (0.86,2.69)	1.77±0.36 (1.23,2.85)	p=0.38	1.72±0.70 (0.86,2.85)
GRF Non supporting limb (% BW)	0.39±0.15 (0.14,0.69)	0.38±0.27 (0.13,1.70)	t=1.86 p=0.07	0.39±0.21 (0.13,1.70)
t-student /				
Wilcoxon test	t=18.74			t=24.74
(supporting limb vs. non supporting limb)	p<0.05 (*)	p<0.05 (*)	-	p<0.05 (*)
Knee flexion percussive limb (°)	33.73±8.53 (24.78,53.75)	28.62±9.97 (17.14,52.10)	p<0.05 (*)	31.17±9.60 (17.14,53.75)
Knee flexion percussive & supporting limb (°)	29.97±4.07 (24.78,42.55)	25.07±5.22 (17.14,37.52)	p<0.05 (*)	27.52±5.27 (17.14,42.55)
Knee flexion percussive & non-supporting limb (°)	41.58±10.03 (29.26,53.75)	35.95±13.13 (18.79,52.18)	p<0.05 (*)	38.74±11.92 (18.79,53.75)
t-student /				
Wilcoxon test	p<0.05 (*)	p=0.01 (*)	-	p<0.05 (*)
(supporting limb vs. non supporting limb)				

Performance 1: right foot is on force platform; Performance 2: left foot is on force platform;

Performance 1+2: both results.

(*) $p<0.05$

GRF analysis did not reveal any significant differences in terms of the mean values between left and right limb ($p=0.316$), however on the base of dynamometric results we identified a right knee as stronger, which confirmed questionnaire's result. The registered values of the extensors / flexors torque were respectively: 116/ 76 [Nm] for the right knee, and 93 / 54 [Nm] for the left knee. Statistically significant differences were found between GRF values for supporting and non-supporting limb during the test ($p<0.05$). We observed a very regular, repetitive and homogeneous performance of the same steps throughout the test.

Fig. 2 illustrates the mean values of GRF, expressed as Body Weight percentage (% BW) accompanying each footwork step. Regarding vertical force, the results revealed significant differences for different steps ($p<0.05$). This means that steps performed with different parts of the foot implied different levels of pressure to those elements.

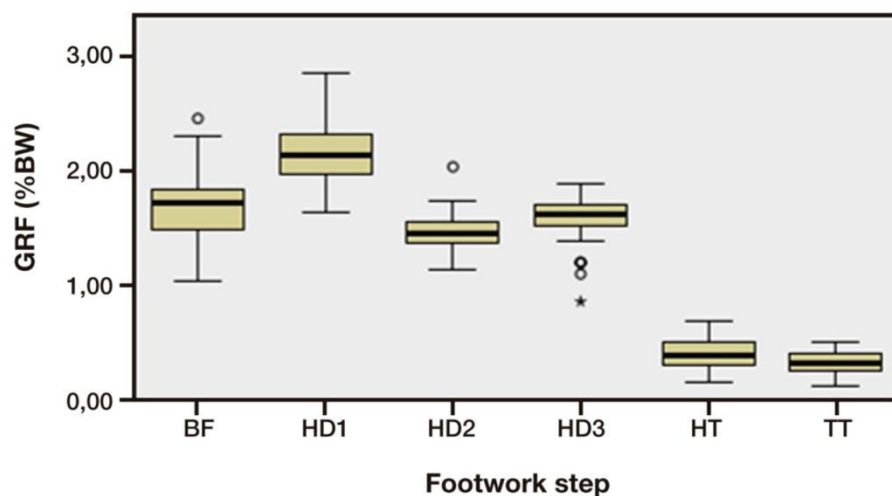


Figure 2. Ground Reaction Force (GRF) (% Body Weight, BW) recorded for each type of footwork

The most dynamic strike was provided by the heel (HD1, *Tacón*) where the mean value of the vertical component of the GRF was more than twice the subject's body weight. Footwork BF, HD2, HD3 were accompanied by similar reaction force values (~1.6 % BW). The lowest force value was provided by the toes (TT, *Punta*) (0.3 % BW).

Fig. 3 illustrates exemplary knee joint angular displacement accompanying each footwork step. The analysis revealed a significant correlations among the level of GRF and angular knee position but it is moderate negative dependence ($R= -0.5$; $p<0.05$).

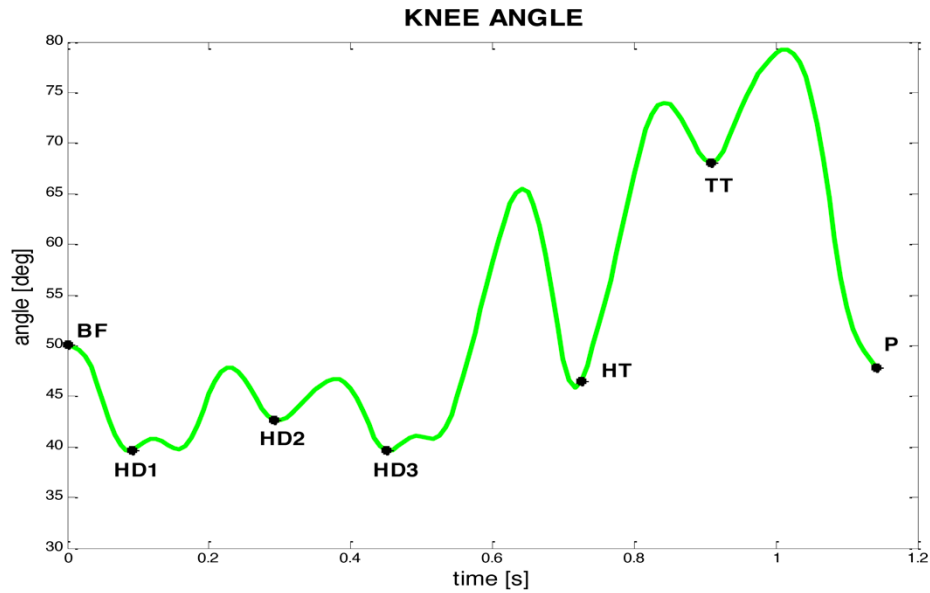


Figure 3. Exemplary knee angular displacements throughout the footwork test

Considering the knee joint angular displacement of the supporting leg during the footwork, significant differences were observed between the results in both performances ($p < 0.05$) (see Tab. 1).

Although the position of the knee joint of the supporting leg remains quite stable throughout the test ($\sim 27^\circ$), we could observe some slight differences during different types of footwork (Fig. 4).

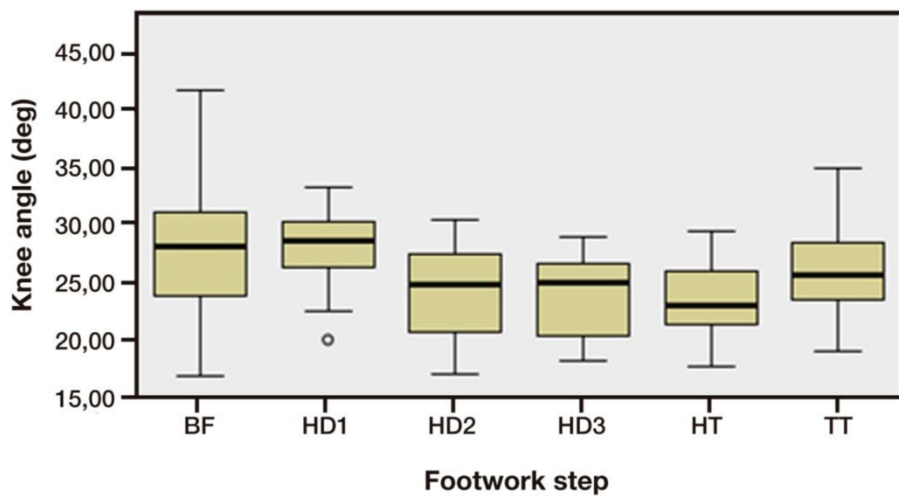


Figure 4. Knee flexion (deg) of the supporting limb during different types of footwork

Discussion

The main goal of our study was to analyse the effect of the vertical component of the ground reaction force on a knee joint kinematics of the supporting limb in footwork technique. We expect that such approach could help to understand causes that predispose injuries derived from the practice of flamenco dancing and to provide some recommendations to the flamenco practitioners. Below there are presented some explanations and interpretation of the results achieved during the experiment.

Specificity of flamenco dancing

On a professional or pre-professional training level, dancers must not only be experts in the aesthetic, stylistic, and technical aspects of dance, but also be physically capable of coping with the demands that choreography places upon them (Koutedakis and Jamurtas, 2004). Flamenco is both a highly emotional and extremely demanding dance in terms of technique. Demanding levels of exertion have been reported during professional flamenco dance performances, similar to those noted for elite athletes (Vargas, 2006). For example, the number of steps performed by professional female flamenco dancers in a ZAP-3 test should be between 159 and 176 (Vargas, 2006). Our participant confirmed her high professional level, both physically and technically when performing 177 steps in each test, which equates to ~ 12 steps/s. Such a high frequency of the limbs movements requires an intense activity of the muscles. It is likely that because of the overly short muscle relaxation (deactivation) time, the activity of the knee joint muscles during the footwork precludes an increase in its range of movements (Gorwa, Fryzowicz, et al., 2019).

A long list of important functions that the human musculoskeletal system has to perform includes attenuation and dissipation of the shock waves initiated with foot-ground contact. This process accompanies any human motion (Voloshin et al., 1989). One of the basic elements in flamenco dancing is the combination of steps (*zapateado*) aimed to create percussive sound syncopation, which occurs by striking the forefoot or heel against the ground. Flamenco dancers wear a variety of traditional shoes that do not provide adequate shock absorption (Voloshin et al., 1989; Vargas, 2006; Vargas-Macías and Gómez-Lozano, 2008; Castillo-López et al., 2010, 2016). That is why finding a natural mechanism which helps deal with body overloading during footwork is of great importance. The knee joint, due to the spatial segment orientation of the femur and tibia, is in the best position of all lower limb joints to help attenuate the vertical GRF (Gorwa, Michnik, et al., 2019).

Ground Reaction Forces

To our knowledge, only one study (Echegoyen et al., 2013) considered GRF in Flamenco dancers. While in that study, the ground response level was 0.5% of the body weight (BW), our research revealed a higher value of GRF (~1.3 %BW). Strikes with different parts of the foot implied different pressure levels to those elements. Thus, the most dynamic strike was provided by the heel dropping (HD1, *Tacón*) where the GRF vertical component was more than twice as high as the subject's body weight. The force provided by the toes (TT, *Punta*) was the lowest value (0.3 %BW). We can hypothesise on reasons behind the differences recorded in these two studies. In the first case, the subjects were students while in the present study the dancer had 16 years of professional experience. Furthermore, the participants of the first study performed just one type of footwork step (flat-foot): isolated steps for 5 seconds with no *musicality* or relationship with flamenco choreographies. Finally, we assume that the supporting limb in the students group was outside the force platform throughout the test, so body weight was not used to accompany the percussion. In comparison with other percussive dances, the maximum GRF recorded in our study, 2.85 BW, is similar to that noted in tap dancing, 2.82 BW (Mayers et al., 2010) but lower than in Irish dance, 4.5 BW (Klopp, 2017). Such a big difference is understandable considering that in tap and Irish dancing, the strike is performed after leaps, hops, and jumps (Mayers et al., 2010; Klopp, 2017), like a drumstick on a drum; while in flamenco it follows the flexion and extension of knees, as if it were a hammer on an anvil. In the study by Voloshine et al. (1989) the amplitude of the heel strike-induced shock wave recorded on the tibial tuberosity was nearly three times higher for flamenco dancing than in level walking. That is why the impacts generated during footwork can trigger different types of injuries, which should be studied.

Knee joint in dance

As Mikkelsen et al. (2018) noted, factors such as the choreography and footwear create conditions that influence the likelihood of injuries. Most professional flamenco dancers complain about knee and back injuries due to the high-heeled shoes and the nature of the percussive movements (Castillo-López et al., 2010, 2016). The redistribution of impact to the knees when dancing in heels may contribute to knee overuse syndromes like tendinopathy or patellofemoral pain (Mikkelsen et al., 2018). Therefore, knees should be kept slightly bent to achieve a maximum amount of shock absorption (Echegoyen et al., 2013; Forczek and Vargas-Macías, 2015). It distinguishes the aesthetics of flamenco dancing (Vargas, 2006) from other percussive dances such as Irish Dance (Klopp, 2017), Mexican Folkloric Dance (Echegoyen et al., 2013) or Tap Dance (Mayers et al., 2010) where the knee joint has a more dynamic role. Furthermore, in flamenco there are no jumps which cushion the impacts, the only tilting occurs with the small swings that are achieved with the range of knee flexion movement (in our participant between 17.14° and 42.55°).

If the supporting knee flexion is very small, the impact absorption would be less and would therefore generate greater overload/overuse for low back muscles (Voloshin et al., 1989). On the other hand, greater knee flexion would imply an overload in the knee joint structures (Escamilla, 2001). Less dynamic participation of the knees, with more maintained flexions, may produce less impact absorption through its musculotendinous system, increasing the force transmitted to the passive structures of the knee (Yu et al., 2006). Active flexion of the knee is a crucial component in impact reduction as a main modulator of leg stiffness. Knee joint angular displacement into flexion, is a normal response during ground contact phases of walking, running and other gaits to allow for damping and reduction of the vertical GRF experienced (Ferris and Farley, 1997). In our present study, the average knee joint values recorded for the supporting limb were similar in both sessions ($\sim 27^\circ$).

The present study has some limitation: a single participant has been studied, consequently, the results should be interpreted in a limited way. At the same time they allow us to determine some relevant aspects: first, professional dancer's results revealed differences compared to the students' results (Echegoyen et al., 2013; Forczek and Vargas-Macías, 2015). Second, kinematic and dynamic results show significant information which can optimize the technical execution of flamenco during performance on stage. And finally, the protocol applied allows obtaining useful information for injury prevention in flamenco dancers. These justify the need to carry out this type of study on a larger sample and with an optimized protocol, which reduces the time spent by professional participants during research work.

Conclusions

In recent years, as research capabilities have progressed, the capacity to see and understand dance movements with greater clarity has been emerging. While previous studies on flamenco footwork dance generally did not focus on its technical aspects, this study gives a knowledge on what really matters during footwork performances. Proper mechanical execution of movements (with adequate force and appropriate loudness) may not only increase flamenco skills but also minimise the risk of injury. Therefore, it should be of interest to teachers. During flamenco classes and training, teachers should familiarise their students with some strategies regarding how to control the knee joint position during footwork. Future studies should involve a larger sample of subjects in order to compare the forces and mechanics of all the main lower limb joints while dancing, as this could guide the development of interventions to minimise symptoms or risk of injury for flamenco dancers. Then, it seems necessary to describe the correct technical performance of the elements involved in flamenco dance to increase safety of the amateurs. It would be also

interesting, in this context, to analyse how the dancer's whole body copes with dynamic footwork steps also in terms of stability.

References

- Bejjani FJ, Halpern N, Pio A, Domínguez R, Voloshin A, Frankel VH. Musculoskeletal demands on flamenco dancers: a clinical and biomechanical study. *Foot Ankle Int*, 1988; 8(5): 254–263
- Buško K, Staniak Z. Changes of the maximal muscle torque of male volleyball players during training. *Zesz Nauk Katedr Mech Stosow Politech Śląska, Gliwice*, 2007; 47–50
- Castillo-López JM, Munuera-Martínez P V., Algaba-Guisado C, Reina-Bueno M, Salti-Pozo N, Vargas-Macías A. A pathologic disorders of the foot in professional female flamenco dancers. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2016; 106(1): 54–59
- Castillo-López JM, Perez Rendón J, Algaba Guisado C. Estudio preliminar. Patologías digitales más frecuentes en el pie de la bailaora de flamenco [Preliminary study. Digital pathologies found in flamenco dancers feet]. *Rev Del Cent Investig Flamenco Telethusa*, 2010; 3(3): 15–19
- Chomiak J, Junge A, Peterson L, Dvorak J. Severe injuries in football players. Influencing factors. *Am J Sports Med*, 2000; 28(suppl 5): S58–68
- Echegoyen S, Acuña E, Rodríguez C. Injuries in students of three different dance techniques. *Med Probl Perform Art*, 2010; 25(2): 72–74
- Echegoyen S, Aoyama T, Rodríguez C. Zapateado technique as an injury risk in Mexican folkloric and Spanish dance: an analysis of execution, ground reaction force, and muscle strength. *Med Probl Perform Art*, 2013; 28(2): 80–83
- Elias LJ, Bryden MP. Footedness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. *Neuropsychologia*, 1998; 36(1): 37–43
- Escamilla RF. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Med Sci Sport Exerc*, 2001; 33(1): 127–141
- Ferris DP, Farley CT. Interaction of leg stiffness and surface stiffness during human hopping. *J Appl Physiol*, 1997; 82(1): 15–22
- Forczek W, Vargas-Macías A. Sagittal knee kinematics during Flamenco Dancing - preliminary studies. In *Poster session presented at the 4th Joint World Congress of ISPGR and Gait & Mental Function*, 2015; Seville, Spain

- Gorwa J, Fryzowicz A, Michnik R, Jurkojć J, Kabaciński J, Jochymczyk-Woźniak K, Dworak LB. Can we learn from professional dancers safe landing? Kinematic and dynamic analysis of the “grand pas de chat” performed by female and male dancer. In *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019; (Vol. 925, pp. 233–240) Cham: Springer
- Gorwa J, Michnik RA, Nowakowska-Lipiec K, Jurkojć J, Jochymczyk-Woźniak K. Is it possible to reduce loads of the locomotor system during the landing phase of dance figures? Biomechanical analysis of the landing phase in Grand Jeté, Entrelacé and Ballonné. *Acta Bioeng Biomech*, 2019; 21(4): 111–121
- Klopp SE. Ground Reaction Forces for Irish Dance Landings in Hard and Soft Shoes, 2017; Brigham Young University, Provo (UT), USA.
- Koutedakis Y, Jamurtas A. The dancer as a performing athlete. In *Sports Medicine*, 2004; (Vol. 34, pp. 651–661)
- Krasnow D, Kabbani M. Dance Science Research and the Modern Dancer. *Med Probl Perform Art*, 1999; 14 16–20
- Mayers L, Bronner S, Agraharasamakulam S, Ojofeitimi S. Lower extremity kinetics in tap dance. *J Danc Med Sci*, 2010; 14(1): 3–10
- Mikkelsen P, Jarvis DN, Kulig K. Heeled Shoes Increase Knee Work Demand During Repeated Hopping in Dancers. *Med Probl Perform Art*, 2018; 33(4): 243–250
- Pedersen ME, Wilmerding MV, Milani J, Mancha J. Measures of plantar flexion and dorsiflexion strength in flamenco dancers. *Med Probl Perform Art*, 1999; 14 107–112
- Pedersen ME, Wilmerding V. Injury profiles of student and professional flamenco dancers. *J Danc Med Sci*, 1998; 2(3): 108–114
- Sobrino FJ, Guillén P. Overuse Injuries in Professional Ballet: Influence of Age and Years of Professional Practice. *Orthop J Sport Med*, 2017; 5(6): 6–11
- Vargas-Macías A, Gómez-Lozano S. Criterios para la elección del zapato de baile flamenco [Criteria for choosing flamenco dance shoe]. *Rev Del Cent Investig Flamenco Telethusa*, 2008; 1(1): 10–12
- Vargas A. El baile flamenco: estudio descriptivo, biomecánico y condición [Flamenco dance: descriptive study of biomechanics and physical condition], 2006; Universidad de Cádiz

Voloshin AS, Bejjani FJ, Halpern M, Frankel VH. Dynamic loading on flamenco dancers: a biomechanical study. *Hum Mov Sci*, 1989; 8 503–513

Yu B, Lin CF, Garrett WE. Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. *Clin Biomech*, 2006; 21 297–305



Irene Baena <irenecpd@gmail.com>

Fwd: review process - JHK

2 mensajes

wanda forczek <wanda.forczek@gmail.com>

25 de abril de 2021, 17:21

Para: Irene Baena <irenecpd@gmail.com>, Alfonso Vargas Macías - CIFT- <vargas@flamencoinvestigacion.es>, Sebastián Gómez Lozano <sglozano@ucam.edu>

Friends!

