

Biomecánica de la cadera. Danza clásica técnica en Dehors. Revisión bibliográfica Biomechanics of the hip. Classical technical dance in Dehors. Bibliographic review

Eulisis Smith Palacio

Universidad Francisco de Vitoria (España)

Resumen. Algunas de las lesiones de los bailarines, podrían ser las producidas por un uso inadecuado del *En Dehors* en la técnica de la Danza Clásica. El objetivo principal de este trabajo fue analizar las estrategias biomecánicas del movimiento para prevenir las lesiones más frecuentes producidas por la técnica *En Dehors* en Danza Clásica. Se realizó una revisión bibliográfica, en la que se efectuó una búsqueda de artículos científicos utilizando las bases de datos *PubMed*, *Web of Science* y *Scopus*. Se seleccionaron estudios de libre acceso desde el año 2015, de los cuales se obtuvieron 75 resultados de la base de datos *PubMed*, 289 de la base de datos *Web of Science* y 2 de *Scopus*. Quedaron un total de 366 resultados, de los cuales se eliminaron los duplicados quedando 139 registros. Se prescindió de los estudios que no cumplían los criterios de inclusión y se descartaron aquellos que, por título, no hacían referencia directa al tema a tratar, quedando 105 registros. Tras revisar el *abstract*, se seleccionaron 37 estudios para revisar a fondo, de los cuales se escogieron 10. Como resultados se encontró que las lesiones más frecuentes producidas por la técnica *En Dehors* se localizaron principalmente en el tobillo y la rodilla, siendo uno de los factores de riesgo el uso excesivo de movimiento y la rotación externa de cadera limitada. Se encontraron diferencias cinemáticas significativas entre las posiciones básicas de la Danza Clásica, y se propuso una buena alineación de las articulaciones de la extremidad inferior durante gestos técnicos *En Dehors*. Se concluyó que los conocimientos biomecánicos son una herramienta en la que basarse para mejorar la técnica y reducir el riesgo de lesiones, y un enfoque valioso para estudios posteriores.

Palabras clave: articulación coxofemoral, lesiones, articulación talocrural

Abstract. An inadequate use of the turnout technique in classical dance causes many of the injuries in dancers. The main objective of this work was to analyze the biomechanical strategies of movement to prevent the most frequent injuries produced by the turnout technique in classical dance. *PubMed*, *Web of Science* and *Scopus* databases were used to select the scientific articles to be analyzed in this work. Results showed that the most frequent injuries produced by the turnout technique were located mainly in the ankle and knee. In addition, it was found that the excessive use of movement and limited hip external rotation were the most important risk factors. Finally, significant kinematic differences were found between the basic positions of classical dance, so that a proper alignment of the lower extremity joints during the turnout was proposed. The present study concludes that biomechanics is a tool that allow us to improve classical dance techniques and reduce the risk of injury. This work may be a valuable approach for further studies in this area.

Keywords: coxofemoral joint, injuries, talocrural joint

Fecha recepción: 18-07-24. Fecha de aceptación: 13-09-24

Eulisis Smith Palacio

e.smith@ufv.es

Introducción

La danza es el arte de la expresión por el movimiento y los bailarines los artífices de convertir sus movimientos en arte (Calvo-Mínguez, 2001). La técnica de la Danza Clásica consiste en diferentes posiciones y movimientos que se han ido elaborando y codificando a lo largo de la historia, definiendo lo que conocemos como Danza Clásica, ballet o danza académica (Morillas et al., 2024). La técnica estaba basada en las exigencias estéticas que planteaban los maestros y bailarines durante el Renacimiento y Barroco (Gómez-Lozano y Vargas-Macías, 2010).

El término *En Dehors* en la Danza Clásica se relaciona con una máxima rotación externa de caderas (Baena-Chicón et al., 2015). Teniendo en cuenta las palabras de Abad-Carlés (2012), uno de los motivos por los que se introdujo el *En Dehors* en la Danza Clásica estaría relacionado con la representación de la danza en los teatros ya que esta posición permitiría una visión en ángulo sobre el escenario para apreciar mejor los pasos desde diferentes puntos de visión. Y el segundo motivo, haría referencia a la moda de la época (siglo XVI) en la que el calzado era sinónimo de distinción social y debía ser mostrado. En la actualidad, siguen presentes esas exigencias estéticas específicas. A diferencia del ámbito de-

portivo, la estética juega un papel importante en el desarrollo de los bailarines, pero la preparación física que demanda el virtuosismo la danza, no se desarrolla como un entrenamiento independiente, sino a través del trabajo técnico y coreográfico (Vargas-Macías, 2009; Hinojosa-Torres et al., 2024).

Sin embargo, los bailarines son considerados deportistas de élite por la exigente preparación física y horas de entrenamiento que requieren. Los movimientos extremos y el estrés repetido a la que son sometidas las articulaciones son algunos de los factores predisponentes a aumentar el riesgo de lesión (Carvajo-Garcés et al., 2022). Por una parte, uno de los riesgos ergonómicos a los que se encuentran expuestos los bailarines son los asociados con una técnica inadecuada o accidentes, y otros problemas musculoesqueléticos tendrían su origen en el mantenimiento de posturas forzadas durante un tiempo prolongado y de movimientos repetitivos (Roman-Fuentes et al., 2009; Verdugo et al., 2024). La mayoría de los bailarines profesionales retirados, han sufrido al menos una lesión durante su carrera profesional, y de las lesiones más frecuentes, se ha demostrado que entre el 60%-80% ocurren en el miembro inferior (M.M.I.I.), especialmente en la rodilla, tobillo y pie (Coplan, 2002).

Biomecánica del movimiento

La palabra *biomecánica* se divide en el prefijo *bio*, y la raíz *mecánica*. *Bio* está relacionado con los sistemas vivos o biológicos, y la raíz *mecánica* indica la vinculación con el análisis de las fuerzas y sus efectos. Se podría definir que la biomecánica, es el estudio de las fuerzas y sus efectos sobre los seres vivos (Hacay Chang et al., 2024; McGinnis, 2005). El Consejo Internacional para el Deporte y la Educación Física de la UNESCO (1971) determina la biomecánica como la disciplina científica que facilita la interpretación de cómo intervienen las fuerzas mecánicas que generan los movimientos, su soporte autonómico, iniciación neurológica, control integrado y percepción, así como su diseño central. En el término Biomecánica coexisten dos elementos: 1. el biológico; 2. el mecánico, que se encuentran en la mayoría de las definiciones de esta palabra (Campos et al., 2022).