See below!!!!

----- Forwarded message -----

Od: **Journal of Human Kinetics** <jhk@awf.katowice.pl>

Date: niedz., 25 kwi 2021 o 14:47

Subject: review process - JHK

To: wanda forczek <wanda.forczek@gmail.com>

Dear Authors,

We are sending you the review of your manuscript. Thank you for submitting your work to the JHK and we do hope that you will consider us in the future when choosing a Journal for your future submission.

Kind regards,

Editorial Office

Aleksandra Mostowik, PhD

Editorial Office of the Journal of Human Kinetics

Academy of Physical Education in Katowice

e-mail: jhk@awf.katowice.pl

Estudio 7

- Título

Biomechanical description of zapateado technique in flamenco

- Autores

Wanda Forczech-Karkosz¹

Robert A. Michnik²

Katarzyna Nowakowska-Lipiec²

Alfonso Vargas-Macías³

Irene Baena-Chicón⁴

Sebastián Gómez-Lozano⁵

Joanna Gorwa⁶

(1) Department of Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport, University of Physical Education in Krakow.

(2) Department of Biomechatronics, Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology.

(3) Telethusa Centre for Flamenco Research.

(4) Department of Flamenco Dance, Pepa Flores Professional Dance Conservatory.

(5) Performing Arts Research Group, San Antonio Catholic University of Murcia.

(6) Department of Biomechanics, Chair of Theory and Methodology of Sport, Faculty of Sport Sciences, Poznan University of Physical Education.

- Revista

International Journal of Environmental Research and Public Health

- Referencia

Forczech-Karkosz, W., Michnik, R., Nowakowska-Lipiec, K., Vargas-Macias, A., Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., y Gorwa, J. (2021). Biomechanical

Description of Zapateado Technique in Flamenco. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2905. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062905>



Article

Biomechanical Description of Zapateado Technique in Flamenco

Wanda Forczek-Karkosz ¹, Robert Michnik ², Katarzyna Nowakowska-Lipiec ², Alfonso Vargas-Macias ³, Irene Baena-Chicón ⁴, Sebastián Gómez-Lozano ⁵ and Joanna Gorwa ^{6,*}

¹ Department of Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport,

University of Physical Education in Krakow, 31-636 Kraków, Poland; wanda.forczek@awf.krakow.pl

² Department of Biomechanics, Faculty of Biomedical Engineering, Silesian University of Technology, 44-100 Zabrze, Poland; Robert.Michnik@polsl.pl (R.M.); Katarzyna.Nowakowska-Lipiec@polsl.pl (K.N.-L.)

³ Telethusa Centre for Flamenco Research, E-11004 Cádiz, Spain; vargas@flamencoinvestigacion.es

⁴ Department of Flamenco Dance, Pepa Flores Professional Dance Conservatory, E-29007 Málaga, Spain; irenecpd@gmail.com

⁵ Performing Arts Research Group, San Antonio Catholic University of Murcia, E-30107 Murcia, Spain; sglozano@pdi.ucam.edu

⁶ Department of Biomechanics, Chair of Theory and Methodology of Sport, Faculty of Sport Sciences, Poznan University of Physical Education, 61-871 Poznań, Poland

* Correspondence: gorwa@awf.poznan.pl



Citation: Forczek-Karkosz, W.; Michnik, R.; Nowakowska-Lipiec, K.; Vargas-Macias, A.; Baena-Chicón, I.; Gómez-Lozano, S.; Gorwa, J. Biomechanical Description of Zapateado Technique in Flamenco. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 2905. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062905>

Academic Editor: Paul Tchounwou

Received: 16 January 2021

Accepted: 10 March 2021

Published: 12 March 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The main purpose of this study was to identify a dancer's body alignment while performing flamenco footwork to provide a detailed description that could be used by flamenco practitioners: teachers, instructors and students of different levels of advancement. The zapateado technique performed by a professional flamenco dancer was analyzed. The biomechanical analysis was based on 30 cycles composed of six repeating sequences of strikes. Kinematic recordings were performed using a Vicon system, while the measurement of the ground reaction forces (GRF) was accomplished with a Kistler force plate. The following parameters were analyzed: the time of each foot strike, the maximal value of the vertical component of GRF normalized to body weight (BW) for subsequent footwork steps, the impulse of the GRF and the kinematics of pelvis and lower limb joints, and an exemplary waveform view of the sound of footwork strikes was shown. The average values of the vertical component of GRF ranged between 0.6 and 2.7 BW. The maximal anterior pelvic tilt was 29°, with a 6° range of motion (RoM). This mobility was accompanied by 20° hip RoM and by ~40° knee RoM throughout flexion. The conclusions provide practical information that a teacher and flamenco student should receive.

Keywords: technique; footwork; intangible cultural heritage; flamenco; zapateado

1. Introduction

Intangible cultural heritage (ICH) refers to oral traditions, performing arts, rituals, knowledge, traditional crafts and festive events. This kind of heritage is transmitted through the knowledge and skills from one generation to the next and is an important factor in maintaining cultural diversity [1].

Flamenco is among the most characteristic elements of Spanish culture which belongs to the ICH. Considering its popularity, in Spain alone, there are about 300 academies, conservatories or centers for teaching flamenco dance. The highest density of practitioners is observed in four regions out of 17. These are the following: Andalusia, Murcia, Madrid and Catalonia. Flamenco is also very popular around the world [2,3], and it can be danced by itself, or some of its elements (e.g., different footwork) can be applied to other dances, e.g., Paso doble, which belongs to the ballroom dancing, Latino American style.

There are many different styles (palos) within flamenco music, each with its own characteristic compás. This is the rhythmic pattern which the dancer must follow while striking

the ground. As for the dance, the compás is as important as the aesthetics of movements in flamenco. Therefore, the teachers, especially in Spain, insist on the importance of listening to the rhythm. Another aspect that also concerns the musicality is the soniquete and the subtlety of the sounds (musicality) in performing the footwork [2]. The sounds that the dancer makes also depend on the intensity with which she or he hits the ground, which is related to the ways of beating the ground, e.g., with the planta (the forefoot), the golpe (the whole foot) or the tacón (the heel). In general, learning the complex skills involved in dance presents many challenges. It is a continuous trial-and-error process, which is fraught with difficulties [4]. So, we must ask the following question: what really matters during the mastery of flamenco dance?

Flamenco, as one of the most recognizable elements of Spanish culture, has become a worldwide phenomenon, and was placed on the ICH list in 2010. Flamenco art was formed by the cultural interaction between several nations settling in the south of Spain and it combines three genres: traditional singing, guitar playing and dancing. The phenomenon of flamenco is based on the personal contact of a teacher (master) and student. The spirit and philosophy of flamenco must be passed on to the next generation. However, dances can also be taught in various ways, such as textual, video and graphic notation [5].

Flamenco dance is not only spiritual and very emotional, but it is recognized as a very demanding dance technique where the rhythm plays an essential role. Even apparently simple technical elements are the result of the dynamic interactions between different segments of the body. Among the most fundamental movements in flamenco is footwork (zapateado) performed in traditional high-heeled shoes. Zapateado is a repetitive percussive footwork with metatarsus, flat foot and heel [6]. Therefore, one can say that flamenco dancers act on a floor like a drummer [7], and flamenco itself is called a percussive dance. The percussive footwork during dancing generates a series of shock waves, which impose unusual demands on the musculoskeletal system [8]. The foot is the first organ which has to deal with the heel and/or metatarsal impact-generated shock waves. The external environment of the foot, e.g., the shoes and the floor, has a great importance to attenuate shock waves to some extent [8]. However, the natural mechanisms of shock cushion are provided by the proper alignment of the body. Attenuation of the shock waves takes place mainly in the joints, and increased muscular activity is needed to stabilize them [9]. Participants showed a higher incidence of functional disorders and injuries in the knees, lumbar and cervix, and perhaps this difference is because the flamenco footwork technique requires a semi-flexion of knees, which does not integrate vertical jumps or tilts; these would enable the vibrations causing an impact on the spine to be dissipated [10].

Due to technological advancement in recent decades, we have gained insight into body movements during dancing. Biomechanics is a tool which provides information on human movement, but it also helps to understand forces acting on the body and interactions that take place within the body segments [11]. However, bearing in mind the results of Forczek et al. [12], the instrumentation involved in biomechanical investigations of flamenco is very simple; thus, some technical issues still need to be solved.

Considering comprehensive scientific analyses of the technical performance of various dance styles, such as the classics [13–15], modern dance [16–18], Irish dance [19] and a whole range of folk dances from various regions of the world [20], there is a lack of a detailed technical analysis of flamenco dance in the scientific literature [12].

The main purpose of this study was to identify the dancer's body alignment while performing flamenco footwork, to provide a detailed description that could be used by flamenco practitioners: teachers, instructors and students of different levels of advancement. This is the first study to provide a comprehensive approach to simultaneously present the results of kinematics, dynamics and audio signals generated during zapateado, one of the most typical sequences of footwork in flamenco choreography.

2. Materials and Methods

Our research comprised a synchronized registration of kinematic and dynamic variables together with audible signals generated by feet during zapateado.

2.1. Ethics Statement

The study received the approval from the Ethics Committee of the San Antonio Catholic University of Murcia, Spain (number: 6777.2017), and the research was conducted according to the ethics principles stated in the Helsinki Declaration. The flamenco dancer gave informed consent to participate in the research.

2.2. Materials

Biomechanical and acoustic analyses were based on 30 cycles composed of 6 repeating sequences of strikes executed with the right and left leg (as a whole, 180 elements) performed by a professional flamenco dancer (34 years; height 1.65 m; mass 58 kg; BMI 21.30 kg·m⁻²). She had been practicing flamenco for 31 years (16 years as a professional).

2.3. Biomechanical Registration

The task of the subject was to perform ZAP 3 [21]: a sequence of 6 footwork steps with the right and the left foot (see the detailed description of ZAP 3 test in the Results section). The duration of the test was 15 s. Every footwork step is made in order to provide the greatest possible sound, performed as quickly as possible and with a melodic rhythmic sound. The test was performed using the specific high-heeled shoes (6 cm tall) twice: 1. when the right foot (the dominant one) was on a force plate; 2. when the left foot (nondominant) was placed on a force plate.

2.4. Data Recording and Analysis

Kinematic recordings were performed using a 5-camera video-based (120 Hz sampling rate) motion capture system (Vicon 250; Oxford Metrics Ltd.; Oxford, UK), while measurement of the ground reaction forces (GRF) was accomplished with a Kistler force plate (1000 Hz sampling rate). Thirty-five infrared reflective markers were attached to the subject's body according to the Golem set-up: 4 were placed on the head, 4 on the trunk, 3 on the pelvis, 7 on each of the upper and 5 on each of the lower limbs.

Audible signals generated by the feet during zapateado were recorded with the Casio EXILIM High Speed EX-ZR1000 camera, 240 fps.

The subject was asked to perform test ZAP-3 twice, in order to place both the right and left feet on the force platform. Prior to the test, we identified the right leg as the dominant for the dancer [22].

2.5. Analyzed Variables

All kinematic, dynamic and acoustic quantities are presented in successive cycles defined as the time between two consecutive Planta strikes (P) performed with the same limb (Figure 1a) during the ZAP-3 test. A single cycle consisted of 6 consecutive foot strikes.

The following parameters were analyzed:

- Time of each foot strike during ZAP-3 test— t_{GRF} [s];
- Maximal value of the vertical component of ground reaction force (GRF) normalized to body weight (BW) for subsequent footwork steps— $\max GRF$ [BW];
- Loading rate of the ground reaction force for subsequent footwork steps— LR_{GRF} [BW]:

$$LR_{GRF} = \frac{\max GRF}{t_{GRF}} \quad (1)$$

- Kinematics of pelvis and lower limb joints during ZAP-3: pelvic obliquity, pelvic tilt, pelvic rotation, hip abduction–adduction, hip flexion–extension, hip rotation, knee flexion–extension, dorsi–plantarflexion and inversion–eversion in ankle joint.

In addition, it was decided to conduct a qualitative analysis of an exemplary waveform view of the sound of footwork strikes during ZAP-3.

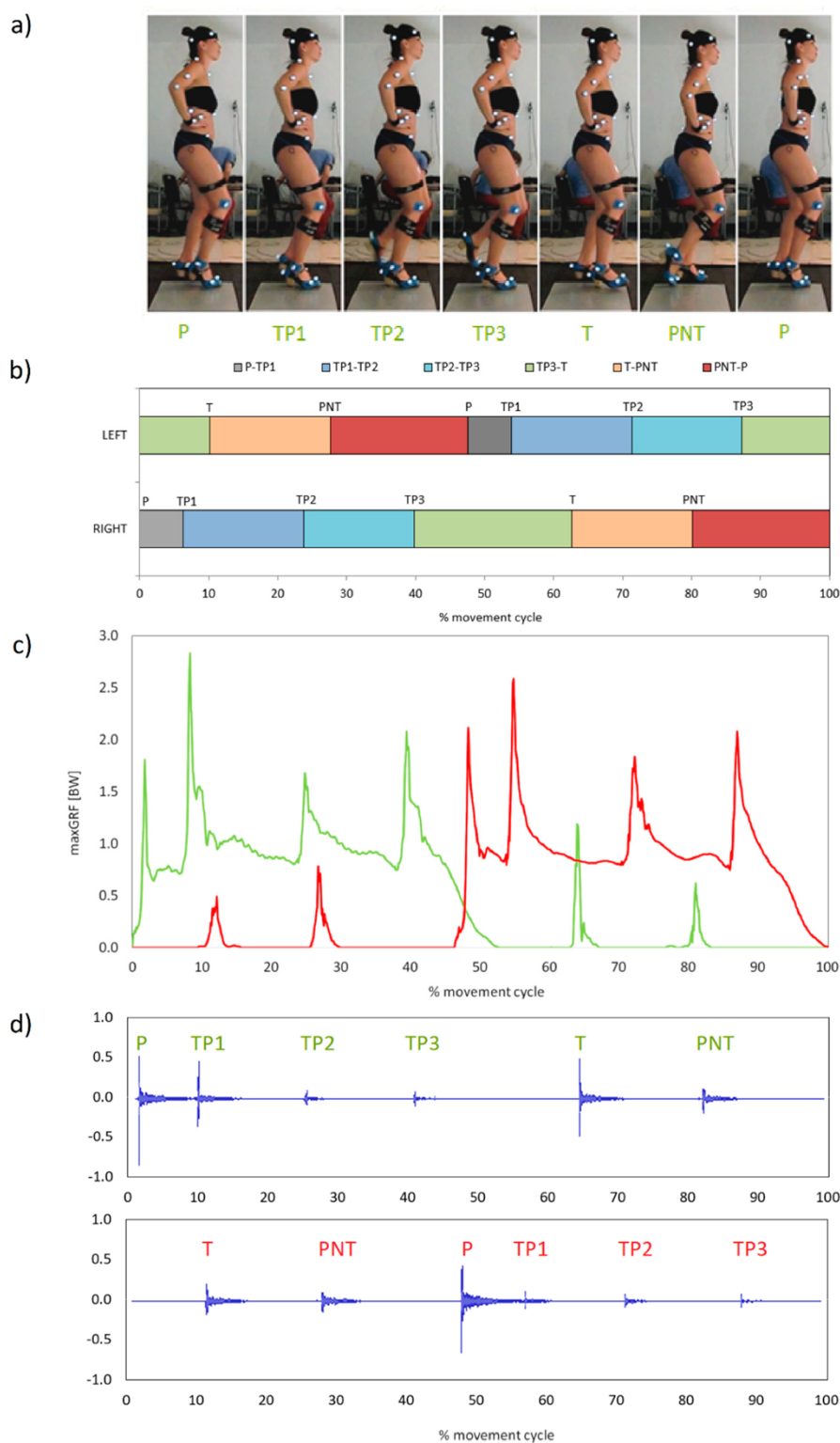


Figure 1. ZAP-3 cycle in flamenco: (a) body position; (b) averaged duration between successive strikes; (c) exampled course of the vertical component of ground reaction force (GRF); (d) example waveform view of the sound of footwork strikes.

2.6. Statistical Analysis

For the analysis of the ground reaction force, the following descriptive statistics were used: mean, standard deviation, maximal and minimal values. The normality of distribution for all variables was checked with the Shapiro–Wilk test. The differences between the values of the analyzed parameters for 6 different foot strikes during the ZAP3 test (P, TP1, TP2, TP3, T, PNT) was assessed by ANOVA. When significant differences were detected, post-hoc tests were performed by means of the Conover–Iman test. Statistical analyses were performed using the statistical package Statistica 13.1 (StatSoft). Reported results are considered significant for $p \leq 0.05$.

3. Results

ZAP-3 Test Description

The first footwork step is called **Planta (P)** in flamenco jargon. It is made by the supporting leg. However, the supporting role changes from one limb to another. This transfer of the body weight to the second limb follows rapidly and is initiated before P occurs and terminated when it is completed. At the instant of the foot strike, the knee is flexed and extended, and the impact of the floor contact is generated by the forefoot, provided by all the metatarsal heads. When the limb goes to the posterior plane, the ankle is relaxed but with the foot in a slight plantar flexion. This leg takes the responsibility of support while preparing to perform the second footwork step that will be produced by dropping the heel on the floor. This is called **Tacón de Planta (TP1)**. The strike is made with the forefoot on the ground. The hindfoot is raised proximally to gain momentum and to hit the ground making an audible sound. Just after the other leg performs its footwork, called Tacón (T), the supporting leg repeats a **Tacón de Planta (TP2)** when the forefoot is planted. The last step provided in this position by the supporting leg, whilst the forefoot is planted is **Tacón de Planta (TP3)**, when the heel drops to the floor following the second leg strike Punta (PNT).

The fifth footwork of the right limb (the nonsupporting one) is provided by the heel impact, the so called **Tacón (T)**, on the floor to make the sound in front of the subject. This happens with flexing and extending the knee joint and foot in dorsiflexion.

The last one is also performed by flexing and extending the knee, which is hardly lifted from the ground towards the posterior plane because the impulse to hit the ground backwards is enough. The foot is in plantarflexion, and the strike is provided by tapping the tip of the toe on the floor behind the base of support. This is called **Punta (PNT)** (Figures 1 and 2, Table 1).

Table 1. Maximal value of the vertical component of ground reaction force and the value of loading rate of ground reaction force (GRF) normalized to body weight for the ZAP-3 test.

		maxGRF [BW]			LR _{GRF} [BW/s]		
		Mean $\pm$ std	min–max	Shapiro–Wilk Test (p)	Mean $\pm$ std	min–max	Shapiro–Wilk Test (p)
RIGHT	P	2.22 $\pm$ 0.60	0.84–2.98	0.48	115.11 $\pm$ 52.37	33.74–241.98	0.28
	TP1	2.71 $\pm$ 0.23	2.32–3.11	0.97	260.94 $\pm$ 66.23	159.35–387.01	0.94
	TP2	1.91 $\pm$ 0.42	1.35–3.11	0.01	166.98 $\pm$ 102.70	36.21–319.03	0.17
	TP3	1.88 $\pm$ 0.47	0.91–2.30	0.02	152.39 $\pm$ 62.70	55.87–230.35	0.12
	T	1.06 $\pm$ 0.30	0.34–1.38	0.09	113.88 $\pm$ 69.61	24.33–308.22	0.04
	PNT	0.59 $\pm$ 0.23	0.19–0.94	0.86	78.69 $\pm$ 48.76	6.95–186.55	0.82
LEFT	P	2.35 $\pm$ 0.42	1.46–3.08	0.82	117.77 $\pm$ 34.11	69.53–205.48	0.17
	TP1	2.71 $\pm$ 0.35	2.19–3.60	0.15	243.47 $\pm$ 87.74	95.09–414.82	0.53
	TP2	1.99 $\pm$ 0.14	1.69–2.20	0.95	96.78 $\pm$ 34.96	60.17–164.72	0.02
	TP3	2.42 $\pm$ 0.31	1.93–2.93	0.81	185.45 $\pm$ 37.15	137.88–253.65	0.25
	T	0.62 $\pm$ 0.24	0.24–1.01	0.68	47.02 $\pm$ 22.15	22.3–87.60	0.04
	PNT	0.65 $\pm$ 0.19	0.26–0.94	0.81	61.67 $\pm$ 21.95	19.96–111.24	0.87

The p -value for normal distribution is in bold; maxGRF—maximal value of the vertical component of ground reaction force; LR_{GRF}—value of loading rate of GRF force; BW—body weight; std—standard deviation. Footwork steps during ZAP-3: P—Planta; TP1, TP2, TP3—Tacón de Planta; T—Tacón; PNT—Punta.

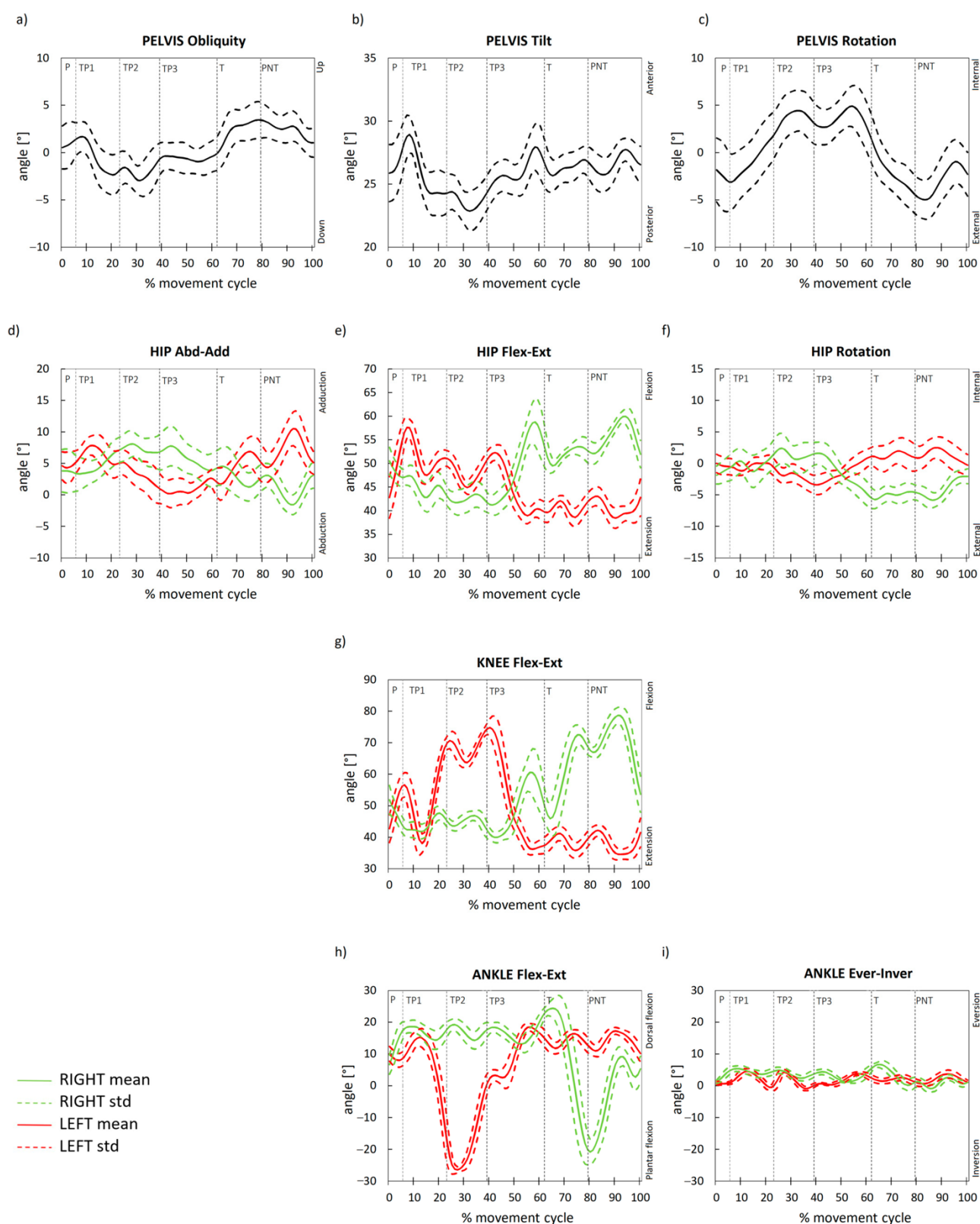


Figure 2. Kinematics of body movement in Zap-3 test: (a) pelvis obliquity, (b) pelvis tilt, (c) pelvis rotation, (d) hip abduction–adduction, (e) hip flexion–extension, (f) hip rotation, (g) knee flexion–extension, (h) ankle flexion–extension, (i) ankle eversion–inversion.

Friedman’s ANOVA test revealed statistically significant differences in the vertical maxGRF and impulse of force LR_{GRF} between the successive foot strikes (P, TP1, TP2, TP3, T, PNT) during ZAP3 ($p \leq 0.05$). Post-hoc tests showed that maxGRF values are

significantly different for almost every pair of strikes. There were no differences between the maxGRF obtained for P and TP3, and between T and PNT for the left lower limb. Statistically significant differences were also noted for the values of the loading rate of the ground reaction force between the majority of the analyzed pairs of strikes (Table 2).

Table 2. Conover–Iman post-hoc test results for maxGRF and LR_{GRF} for subsequent foot strikes in the ZAP3 test.

maxGRF						
RIGHT						
	P	TP1	TP2	TP3	T	PNT
P		<0.05 *	0.02 *	0.09	<0.05 *	<0.05 *
TP1	<0.05 *		<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *
TP2	0.02 *	<0.05 *		0.52	<0.05 *	<0.05 *
TP3	0.09	<0.05 *	0.52		<0.05 *	<0.05 *
T	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *		0.01 *
PNT	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	0.01 *	
LEFT						
	P	TP1	TP2	TP3	T	PNT
P		<0.05 *	<0.05 *	0.19	<0.05 *	<0.05 *
TP1	<0.05 *		<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *
TP2	<0.05 *	<0.05 *		<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *
TP3	0.19	<0.05 *	<0.05 *		<0.05 *	<0.05 *
T	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *		0.6
PNT	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	0.6	
LR _{GRF}						
RIGHT						
	P	TP1	TP2	TP3	T	PNT
P		<0.05 *	0.16	0.16	0.7	0.07
TP1	<0.05 *		<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *
TP2	0.16	<0.05 *		1	0.07	<0.05 *
TP3	0.16	<0.05 *	1		0.07	<0.05 *
T	0.7	<0.05 *	0.07	0.07		0.16
PNT	0.07	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	0.16	
LEFT						
	P	TP1	TP2	TP3	T	PNT
P		<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *
TP1	<0.05 *		<0.05 *	0.31	<0.05 *	<0.05 *
TP2	<0.05 *	<0.05 *		<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *
TP3	<0.05 *	0.31	<0.05 *		<0.05 *	<0.05 *
T	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *		0.42
PNT	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	<0.05 *	0.42	

* $p \leq 0.05$; maxGRF—maximal value of the vertical component of ground reaction force; LR_{GRF}—value of loading rate of GRF force; BW—body weight; std—standard deviation. Footwork steps during ZAP-3: P—Planta; TP1, TP2, TP3—Tacón de Planta; T—Tacón; PNT—Punta.

4. Discussion

The main purpose of our study was to document the technique of footwork (zapateado). We provided a detailed description of the most common set of steps used in choreography. Due to the repetitive stamping of the feet in high-heeled shoes against the floor, flamenco is called a percussive dance where the dancer is a musician—a percussionist, who uses his or her body as an instrument to make different sounds and rhythms by means of the feet beating the ground, hands clapping together or on the body [2].

4.1. Kinematics

4.1.1. Initial Body Position—How to Develop Flamenco Dance Posture

The impressive attitude and the true spirit of flamenco are reflected in the good posture of the dancer. This will allow greater freedom of movement for the arms, head, trunk and feet for footwork. It will also improve his or her confidence. Therefore, while standing, there is a need to separate the upper body from the lower body at the hips. To hold the chest proudly, it should be actively lifted away from the hips; relaxed shoulders will allow the shoulder blades to rest lightly on the rib cage. The head is positioned on an extended neck looking straight forward, not down at the floor or at the feet (Figure 1a).

4.1.2. Body Alignment during Footwork

The percussive stamping of the feet produces whole-body vibrations, which must be attenuated by the joints and muscles of the legs to a frequency that will not cause bodily harm [8]. The full intensity of the floor impact is reduced by shock-absorbing reactions at the ankle, knee and hip. As our registrations revealed, the average values of the vertical component of GRF ranged between 0.6 and 2.7 BW executed with appropriate loudness (Figure 1a,c). Thus, among the key elements while performing zapateado is a proper configuration of the lower limb joints and relevant activity of the muscles stabilizing them [9]. “The lower limbs, their muscles and the abdominal part of the body are mostly responsible for a successful implementation of the tasked dance technique. The ability to contract them swiftly and to relax them determines the necessary dynamics of the dance performance, the ability to react timely with specific muscle groups influences rational utilization of the dancer’s energy, as well as the very appearance of muscles largely contribute to the esthetic expression of the move performance.” [23].

Proper positioning with flexed hips and knees, a straight back and feet in line with the hips (Figure 1a) may provide effective mechanisms of shock cushioning. In between there is the pelvis with a dual task: first, it is a link between the lower limbs and, second, it serves as the bottom of the upper body that rides on the hip joints [24]. In our footwork test performed in high-heeled shoes, the maximal anterior pelvic tilt is 29°, with a 6° range of motion (RoM). This mobility is accompanied by 20° hip RoM throughout flexion. The knee stays at the flexion RoM (~40°).

Considering an ergonomic adaptation following fast footwork, it is mostly the role of the knees that may dampen the impact of the feet–ground contact up to five times [25]. The knee joint, due to the spatial segment orientation of the femur and tibia, is in the best position of all the lower limb joints to help attenuate the vertical GRF [26]. Therefore, Echegoyen et al. [6] emphasized the problem in Spain where teachers instruct the students to perform zapateado without knee flexion or with minimum flexion of the knee. When the knee is extended, it produces less absorption through its musculotendinous system, increasing the force transmitted to the passive structures of the knee and joints above positioned [6,27]. Additionally, the dynamic loading in flamenco footwork has an unusual pattern due to the traditional high-heeled shoes worn by the dancer [8].

The control of the pelvis position during zapateado requires isometric activity of the surrounding muscles, which results from the necessity of stabilizing the trunk and pelvis. In general, we observed limited spatial oscillations of the pelvis in our subject (Figure 2b). According to Haight [28], the greatest “back-up” for the dance includes strong lower limbs and strong muscles of the trunk. Movements of the pelvis are restrained by the hip muscles,

while the back and abdominal musculature control the alignment of the trunk over the pelvis. Positions and movements involving end-range extension are an integral part of the dance aesthetic. The biomechanical analysis of the human locomotor system revealed that unfavorable situations are those when muscles are subjected to long isometric tension and when muscles stabilize the multisegment biomechanism bases [14]. It seems that the flamenco falls well within the scheme of the aforementioned static loads. Flamenco aesthetics require the control and immobility of the trunk and neck during the zapateado and a sustained spinal position close to the functional limit [7,29]. This causes a stiffness that could cause overloads in the back muscles. The use of the abdominal muscles and hip extensors (buttocks) is of great importance in the correct pelvis stabilizing process [14].

Abdominal muscles stabilize the trunk and limit the anterior pelvic tilt which, if exaggerated, is adverse. The results of the Gorwa et al. (2020) study indicate that at least the effectiveness of exercises aimed at the engagement of the abdominal muscles in keeping the pelvis stable in the sagittal plane should be evaluated and monitored in young dancers [14]. These muscles will have the same importance in flamenco, where the main movement task is played by the lower limbs with a stabilized pelvis. Wilmerding et al. [29], whose study was to determine the degree and magnitude of changes of angulation in pelvic tilt in young dancers, showed that 4 of the 16 subjects practicing flamenco showed increased anterior pelvic tilt, which correlates with lumbar lordosis. An increase in lumbar lordosis would generally be considered the biomechanically preferable accommodation of the spine to assist in absorbing the greater vertical shock loading [30]. Deepened lumbar lordosis causes high shear forces on the intervertebral discs and posterior parts of the vertebrae. Expert dancers differed from novice dancers in terms of postural pelvic control, suggesting that the control of the pelvis requires extended practice [31]. The examination of trunk coordination and postural control may be important in determining movement patterns associated with high levels of skill [32].

4.1.3. Detailed Description of the Locomotor Activity during ZAP-3

During zapateado, many patterns of body part movements and muscle control are involved. At the moment the foot strikes the ground, the limb should be optimally positioned to absorb some of the shock of the floor contact while preserving postural stability and performing footwork with appropriate loudness and musicality. Thus, characteristic positions for each joint during the specific footwork strike are presented below. Since qualitative analysis revealed a huge similarity in the movement performances of the right and left lower limbs, our description is related to the right limb quantities.

During P footwork, the pelvis is anteriorly tilted ($\sim 26^\circ$), and the hip joint is flexed ($\sim 50^\circ$), accompanied by the knee flexion ($\sim 50^\circ$) and ankle plantar flexion ($\sim 7^\circ$). In TP1, the pelvic anterior tilt increases to reach 29° , and afterwards, it decreases in TP2 and TP3 when it oscillates between 23° and 25° . The hip slightly extends (till $\sim 46^\circ$) and fluctuates within 46° – 42° in TP2 and TP3 strikes. At the same time, the knee reduces its flexion to 43° , and throughout TP2 and TP3, when the heel rises, knee flexion oscillates between 40° and 49° . Plantar flexion is a part of the primitive flexor synergy (it accompanies hip and knee flexion). The increase in plantar flexion in TP1 to 19° is kept within small fluctuations throughout the next two strikes (TP2, TP3). T footwork is preceded by unloading weight from the limb, lifting the foot from the ground and moving the limb forward to strike the floor with the heel. It is accompanied by a sudden increase in anterior pelvic tilt (28°), which oscillates between 28 and 26° throughout PNT until the next P is initiated. Maximal pelvic anteversion before T is accompanied by larger hip flexion ($\sim 60^\circ$), which reduces its flexed posture after the impact (to $\sim 51^\circ$) and remains stable in PNT. Then, it reaches its maximum ($\sim 62^\circ$), preparing the limb for another cycle of footwork steps. Similarly, just before the T strike, the knee joint flexion increases (to $\sim 60^\circ$) to advance the limb and perform this strike in front of the body. While hitting the ground, the knee extends to $\sim 46^\circ$ and then again visibly flexes to strike the floor with the toes in PNT. Afterwards, knee flexion is diminished to prepare for another P footwork. The ankle joint continues to

plantarflex, reaching its peak during T ($\sim 26^\circ$). Then, a decrease in plantar flexion occurs in order to reach maximal dorsiflexion in PNT ($\sim 20^\circ$). Afterwards, the foot is prepared for P footwork.

To understand how much the flamenco dancer's body is used during the footwork, we consider the locomotor function during walking, the human basic daily activity. The pelvis has an anatomical 10° anterior pelvic tilt. During typical stepping in walking, an additional 4° pelvic tilt occurs, and its entire range of movements is 4° [24]. While in our footwork test, the maximal anterior pelvic tilt is 29° , with a RoM of 6° , this mobility is accompanied by 20° of the hip RoM throughout flexion. Hip flexion allows the pelvis and trunk to remain erect. The normal range during free walking for the hip is 40° . The exchange of motion from flexion to extension is gradual. It ranges from 30° flexion to 10° extension. The knee also stays at the flexion range of motion ($\sim 40^\circ$). Partial knee flexion serves to compensate for the elevation of the heels [29], and it contributes to controlled shock absorption. Normal knee motion during walking represents greater and lesser degrees of flexion within the full range of 0° to 60° . Faster walking speed is associated with greater knee flexion (especially in loading response). The most mobile element of the locomotor unit is the ankle joint with a 42° entire range of motion during the footwork; however, in everyday activities, the RoM required in the sagittal plane is significantly reduced, with a maximum of 25° for walking.

Simultaneously, the coronal and transverse plane motions of the pelvis are followed by the hip joint. In general, the pelvis reveals small oscillations ($\sim 6^\circ$) in the frontal plane, while in walking, its range of motion is 8° . During weight acceptance in walking, the contralateral side of the pelvis drops on average by 4° in the coronal plane. In pre-swing, the ipsilateral pelvis drops by 4° as the contralateral limb abductors yield under the high demand of loading response. However, in a transverse plane, its RoM ($\sim 10^\circ$) is similar to gait oscillations (5° forward and 5° backward). Maximum forward rotation contributes to the step length of the lead limb. Maximum backward rotation contributes to a trailing limb posture.

For normal foot motion, sagittal and frontal planes of motion must be smooth to provide joint stability. The majority of ankle eversion/inversion occurs at the subtalar joint. While in walking, its range of motion in the coronal plane is 6.3° eversion and 8.3° inversion [33]; our subject revealed $\sim 10^\circ$ (8° eversion/ 2° inversion). During gait, the movement of the foot is synonymous with the movement of all the bones of the lower extremity. As an intricate mechanism that cushions the body and adapts to uneven surfaces, the foot provides traction for movement, awareness of joint and body position for balance and leverage for propulsion [34].