El cuerpo es el instrumento de expresión de los bailarines, y sobre él se aplican los principios biomecánicos y anatómicos básicos para conseguir un rendimiento óptimo y evitar posibles lesiones. El análisis anatómico y biomecánico del movimiento puede aportar información relevante que aumente el conocimiento y comprensión de un movimiento determinado, tal información puede ser: 1. Las solicitaciones y tensiones para soportar la carga; 2. Estímulos mecánicos y biológicos en el cumplimiento de la fusión muscular (Christensen et al., 2024; Clippinger, 2011). La Biomecánica del movimiento humano es aquella disciplina que utiliza los medios de la mecánica para el estudio del movimiento humano (Diamond et al., 2023; Izquierdo, 2008).

Se han realizado amplios estudios, sobre el campo de la biomecánica del movimiento en el ámbito deportivo sobre las diferentes estrategias de movimientos utilizadas (Clippinger, 2011; Morouço, 2024). Todos los movimientos de danza, al igual que en el deporte, está sometido a unas normas impuesta por el uso Biomecánico, el incumplimiento de estos principios provocaría lesiones. (Li et al., 2022). La mayoría de las lesiones en la danza están relacionadas por, desequilibrios biomecánicos causados por una técnica incorrecta, de ahí la importancia radical en el uso de Biomecánica (Howse, 2003; Segura et al., 2022).

Las causas de las lesiones relacionadas por una técnica errónea son, causas anatómicas ya que la mayoría de los bailarines no son anatómicamente perfectos para la danza, y habrá limitaciones y restricciones físicas (Campos Granell et al., 2022). A estas causas habría que añadir las causas ambientales relacionadas con las instalaciones inadecuadas, la temperatura ambiente y el suelo, que producirían lesiones asociadas a la danza (Howse, 2003). El uso profesional de la Biomecánica permitirá implementar de forma óptima la técnica en las diferentes disciplinas Dancística (Wilmerding y Krasnow, 2011). El objetivo principal de este trabajo fue analizar las estrategias biomecánicas del movimiento para prevenir las lesiones más frecuentes en los bailarines producidas por la técnica *En Dehors* en Danza Clásica. Como objetivos secundarios tenemos: 1. Identificar las lesiones más frecuentes en los bailarines producidas por la técnica *En Dehors* en Danza Clásica; 2. Analizar los factores de riesgo

asociados a las lesiones en Danza Clásica; 3. Conocer y definir los límites físicos del *En Dehors* para que bailarines y profesores establezcan objetivos realistas; 4. Proporcionar líneas de trabajo para mejorar los patrones biomecánicos de movimiento correctos asociados a la técnica *En Dehors*.

Metodología

Estrategia de búsqueda y diseño del estudio

Las palabras clave que se utilizaron son: *ballet, classical dance, injuries, lower limb, turnout, biomechanics, hip, knee y ankle*. Se emplearon las siguientes combinaciones unidas por el booleano *AND* y *OR*, desde el año 2015 hasta la fecha y estudios de libre acceso: en *PubMed* se obtuvieron 75 resultados, de los cuales 41 fueron con la combinación «lower limb AND ballet OR classical dance AND injuries», 32 resultados con «biomechanics AND ballet OR classical dance AND injuries» y 2 resultados con «biomechanics AND ballet OR classical dance AND injuries AND turnout». En la base de datos *Web of Science* se obtuvieron 289 resultados, de los cuales 74 fueron con la combinación «lower limb AND ballet OR classical dance AND injuries», 47 resultados con «lower limb AND ballet OR classical dance AND injuries AND turnout», 74 resultados con «biomechanics AND ballet OR classical dance AND injuries», 46 resultados con «biomechanics AND ballet OR classical dance AND injuries hip AND knee AND ankle» y 48 resultados con «biomechanics AND ballet OR classical dance AND injuries AND lower limb». De la base de datos *Scopus* se obtuvieron 2 resultados con la combinación «ballet OR classical dance AND injuries AND turnout».

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión para el estudio fueron: Estudios o revisiones sistemáticas publicadas desde el año 2015 hasta mayo 2024; Artículos en Inglés o Español; Estudios de libre acceso; Estudios hechos en bailarines estudiantes y profesionales de diferentes edades y nacionalidades. En cuanto a los criterios de exclusión, se tuvieron en cuenta los siguientes: Artículos que no trataran tipo de lesiones relacionadas con la técnica *En Dehors*; Artículos sobre otras zonas de lesión que no fuera la extremidad inferior.

Extracción de la información y Proceso de selección de los artículos

La principal variable de esta revisión fue Danza Clásica técnica *En Dehors*, incluimos datos de los autores, año de publicación, objetivo, metodología, resultados y conclusiones. En el proceso de selección de los artículos que conformarán la muestra se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente. Se analizaron siguiendo una metodología de análisis cualitativo y descriptivo de los datos. El proceso mediante el cual los artículos quedan incluidos o excluidos de la revisión queda reflejado en el diagrama Prisma en la Figura 1. Se seleccionaron estudios de libre acceso desde el año 2015 hasta mayo 2024, de los cuales se obtuvieron 75 resultados de la base de datos

PubMed, 289 de la base de datos Web of Science y 2 de Scopus. Quedaron un total de 366 resultados, de los cuales se eliminaron los duplicados quedando 139 registros. Seguidamente, se prescindió de los estudios que no cumplían los criterios de inclusión y se descartaron aquellos que, por título, no hacían referencia directa al tema a tratar, quedando 105 registros. Tras revisar el *abstract*, se seleccionaron 37 estudios para revisar a fondo, de los cuales se escogieron 10.