4.1.4. Feet during Zapateado

Dancers are skilled athletes who perform within a unique set of movement constraints [21,35,36]. In flamenco, footwork needs to be performed very fast with high precision, stabilizing the trunk and facilitating arm movements at the same time. The dancer in our study achieved a mean frequency of 11.8 footwork steps/s. Movements of the feet are of great importance: any strike with any part of the foot is not an act of force [25]. It requires some know how with regard to how to strengthen the strike. The movement should be performed dynamically—the foot goes downward. Flamenco dancing is concentrated downward toward the ground, the most intense energy on the spot. The foot is the “root” between the body and the earth. Any contact with the ground performed with any part of the foot during zapateado should be short (see Table 1). Then, the high impulse of force ensures a dynamic and fast displacement of the foot—following the 2nd law of Newton. We achieved the highest values of the loading rate for the most dynamic vertical loads. Flamenco dancers wear high-heeled shoes and perform fast footwork involving concentric contractions of both the plantar flexors and dorsiflexors (in our case within 42° range of movement). The change of the ankle position may decrease lateral ankle stability; thus, the high frequency of footwork is due to a very limited displacement of the feet. If the foot performing any kind of strike goes too far, it will need to cover a longer distance.

So, when the foot is far from the body line, although its mass is merely 1.4% BW [37], moment of inertia of the whole limb increases. The longer time required to displace the foot affects the quality and quantity of footwork frequency and its “soniquete” and may lead to premature fatigue. It may disturb the stability of the body and center of mass (COM) displacements. The proper position of the lumbar lordosis helps the pelvis stabilize and distribute the body weight over the lower limbs, as it assists in positioning the trunk’s center of mass above the hips [30]. Regarding the smooth oscillations of the pelvis segment in our study, we may assume that the COM position remains stable. Struggling with stability is very demanding in terms of muscular activity, which is why the movements performed are far from ergonomic. Additionally, any muscular imbalance may affect the body’s ability to dampen the vibrations. To prevent that, a supporting leg should be loaded, with the pelvis stabilized to control the upper part of the dancer’s body and reduce unnecessary movements.

4.2. Kinetics

The traditional high-heeled shoes used by flamenco dancers do not provide adequate shock absorption [8,38]. Thus, when striking the ground, dancers are subjected to serious loads on the structures of the supporting limb due to high peaks of force that are several times their body weight [6,19]. As our registrations revealed, the average values of the vertical component of the ground reaction force ranged between 0.6 and 2.7 BW. When the forefoot strikes the ground (P), it reaches double the body weight. The impact force initiates rapid heel drop (TP1), which generates a spike 2.7 times the BW. This is followed by TP2 and TP3 when the forefoot is placed on the ground and the heel strikes the floor. The highest impact in both footworks reaches twice the BW. Shortly after the rapid transfer of the body weight to the second limb, the heel strikes the floor (T) in front of the body and provides a spike of the vertical component of GRF equal to the BW. Finally, the lowest impact performed with the toes accompanies PNT (0.6 BW).

Additionally, during gait, the magnitude of the vertical component of GRF varies with the changing limb position. There are two peaks generated during the stance phase (~110 BW each) separated by the valley (~80% BW) [24]. Zapateado is performed to produce sound with appropriate loudness and musicality. This in turn is provided due to striking the ground with the given part of the foot while the body is kept in the right position. By qualitatively analyzing the sound wave recorded in a single ZAP-3 cycle (Figure 1d), it can be seen that the highest values of sound volume occurred for those foot impacts on the ground for which the vertical component of the ground response was the highest (P, TP1).

4.3. Direction for Future Research

Bearing in mind that biomechanical analysis is focused not only on the forces acting on the body, the kinematics of the movements, but also on muscle activity, our future study should also involve electromyography in flamenco investigation. This will help to understand how the nervous system plans and controls impact absorption, which is essential for designing a strategy to prepare the muscles to absorb an impact.

5. Conclusions

This is the first study which comprehensively assesses the body posture of a flamenco dancer while performing footwork. We provided an explanation from a biomechanical perspective of the meaning of coordinated work of the body segments aimed to generate rhythmic patterns of strikes. We hope our results can help flamenco practitioners verify their intuitive body arrangement while dancing.

Take Home Message

Flamenco dance teaching requires fine tools for the training of the dance artist but at the same time should provide some precautions to reduce the risk of overloading and

injuries. Dance educators and instructors can derive from this research a safer and more effective technique to impart to students.

1. Start with slow speed: slowly practice single elements before you join everything together to move your whole body.
2. When increasing speed, practice footwork only at the maximum speed at which you can still perform each foot strike accurately and with an audible sound.
3. Pay special attention to the alignment of your whole body. Due to the proper position of the body, the dynamic, smooth and rhythmic performance of footwork will be safe for the dancer.
4. Follow the compás as the most important quality.
5. Use your pelvic stabilizers (abdominal and hip muscles) consciously.

Author Contributions: Conceptualization, J.G., W.F.-K., R.M. and K.N.-L.; methodology, W.F.-K., J.G., R.M. and K.N.-L.; software, R.M. and K.N.-L.; validation, W.F.-K., J.G., R.M. and K.N.-L.; formal analysis, J.G., W.F.-K., R.M. and K.N.-L.; investigation, W.F.-K., J.G., R.M., K.N.-L., I.B.-C., A.V.-M. and S.G.-L.; resources, W.F.-K., I.B.-C., A.V.-M. and S.G.-L.; data curation, W.F.-K., I.B.-C., A.V.-M. and S.G.-L.; writing—original draft preparation, W.F.-K., R.M., K.N.-L. and J.G.; writing—review and editing, W.F.-K., J.G., R.M. and K.N.-L.; visualization, W.F.-K., J.G., R.M. and K.N.-L.; supervision, J.G. and R.M.; project administration, W.F.-K., A.V.-M. and S.G.-L.; funding acquisition, A.V.-M., W.F.-K. and S.G.-L. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: The study was supported by the Polish Ministry of Science and Higher Education conducted within the project “Biomechanical studies of biological systems and processes” (project no. 07/030/BK_21/2054) and by the Centro de Investigación Flamenco Telethusa, grant number PI/A1/2015.

Institutional Review Board Statement: The study was conducted according to the guidelines of the Declaration of Helsinki, and approved by the San Antonio Catholic University of Murcia, Spain (number: 6777.2017).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from the subject involved in the study.

Data Availability Statement: The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. UNESCO—What Is Intangible Cultural Heritage? Available online: <https://ich.unesco.org/en/what-is-intangible-heritage-00003> (accessed on 15 January 2021).
2. Goulet, I. Learning to Become Dancing Musicians: Flamenco Dancers Going Global. Master’s Thesis, Concordia University, Montreal, QC, Canada, 2007.
3. Pedersen, M. Measures of Plantar Flexion and Dorsiflexion Strength in Flamenco Dancers. *Med. Probl. Perform. Art.* **1999**, *14*, 107–112.
4. Parviainen, J. Bodily Knowledge: Epistemological Reflections on Dance. *Danc. Res. J.* **2003**, *34*, 11–26. [CrossRef]
5. Hachimura, K.; Kato, H.; Tamura, H. A Prototype Dance Training Support System with Motion Capture and Mixed Reality Technologies. In Proceedings of the RO-MAN 2004 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (IEEE Catalog No.04TH8759), Kurashiki, Japan, 22 September 2004. [CrossRef]
6. Echegoyen, S.; Aoyama, T.; Rodríguez, C. Zapateado Technique as an Injury Risk in Mexican Folkloric and Spanish Dance: An Analysis of Execution, Ground Reaction Force, and Muscle Strength. *Med. Probl. Perform. Art.* **2013**, *28*, 80–83. [CrossRef] [PubMed]
7. Bejjani, F.J.; Halpern, N.; Pio, A.; Dominguez, R.; Voloshin, A.; Frankel, V.H. Musculoskeletal Demands on Flamenco Dancers: A Clinical and Biomechanical Study. *Foot Ankle* **1988**, *8*, 254–263. [CrossRef] [PubMed]
8. Voloshin, A.S.; Bejjani, F.J.; Halpern, M.; Frankel, V.H. Dynamic Loading on Flamenco Dancers: A Biomechanical Study. *Hum. Mov. Sci.* **1989**, *8*, 503–513. [CrossRef]
9. Micheli, L.J. Back Injuries in Dancers. *Clin. Sports Med.* **1983**, *2*, 473–484. [CrossRef]
10. Baena-Chicón, I.; Gómez-Lozano, S.; Abenza-Cano, L.; Vicuña, O.; Fernández Falero, M.R.; Vargas-Macías, A. Algas as a Predisposing Factor of Injury in Flamenco Dance Students. *Cult. Cienc. Deporte* **2020**, *15*, 245–253. [CrossRef]
11. LeVeau, B.F. *Biomechanics of Human Motion*, 1st ed.; Slack Incorporated: Thorofare, NJ, USA, 2010; ISBN 978-1-55642-905-7.

12. Forczek, W.; Baena-Chicón, I.; Vargas-Macías, A. Movement Concepts Approach in Studies on Flamenco Dancing: A Systematic Review. *Eur. J. Sport Sci.* **2017**, *17*, 1161–1176. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
13. Gorwa, J.; Michnik, R.A.; Nowakowska-Lipiec, K.; Jurkojc, J.; Jochymczyk-Woźniak, K. Is It Possible to Reduce Loads of the Locomotor System during the Landing Phase of Dance Figures? Biomechanical Analysis of the Landing Phase in Grand Jeté, Entre-lacé and Ballonné. *Acta Bioeng. Biomech.* **2019**, *21*, 111–121. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
14. Gorwa, J.; Kabaciński, J.; Murawa, M.; Fryzowicz, A. On the Track of the Ideal Turnout: Electromyographic and Kinematic Analysis of the Five Classical Ballet Positions. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0230654. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
15. Gorwa, J.; Kabaciński, J.; Murawa, M.; Fryzowicz, A. Which of the Five Classical Ballet Positions Is the Most Demanding for the Dancer's Body? An Electromyography-Based Study to Determine Muscular Activity. *Acta Bioeng. Biomech.* **2020**, *22*, 3–14. [\[CrossRef\]](#)
16. Gorwa, J.; Dworak, L.B.; Michnik, R.; Jurkojc, J. Kinematic Analysis of Modern Dance Movement “Stag Jump” within the Context of Impact Loads, Injury to the Locomotor System and Its Prevention. *Med. Sci. Monit.* **2014**, *20*, 1082–1089. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
17. Gorwa, J.; Fryzowicz, A.; Michnik, R.; Jurkojc, J.; Kabaciński, J.; Jochymczyk-Woźniak, K.; Dworak, L.B. Can We Learn from Professional Dancers Safe Landing? Kinematic and Dynamic Analysis of the ‘Grand Pas de Chat’ Performed by Female and Male Dancer. In *Proceedings of the Innovations in Biomedical Engineering*; Tkacz, E., Gzik, M., Paszenda, Z., Piętko, E., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2019; Volume 925, pp. 233–240.
18. Lee, C.M.; Jeong, E.H.; Freivalds, A. Biomechanical Effects of Wearing High-Heeled Shoes. *Int. J. Ind. Ergon.* **2001**, *28*, 321–326. [\[CrossRef\]](#)
19. Ground Reaction Forces for Irish Dance Landings in Hard and Soft Shoes. Master's Thesis, Brigham Young University, Provo, UT, USA, 2017.
20. Ribeiro, S.C.M.G.; Palhares, P.M.B.; Salinas, M.J.S. Ethnomathematical Study on Folk Dances: Focusing on the Choreography. *Revemop* **2020**, *2*, e202014. [\[CrossRef\]](#)
21. Vargas-Macías, A. El Baile Flamenco: Estudio Descriptivo, Biomecánico y Condición Física. Universidad de Cádiz, 2009. Available online: <http://purl.org/dc/dcmitype/Text> (accessed on 1 June 2020).
22. Elias, L.J.; Bryden, M.P.; Bulman-Fleming, M.B. Footedness Is a Better Predictor than Is Handedness of Emotional Lateralization. *Neuropsychologia* **1998**, *36*, 37–43. [\[CrossRef\]](#)
23. Lukić, A.; Bijelic, S.; Zagorc, M.; Zuhrić-Sebić, L. The Importance of Strength in Sport Dance Performance Technique. *Sportlogia* **2011**, *7*, 61–67. [\[CrossRef\]](#)
24. Perry, J.; Burnfield, J. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function*, 2nd ed.; Slack Incorporated: Thorofare, NJ, USA, 2010; ISBN 978-1-55642-766-4.
25. Calvo, J.; Alonso, A.; Pasado Los, A.; Gómez-Pellico, L. Flamenco Dancing. In *Biomechanical Analysis and Injuries Prevention*; M.H. Edições: Oeiras, Portugal, 1998; pp. 279–285.
26. Kulas, A.S.; Schmitz, R.J.; Schultz, S.J.; Watson, M.A.; Perrin, D.H. Energy Absorption as a Predictor of Leg Impedance in Highly Trained Females. *J. Appl. Biomech.* **2006**, *22*, 177–185. [\[CrossRef\]](#)
27. Yu, B.; Lin, C.-F.; Garrett, W.E. Lower Extremity Biomechanics during the Landing of a Stop-Jump Task. *Clin. Biomech.* **2006**, *21*, 297–305. [\[CrossRef\]](#)
28. Haight, H. Morphologic, Physiologic, and Functional Interactions in Elite Female Ballet Dancers. *Med. Probl. Perform. Art.* **1998**, *13*, 4–13.
29. Wilmerding, V.; Gurney, B.; Torres, V. The Effect of Positive Heel Inclination on Posture in Young Children in Flamenco Dance. *J. Danc. Med. Sci.* **2003**, *7*, 85–90.
30. Farfan, H.F. Form and Function of the Musculoskeletal System as Revealed by Mathematical Analysis of the Lumbar Spine. An Essay. *Spine* **1995**, *20*, 1462–1474. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
31. Bronner, S. Differences in Segmental Coordination and Postural Control in a Multi-Joint Dance Movement: Développé Arabesque. *J. Danc. Med. Sci.* **2012**, *16*, 26–35.
32. Jarvis, D.N.; Smith, J.A.; Kulig, K. Trunk Coordination in Dancers and Nondancers. *J. Appl. Biomech.* **2014**, *30*, 547–554. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
33. Arndt, A.; Westblad, P.; Winson, I.; Hashimoto, T.; Lundberg, A. Ankle and Subtalar Kinematics Measured with Intracortical Pins during the Stance Phase of Walking. *Foot Ankle Int.* **2004**, *25*, 357–364. [\[CrossRef\]](#)
34. Chan, C.W.; Rudins, A. Foot Biomechanics during Walking and Running. *Mayo Clin. Proc.* **1994**, *69*, 448–461. [\[CrossRef\]](#)
35. Cohen, J.L.; Gupta, P.K.; Lichstein, E.; Chadda, K.D. The Heart of a Dancer: Noninvasive Cardiac Evaluation of Professional Ballet Dancers. *Am. J. Cardiol.* **1980**, *45*, 959–965. [\[CrossRef\]](#)
36. Koutedakis, Y.; Jamurtas, A. The Dancer as a Performing Athlete: Physiological Considerations. *Sports Med.* **2004**, *34*, 651–661. [\[CrossRef\]](#)
37. Dempster, W. Anthropometry of Body Action. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **1995**, *63*, 559–585. [\[CrossRef\]](#)
38. Vargas-Macías, A.; Lozano, S.; Macera, A.; González-Montesinos, J.; Jesús, P. El Esfuerzo Físico en el Baile Flamenco de Principios del S. XX y el Actual. *Rev. Cent. Investig. Flamenco Telethusa* **2008**, *1*, 7–9.

Estudio 8

- Título

Catastrofismo ante el dolor en estudiantes de baile flamenco de conservatorios profesionales de danza.

- Autores

Irene Baena Chicón^{1,2}

Lucía Abenza-Cano³

Alfonso Vargas-Macías⁴

Sebastián Gómez-Lozano¹

(1) Grupo de Investigación en Artes Escénicas GIAE. Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. España.

(2) Conservatorio Profesional de Danza Pepa Flores de Málaga. España.

(3) Grupo de Investigación ARETÉ. Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. España.

(4) Centro de Investigación Flamenco Telethusa. España.

- Revista

Archivos de Medicina del Deporte

- Referencia

Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza, L., y Vargas-Macías, A. (2021). Catastrofismo ante el dolor en estudiantes de baile flamenco de conservatorios profesionales de danza. *Archivos de Medicina del Deporte*, 38(2), 8–12. <https://doi.org/10.18176/archmeddeporte.00030>

Catastrofismo ante el dolor en estudiantes de baile flamenco de conservatorios profesionales de danza

Irene Baena-Chicón^{1,2}, Sebastián Gómez-Lozano¹, Lucía Abenza Cano¹, Alfonso Vargas-Macías³

¹Facultad de Deporte. Universidad Católica de Murcia. ²Conservatorio Profesional de Danza Pepa Flores de Málaga. ³Centro de Investigación Flamenco Telethusa.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00030

Recibido: 12/10/2020
Aceptado: 17/12/2020

Resumen

El baile flamenco se caracteriza por una fuerte impronta emocional y sobre todo por el carácter percusivo de sus zapateados realizados con un calzado tradicional de tacón. Esta danza supone altas demandas de esfuerzo con sus consiguientes riesgos de lesión, dolor y efectos emocionales asociados. El catastrofismo juega un papel esencial en la valoración del contexto y la experiencia del dolor. Este estudio tuvo como objetivos; en primer lugar, analizar la incidencia general del catastrofismo en estudiantes de baile flamenco y; en segundo lugar, determinar la repercusión sobre el catastrofismo de la práctica profesional en aquellas bailaoras que aun siendo estudiantes actúan escénicamente. La muestra analizada consta de 70 alumnas de Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía (17.67 ± 5.65 años); el 44.29% (n=31), también bailaban profesionalmente. Las bailaoras cumplieron la *Escala de Catastrofismo ante el Dolor* (ECD). Los resultados no muestran diferencias significativas en las categorías: rumiación, magnificación, ni en el global del catastrofismo ante el dolor al comparar participantes que sólo eran estudiantes de baile y las que además, tenían carácter profesional. En cambio, en la dimensión de desesperación sí se observa una tendencia significativa entre ambos grupos, estudiantes y profesionales, acentuada en este último grupo. El desarrollo profesional artístico en escena ante espectadores puede desencadenar estados de ansiedad que pueden llegar a tener una asociación directamente proporcional a los niveles de catastrofismo. Quizás, el hecho de ser estudiante y, a la vez, ejercer la profesión de bailaora suponga una mayor carga física y mental que puede desencadenar determinados procesos psicológicos.

Palabras clave:
Dolor psicológico. Lesión.
Movimiento. Danza.

Pain catastrophizing among professional dance conservatoire flamenco students

Summary

Flamenco is marked by the deep emotional impression it creates and its percussive footwork steps, performed in traditional high-heeled shoes. It places high demands on the dancer which leads to risks of injury, pain and associated emotional repercussions. Catastrophizing is a key factor determining how the context is valued and pain is experienced. The objectives of this study were: firstly, to analyse the general incidence of catastrophizing among flamenco students and secondly, to determine the repercussion this has on catastrophizing in professional practice among dancers who perform on stage even though they are still students. The sample analyses 70 students from the *Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía* (Andalusian Professional Conservatoires for Dance) (17.67 ± 5.65 years old); 44.29% (n=31) also danced professionally. The dancers completed the Pain Catastrophizing Scale (PCS). The results do not show significant differences in categories: rumination, magnification, nor in the overall catastrophizing of pain when comparing participants who were dance students with those who also danced professionally. However, in terms of helplessness, there is a significant difference between both groups, with those who danced both as students and professionals displaying higher levels of helplessness than those who were only students. The artistic professional development on stage before spectators can trigger anxiety states that can have a directly proportional association to the levels of catastrophism. Perhaps being a student at the same time as dancing professionally signifies a greater physical and mental load which can lead to certain psychological processes.