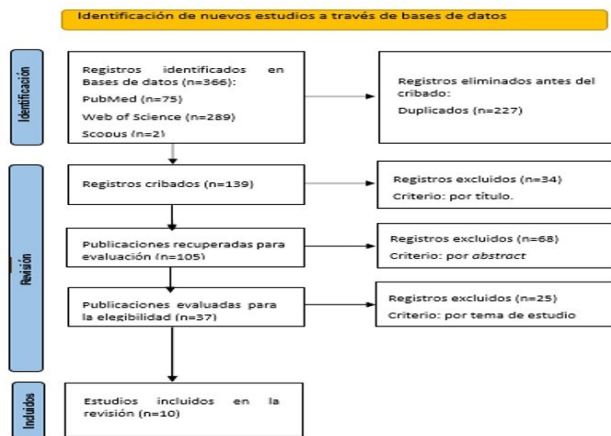


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA

Resultados

La pregunta de investigación que se planteó en este estudio fue: ¿La aplicación y conocimiento de la biomecánica del movimiento ayuda a evitar las principales lesiones producidas por la técnica *En Dehors* en Danza Clásica? En base a esto y tal y como se ha explicado en el apartado de metodología, considerando los criterios de inclusión y exclusión, se han seleccionado 10 artículos que reúnen los requisitos necesarios para dar respuesta a los objetivos planteados y a la pregunta de investigación de la presente revisión. Se han incluido 8 estudios y 2 revisiones sistemáticas, que han sido escogidas por su relación con el tema de estudio de este trabajo.

En la Tabla 1 se muestra la información extraída de los artículos escogidos, ordenada en base a los autores y año de publicación, objetivo del estudio, su metodología, y resultados y conclusiones. Se han incluido artículos que contemplan los objetivos planteados en el trabajo y la pregunta de investigación propuesta.

Tabla 1. Resumen de los artículos seleccionados

Autor/año	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones
<p>Corwa et al., 2020a</p>	<p>Determinar las diferencias entre las variables cinemáticas y en la electromiografía (EMG) en las cinco posiciones de ballet clásico en dos grupos de bailarinas estudiantes, con mayor y menor cantidad de rotación externa pasiva (PER) de cadera.</p>	<p>Muestra: 14 bailarinas estudiantes de ballet (11-16 años). Divididas en dos grupos de mayor o menor PER de cadera medida con un goniómetro.</p> <p>Método: Estudio transversal que investiga la actividad bioeléctrica de los músculos del tronco y extremidad inferior (EI), mientras se está de pie en las cinco posiciones de ballet clásico. El procesamiento de la señal EMG se realizó con el software MyoResearch XP Master Edition.</p> <p>El procesamiento de datos cinemáticos se realizó con el software BTS Smart Tracker y BTS Smart Analyzer, midiendo los ángulos de rotación externa (RE) de la extremidad inferior</p>	<p>La mediana de la PER de cadera bilateral (la suma de derecha e izquierda) para todo el grupo de estudio fue de 45,8°.</p> <p>Las diferencias cinemáticas entre los grupos se revelaron en posiciones asimétricas (4° y 5°), donde el ángulo de progresión del pie fue significativamente menor hacia adelante que hacia atrás, ocurriendo en el grupo de rotación menor.</p> <p>En el grupo de menor PER se activan más los músculos del tobillo y la espalda en las posiciones de ballet, mientras que los músculos abdominales y de la cadera se activan menos en comparación con el grupo de mayor PER.</p>	<p>En el grupo con menos PER de cadera, se empleó el mecanismo de TO forzado.</p> <p>Se pueden observar varios patrones electromiográficos (EMG) entre los grupos en todas las posiciones de ballet, mientras que las diferencias cinemáticas sólo podrán marcarse en posiciones asimétricas (4° y 5°).</p>
<p>Fotaki et al., 2024</p>	<p>Investigar la rotación de la rodilla en el movimiento de flexión en el Grand Plié en bailarines profesionales de ballet clásico.</p>	<p>Muestra: 20 bailarinas sanas de ballet clásico de la Greek National Opera Ballet, con una media de edad de 23,6 años.</p> <p>Método: Las participantes completaron la Escala de Evaluación Funcional Global de la Rodilla para valorar la capacidad funcional, dolor, inestabilidad o rango de movimiento (ROM). El ROM pasivo de la rodilla fue medido con un goniómetro.</p> <p>Se utilizó un sistema de captura de movimiento 3D con 8 cámaras optoelectrónicas de alta resolución. Se colocaron 22 marcadores sobre el cuerpo de las bailarinas, mientras ejecutaban un ciclo de tres Grand Plié sin el soporte de la barra, para aislar mejor el movimiento de la rodilla.</p>	<p>La puntuación media de la Escala de Evaluación Funcional Global de Rodilla fue 94,6 sobre 100, indicando un alto nivel funcional de la rodilla.</p> <p>ROM: flexión pasiva de rodilla fue de 156° y la extensión pasiva de -1,7°. La rotación interna (RI) fue de 25,04° y la RE de 41,29°.</p> <p>Medidas cinemáticas del Grand Plié: promedio de RI máxima de la rodilla de 30,28° con una flexión media de 134,98°.</p>	<p>El estudio ayuda a comprender la alineación de la articulación de la rodilla en el Grand Plié.</p> <p>Los hallazgos indican que la RI de la rodilla durante el Grand Plié a menudo excede el ROM típico, lo que sugiere un riesgo potencial de sufrir lesiones de los tejidos blandos, como desgarros de menisco.</p> <p>Los conocimientos biomecánicos son una herramienta en la que basarse para mejorar la técnica y reducir el riesgo de lesiones, y un enfoque valioso para estudios posteriores</p>