Key words:
Psychological suffering. Injury.
Movement. Dance.

Correspondencia: Sebastián Gómez-Lozano
E-mail: sglozano@ucam.edu

Introducción

El baile flamenco es una danza que se caracteriza por una fuerte impronta emocional y por el carácter percutivo de sus zapateados realizados con un calzado tradicional de tacón¹. Su interpretación exige altos niveles de esfuerzo similares a las observadas en actividades físico-deportivas de élite². Por tanto, al igual que en el ballet³, a los bailarines se les consideran como deportistas de élite⁴. Durante una actuación profesional se realiza un promedio de cuatro zapateados por segundo, que pueden alcanzar frecuencias de hasta doce zapateados por segundo⁵. Esto supone altas demandas de esfuerzo con sus consiguientes riesgos de lesión, focalizado principalmente en pies, rodillas y espalda⁵⁻⁷.

La lesión es un hecho traumático que, dependiendo de su nivel de afección, puede provocar un punto de inflexión en la vida de cualquier practicante de actividad física⁸. En el ámbito deportivo existe una visión generalizada que relaciona el dolor con el rendimiento deportivo y las lesiones como parte fundamental de la vida del deportista⁹. En la danza ocurre exactamente lo mismo¹⁰. Encarnación *et al.*¹¹ advierten que en el ballet se produce una tendencia que consiste en no prestar atención a la lesión y seguir bailando. De hecho, estos artistas son enseñados desde una temprana edad a que el ballet es equivalente a dolor, por su complicada técnica, sobre todo lo sufren las mujeres por el uso de las zapatillas de puntas¹². Esta actitud conlleva que no siempre se tenga un diagnóstico y tratamiento facultativo de la lesión y, por tanto, cabe la posibilidad de cronificarse al no ser tratada correctamente. Como consecuencia, no es posible seguir interpretando la danza, por lo que los bailarines sufren alteraciones en factores psicológicos como estados de ánimo, pensamientos y conductas que dificultan la rehabilitación.

El dolor es el resultado inmediato y prolongado de la experimentación de una lesión⁸. En un estudio realizado con 75 estudiantes de flamenco el 74,7% reconocía haber sentido dolor durante la práctica de baile flamenco y el 66,7% afirmaba además haber estado lesionado¹³. El dolor está descrito como un proceso complejo donde los factores biológicos y psicológicos concurren a una experiencia emocional y sensorial a nivel individual⁹. Sin embargo, su relación no es directamente proporcional a la gravedad de la lesión, sino que, pueden interferir otros factores como la edad, el nivel educativo, la raza, el estado socioeconómico, la depresión, la capacidad de recuperación, el catastrofismo y las actitudes hacia el tratamiento. En deportistas, el padecimiento de dolor en el entrenamiento se concibe con frecuencia de forma satisfactoria, ya que lo toman como indicador de esfuerzo y que han llegado al límite de su rendimiento⁹. Sin embargo, los bailarines no siempre saben diferenciar entre el dolor de su entrenamiento rutinario con el dolor de una propia lesión¹⁴.

Para mejorar los resultados del tratamiento y la afección del dolor, se pueden implementar los programas de intervención psicológica que independientemente de los factores demográficos (edad, sexo, lugar de residencia), serán viables incluso teniendo en cuenta los factores psicosociales propios de los bailarines¹⁵. Sin embargo, para obtener resultados óptimos, primero debemos cuantificar el grado en que las estrategias de afrontamiento del dolor están presentes en poblaciones específicas de pacientes.

El catastrofismo es una tendencia a exagerar la percepción del dolor con una valoración mental negativa tanto real como anticipada¹⁶. Su papel es esencial en cuanto a la valoración del contexto y la experiencia del dolor. Está relacionado con un aumento de la sensibilidad, la intensidad y la incapacidad ante el dolor, lo que conlleva a un estado emocional asociado a la ansiedad y la depresión¹⁷. Diversos estudios indican que el catastrofismo puede cambiar durante las intervenciones psicológicas a través de mejoras en el dolor, el estado psicológico y la capacidad física⁸.

Al examinar los factores psicosociales asociados con el estrés en la danza, se aprecia que es fundamental comprender las principales causas de éste y las formas principales en que los bailarines intentan lidiar con esos factores estresantes¹⁸. Para su bienestar físico, Patterson *et al.*¹⁹ indican que el estrés en la vida y el apoyo social son contribuyentes exponencialmente. También influyen las diferencias culturales, ya que bailarines de distintos países pueden experimentar distintos agentes estresores y desarrollar habilidades alternativas al afrontamiento al dolor.

Los valores de catastrofismo han sido estudiados en diferentes modalidades de danza fundamentalmente en bailarines de ballet y contemporáneo^{9,11,12,14,18,20-25} y concretamente en bailarines de la danza tradicional irlandesa^{10,26}. En cambio, no tenemos constancia de estudios al respecto en el baile flamenco. A pesar de la existencia de estudios que detallan altos casos de lesiones y algias en el baile flamenco^{5,6,27-30} son pocos los estudios que analizan el dolor más allá del ámbito anatómico. Lupiáñez³¹, sostiene que los bailarines de flamenco no tienen un entrenamiento mental ante las distorsiones cognitivas que aparecen durante las actuaciones. Además, ha sido constatado que los artistas flamencos sufren síntomas de ansiedad como la sudoración durante los espectáculos, la cual les provoca sintomatologías como no sentir los pies dentro de los zapatos; o el temblor de las rodillas, que no les permite realizar los zapateados con la técnica y destreza deseada³².

Por ello, los objetivos del estudio fueron analizar el nivel de catastrofismo de las alumnas oficiales de baile flamenco y, determinar si existen diferencias en el pensamiento catastrofista entre las estudiantes que no realizan práctica profesional y las que sí.

Material y método

Participantes

La muestra del estudio estuvo formada por 70 estudiantes femeninas de enseñanzas artísticas de Conservatorios Profesionales de Danza de Andalucía, en la especialidad de baile flamenco. Dentro de este grupo de estudiantes, el 44,29% (n=31), también bailaban profesionalmente. La edad estaba comprendida entre 12 y 30 años, con una media de 17,67±5,65 años. Semanalmente dedicaban una media de 8,19±3,30 horas a la práctica de baile flamenco.

La selección de participantes se llevó a cabo mediante muestreo no probabilístico consecutivo, seleccionando a todos los sujetos posibles a los que se tenía acceso que cumplían con los criterios de inclusión. Estos fueron: 1) ser estudiante en un conservatorio profesional de danza en la especialidad de baile flamenco; 2) tener al menos dos años de experiencia en baile flamenco; y 3) estar en activo y dedicando un mínimo de 6 horas semanales a la práctica del baile flamenco (ensayos, clases /o espectáculos). Los criterios de exclusión son: 1) no estar lesionados

en el momento del estudio; y 2) no haber tenido lesión en los últimos 6 meses previos al estudio.

Previo a la investigación se obtuvo la aprobación del comité de ética de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. En todos los casos se cumplieron los requisitos exigibles por el Código de Ética de la Asociación Médica Mundial (Declaración de Helsinki) para experimentos con seres humanos. Además, todos los sujetos participantes en la investigación o, tutores legales en el caso de los menores de edad, firmaron el consentimiento informado de forma previa a la toma de datos, en el que se explicitaron los objetivos del estudio, así como las condiciones en que se llevarían a cabo las mediciones y la confidencialidad de la información obtenida.

Instrumentos

Se utilizó el *Pain Catastrophizing Scale* (PCS)³³, en concreto su versión en castellano, la *Escala de Catastrofismo ante el Dolor* (ECD)⁸, cuestionario autoadministrable de 13 ítems que evalúa tres dimensiones: Rumiación (no puedo dejar de pensar en lo mucho que duele), Magnificación (es horrible y siento que me abrumba) y Desesperanza (es horrible y siento que es más fuerte que yo); cada ítem puntúa desde 0 (nada) hasta 4 (siempre) obteniendo una puntuación máxima de 52; puntajes bajos indican escasa catastrofización y puntajes altos elevada catastrofización. Esta escala, de forma global, tiene una fuerte consistencia interna con un alfa de Cronbach de 0,82¹⁶.

Procedimiento

La presente investigación es de tipo descriptivo, con un diseño transversal, en el que todas las variables se evalúan al mismo tiempo. Se realizó una entrevista directa basada en preguntas sobre datos socio-demográficos (edad, sexo) y relacionados con la práctica de la danza (nivel de estudios, años de experiencia, horas de práctica por semana, estudiante y profesional-sólo estudiante). Del mismo modo, las bailaoras cumplimentaron la ECD en presencia del investigador principal, ofreciéndoles previamente una breve justificación de la investigación y verbalizando la estricta confidencialidad de los resultados obtenidos. El cuestionario se llevó a cabo a lo largo del primer trimestre del 2020. Todos los datos se obtuvieron en una sola sesión de 20 minutos para cada grupo de estudiantes, antes de comenzar una clase de danza en su aula de referencia.

Tabla 1. Estadística descriptiva y comparativa de medias T-Student.

Variables	Muestra (n=70)	Estudiantes (n=39)	Estudiantes profesionales (n=31)	Valor t (p<0,05)	Intervalo de confianza 95%
Rumiación	1,85±1,06	1,87±1,08	1,83±1,05	t=0,135 p=0,893	-0,477; 0,546
Magnificación	1,57±0,99	1,50±1,00	1,67±1,00	t=-0,712 p=0,479	-2,979; 0,979
Desesperación*	1,29±0,82	1,19±0,67	1,41±0,97	t=-1,1 p<0,1	-2,870; 2,376
Catastrofismo	19,89±10,54	19,10±9,28	20,87±12,04	t=-0,69 p=0,24	-6,850; 3,313

*grado de significación leve o moderada.

Análisis de datos

Se ha llevado a cabo un análisis descriptivo con la obtención de los parámetros característicos, media y desviación típica, para las variables cuantitativas mediante el programa estadístico SPSS 16.0. Para analizar la representatividad de las medias aritméticas se utilizó el coeficiente de variación de Pearson.

Además, se realizó una prueba de igualdad de dos medias para datos apareados con la prueba de la *T-Student* para esas mismas variables para comparar dichas medias entre grupo de estudiantes y grupo de carácter profesional.

Resultados

Cuando comparamos en las 3 dimensiones sobre el catastrofismo ante el dolor entre participantes que solo eran estudiantes de baile y las que además tenían carácter profesional, no se hallan diferencias significativas en las categorías: rumiación, magnificación, ni en el global del catastrofismo ante el dolor. En cambio, en la dimensión de desesperación sí se observa una tendencia significativa entre ambos grupos, estudiantes y profesionales, acentuada en este último grupo (Tabla 1).

De manera complementaria a la Tabla 1 y tras analizar de manera aislada cada uno de los 13 ítems, se encuentran diferencias estadísticamente significativas en 3 de ellos:

- *Rumiación*: de los cuatro ítems que la componen, en el ítem 1. Me preocupo sobre si el dolor se acabará (t=1,968; p=0,025) y en el ítem 3. El dolor es muy fuerte y creo que nunca va a mejorar (t=-1,998; p=0,026).
- *Magnificación*: de los tres ítems que la conforman, en el ítem 7. Me vienen a la memoria expresiones dolorosas anteriores se registra una tendencia significativa a acentuar dichos pensamientos o sentimientos en el grupo de las bailaoras profesionales (t=-1,01, p<0,1).

Discusión

El objetivo del presente estudio ha sido conocer el nivel de catastrofismo al dolor en estudiantes de baile flamenco; analizando además las diferencias en cada una de las dimensiones del catastrofismo (rumiación, magnificación y desesperación) en las estudiantes mujeres con aquellas bailaoras que, actuaban en situaciones de representación escénica.

Los resultados obtenidos no corroboran los presentados por Cahalan *et al.*¹⁰ en los que, en una muestra de bailarines irlandeses de élite, los factores significativamente relacionados con lesiones severas (1 día de ensayo o actuación perdido debido a una lesión y más de 21 días para su recuperación) fueron: sexo femenino, salud subjetiva y psicosocial pobre, así como un alto nivel de catastrofismo. En esta misma línea, el catastrofismo ya se mostró como predictor de dolor tanto para deportistas como para sedentarios y explicó las diferencias en la percepción de dolor entre hombres y mujeres³⁴. Igualmente, en el estudio realizado por Etherton *et al.*³⁵ con una muestra de estudiantes universitarios sometidos a una experiencia de dolor inducido, también encontraron que la media de dolor subjetivo fue más alta para las mujeres que para los hombres. Sin embargo, los hombres exhibieron mayor reactividad cardiovascular en respuesta a la tarea dolorosa en relación con las mujeres, y sin llegar a recuperar los niveles de referencia.

Analizando las tres categorías: rumiación, magnificación y desesperación, encontramos una tendencia a la significatividad solamente en la última dimensión de la desesperación ($t=-1,1$; $p<0,1$) (IC 95%: -2.870; 2.376). Ese hecho es más visible en el grupo de bailaoras de flamenco de carácter profesional. Pero si, además, observamos dentro de esta dimensión los resultados estadísticos de los ítems: 1. Me preocupo sobre si el dolor se acabará y 3. El dolor es muy fuerte y creo que nunca va a mejorar; encontramos un alto nivel de diferencias significativas entre ambos grupos ($t=1,968$; $p=0,025$) y ($t=-1,998$; $p=0,026$) respectivamente para cada ítem. Este hecho se relaciona con el concepto Locus de control³⁵: no saber el origen de la causa del acontecimiento o no sentirte dueño de tu propio destino puede vincularse con episodios de depresión. Este tipo de dimensión dentro de la desesperación, que manifiesta la incapacidad del ser humano ante situaciones dolorosas refleja claramente en nuestro estudio una situación de impotencia en las bailaoras de carácter profesional frente a las bailaoras exclusivamente estudiantes.

Además, dentro de la categoría de magnificación, relacionado con: la exageración de lo desagradable de las situaciones de dolor y las expectativas de las consecuencias negativas⁸ encontramos el ítem 7. Me vienen a la memoria expresiones dolorosas anteriores; donde existe una tendencia significativa a acentuar dichos pensamientos o sentimientos en el grupo de las bailaoras profesionales ($t=-1,01$, $p<0,1$). Esta tendencia aún siendo moderada, refleja un factor diferenciador entre el baile flamenco como parte de un currículum de enseñanza y exponerse con otro tipo de responsabilidad frente a un público.

Quizás, el hecho de ser estudiante y, a la vez, ejercer la profesión de bailaora suponga una mayor carga física y mental que puede desencadenar determinados procesos psicológicos, como por ejemplo un aumento de la ansiedad y una mayor preocupación y afectación por sensaciones de dolor asociadas a su circunstancia, de forma similar a las evidencias encontradas en estudios que relacionan ansiedad y catastrofismo en deportistas lesionados³⁷. Sin embargo, en el trabajo de Páparizos *et al.*¹² que relaciona catastrofismo y dolor induciendo dolor a un grupo de bailarinas catalogadas en tres niveles (expertas, intermedias y principiantes); las bailarinas más expertas muestran más tolerancia al dolor que las principiantes.

Encontramos como dentro de la técnica del baile flamenco que puede existir una especificidad en la somatización entre la ansiedad o

miedo escénico y ciertas dimensiones del catastrofismo ante el dolor. Se ha estudiado en deportistas como existe una estrecha correlación entre la ansiedad frente a la competición y estados de catastrofismo ante el dolor¹⁶. Dicha correlación en deportistas no hace vislumbrar un campo bastante amplio de actuación en las bailaoras tanto no profesionales como de carácter profesional para mejorar el rendimiento desde un punto de vista tanto fisiológico como psicológico. Es conocido el alto nivel de exigencia de esta disciplina, así como la elevada presencia de estímulos aversivos que generan estrés y respuestas poco funcionales por parte de los bailaores carentes de entrenamiento mental para afrontarlos³². A pesar de ello, no encontramos estudios que evalúen el catastrofismo como indicador asociado al afrontamiento del dolor en una especialidad de danza como es el flamenco. De esta forma, remarcamos el interés de nuestro estudio para que pueda seguir progresando en esta línea de investigación.

Es necesario destacar que la evaluación del catastrofismo, así como de sus tres factores (rumiación, magnificación y desesperación), podría ser de gran utilidad en la población de bailarines donde el dolor, asociado a su práctica habitual o al cursar con una lesión, es un elemento cotidiano que se ha evidenciado de manera empírica¹¹. Además, los modelos psicológicos que explican el dolor desde una perspectiva cognitiva han mostrado que el pensamiento negativo puede dificultar la rehabilitación por el desequilibrio emocional derivado³⁸, apoyando la idea de que controlar el catastrofismo en el deportista puede ayudar a disminuir los resultados negativos. Los bailarines de flamenco con niveles altos de catastrofismo podrían, al igual que ocurre con los deportistas, no utilizar de forma apropiada su capacidad atencional debido a los pensamientos intrusivos relacionados con el dolor como indican Sullivan *et al.*³⁴. En este sentido, los programas de entrenamiento psicológico se han presentado como una herramienta eficaz para reducir el catastrofismo en el deporte incluyendo técnicas psicológicas como la atención plena, la relajación, la reestructuración cognitiva y la visualización³⁹.

En cuanto a las limitaciones y futuras líneas de investigación presentes en el estudio se pueden destacar que la muestra es sólo de mujeres, por lo que sería necesario replicar el estudio en muestras de hombres, además de en otras especialidades de baile. Se aprecia necesario desarrollar futuras líneas de trabajo sobre percepción del dolor y catastrofismo con profesionales que hayan finalizado su etapa académica. También se propone, analizar el catastrofismo ante el dolor en diferentes momentos del curso académico (inicio, intermedio, final) y tratar de correlacionarlo con el tipo y número de estímulos potencialmente estresantes presentes en cada momento (horas de ensayo, exámenes, audiciones, actuaciones, papel en la función). Además, sería interesante estudiar las diferencias existentes en el catastrofismo ante el dolor, las algias, y las lesiones deportivas entre bailarines de niveles y sexo distintos.

Conclusiones

Debido a las altas exigencias físicas que requiere el baile flamenco, sus practicantes tienen percepciones subjetivas de dolor equiparables a otras actividades deportivas y dancísticas. Se aprecia que los participan-

tes que estudian flamenco y actúan a la vez profesionalmente, muestran un mayor nivel de percepción negativa en los rasgos que caracterizan al catastrofismo como son la rumiación, la magnificación y especialmente la desesperación ante el dolor, con una tendencia moderadamente significativa. Por lo tanto, parece evidente que la actuación en escena frente a un público, puede desencadenar estados de ansiedad que pueden llegar a tener una asociación directamente proporcional a los niveles de catastrofismo.

Agradecimientos

Se agradece a los Conservatorios Profesionales de Danza en Andalucía por su colaboración para poder realizar los cuestionarios entre sus estudiantes de baile flamenco que nos han permitido llevar a cabo el presente estudio. Además, mostramos gratitud por la ayuda recibida por el Centro de Investigación Flamenco Telethusa (PI/A3/2018), siendo un proyecto subvencionado por dicho Centro para la ayuda del Flamenco como patrimonio intangible y universal de la humanidad.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Baena-Chicón I. Tratamiento coreográfico en el baile Flamenco. *Rev Cent Inv Flam Tele*. 2016;9:11-4. doi:10.23754/telethusa.091102.2016.
- Pedersen ME, Wilmerding MV, Kuhn BT, Enciñías-Sandoval E. Energy requirements of the american professional flamenco dancer. *Med Probl Perform Art*. 2001;16:47-52.
- Koutedakis Y, Jamurtas A. The dancer as a performing athlete. *Sports Medicine*. 2004;34:651-61.
- Vargas Macías A, González Montesinos JL, Mora Vicente J, Lozano SG. La necesidad de la preparación física en el baile flamenco. *Rev Cent Inv Flam Tele*. 2008;1:4-6.
- Vargas A. *El baile flamenco: estudio descriptivo, biomecánico y condición*. Universidad de Cádiz. 2006.
- Pedersen ME, Wilmerding V. Injury profiles of student and professional flamenco dancers. *J Danc Med Sci*. 1998;2:108-14.
- Voloshin AS, Bejjani FJ, Halpern M, Frankel VH. Dynamic loading on flamenco dancers: a biomechanical study. *Hum Mov Sci*. 1989;8:503-13. doi:10.1016/0167-9457(89)90033-X.
- Olmedilla Zafra A, Ortega Toro E, Abenza Cano L. Validación de la escala de catastrofismo ante el dolor (Pain Catastrophizing Scale) en deportistas españoles. *Cuad Psicol del Deport*. 2013;13:83-94. doi:10.4321/S1578-84232013000100009.
- Harrison C, Ruddock-hudson M. Perceptions of Pain, Injury, and Transition-Retirement. The Experiences of Professional Dancers. *J Danc Med Sci*. 2017;21:43-53.
- Cahalan R, O'Sullivan P, Purtill H, Bargary N, Ni Bhriain O, O'Sullivan K. Inability to perform because of pain/injury in elite adult Irish dance: A prospective investigation of contributing factors. *Scand J Med Sci Sport*. 2016;26:694-02. doi:10.1111/sms.12492.
- Encarnacion ML, Meyers MC, Ryan ND, Pease DG. Pain Coping Styles of Ballet Performers. *J Sport Behav*. 2000;23:20-32.
- Paparrizos A, Tripp D, Sullivan M, Rubenstein M. Catastrophizing and pain perception in recreational ballet dancers. *J Sport Behav*. 2004;28:35-50.
- Baena-Chicón I, Gómez-Lozano S, Abenza-Cano L, Abadía García de Vicuña O, Fernández-Falero MR, Vargas-Macías A. Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco. CCD. 2020;15:245-53. <https://doi.org/10.12800/ccd.v15i44.1466>.
- Anderson R, Hanrahan SJ. Dancing in pain: pain appraisal and coping in dancers. *J Danc Med Sci*. 2008;12:9-16.
- Sciascia A, Waldecker J, Jacobs C. Pain catastrophizing in collegiate athletes. *J Sport Rehabil*. 2018;29:168-73.
- Olmedilla A, Ortega E, Boladeras A, Abenza L, Esparza F. Relaciones entre catastrofismo ante el dolor y ansiedad competitiva en deportistas. *Therapy*. 2008;4:45-51.
- Peñarroya Baulies A, Ballús-Creus C, Pérez Martínez J. Diferencias en el uso de las estrategias de afrontamiento, el catastrofismo y el estado de ánimo en función del tiempo de evolución del dolor crónico. *Rev la Soc Esp del Dolor*. 2011;18:77-83.
- Noh Y-E, Morris T, Andersen MB. Occupational stress and coping strategies of professional ballet dancers in Korea. *Med Probl Perform Art*. 2009;24:124-34.
- Patterson EL, Smith RE, Everett JJ, Ptacek JT. Psychosocial factors as predictors of ballet injuries: Interactive effects of life stress and social support. *J Sport Behav*. 1998;21:101.
- Hamilton LH, Hamilton WG, Meltzer JD, Marshall P, Molnar M. Personality, stress, and injuries in professional ballet dancers. *Am J Sports Med*. 1989;17:263-67. doi:10.1177/036354658901700219.
- Mainwaring LM, Finney C. Psychological Risk Factors and Outcomes of Dance Injury. *J Danc Med Sci*. 2017;21:87-96. doi:10.12678/1089-313X.21.3.87.
- Noh YE, Morris T, Andersen MB. Psychological intervention programs for reduction of injury in ballet dancers. *Res Sport Med*. 2007;15:13-32. doi:10.1080/15438620600987064.
- Riskind JH, Long D, Duckworth R, Gessner T. Clinical Case Study: Clinical Use of the Looming Vulnerability Construct for Performance Anxiety in a Dance Recital. *J Cogn Psychother*. 2004;18:361-6. doi:10.1891/jcop.18.4.361.64000.
- Tajet-Foxell B, Rose FD. Pain and pain tolerance in professional ballet dancers. *Br J Sports Med*. 1995;29:31-4. doi:10.1136/bjism.29.1.31.
- Walker IJ, Nordin-Bates SM. Performance anxiety experiences of professional ballet dancers: the importance of control. *J Dance Med Sci*. 2010;14:133-45.
- Cahalan R, Purtill H, O'Sullivan P, O'Sullivan K. A Cross-Sectional Study of Elite Adult Irish Dancers. *J Danc Med Sci*. 2015;19:31-43. doi:10.12678/1089-313X.19.1.31.
- Bejjani FJ, Halpern N, Pio A, Domínguez R, Voloshin A, Frankel VH. Musculoskeletal demands on flamenco dancers: a clinical and biomechanical study. *Foot ankle Int*. 1988;8:254-63. doi:10.1177/107110078800800505.
- Castillo-López JM, Munuera-Martínez PV, Algaba-Guisado C, Reina-Bueno M, Salti-Pozo N, Vargas-Macías A. A pathologic disorders of the foot in professional female flamenco dancers. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2016;106:54-59. doi:10.7547/14-111.
- Castillo-López JM, Vargas-Macías A, Domínguez-Maldonado G, Lafuente-Sotillos G, Ramos-Ortega J, Palomo-Toucedo IC, et al. Metatarsal pain and plantar hyperkeratosis in the forefeet of female professional flamenco dancers. *Med Probl Perform Art*. 2014;29:193-97.
- Echegoyen S, Acuña E, Rodríguez C. Injuries in students of three different dance techniques. *Med Probl Perform Art*. 2010;25:72-4.
- Lupiañez M. Cómo afecta la distorsión cognitiva a la ejecución del bailar flamenco. *Sinf Virt*. 2016;30:1-6.
- Lupiañez M, Hoces R. Ansiedad escénica y flamenco. *Rev Cent Inv Flam Tele*. 2016;9:5-9.
- Sullivan MJL, Bishop SR, Pivick J. The pain catastrophizing scale: Development and Validation. *Psychol Assess*. 1995;7:524-32.
- Sullivan MJL, Tripp DA, Rodgers WM, Stanish W. Catastrophizing and pain perception in sport participants. *J Appl Sport Psychol*. 2000;12:151-67.
- Etherton J, Lawson M, Graham R. Individual and gender differences in subjective and objective indices of pain: gender, fear of pain, pain catastrophizing and cardiovascular reactivity. *Appl Psychophys Biof*. 2014;39:89-97.
- Cano LA, Zafra AO, Toro EO, Ros FE. Estados de ánimo y adherencia a la rehabilitación de deportistas lesionados. *Apunt del Esport*. 2009;44:29-37.
- Tripp DA, Stanish WD, Reardon G, Coady C, Sullivan MJL. Comparing postoperative pain experiences of the adolescent and adult athlete after anterior cruciate ligament surgery. *J Athl Train*. 2003;38:154-7.
- Daly JM, Brewer BW, Van Raalte JL, Petitpas AJ, Sklar JH. Cognitive appraisal, emotional adjustment, and adherence to rehabilitation following knee surgery. *J Sport Rehabil*. 1995;4:22-30.
- Galambos SA, Terry PC, Moyle GM. Incidence of injury, psychological correlates, and injury prevention strategies for elite sport. En: Proceedings of the 2006 Joint Conference of the Australian Psychological Society and the New Zealand Psychological Society: Psychology Bridging the Tasman: Science, Culture and Practice. Australian Psychological Society. 2006; p. 125-9.

V - RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERALES

V - RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERALES

A continuación, se exponen los hallazgos más relevantes, así como una discusión general de cada uno de los estudios elaborados.

Estudio 1

Finalmente se seleccionaron un total de 27 trabajos sobre diferentes aspectos del baile flamenco: biomecánica (14), podología (6), incidencia de lesiones (3), antropometría (2) y fisiología (2). 15 de esos estudios se realizaron en España, 11 en Estados Unidos y 1 en los Países bajos. El primer artículo científico sobre el baile flamenco se publicó en 1988 en Estados Unidos. El tamaño de las muestras era generalmente pequeño: menos de 15 sujetos en 8 estudios, de 15 a 30 practicantes en 7 artículos y en los 12 restantes algo más grande, pero los participantes no sólo bailaban específicamente flamenco, si no que practicaban otros tipos de danza. La mayoría eran mujeres, sólo en un trabajo se analizaron a sólo hombres y en 6 artículos se trataron a ambos sexos. En cuanto a la edad de la muestra de todos los estudios fue similar (entre 22 y 36 años) a excepción de un artículo con un participante de 9.5 y otro con una mujer de 70 años.

El baile flamenco exige una fuerte demanda a la articulación del pie y el tobillo, por lo que la mayoría de los estudios biomecánicos y de podología se centraron en la función del pie y la absorción de impactos en tareas repetitivas de alto impacto (zapateado) o en el estudio de la fuerza del tobillo. Algunos estudios revelaron que los dorsiflexores de los bailaores flamencos son fuertes, mientras que los flexores plantares son más débiles. Este desequilibrio muscular puede deberse al golpe contra el suelo del pie, produciendo vibraciones en todo el cuerpo que deben ser atenuadas por las articulaciones y los músculos de las piernas. La articulación de la cadera parece absorber la mayor parte del impacto. Se confirmó que el uso de plantillas viscoelásticas en el calzado reduce la amplitud de la carga dinámica y puede prevenir lesiones.

Existen pocos trabajos centrados en la incidencia de lesiones. Los autores reconocen mayoritariamente los movimientos de percusión realizados con

zapatos de tacón como el mayor riesgo de lesión entre los bailarines de flamenco. Los zapatos de tacón pueden alterar la postura y tener un impacto en la capacidad del cuerpo para adaptarse eficazmente a los impactos. Para absorber las fuerzas durante el zapateado, la articulación de la rodilla debe estar flexionada así el aumento de la movilidad de la articulación conduce a una mayor necesidad de estabilización de los ligamentos y músculos. Los resultados de un estudio preliminar identificaron una flexión promedio de la rodilla de apoyo de $144.71 \pm 8.20^\circ$.

Estudio 2

El 74.7% de los sujetos reconocieron que sienten dolor durante la práctica de baile flamenco y el 66.7% de la muestra afirmó que han estado lesionados alguna vez.

El porcentaje de antecedentes de algias fue relativamente bajo en la articulación coxo-femoral (4%). La falta de trabajo de flexibilidad en el flamenco evita una desestabilización músculo-articular de cadera que se ocasiona en poblaciones dancísticas como las del ballet. Aunque a largo plazo posiblemente pueda incidir en otro tipo de deformación o alteraciones por un exceso de tensión alrededor de esta articulación en la cadera ya en edad adulta.

Se evidenció que las zonas más dolorosas son los pies y las rodillas (37.3%), contrastado con otros estudios. Las rodillas son las articulaciones con mayor porcentaje de lesión (33.3%). La larga exposición de la rodilla en semi-flexión durante el zapateo aumenta la fuerza compresiva en la rótula por lo que sobrecarga excesivamente la zona femoropatelar.

Se observó una asociación intra-articular de manera general muy significativa entre dolor y lesión, en toda la cadena de articulaciones que conforman la postura del sujeto excepto en el pie, a pesar de las altas incidencias de algias registradas. Esto puede ser debido a que las sobrecargas del pie en el baile flamenco se traducen sobre todo en deformaciones podológicas que son asumidas como inherente al baile y no interpretadas como lesión.

Las articulaciones que reflejaron una asociación significativa más fuerte entre dolor y lesión fueron las rodillas y la coxo-femoral. El uso de los zapatos de tacón alto es uno de los factores que favorecen la aparición de alteraciones en el

aparato locomotor. Es conocido que el impacto del zapateado afecta directa e indirectamente sobre el conjunto articular de las extremidades inferiores y que un alineamiento incorrecto de la rodilla en relación con el pie durante la semiflexión del zapateado puede originar el dolor y posterior lesión en esta articulación.

La relación de afectación entre articulaciones estableció una proporción significativa entre antecedentes de dolor de pie con las lesiones de tobillo y lumbar. El pie es la primera estructura del aparato locomotor, en contacto con el suelo sobre todo en el impacto del zapateado. En el baile flamenco, dichos golpes no son amortiguados con brincos como en otras danzas percutivas como el claqué o la danza irlandesa, de ahí, esta vinculación del dolor de la estructura pie-tobillo con la región lumbar. Su relación con la aparición de lesiones tanto en tobillos como en la región lumbar nos indica claramente la importancia de la alineación de segmentos durante el zapateado en el baile flamenco.

Se observa que la salud de todo el sistema locomotor se encuentra comprometida, por diversos factores que afectan al practicante de flamenco. Principalmente avisado por signos de dolor, ciertas estructuras articulares y musculo-tendinosas que pueden llegar a lesionarse gravemente. El riesgo probable de lesión previo dolor se manifiesta principalmente en el tobillo, rodilla y región lumbar.

Estudio 3

El *en dehors* está presente en el baile flamenco ya desde el segundo cuarto del siglo XX. Posiblemente su introducción se remonte a sus inicios debido a la interrelación con otras danzas. En los bailes actuales se aprecia una mayor presencia del *en dehors* aunque con adaptaciones específicas al baile flamenco, entre ellas que no se precisa una amplia rotación externa de caderas ni tampoco que sea bilateral. El *en dehors* no es un recurso técnico primordial en el baile flamenco, pero sí una herramienta que es utilizada para enriquecer el espectáculo, especialmente en los de reciente creación. Esto puede ser debido a que la actual formación académica reglada de las bailaoras integra otras disciplinas dancísticas, entre ellas la danza clásica, danza estilizada, escuela bolera y folclore. La presencia del *en dehors* en el baile flamenco se encuentra más presente en las fases dinámicas en las estáticas. Esto es debido al relevante papel estético que juegan

las extremidades inferiores en la parte dinámica, frente a la importancia del tren superior de la estática.

Estudio 4

Los resultados nos indicaron que la totalidad de los bailes estudiados, tanto de estilo clásico como actual, incluyeron escobilla en su coreografía. Resaltar que dicha escobilla forma la parte central de los bailes de todos los palos flamencos, no sólo de las cantiñas y está basado en un zapateado prolongado. Se comprobó que efectivamente es condición fundamental para cualquier intérprete incluirla en sus actuaciones. También, se confirmó que mientras en la escuela clásica la escobilla aparecía sólo 1 vez, en la moderna se presentaba con valores algo superiores, con una media de 1.33 ± 0.58 . Esto demuestra la tendencia actual a un mayor uso del zapateado.

Analizando los códigos flamencos basados en zapateados, se encontró que las llamadas y subidas estaban presentes en el 66.7% de los bailes, mientras que en el 100% presentaron el uso de los remates, estos últimos con un promedio de 4.83 ± 1.72 por cada baile. Las bailaoras del estudio demostraron su técnica de zapateado superando en número de remates a los hombres, 5.50 ± 2.12 frente a 4.50 ± 1.73 , casi un remate más por baile.

En cuanto a la duración de estos códigos zapateados, el estudio confirmó la actual tendencia a zapatear en contraposición con la escuela clásica. En la escuela vanguardista, la llamada dura 2.07 ± 1.15 compases y el remate 2.13 ± 0.39 compases. Mientras que en la escuela clásica la llamada tiene una duración de 1.81 ± 0.88 compases y el remate de 1.35 ± 0.41 compases.

Estudio 5

El sujeto realizó 180 zapateados durante los 15 s que dura el test, equivalente a una frecuencia media de 12 zap/s, mientras que el número de zapateados estipulados para una población de bailaoras profesionales de flamenco oscila entre 159 y 176 zapateados, correspondiente a una frecuencia que oscila entre 10.6 y 11.73 zap/s.

Respecto a la trayectoria en el plano transversal del CDG de nuestra participante, los resultados obtenidos mostraron que, una vez iniciado el test, el

rango de movimiento fue de 0.136m. Teniendo en cuenta que durante este tiempo percutió 12 veces por segundo, el desplazamiento fue mínimo. Usualmente en las fases rápidas de zapateados los bailarines tienden a permanecer en el mismo sitio, aún así, es prácticamente imposible mantenerse fijo en el sitio y un mínimo deslizamiento anteroposterior es inevitable, especialmente a partir de la mitad del test, donde el agotamiento se ve reflejado en un aumento en la amplitud del rango.

Por otro lado, los resultados de las oscilaciones del CDG en el plano frontal, mostraron que el rango desplazamiento de izquierda a derecha es de 0.105 m, teniendo en cuenta que recoge los extremos de todos los desplazamientos y que a lo largo de 15 s fueron percutidos 180 zapateados, el resultado fue bastante reducido. Por ciclos, las oscilaciones se redujeron y variaron desde 0.014 m la menor hasta 0.068 m la mayor. Cada 6 zapateados el pie que adopta el rol de apoyo se alterna, de forma que el CDG se desplaza hacia el lado del pie que ejecuta el zapateado 1º, 2º, 4º y 6º, mientras que el otro pie queda más libre para realizar el 3º y 5º golpe.

Finalmente, los resultados del desplazamiento del CDG en el plano sagital recogieron un rango de oscilación vertical de 0.018 m. En otro estudio similar del CDG se obtuvo una variación de altura de 0.0322 ± 0.0115 m, bastante superior a nuestros resultados. La discrepancia, además de las diferencias de la muestra, puede deberse al método empleado, ya que se tomaba como referencia el punto trocántereo. Al igual que en la marcha se aprecia una caída pélvica de 4º, es posible que en el zapateado ocurra algo similar y por muy fija que los bailarines pretendan tener la pelvis, el resultado final se haya visto influenciado por la basculación del trocánter arrastrado por dicha caída pélvica. Pero esta oscilación vertical fue mayor a medida que aumentaba el cansancio y la fatiga muscular impidiendo un control más férreo de la posición. Al igual que en los planos anteriores, a medida que avanza la prueba, el cansancio provoca oscilaciones mayores que al inicio.

Por otro lado, se comparó el valor medio del desplazamiento vertical del CDG con el valor de su posición en estático, observando una diferencia de 0.01196 m. Esta disminución de altura es debida a la semiflexión de rodillas que se adopta durante las fases rápidas de zapateado. Esta variable es de gran relevancia porque

grandes diferencias implicarían una flexión excesiva de rodillas que podría sobrecargar las estructuras de esta articulación. Por el contrario, una diferencia muy baja implicaría una flexión de rodillas muy reducida, consecuentemente las rodillas atenuarían menos vibraciones derivadas de los impactos y acabarían sobrecargando la espalda, especialmente la zona lumbar.

Estudio 6

El componente vertical de la fuerza de reacción del suelo (GRF) no reveló diferencias significativas entre el miembro inferior izquierdo y derecho. El estudio mostró un valor de GRF $\sim 1.3\%$ del peso corporal (BW). Se demostró que los golpes del zapateado realizados con distintas partes del pie son producidos por diferentes niveles de presión. El golpe más dinámico se atribuye al ejecutado con el tacón por la caída del talón, donde el componente vertical de GRF era más del doble del peso corporal del sujeto. Los golpes realizados por los tobillos (TT, Punta) fueron el valor más bajo ($0.3\% BW$).