Carter et al., 2019	Utilizar un modelo específico para danza de análisis 3D para pie para determinar las contribuciones de la EI y el pie en la RE o En Dehors.	<p>Muestra: 18 bailarinas estudiantes (18,8 ± 1,6 años) de Danza Clásica y contemporánea de la Western Australian Academy of Performing Arts.</p> <p>Método: Diseño de estudio transversal.</p> <p>Marcadores retrorreflectantes en la EI dominante y pie dominante.</p> <p>Las mediciones de las rotaciones de las articulaciones se llevaron a cabo según la Sociedad Internacional de las convenciones de biomecánica que se aplicaron al modelo de multisegmento. Cada bailarina realizó 3 repeticiones de En Dehors funcional, forzado y 10 saltos consecutivos en 1º posición. Se utilizó ANOVA de medidas repetidas con ajustes Bonferroni para las comparaciones múltiples, para determinar los ajustes cinemáticos, la eversión del retropié, abducción del mediopié y antepié, caída del navicular (es decir, descenso del arco longitudinal medial) y abducción de la primera articulación metatarsofalángica entre la postura natural en el double leg up-right y las condiciones de la 1ª posición.</p>	<p>La eversión del retropié (4,6°) y la abducción del mediopié (2,8°) aumentaron significativamente en el En Dehors funcional, comparado con la postura de Double leg up-right.</p> <p>13 bailarinas mostraron un aumento de la abducción de la 1ª articulación metatarsofalángica en el En Dehors forzado, sin embargo, el aumento no fue estadísticamente significativo.</p> <p>La caída del navicular durante los saltos en 1ª posición aumentó significativamente en 1mm en comparación con la postura de Double leg up-right.</p>	<p>Los hallazgos sugieren que las bailarinas realizan una pronación de pie tanto en el En Dehors funcional como forzado. No se encuentra relación inmediata entre el En Dehors forzado y la abducción de la 1ª articulación metatarsofalángica. Evidencia la necesidad de estudios futuros de la EI en En Dehors y vigilancia de lesiones para mejorar la comprensión de la biomecánica de la danza correcta e incorrecta.</p>
Sobrinó y Guillén, 2017	Investigar la prevalencia de lesiones por sobreuso en ballet profesional en función de la edad y/o años de práctica profesional.	<p>Muestra:</p> <p>Lesiones sufridas por bailarines de las principales compañías de danza españolas desde el 1 de enero de 2005 hasta el 10 de octubre de 2010.</p> <p>Los datos se obtuvieron de la atención médica especializada que recibieron los bailarines por parte del Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica en el Servicio de Fremap en Madrid. La muestra se distribuyó en 3 grupos diferentes según edad y años de práctica profesional.</p> <p>Método: Estudio descriptivo transversal epidemiológico.</p>	<p>Más del 75% de las lesiones sufridas por los bailarines fueron el resultado del uso excesivo.</p> <p>La prevalencia de lesiones por uso excesivo fue de 0,239 lesiones por cada 1.000 horas de práctica de danza y fue significativamente mayor en bailarines estudiantes por debajo de 21 años.</p> <p>Las lesiones de tobillo fueron más frecuentes en bailarines estudiantes, columna vertebral, tobillo y pie en bailarines profesionales y lesiones de columna, cadera y rodilla en profesionales mayores de 32 años.</p>	<p>Las lesiones por uso excesivo fueron más prevalentes en los profesionales más jóvenes, especialmente en las mujeres y en las disciplinas más técnicas como la Danza Clásica.</p> <p>El síndrome patelofemoral fue la lesión más prevalente en los bailarines jóvenes y mujeres.</p> <p>La tendinopatía de Aquiles en los bailarines profesionales.</p> <p>La lesión condral de rodilla tuvo mayor prevalencia en los bailarines veteranos (+32 años).</p>
Sobrinó et al., 2015	Determinar la prevalencia de lesiones por sobreuso en el ballet profesional, y las diferencias de lesiones entre las disciplinas de ballet en España.	<p>Muestra: Lesiones en el ámbito profesional de la danza española.</p> <p>Los datos se obtuvieron a través del Servicio de Traumatología de Fremap Madrid (entre enero de 2005 y Octubre 2010).</p> <p>Método: Estudio descriptivo transversal.</p>	<p>Fueron evaluadas 486 lesiones. El 82,60% fueron por sobreuso en la disciplina de Danza Clásica por tener la técnica más exigente, que causa movimientos compensatorios en bailarines con el En Dehors restringido.</p> <p>El 75,90% de las lesiones fueron en mujeres.</p> <p>El síndrome patelofemoral de la rodilla fue la lesión más frecuente en Danza Clásica.</p>	<p>Las lesiones por sobreuso fueron las más frecuentes.</p> <p>El número de lesiones fue mayor en la Danza Clásica, la disciplina más exigente técnicamente, y en las mujeres.</p> <p>La lesión por sobreuso más frecuente fue el síndrome patelofemoral, seguida de la tendinopatía de Aquiles, la tendinopatía rotuliana y el dolor lumbar.</p>
Hopper et al., 2016	Evaluar la capacidad de la sentadilla tradicional con una pierna para predecir la alineación de la pierna de bailarines realizando movimientos en En Dehors.	<p>Muestra: 13 bailarines sanos (4 hombres y 9 mujeres) del Western Australian Academy of Performing Arts (19 ± 1,3 años).</p> <p>Método: se registraron datos cinemáticos con marcadores retrorreflectantes colocados en la pelvis y EI, para analizar movimientos durante la sentadilla y en cinco pasos específicos de ballet.</p>	<p>El En Dehors fue significativamente diferente entre los pasos de ballet, excepto el Ballonné en el sitio (49,2° ± 8,6°) o desplazado (44,7° ± 10,8°).</p> <p>La flexión de la rodilla en la sentadilla con una sola pierna (67,9° ± 10,6°) fue mayor que en los pasos de ballet.</p>	<p>La reducción de los datos tridimensionales a una variable unidimensional es el modelo predictivo más fuerte entre la relación de la alineación de la EI en la sentadilla con una pierna y los movimientos de ballet que incorporan el En Dehors.</p>
Gorwa et al., 2020b	Determinar cuál de las cinco posiciones del ballet clásico es la más exigente en cuanto a actividad muscular, valores de	<p>Muestra: 14 bailarinas pre-profesionales (11-16 años)</p> <p>Método: estudio transversal.</p> <p>La actividad EMG de los músculos del tronco y las EI se registraron con electrodos de superficie y el software</p>	<p>Posiciones simétricas (1ª y 2ª) no eran tan exigentes como las asimétricas (3ª, 4ª y 5ª).</p> <p>La 2ª, tuvo valores más altos de RE de cadera y pie sin mayor esfuerzo muscular que en la 1ª.</p>	<p>En términos de biomecánica, la posición de ballet clásico más exigente en los bailarines pre-profesionales es la 4ª, seguida de la 5ª, 3ª, 1ª y 2ª.</p>

	RE de cadera, valores angulares de la progresión del pie y la inclinación de la pelvis en el plano sagital.	MyoResearch XP Master Edition, mientras realizaban las cinco posiciones de Danza Clásica. Datos cinemáticos se recogieron mediante el software de captura de movimiento BTS Smart Tracker y BTS Smart Analyzer. Incluyen la RE de cadera y rodilla, el ángulo de progresión del pie y la inclinación pélvica.	La 3ª no tuvo una mayor actividad de los grupos musculares de la cadera o del pie que la 4ª o la 5ª. La 4ª tuvo una mayor inclinación pélvica anterior y menor actividad de Glúteo Mayor de la EI delantera. En la 5ª, la EI adelantada implicaba una mayor actividad de los músculos que sostienen el pie.	Este hallazgo se puede aplicar en la metodología educativa de bailarines.
Souza-Gontijo et al., 2017	Presentar un método para la evaluación dinámica de la alineación de las EI (llamado MADAAMI).	<u>Muestra:</u> 20 bailarinas. <u>Método:</u> MADAAMI fue validado por 12 expertos. Para su reproducibilidad y concordancia con la cinemática 3D se evaluaron a las bailarinas mediante grabaciones de vídeo durante el Plié.	MADAAMI fue clasificado como "Instrumento aceptado sin excepciones" para evaluar la alineación entre rodilla y pie ipsilateral en todas las fases del Plié.	MADAAMI cuenta con reproducibilidad intra-evaluador, y la concordancia con la cinemática en 3D fue satisfactoria. Es una herramienta de evaluación para identificar y seguir la ejecución técnica individualizada del Plié, y como diagnóstico y rehabilitación de desalineaciones articulares y lesiones musculoesqueléticas
Kaufmann et al., 2021	Investigar si el TO forzado o compensado provoca lesiones musculoesqueléticas.	<u>Muestra:</u> 7 estudios con 1293 bailarines, representando 4 estilos de danza (clásica, moderna, contemporánea y jazz). <u>Método:</u> revisión sistemática de la literatura realizada en septiembre de 2019.	1 estudio longitudinal y 6 transversales informaron que el TO compensado o forzado puede estar relacionado con lesiones musculoesqueléticas en bailarines. 1 estudio transversal no concluye relación.	El TO total depende de la suma de movimientos complejos y no sólo de la RE de la articulación de la cadera. Se necesita la evaluación objetiva del ROM pasivo de la articulación mediante análisis cinemático 3D en combinación con el examen físico, para tener en cuenta las variaciones anatómicas, localizar los sitios propensos a sufrir lesiones (por uso excesivo) e investigar los mecanismos de lesión subyacentes.
Angiogi et al., 2021	Revisar sistemáticamente los métodos utilizados para medir el En Dehors en la investigación de la medicina y ciencia de la danza.	<u>Muestra:</u> 41 estudios originales de investigación. <u>Método:</u> revisión sistemática.	28 estudios midieron la RE de cadera. 9 midieron el En Dehors sin el componente de la cadera. 22 midieron el En Dehors total de la suma de todas las articulaciones que contribuyen a realizarlo.	Carencia de un sistema de protocolo estándar de medición. La anatomía y nivel de formación de los bailarines influyen en el En Dehors. El grado de anteversión femoral, la torsión de la tibia y la hiper movilidad articular influyen en el En Dehors.

Abreviaturas: EMG =electromiografía, PER= rotación externa pasiva, EI=extremidad inferior, RE= rotación externa, ROM= rango de movimiento
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en base a los objetivos planteados en el presente trabajo.

Las lesiones más frecuentes en los bailarines producidas por la técnica En Dehors en Danza Clásica se localizan principalmente en el tobillo y la rodilla

En la Tabla 2 se presentan las lesiones más relevantes en los bailarines mostradas en los estudios. Tal y como se observa, en la Danza Clásica las lesiones más frecuentes son las localizadas en la extremidad inferior, especialmente en el tobillo y rodilla.

Las lesiones de tobillo fueron más frecuentes en bailarines estudiantes, columna vertebral, tobillo y pie en bailarines profesionales y lesiones de columna, cadera y rodilla en

profesionales mayores de 32 años (Sobrino y Guillén, 2017). Entre estas lesiones destacan el síndrome patelofemoral, siendo la lesión más prevalente en los bailarines jóvenes y mujeres, y la tendinopatía de Aquiles en los bailarines profesionales. La lesión condral de rodilla tuvo mayor prevalencia en los bailarines veteranos de más de 32 años. Además, tal y como se muestra en el gráfico de la Figura 2, acorde al estudio de Sobrino y Guillén (2017) sobre la prevalencia de las lesiones en Danza Clásica según la localización anatómica, la columna y extremidad inferior es la zona que reúne mayor número de lesiones en los bailarines. Se puede observar que las lesiones de tobillo tienen una alta prevalencia, seguidas de la rodilla, pie y cadera, formando parte todas ellas de la extremidad inferior, y coincidiendo

con las articulaciones involucradas en la técnica *En Dehors*. Estos resultados se reafirman con el estudio de Sobrino et al. (2015), que también expone que el síndrome patelofemoral o dolor anterior de la rodilla fue una de las lesiones más frecuentes en Danza Clásica. A estos resultados, se añaden que 1 estudio longitudinal y 6 transversales de la revisión de Kaufmann et al. (2021), informaron que el *En Dehors* compensado o forzado puede estar relacionado con lesiones musculoesqueléticas en bailarines, tales como dolor lumbar, artrosis, lesión del ligamento cruzado de rodilla, luxación de la rótula, dolor anterior de rodilla, síndrome de estrés de la tibia, *Hallux valgus*, *Genu valgus* y fascitis plantar (Kaufmann et al., 2021).