Además, en el flamenco no hay saltos que amortigüen los impactos, la única inclinación se da con los pequeños vaivenes que se consiguen con el rango de flexión de rodilla (en nuestro sujeto entre 17° , 14° y 42.55°). Una participación menos dinámica de las rodillas, con flexiones más mantenidas, puede producir una menor absorción del impacto a través de su sistema musculotendinoso, aumentando la fuerza transmitida a las estructuras pasivas de la rodilla. El desplazamiento angular de la articulación de la rodilla hacia la flexión es una respuesta normal durante las fases de contacto con el suelo de caminar, correr y otros pasos para permitir la amortiguación y la reducción del GRF vertical experimentado. En este estudio, los valores promedio de la articulación de la rodilla registrados para la extremidad de apoyo fueron similares en ambas sesiones oscilando en torno a los 26° . Por lo tanto, estos impactos podrían hacer que la articulación de la rodilla sea más propensa a las lesiones.

Estudio 7

La adaptación ergonómica natural durante un zapateado rápido estaría focalizada en las rodillas sobre todo amortiguando el impacto entre los pies y el suelo, atenuando el GRF vertical. Esto ocurre gracias a la disposición espacial del

segmento del fémur y la tibia que está en mejor posición que el resto de las articulaciones de las extremidades inferiores. Cuando la rodilla está extendida, se produce menos absorción a través de su sistema musculotendinoso, aumentando la fuerza que se transmite a las estructuras pasivas de la rodilla y el resto de las articulaciones. Todo esto, teniendo en cuenta que la carga dinámica no sigue un patrón debido a los zapatos de tacón de los artistas flamencos.

Durante el test de zapateado, se registró que la inclinación pélvica anterior máxima es 29°, con un rango de movimiento (ROM) de 6°. Esta movilidad va acompañada de 20° ROM de cadera a lo largo de la flexión. La rodilla permanece en el ROM de flexión ~ 40°. El control de la posición de la pelvis durante el zapateado requiere una actividad isométrica de los músculos circundantes, que resulta de la necesidad de estabilizar el tronco y la pelvis. En general, observamos oscilaciones espaciales limitadas de la pelvis en nuestro sujeto. Los movimientos de la pelvis están restringidos por los músculos de la cadera, mientras que la espalda y la musculatura abdominal controlan la alineación del tronco sobre la pelvis.

La técnica corporal durante el zapateado requiere el control e inmovilidad del tronco y el cuello durante el zapateado. Esto provoca una rigidez que podría provocar sobrecargas en los músculos de la espalda. Los músculos abdominales estabilizan el tronco y limitan la inclinación pélvica anterior por lo que, en el baile flamenco, se recomendaría que estos músculos se trabajasen. Por otro lado, un aumento de la lordosis lumbar generalmente se podría considerar como una acomodación biomecánica de la columna para ayudar a absorber la mayor carga de choque vertical. Pero hay que tener cuidado ya que una lordosis lumbar más profunda, puede provocar grandes fuerzas de cizallamiento en los discos intervertebrales y las partes posteriores de las vértebras. Una manera de conocer los niveles de habilidad de los intérpretes flamencos sería comprobarlo mediante un test de coordinación del tronco y el control postural.

Durante el zapateado, el alto impulso de fuerza produce un desplazamiento dinámico y rápido del pie, teniendo en cuenta la segunda ley de Newton. Los valores más altos de la tasa de carga se obtienen en las cargas verticales más dinámicas. Los artistas de flamenco usan zapatos de tacón alto y ejecutan un zapateado rápido que implican contracciones concéntricas tanto de los flexores

plantares como de los dorsiflexores (en nuestro caso dentro de 42 ROM). La alta frecuencia del zapateado se consigue sin apenas traslación de los pies, ya que el cambio de la posición del tobillo puede disminuir la estabilidad lateral del tobillo. Por consiguiente, cuando el pie que golpea se aleja de la línea del cuerpo aumenta la fuerza de inercia de toda la extremidad.

Por otro lado, ese desplazamiento exige mayor tiempo para ejecutar los golpes, por lo que afecta a la calidad y frecuencia de los golpes, conduciendo a una fatiga prematura. También, puede verse afectada la estabilidad del cuerpo y los desplazamientos del centro de masa (COM). Con respecto a las suaves oscilaciones de la pelvis de nuestro análisis, podemos suponer que la posición COM se mantiene estable. Sostener la estabilidad es una actividad muy exigente en cuanto a nivel muscular, por lo que la práctica del zapateado dista mucho de ser ergonómica y, además, cualquier desequilibrio muscular puede afectar a la habilidad corporal para amortiguar las vibraciones. Para evitar todo esto, se debe cargar una pierna de apoyo manteniendo la pelvis estabilizada, así el bailar podrá controlar la parte superior de su cuerpo y disminuir los movimientos innecesarios.

Con respecto a la componente vertical de la fuerza de reacción del suelo los valores promedio oscilaron entre 0.6 y 2.7 BW. Cada golpe del zapateado está realizado por un segmento distinto del pie. Cuando el antepié golpea el suelo en Planta (P), alcanza el doble del peso corporal. Cuando se golpea con el talón en Tacón de Planta 1 (TP1) genera 2.7 veces del BW. En los golpes Tacón de Planta 2 y 3 (TP2 y TP3) se obtiene el doble del BW. Con el golpe Tacón (T) el pico del componente vertical de GRF es igual al BW. La menor cifra se obtuvo con el golpe llamado Punta (PNT). Al analizar cualitativamente la onda de sonido, se observa que los valores más altos de volumen de sonido resultaron de aquellos impactos de los golpes P, TP1 que tuvieron los valores más altos del componente vertical.

Estudio 8

Tras analizar las tres categorías de rumiación, magnificación y desesperación, se aprecia una tendencia a la significatividad solamente en la última de la desesperación ($t=-1.1$; $p<0.1$) (IC 95%: -2.870; 2.376) sobre todo en el grupo de bailaoras de flamenco de carácter profesional. Si observamos dentro de

esta dimensión los resultados estadísticos de los ítems: 1. Me preocupo sobre si el dolor se acabará y 3. El dolor es muy fuerte y creo que nunca va a mejorar; hallamos un alto nivel de diferencias significativas entre profesionales y no profesionales ($t=1.968$; $p=0.025$) y ($t=-1.998$; $p=0.026$) respectivamente para cada ítem. Este hecho, entre ambos grupos, se relaciona con una situación de impotencia donde se manifiesta la incapacidad del ser humano ante situaciones dolorosas. Es aquí, donde se refleja el concepto Locus de control: no saber el origen de la causa del acontecimiento o no sentirte dueño de tu propio destino puede vincularse con episodios de depresión.

Los bailaores de flamenco con niveles altos de catastrofismo podrían, al igual que ocurre con los deportistas, no utilizar de forma apropiada su capacidad atencional debido a los pensamientos intrusivos relacionados con el dolor. Quizás, el hecho de ser estudiante y, a la vez, ejercer la profesión de bailaora suponga una mayor carga física y mental que puede desencadenar determinados procesos psicológicos, como por ejemplo un aumento de la ansiedad y una mayor preocupación y afectación por sensaciones de dolor asociadas a su circunstancia. Además, es conocido el alto nivel de exigencia de esta disciplina, sumándose esta elevada presencia de estímulos aversivos que generan estrés y respuestas poco funcionales por parte de los bailaores, carentes de entrenamiento mental para afrontarlos.

VI - LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

VI - LIMITACIONES Y LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Los estudios realizados en el ámbito biomecánico y psicológico del baile flamenco han sido escasos si lo comparamos con otro tipo de danzas como la clásica, la irlandesa e incluso la contemporánea. Este hecho desvela que se consideren distintas perspectivas de investigación en el baile flamenco, y más concretamente, en el zapateado, para comprender, cómo los practicantes deben trabajar para mejorar los niveles de condición física y reducir las lesiones desde una perspectiva más integral.

Para entender la magnitud de las sobrecargas que sufre el cuerpo durante los impactos repetitivos del zapateado, los estudios deberían centrarse en la cinemática y dinámica del zapateado. Dichos análisis pueden revelarnos información útil para poder establecer estrategias en el futuro con las practicantes de baile flamenco en la gestión tanto de las propias alteraciones funcionales como del propio entrenamiento. Una adecuada indicación técnica, táctil o verbal, es de gran utilidad para mejorar posibles sobrecargas, descompensaciones y retracciones tendinoso-musculares, previas a patologías o lesiones de cierta gravedad. A pesar de que ya existen algunas investigaciones de este tipo, son insuficientes y, además, fueron llevadas a cabo mediante una muestra reducida.

Hasta donde tenemos conocimiento no existen estudios similares sobre el centro de gravedad en el baile flamenco para comparar, pero los datos obtenidos en nuestro estudio, van a permitir en un futuro, valorar no solo la eficiencia del zapateado sino también la condición física. Se recomienda para la observación de la variación de altura de puntos anatómicos que se use una marca a la altura de alguna vértebra lumbar o dorsal para tomarla como referencia. Cuanto menor sea la diferencia de altura de este punto, mejor tenderá a ser la ejecución técnica del zapateado.

Conocer la fuerza de reacción durante el zapateado debería ser de interés de los docentes ya que estos deben familiarizar a sus alumnos con algunas estrategias sobre cómo controlar la posición de la articulación de la rodilla durante su ejecución con la fuerza y el volumen adecuados. Los estudios futuros

deberían involucrar una muestra más amplia de sujetos con el fin de comparar las fuerzas y la mecánica de todas las articulaciones principales de los miembros inferiores mientras se baila. También sería interesante, en este contexto, analizar cómo todo el cuerpo del bailarín afronta la dinámica del zapateado en términos de estabilidad.

Teniendo en cuenta que en el análisis biomecánico también pertenece el estudio de la actividad muscular, en un futuro estudio del baile flamenco se debería incluir también la electromiografía. Así se podrá entender cómo el sistema nervioso planifica y controla la absorción de impactos, algo imprescindible para planear una estrategia que prepare correctamente a los músculos para absorber un impacto.

En cuanto al estudio de la percepción del dolor y catastrofismo se aprecia necesario desarrollar futuras líneas de trabajo con profesionales que hayan finalizado su etapa académica e incluir en la muestra a hombres. También se propone, analizar el catastrofismo ante el dolor en diferentes momentos del curso académico (inicio, intermedio, final) y tratar de correlacionarlo con el tipo y número de estímulos potencialmente estresantes presentes en cada momento (horas de ensayo, exámenes, audiciones, actuaciones, papel en la función). Además, sería interesante estudiar las diferencias existentes en el catastrofismo ante el dolor, las algias, y las lesiones deportivas entre bailarines de niveles y sexo distintos.

En general, se emplaza la necesidad de realizar más estudios biomecánicos con una población mayor de bailarines y, además, que estén en activo profesionalmente ya sea de forma individual o que pertenezcan a distintas compañías. Por otro lado, se ve interesante comprobar cómo una preparación física específica y preventiva podría mejorar los parámetros cinemáticos y la incidencia de algias y lesiones. También, podría ser interesante ver las ventajas de impacto del zapateado con calzado tradicional o con las patentes actuales de la Universidad de Sevilla e incluso, la idea de estudiar rasgos biomecánicos con tecnología avanzada como el uso de los acelerómetros.

VII - CONCLUSIONES

VII - CONCLUSIONES

- Los estudiantes de baile flamenco mostraron una mayor incidencia de alteraciones funcionales y de lesiones tanto en rodillas como en columna lumbar y cervical.
- La adaptación a la sensación de dolor de los estudiantes de baile flamenco debido a su herencia cultural determina que los valores de antecedentes de algias son superiores a los de lesión.
- Una de las características diferenciadoras del baile flamenco dentro de las danzas percutivas es la ausencia de brincos acompasados al zapateado, hecho que parece tener relación directa con una mayor incidencia de alteraciones funcionales y lesiones tanto en rodillas como en la columna lumbar y cervical.
- En los bailes actuales se aprecia una mayor presencia del *en dehors* aunque con adaptaciones específicas al baile flamenco, entre ellas que no se precisa una amplia rotación externa de caderas ni tampoco que sea bilateral.
- Se aprecia que las coreografías más vanguardistas tienden a hacer un mayor uso del zapateado que los bailes más tradicionales, tanto en el número de veces que es usado como en su duración. La mujer, además, en algunos casos como en los remates, manifiesta niveles superiores al del hombre.
- La alta experiencia permite a la bailaora mantener la trayectoria del centro de gravedad con oscilaciones suaves en los tres planos durante el zapateado para optimizar así el gasto energético gracias a esta eficiente reequilibración corporal.
- Los impactos provocados por el zapateado provocan que la articulación de la rodilla sea más propensa a las lesiones con un desplazamiento angular medio de la rodilla de apoyo de $\sim 26^\circ$.
- Según el componente vertical de la fuerza de reacción del suelo, durante una práctica correcta de zapateado, no hay diferencias significativas entre la extremidad izquierda y derecha.

- El control de la posición de la pelvis durante el zapateado requiere una actividad isométrica de los músculos circundantes, que resulta de la necesidad de estabilizar el tronco y la pelvis.
- Los músculos abdominales sujetan el tronco y condicionan la inclinación pélvica anterior para conseguir una correcta alineación corporal durante el zapateado.
- La práctica del zapateado produce contracciones concéntricas tanto de los flexores plantares como de los dorsiflexores.
- Cuando los golpes del zapateado se realizan alejándose del cuerpo, se reduce la estabilidad lateral del tobillo, se desplaza el COM, disminuye la frecuencia de zapateados por segundos y favorece la fatiga.
- Para amortiguar las vibraciones de los impactos, los zapateados se deben realizar cargando en una pierna de apoyo en cada golpe y manteniendo la pelvis estabilizada.
- Debido a las altas exigencias físicas que requiere el baile flamenco, sus practicantes tienen percepciones subjetivas de dolor equiparables a otras actividades deportivas y dancísticas.
- La actuación en escena frente a un público puede desencadenar estados de ansiedad que pueden llegar a tener una asociación directamente proporcional a los niveles de catastrofismo.

CONCLUSIONES GENERALES

Esta tesis está basada en la investigación de la actividad física de la bailaora de forma multidimensional donde están unidos lo técnico, lo biomecánico, lo cognitivo y lo emocional. El baile flamenco, específicamente el zapateado, provoca en los practicantes sobrecargas que pueden ser factores de riesgo en la aparición de lesiones. Conocer los aspectos que lo provocan ayuda a mejorar el rendimiento no sólo a nivel técnico (para satisfacer las demandas de las coreografías y determinar una posición óptima segura para realizarlas), sino también, para cuidar y prevenir la posibilidad de daño, del ánimo y salud psicológica entre otras, para aceptar lesiones, algias y sobre todo a aprender a

identificar que no siempre con dolor se puede bailar. En este sentido, conocer los indicadores de dolor que actúan como predictores de lesión, resulta vital para implementar estrategias de prevención o adaptaciones metodológicas que no comprometan el bienestar de las bailaoras.

El baile flamenco abarca multitud de movimientos basados en la creatividad individual de cada bailaor o bailaora y, además, no tiene apenas una terminología propia que englobe los diferentes gestos técnicos y sea común a todos los practicantes. Por otro lado, hay que tener en cuenta que, dependiendo de la destreza técnica de cada artista, cada paso se puede realizar a velocidades rítmicas muy diferentes, incluyéndole así movimientos de otros segmentos corporales que no todos los artistas están capacitados para ello. Se suma además, que existen diferentes variantes denominados palos flamencos, que son los estilos musicales a bailar con una idiosincrasia particular que los hace completamente distintos unos de otros. Por todo ello, es complicado unificar criterios a la hora de realizar los estudios biomecánicos, porque cada investigador puede focalizarse en gestos técnicos distintos y palos que no sean compatibles. Apenas existen estudios que integren una perspectiva integral del baile flamenco facilitando la posibilidad de plasmar la actividad de todo el cuerpo así como secuencias completas de movimientos. Las herramientas e instrumentos generalmente utilizados para las investigaciones del movimiento flamenco han sido de poca complejidad tecnológica debido a la estructura tan compleja de esta danza, focalizándose así en distintos gestos técnicos fragmentando los segmentos corporales que lo realizan.

La impresión general es que hay una falta de descripciones claras de las pruebas utilizadas en los estudios, lo que impide la comparación de resultados. Por ello se necesita un test replicable por cualquier practicante de baile flamenco. Vargas-Macías (2006) propuso tres tipos de tests de secuencias básicas de zapateados. Podrían considerarse como pruebas universales para su uso en los estudios del baile flamenco.

Teniendo en cuenta esta información obtenida, los docentes, coreógrafos y bailaores podrán mejorar el programa de formación, identificando el uso excesivo de ciertos gestos técnicos que pueden sobrecargar y cuidando la preparación física específica y adecuada al baile flamenco. Además, necesitan tomar una serie

de medidas preventivas, como bailar en un suelo conveniente con cámara de aire, con un calzado de tacón idóneo, sin olvidarse de un calentamiento corporal y estiramientos después de la realización de esta actividad sumándose las visitas a fisioterapeutas y podólogos periódicamente.

VIII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, X. (1993). *Eficacia y técnica deportiva*. Zaragoza: Inde.
- Anderson, R., y Hanrahan, S. J. (2008). Dancing in pain: pain appraisal and coping in dancers. *Journal of Dance Medicine y Science*, 12(1), 9-16.
- Armstrong, N., y Davies, B. (1984). The metabolic and physiological responses of children to exercise and training. *Phys Educ Rev*, 2, 90-105.
- Arranz, Á. (2012). *El baile flamenco* (2nd ed.). Madrid: Librerías Deportivas Esteban Sanz S.L.
- Baena-Chicón, I. (2016). Tratamiento coreográfico en el baile Flamenco. *Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 9(11), 11-14. <https://doi.org/10.23754/telethusa.091102.2016>
- Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza-Cano, L., de Vicuña, O. A. G., Fernández-Falero, M. R., y Vargas-Macías, A. (2020). Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(44), 245-253. <https://doi.org/10.12800/ccd.v15i44.1466>
- Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza, L., y Vargas-Macías, A. (2021). Catastrofismo ante el dolor en estudiantes de baile flamenco de conservatorios profesionales de danza. *Archivos de Medicina del Deporte*, 38(2), 8-12. <https://doi.org/10.18176/archmeddeporte.00030>
- Bejjani, F. J., Halpern, N., Pio, A., Domínguez, R., Voloshin, A., y Frankel, V. H. (1988). Musculoskeletal demands on flamenco dancers: a clinical and biomechanical study. *Foot y ankle international*, 8(5), 254-263. <https://doi.org/10.1177/107110078800800505>
- Cahalan, R., O'Sullivan, P., Purtill, H., Bargary, N., Ni Bhriain, O., y O'Sullivan, K. (2016). Inability to perform because of pain/injury in elite adult Irish dance: A prospective investigation of contributing factors. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(6), 694-702. <https://doi.org/10.1111/sms.12492>

- Cahalan, R., Purtill, H., O'Sullivan, P., y O'Sullivan, K. (2015). A Cross-Sectional Study of Elite Adult Irish Dancers. *Journal of Dance Medicine y Science*, 19(1), 31-43. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.19.1.31>
- Calvo, J. B., Alonso, A., Pasadolos, A., y Gómez-Pellico, L. (1998). Flamenco Dancing. Biomechanical Analisis and Injuries Prevention. En A. Macara (Chair), *Continents in Movement. Proceedings of the International Conference. New trends in dance teaching* (pp. 279-285). Oeiras, PT: M.H. Edições.
- Castilla-Cubero, J. L., y Jiménez-Sarmiento, A. S. (2011). Overview of musculoskeletal pain in the flamenco dancer. *Rehabilitacion*, 45(2), 117-121. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2011.03.003>
- Castillo-López, J. M., Munuera-Martínez, P. V., Algaba-Guisado, C., Reina-Bueno, M., Salti-Pozo, N., y Vargas-Macías, A. (2016). A pathologic disorders of the foot in professional female flamenco dancers. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 106(1), 54-59. <https://doi.org/10.7547/14-111>
- Castillo-López, J. M., Munuera-Martínez, P. V., Gómez-Benítez, M. A., Pérez-García, L., Salti-Pozo, N., y Palomo Toucedo, I. C. (2017). El dolor patelofemoral en el baile flamenco y su relación con el pie. *Rev Cent Investig Flamenco Telethusa*, 10(12), 62-67. <https://doi.org/10.23754/telethusa.101204.2017>
- Castillo-López, J. M., Perez Rendón, J., y Algaba Guisado, C. (2010). Estudio preliminar. Patologías digitales más frecuentes en el pie de la bailaora de flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 3(3), 15-19.
- Castillo-lópez, J. M., Toucedo, I. C. P., Munuera-martínez, P. V, Ramos-ortega, J., y Domínguez-maldonado, G. (2015). Análisis podológico del zapateado flamenco Podiatric analysis of flamenco dancing footwork, 8(9), 11-18.
- Castillo-López, J. M., Vargas-Macías, A., Domínguez-Maldonado, G., Lafuente-Sotillos, G., Ramos-Ortega, J., Palomo-Toucedo, I. C., ... Munuera-Martínez, P. V. (2014). Metatarsal pain and plantar hyperkeratosis in the forefeet of female professional flamenco dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 29(4), 193-197.