Tabla 2. Agrupación de los artículos según las lesiones mencionadas

Número de artículos (Total n=5)	Autores	Lesiones
n=2	Fotaki et al. (2024) Kaufmann et al. (2021)	Lesiones en tejidos blandos Desgarro del menisco
n=2	Carter et al. (2019) Kaufmann et al. (2021)	Pronación del pie con fascitis plantar
n=2	Sobrino y Guillén (2017) Sobrino et al. (2015)	Síndrome patelofemoral Lesión condral de rodilla
n=2	Sobrino et al. (2015) Kaufmann et al. (2021)	Tendinopatía rotuliana Dolor lumbar Artrosis Lesión del ligamento cruzado de rodilla Luxación de la rótula
n=1	Kaufmann et al. (2021)	Dolor anterior de rodilla Síndrome de estrés de la tibia Hallux valgus Genu valgus

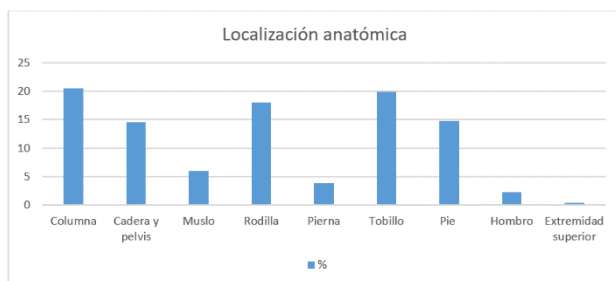


Figura 2. Distribución de la prevalencia de lesiones en función de su localización anatómica

La rotación interna de la rodilla aumenta durante el Grand Plié (Fotaki et al., 2024). Este movimiento requiere un gran control del *En Dehors*. Los hallazgos indicaron que la rotación interna durante este movimiento, a menudo excedía el rango normal de la articulación, lo que está relacionado con posibles lesiones de los tejidos blandos y desgarros de menisco. Los hallazgos del estudio de Carter et al. (2019), sugieren una pronación de pie tanto en el *En Dehors* funcional como forzado, pero mayor en el *En Dehors* forzado que en el *En Dehors* funcional, lo que sugiere que la pronación del pie desempeña un papel importante en el *En Dehors*. Sin embargo, si se traspasan los límites del movimiento del rango articular sanos, existe un riesgo de lesiones de tobillo y pie, como la fascitis plantar. Ha de mencionarse que este estudio no encontró datos estadísticamente significativos

entre la relación de la abducción de la primera articulación metatarsofalángica, conocida como *Hallux valgus*, y sus consecuentes lesiones y el *En Dehors* forzado.

El uso excesivo de movimiento es el principal factor de riesgo asociado a las lesiones en Danza Clásica

Uno de los principales factores de riesgo asociado a las lesiones en Danza Clásica es el uso excesivo de movimiento o sobreuso (Carter et al., 2019; Fotaki et al., 2024; Kaufmann et al., 2021; Sobrino et al., 2015; Sobrino y Guillén, 2017). Las lesiones por uso excesivo pueden ser el resultado de una mala planificación de las sesiones de entrenamientos o ensayos, deficiencias de ejecución técnica o la consecuencia de actos repetitivos de movimiento sin el suficiente tiempo de recuperación. Las características físicas y anatómicas individuales también influyen en este tipo de lesiones. Destacar que, tal y como se observa en la Figura 3, en el estudio de Sobrino y Guillén (2017), el 75,3% de las lesiones sufridas por los bailarines fueron el resultado del uso excesivo de movimiento o sobreuso. Las lesiones por causas traumáticas fueron el 24,3%, y un 0,4 % se atribuyó a lesiones ocurridas por otras causas. Se demuestra además en este estudio, que la prevalencia de lesiones por uso excesivo fue de 0,239 lesiones por cada 1.000 horas de práctica de danza y fue significativamente mayor en bailarines estudiantes por debajo de 21 años.



Figura 3. Prevalencia de las lesiones en función de su etiología

En el estudio de Sobrino et al. (2015), el 82,60% de las lesiones fueron por sobreuso en la disciplina de Danza Clásica, tal y como se puede observar en la Figura 4. Esto se explica porque la Danza Clásica está considerada la disciplina de danza que tiene la técnica más exigente, lo que causa movimientos compensatorios en bailarines con *En Dehors* restringido. Además, también se obtiene como resultado que el 75,90% de las lesiones fueron en mujeres. El mayor número de lesiones por uso excesivo aparece en los ensayos y situaciones en las que los gestos técnicos deben repetirse hasta alcanzar la perfección. La repetición de movimiento o falta de períodos de descanso adecuados entre estas repeticiones puede contribuir a la significativa prevalencia de lesiones por uso excesivo en el ballet (Sobrino et al., 2015).

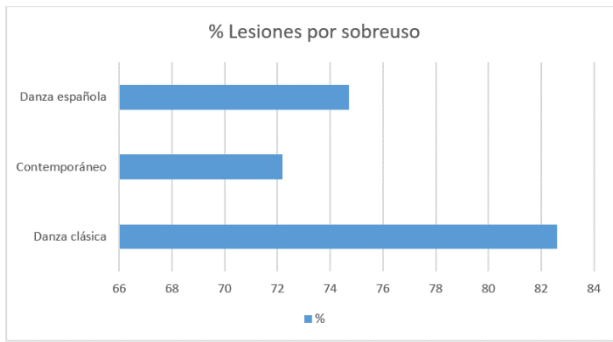


Figura 4. Prevalencia de las lesiones por sobreuso según disciplina

Por otro lado, en el estudio de Fotaki et al. (2024), se demuestra que la rotación interna de la rodilla durante el *Grand Plié* a menudo excede el movimiento del rango articular típico, lo que sugiere un riesgo de lesión. Este hecho se explica porque el movimiento del *Grand Plié* implica una flexión de cadera, rodilla y tobillo en rotación externa de cadera, lo que puede contribuir a aumentar el riesgo de lesión de la articulación de la rodilla debido al alto valor de rotación interna que se puede experimentar en este gesto técnico. Tal y como se muestra en la Figura 5, el estudio obtuvo un promedio de $30,28^\circ$ de rotación interna en el momento de $134,98^\circ$ de flexión de rodilla, que corresponde al punto más profundo del movimiento en el *Grand Plié*.

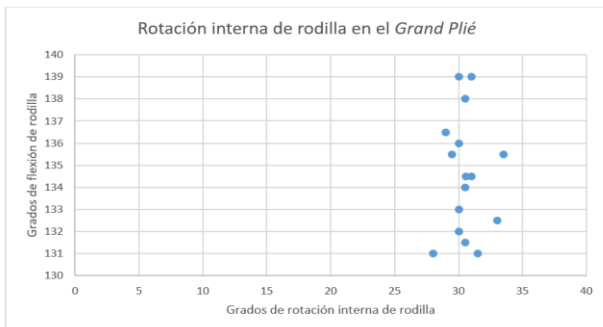


Figura 5. Rotación interna de rodilla y su concordancia con la flexión de rodilla

En la revisión sistemática de Kaufmann et al. (2021), 1 estudio longitudinal y 6 transversales informaron que el *En Dehors* compensado o forzado puede estar relacionado con lesiones musculoesqueléticas en bailarines. Se define el *En Dehors* forzado como la diferencia en grados entre el ángulo bilateral de rotación externa de la cadera (activa o pasiva) y el ángulo de *En Dehors* total (activo o pasivo) del bailarín. Al tratar de lograr el *En Dehors* ideal, existen varias posibilidades de lograrlo: con una hiperlordosis lumbar, con una rotación externa forzada de la tibia, provocando como un enroscamiento de la rodilla, y en tercer lugar con una hiperpronación del pie. En cuanto a las desalineaciones de la extremidad inferior, los resultados de este estudio encuentran relación entre la tendencia del pie hacia la pronación y el aumento del ángulo de *En Dehors* de la extremidad inferior. Además, se añade la relación entre los grados de *En Dehors* y el dolor lumbar ocasionado por la inclinación anterior de

la pelvis (Kaufmann et al., 2021).

Factores y límites físicos asociados a la técnica *En Dehors*

En el estudio de Gorwa et al. (2020a), la muestra estuvo compuesta por 14 bailarinas estudiantes de ballet (11-16 años) y dividida en dos grupos, según presenten mayor o menor rotación externa pasiva de cadera, medida con un goniómetro. Los resultados sugieren que, en el grupo con menos rotación externa pasiva de cadera, se emplea el mecanismo de *En Dehors* forzado. Esto se puede explicar con los valores de actividad bioeléctrica, ya que fueron significativamente más altos en el grupo de mayor rotación que en el menor, activándose la musculatura que participa en el *En Dehors* en primera posición de Danza Clásica, como el recto abdominal, glúteo mayor y sartorio, y recto abdominal en la segunda posición. En el grupo de bailarinas con menor rotación externa pasiva de cadera, se obtuvieron valores mayores para la musculatura compensatoria del *En Dehors* como el músculo peroné largo. Los resultados de este estudio demuestran que las bailarinas con mayor rotación externa pasiva de cadera, activan la musculatura abdominal en todas las posiciones de la Danza Clásica en mayor medida que aquellas bailarinas con menor rotación externa pasiva de cadera. Los músculos abdominales estabilizan el tronco y limitan la inclinación pélvica anterior (anteversión de la pelvis) que, si es exagerada, perjudica el *En Dehors*, además de aumentar el riesgo de lesión. Tal y como se resume en la Tabla 3, en este estudio se concluye que el rango de rotación externa pasiva de cadera, y no la experiencia de las bailarinas, es la variable principal que determina un correcto *En Dehors* no forzado. Los requisitos para la Danza Clásica son específicos, ya que entre ellos se incluyen la alineación adecuada del cuerpo, proporciones, flexibilidad de la columna, construcción específica de los pies, amplitud del rango de movimiento articular, gracia y armonía en el movimiento, así como unas predisposiciones para bailar definidas, como el valor de rotación externa pasiva de cadera.

En otro estudio posterior de Gorwa et al (2020b) en el que se evaluaba cuál de las cinco posiciones básicas de los pies en Danza Clásica era la que más demanda técnica presentaba para el cuerpo de las bailarinas, se encontró que las posiciones simétricas (1ª y 2ª) no eran tan exigentes como las asimétricas (3ª, 4ª y 5ª). La 2ª posición, tuvo valores más altos de rotación externa de cadera y pie sin mayor esfuerzo muscular que en la 1ª. La 3ª no tuvo una mayor actividad de los grupos musculares de la cadera o del pie que la 4ª o la 5ª. La 4ª tuvo una mayor inclinación pélvica anterior y menor actividad de Glúteo Mayor de la extremidad inferior delantera. En la 5ª, la extremidad inferior adelantada implicaba una mayor actividad de los músculos que sostienen el pie. En términos de biomecánica, la posición de ballet clásico más exigente en los bailarines pre-profesionales es la 4ª, seguida de la 5ª, 3ª, 1ª y 2ª. Estos hallazgos se pueden aplicar en la metodología educativa de bailarines (Gorwa et al., 2020b).

Por otro lado, en la revisión de Kaufmann et al. (2021),

se explica que el *En Dehors* total depende de la suma de movimientos complejos y no sólo de la rotación externa de la articulación de la cadera. Las capacidades anatómicas de cada individuo determinan la cantidad de *En Dehors* que un bailarín es capaz de presentar mientras mantiene una alineación eficiente. En el intento de lograr el *En Dehors* ideal de 180° muchos bailarines necesitan forzar las articulaciones o

utilizar mecanismos de movimientos compensatorios. Las limitaciones físicas que se pueden encontrar en ese intento de lograr el *En Dehors* ideal son una rotación externa de cadera limitada, falta de fuerza de la musculatura rotadora o control del *En Dehors*, y debilidad o ángulo de movimiento articular restringido (Kaufmann et al., 2021).