- Chou, L., Kaufman, K., Hahn, M., y Brey, R. (2003). Medio-lateral motion of the center of mass during obstacle crossing distinguishes elderly individuals with imbalance. *Gait Posture*, 18(3), 125-133.
- Dufour, M., y Pillu, M. (2006). *Biomecánica funcional*. París: Masson.
- Echegoyen, S., Acuña, E., y Rodríguez, C. (2010). Injuries in students of three different dance techniques. *Medical problems of performing artists*, 25(2), 72-74.
- Echegoyen, S., Aoyama, T., y Rodríguez, C. (2013). Zapateado technique as an injury risk in Mexican folkloric and Spanish dance: an analysis of execution, ground reaction force, and muscle strength. *Medical problems of performing artists*, 28(2), 80-83.
- Encarnacion, M. L., Meyers, M. C., Ryan, N. D., y Pease, D. G. (2000). Pain Coping Styles of Ballet Performers. *Journal of Sport Behavior*, 23(1), 20-32.
- Eustergerling, M., y Emery, C. (2015). Risk factors for injuries in competitive Irish dancers enrolled in dance schools in Calgary, Canada. *Medical Problems of Performing Artists*, 30(1), 26-29k. <https://doi.org/10.21091/mppa.2015.1004>
- Forczek-Karkosz, W., Michnik, R., Nowakowska-Lipiec, K., Vargas-Macias, A., Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., y Gorwa, J. (2021). Biomechanical description of zapateado technique in flamenco. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062905>
- Forczek, W., y Vargas-Macías, A. (2015). Sagittal knee kinematics during Flamenco Dancing - preliminary studies. En *Poster session presented at the 4th Joint World Congress of ISPGR and Gait y Mental Function*. Seville, Spain.
- Gómez Espinosa de los Monteros, R., González Galo, A., Costa Sepúlveda, J. L., Fernández Santos, J. del R., y Pérez Román, M. Á. (2012). Estudio cinemático de una bailaora de flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 5(5), 13-21.
- Gómez, S., Santonja, F., Vargas, A., y Canteras, M. (2010). Antecedentes de algias vertebrales en bailarinas. En *II Congreso Internacional de Ciencias del Deporte de la UCAM. Área de actividad física y salud*. CCD 5(13 Sup) (pp. 11-62).

- Gorwa, J, Dworak, L. B., Michnik, R., y Jurkojć, J. (2014). Kinematic Analysis of Modern Dance Movement “Stag Jump” within the Context of Impact Loads, Injury to the Locomotor System and Its Prevention. *Med. Sci. Monit. Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 20, 1082–1089.
- Gorwa, J, Kabaciński, J., Murawa, M., y Fryzowicz, A. (2020a). On the Track of the Ideal Turnout: Electromyographic and Kinematic Analysis of the Five Classical Ballet Positions. *PLoS ONE*, 15(e0230654).
- Gorwa, J, Kabaciński, J., Murawa, M., y Fryzowicz, A. (2020b). Which of the Five Classical Ballet Positions Is the Most Demanding for the Dancer’s Body? An Electromyography-Based Study to Determine Muscular Activity. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 22, 3-14.
- Gorwa, Joanna, Fryzowicz, A., Michnik, R., Jurkojć, J., Kabaciński, J., Jochymczyk-Woźniak, K., y Dworak, L. B. (2019). Can we learn from professional dancers safe landing? Kinematic and dynamic analysis of the ‘grand pas de chat’ performed by female and male dancer. En *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 925, pp. 233-240). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15472-1_25
- Gorwa, Joanna, Michnik, R. A., Nowakowska-Lipiec, K., Jurkojć, J., y Jochymczyk-Woźniak, K. (2019). Is it possible to reduce loads of the locomotor system during the landing phase of dance figures? Biomechanical analysis of the landing phase in Grand Jeté, Entrelacé and Ballonné. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 21(4), 111-121. <https://doi.org/10.5277/ABB-01429-2019-02>
- Hall, F. (1996). Posture in Irish dancing. *Visual Anthropology*, 8(2-4), 251-266. <https://doi.org/10.1080/08949468.1996.9966678>
- Hamilton, L. H., Hamilton, W. G., Meltzer, J. D., Marshall, P., y Molnar, M. (1989). Personality, stress, and injuries in professional ballet dancers. *American Journal of Sports Medicine*, 17(2), 263-267. <https://doi.org/10.1177/036354658901700219>

- Harrison, C., y Ruddock-hudson, M. (2017). Perceptions of Pain, Injury, and Transition-Retirement. The Experiences of Professional Dancers. *Journal of Dance Medicine y Science*, 21(2), 43-53.
- Kingma, I., Toussaint, H., Commissaris, D., Hoozemans, M. J., y Ober, M. J. (1995). Optimizing the determination of the body center of mass. *Journal of biomechanics*, 28(9), 1137-1142.
- Klopp, S. E. (2017). *Ground Reaction Forces for Irish Dance Landings in Hard and Soft Shoes*. Brigham Young University, Provo (UT), USA.
- Koutedakis, Y., y Jamurtas, A. (2004). The dancer as a performing athlete. En *Sports Medicine* (Vol. 34, pp. 651-661).
- Lee, C. M., Jeong, E. H., y Freivalds, A. (2001). Biomechanical Effects of Wearing High-Heeled Shoes. *International journal of industrial ergonomics*, 28, 321-326.
- LeVeau, B. F. (2010). *Biomechanics of human motion* (1.^a ed.). Thorofare: Slack Incorporated.
- López, J. L. (2008). Control y análisis del equilibrio y la estabilidad en la actividad física y el deporte. En M. Izquierdo (Ed.), *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y del deporte*. Madrid: Médica Panamericana.
- Lupiañez, M. (2016). Cómo afecta la distorsión cognitiva a la ejecución del bailaor flamenco. *Sinfonía Virtual*, 30(4), 1-6.
- Lupiañez, M., y Hoces, R. (2016). Ansiedad escénica y flamenco. *Revista del Centro Investigación Flamenco Telethusa*, 9(10), 5-9.
- Mainwaring, L. M., y Finney, C. (2017). Psychological Risk Factors and Outcomes of Dance Injury. *Journal of Dance Medicine y Science*, 21(3), 87-96. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.21.3.87>
- Maurel Ibañez, S. N. (2018). *Relación entre constructos psicológicos y discapacidad funcional y diestrés en subgrupos de pacientes con fibromialgia*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Mayers, L., Bronner, S., Agraharasamakulam, S., y Ojofeitimi, S. (2010). Lower extremity kinetics in tap dance. *Journal of Dance Medicine y Science*, 14(1), 3-10.

- Micheli, L. J. (1983). Back injuries in dancers. *Clinics in sports medicine*, 2(3), 473-484.
- Miralles, R., y Miralles, I. (2007). *Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor*. Barcelona: Masson.
- Navarro, J. L. (2002). *De Telethusa a la Macarrona. Bailes andaluces y flamencos*. Sevilla: Portada.
- Navarro, J. L., y Pablo, E. (2005). *El baile flamenco. Una aproximación histórica*. Córdoba: Almuzara.
- Nogareda, S., Salas, C., y Parra, J. M. (2007). La salud laboral en el arte flamenco. *Notas Técnicas de Prevención*.
- Noh, Y.-E., Morris, T., y Andersen, M. B. (2009). Occupational stress and coping strategies of professional ballet dancers in Korea. *Medical Problems of Performing Artists*, 24(3), 124-134.
- Noh, Y. E., Morris, T., y Andersen, M. B. (2007). Psychological intervention programs for reduction of injury in ballet dancers. *Research in Sports Medicine*, 15(1), 13-32. <https://doi.org/10.1080/15438620600987064>
- Olmedilla, A., Ortega, E., Boladeras, A., Abenza, L., y Esparza, F. (2008). Relaciones entre catastrofismo ante el dolor y ansiedad competitiva en deportistas. *Therapy*, 4, 45-51.
- Olmedilla Zafra, A., Ortega Toro, E., y Abenza Cano, L. (2013). Validación de la escala de catastrofismo ante el dolor (Pain Catastrophizing Scale) en deportistas españoles. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 13(1), 83-94. <https://doi.org/10.4321/S1578-84232013000100009>
- Palmer, C. E. (1944). Studies of the center of gravity in the human body. *Child Development*, 15(2/3), 99-180.
- Paparizos, A., Tripp, D., Sullivan, M., y Rubenstein, M. (2004). Catastrophizing and pain perception in recreational ballet dancers. *Journal of Sport Behavior*, 28(1), 35-50.

- Patterson, E. L., Smith, R. E., Everett, J. J., y Ptacek, J. T. (1998). Psychosocial factors as predictors of ballet injuries: Interactive effects of life stress and social support. *Journal of Sport Behavior*, 21(1), 101.
- Pedersen, M. E., Wilmerding, M. V., Kuhn, B. T., y Enciñas-Sandoval, E. (2001). Energy requirements of the american professional flamenco dancer. *Medical Problems of Performing Artists*, 16(2), 47-52.
- Pedersen, M. E., y Wilmerding, V. (1998). Injury profiles of student and professional flamenco dancers. *Journal of Dance Medicine y Science*, 2(3), 108-114.
- Peñarroya Baulís, A., Ballús-Creus, C., y Pérez Martínez, J. (2011). Diferencias en el uso de las estrategias de afrontamiento, el catastrofismo y el estado de ánimo en función del tiempo de evolución del dolor crónico. *Revista de la Sociedad Espanola del Dolor*, 18(2), 77-83.
- Platzer, W. (2008). *Atlas de anatomía con correlación clínica. Tomo 1 aparato locomotor* (9.ª ed.). Madrid: Médica Panamericana.
- Quer, A., y Pérez, E. (2004). El pie en el flamenco. *El Peu*, 24(1), 8-14.
- Ribeiro, S. C. M. G., Palhares, P. M. B., y Salinas, M. J. S. (2020). Ethnomathematical study on folk dances: focusing on the choreography. *Revemop*, 2, e202014.
- Riskind, J. H., Long, D., Duckworth, R., y Gessner, T. (2004). Clinical Case Study: Clinical Use of the Looming Vulnerability Construct for Performance Anxiety in a Dance Recital. *Journal of Cognitive Psychotherapy*, 18(4), 361-366. <https://doi.org/10.1891/jcop.18.4.361.64000>
- Sciascia, A., Waldecker, J., y Jacobs, C. (2018). Pain catastrophizing in collegiate athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(2), 168-173.
- Shybut, T. B., Rose, D. J., y Strongwater, A. M. (2008). Second metatarsal physeal arrest in an adolescent flamenco dancer: a case report. *Foot y Ankle International*, 29, 859-862. <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0859>
- Sobrino, F. J., y Guillén, P. (2017). Overuse Injuries in Professional Ballet: Influence of Age and Years of Professional Practice. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(6), 6-11. <https://doi.org/10.1177/2325967117712704>

- Staskiewicz, R., Ruchlewicz, T., Forczek, W., y Laska, J. (2010). The impact of changes in gait speed and step frequency on the extent of the center of mass displacements. *Acta Bioeng Biomech*, 12(3), 13-20.
- Tajet-Foxell, B., y Rose, F. D. (1995). Pain and pain tolerance in professional ballet dancers. *British Journal of Sports Medicine*, 29(1), 31-34. <https://doi.org/10.1136/bjsm.29.1.31>
- Tipler, A. (2000). *Física preuniversitaria. Tomo I* (3.^a ed.). Barcelona: Reverté.
- UNESCO. (2010). Recuperado 10 de marzo de 2018, de <https://ich.unesco.org/en/RL/flamenco-00363?RL=00363>
- Vargas-Macías, A., Baena-Chicón, I., Forczek, W., y Gómez-Lozano, S. (2016). Variación de la altura del centro de gravedad en el baile flamenco: una aproximación fotogramétrica. En *Libro de actas del VI Congreso Internacional Universitario de Investigación sobre Flamenco* (pp. 36-43). Colección: Investigación y Deporte I. Murcia: Facultad de deportes - UCAM.
- Vargas-Macías, A., y Gómez-Lozano, S. (2008). Criterios para la elección del zapato de baile flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 1(1), 10-12.
- Vargas-Macías, Alfonso, Castillo López, J. M., y Fernández Santos, J. del R. (2012). Inestabilidad del pie y tobillo en el baile flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 5(5), 40-45.
- Vargas, A. (2006). *El baile flamenco: estudio descriptivo, biomecánico y condición*. Universidad de Cádiz.
- Vargas, A., González, J. L., Mora, J., y Gómez, S. (2008). La necesidad de la preparación física en el baile flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 1(1), 4-6.
- Vargas Macías, A., Gómez Lozano, S., Macara, A., González Montesinos, J. L., Mora Vicente, J., y Ruiz, P. (2008). El esfuerzo físico en el baile flamenco de principios del s. XX y el actual. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 1(1), 7-9.

- Voloshin, A. S., Bejjani, F. J., Halpern, M., y Frankel, V. H. (1989). Dynamic loading on flamenco dancers: a biomechanical study. *Human Movement Science*, 8, 503-513. [https://doi.org/10.1016/0167-9457\(89\)90033-X](https://doi.org/10.1016/0167-9457(89)90033-X)
- Walker, I. J., y Nordin-Bates, S. M. (2010). Performance anxiety experiences of professional ballet dancers: the importance of control. *Journal of dance medicine y science : official publication of the International Association for Dance Medicine y Science*, 14(4), 133-145. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21703084>
- Zatsiorsky, V. M. (2002). *Kinetics of human motion*. Champaign (USA): Human kinetics.

IX - APÉNDICE

APÉNDICE 1: CALIDAD DE LAS PUBLICACIONES*Estudio 1*

Forczek, W., Baena-Chicón, I., y Vargas-Macías, A. (2017). Movement concepts approach in studies on flamenco dancing: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(9), 1–16.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1359680>

- Índice de impacto (JCR): 2.781
- Área de conocimiento: Sport Sciences
- Cuartil: Q1
- Número de citas: 6

Estudio 2

Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza-Cano, L., Abadía, García-De Vicuña, O., Fernández-Falero, M.R., y Vargas-Macías, A. (2020). Las algias como factor predisponente de lesión en estudiantes de baile flamenco. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 15(44), 245-253.
<https://dx.doi.org/10.12800/ccd.v15i44.1466>

- Índice de impacto (SJR): 0.44
- Áreas de conocimiento: Health (Social Science), Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation.
- Cuartil: Q2

Estudio 3

Baena-Chicón, I., Vargas-Macías, A., y Gómez-Lozano, S. (2015). Análisis diacrónico y descriptivo del en dehors en el baile flamenco. *Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 8(9), 19–28.

- Índice de impacto (ICDS): 6.1
- Áreas de conocimiento: Ciencias de la Actividad Física y la Salud y Artes Escénicas

- Índice de calidad: indexada en EBSCO, LATINDEX, RESH
- Número de citas: 3

Estudio 4

Baena-Chicón, I., Fernández-Falero, M. R., Abadía García de Vicuña, O., y Vargas-Macías, A. (2019). Análisis de los códigos flamencos del baile por cantiñas según interpretaciones clásicas y actuales. *Revista Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 12(14), 30–39.
<https://doi.org/10.23754/telethusa.121406.2019>

- Índice de impacto (ICDS): 6.1
- Áreas de conocimiento: Ciencias de la Actividad Física y la Salud y Artes Escénicas
- Índice de calidad: indexada en EBSCO, LATINDEX, RESH

Estudio 5

Forczek, W., Baena-Chicón, I., y Vargas-Macías, A. (2016). Variación de la posición del centro de gravedad en una bailaora profesional durante el zapateado flamenco. *Revista Centro Investigación Flamenco Telethusa*, 9(10), 30–36.

- Índice de impacto (ICDS): 6.1
- Áreas de conocimiento: Ciencias de la Actividad Física y la Salud y Artes Escénicas
- Índice de calidad: indexada en EBSCO, LATINDEX, RESH
- Número de citas: 1

Estudio 6

Vargas-Macías, A., Baena-Chicón, I., Gorwa, J., Michnik, R. A., Nowakowska-Lipiec, K., Gómez-Lozano, S., y Forczek, W. (2021). Biomechanical Effects of Flamenco Footwork. *Journal of Human Kinetics*.
<https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0086>. (In Press).

- Índice de impacto (JCR): 1.664
- Áreas de conocimiento: Health Professions (Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation), Sports Science and Medicine (Physiology)
- Cuartil: Q2

Estudio 7

Forczek-Karkosz, W., Michnik, R., Nowakowska-Lipiec, K., Vargas-Macias, A., Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., y Gorwa, J. (2021). Biomechanical Description of Zapateado Technique in Flamenco. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2905.

- Índice de impacto (JCR): 2.849
- Áreas de conocimiento: Environmental Sciences and Engineering, Public Health, Environmental Health, Occupational Hygiene, Health Economic and Global Health Research
- Cuartil: Q1
- Número de citas: 1

Estudio 8

Baena-Chicón, I., Gómez-Lozano, S., Abenza, L., y Vargas-Macías, A. (2021). Catastrofismo ante el dolor en estudiantes de baile flamenco de conservatorios profesionales de danza. *Archivos de Medicina del Deporte*, 38(2), 8–12. <https://doi.org/10.18176/archmeddeporte.00030>

- Índice de impacto (SJR): 0.15
- Áreas de conocimiento: Health Professions (Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation, Sports Science) and Medicine (Orthopedics and Sports, Medicine)
- Cuartil: Q4