Tabla 3.
Agrupación de los artículos según los factores que influyen en el *En Dehors*

Autores	Factores que influyen en el <i>En Dehors</i>
Gorwa et al. (2020a) Gorwa et al (2020b)	Rotación externa pasiva de cadera
Gorwa et al (2020b) Angiogi et al. (2021)	Experiencia de las bailarinas y nivel de formación de la técnica
Kaufmann et al. (2021) Angiogi et al. (2021)	Suma de movimientos complejos. Capacidades anatómicas: rotación externa de cadera, fuerza y control de la musculatura rotadora.
Angiogi et al. (2021)	Suma de articulaciones de extremidad inferior: rotación de cadera y rodilla, torsión tibial y pronación del pie. Anatomía ósea (grado de anteversión femoral y torsión de la tibia) y flexibilidad de los ligamentos.

Por último, los autores Angiogi et al. (2021) revisaron sistemáticamente los métodos utilizados para medir el *En Dehors* en la investigación de la medicina y ciencia de la danza, clasificando los estudios entre los que midieron la rotación externa de cadera, los que midieron el *En Dehors* sin el componente de la cadera, y los que midieron el *En Dehors* total como la suma de todas las articulaciones que contribuyen a realizarlo, teniendo en cuenta la rotación de la rodilla, torsión tibial y pronación del pie. En base a los resultados, concluyeron que la anatomía y nivel de formación de los bailarines influyen en el *En Dehors*. Contribuyen al grado del *En Dehors* la anatomía ósea, la flexibilidad de los ligamentos y la fuerza y control muscular. Especialmente relevante son el grado de anteversión femoral, la torsión de la tibia y la hiper movilidad articular, que influyen directamente en el *En Dehors* (Angiogi et al., 2021).

Patrones biomecánicos de movimiento correctos asociados a la técnica *En Dehors*

En el estudio transversal de Gorwa et al. (2020a), se investiga la actividad bioeléctrica de los músculos del tronco y extremidad inferior, mientras se está de pie en las cinco posiciones de ballet clásico, para analizar el *En Dehors* ideal en cada una de estas posiciones. Se pueden observar varios patrones electromiográficos entre los grupos en todas las posiciones de ballet. En cambio, las diferencias cinemáticas significativas se encuentran en las posiciones asimétricas, es decir, en la 4ª y 5ª posición de la Danza Clásica, donde el ángulo de progresión del *En Dehors* del pie fue significativamente menor en la extremidad inferior de delante que en la de detrás. A estos resultados, se añaden los hallazgos del estudio de Gorwa et al. (2020b), en el que se expone que la 4ª posición de la Danza Clásica es la que más demanda técnica presenta para el cuerpo de las bailarinas. Este hallazgo se puede aplicar en la metodología educativa de bailarines.

El estudio de Fotaki et al. (2020) que analiza la rotación interna de la rodilla durante el Grand Plié, ayuda a comprender la alineación de la articulación de la rodilla durante ese movimiento que requiere un gran control del *En Dehors*.

Para llevar a cabo este estudio, el movimiento del rango articular pasivo de la rodilla fue medido con un goniómetro y para el análisis cinemático se utilizó un sistema de captura de movimiento 3D. En cuanto a la articulación del tobillo y pie, los hallazgos del estudio de Carter et al. (2019), muestran la relación de la pronación del pie con el *En Dehors* y su posible riesgo de lesión, pero evidencia la necesidad de estudios futuros de la extremidad inferior en *En Dehors* y la vigilancia de lesiones para mejorar la comprensión de la biomecánica de la danza correcta e incorrecta.

Por otro lado, Hopper et al. (2016) propone la reducción de los datos tridimensionales a una variable unidimensional como el modelo predictivo más fuerte entre la relación de la alineación de la extremidad inferior en la sentadilla con una pierna y los movimientos de ballet que incorporan el *En Dehors*. En cambio, los autores Souza-Gontijo et al. (2017) presentan en su estudio un método para la evaluación dinámica de la alineación de la extremidad inferior llamado MADAAMI. Este método es una herramienta de evaluación para identificar y seguir la ejecución técnica individualizada del *Plié*, además sirve como diagnóstico y rehabilitación de desalineaciones articulares y lesiones musculoesqueléticas.

Por otra parte, en la revisión de Kaufmann et al. (2021), se explica la necesidad de la evaluación objetiva del movimiento del rango articular pasivo de la articulación mediante análisis cinemático 3D en combinación con el examen físico, para tener en cuenta las variaciones anatómicas, localizar los sitios propensos a sufrir lesiones (por uso excesivo) e investigar los mecanismos de lesión subyacentes.

Discusión

Lesiones más frecuentes en los bailarines relacionadas con la técnica *En Dehors* en Danza Clásica

El objetivo principal del presente trabajo fue analizar las estrategias biomecánicas del movimiento para prevenir las lesiones más frecuentes en los bailarines producidas por la técnica *En Dehors* en Danza Clásica. Con este propósito se llevó a cabo una revisión bibliográfica en la que se realiza

una búsqueda de artículos científicos, con el fin de seleccionar aquellos que dan respuesta a los objetivos planteados en nuestro trabajo. Con el análisis de los resultados se obtiene la información necesaria para alcanzar el objetivo principal de este trabajo.

Los resultados obtenidos tras el análisis de los estudios incluidos en la presente revisión acerca de la distribución de las lesiones en relación con la localización anatómica, indican que la columna lumbar y extremidad inferior es la zona que reúne mayor número de lesiones en los bailarines y dentro de la extremidad inferior, las lesiones de tobillo son las más frecuentes, seguidas de la rodilla, pie y cadera (Fotaki et al., 2024; Sobrino y Guillén, 2017). Estos hallazgos confirman los datos obtenidos en otros estudios (Gadea-Mateos, L., 2021; Gómez-Lozano y Vargas-Macías, 2010) que demuestran que, en cuanto a las localizaciones de las lesiones, las más frecuentes fueron el tobillo, el pie y la rodilla, aunque la columna lumbar no aparece en primer orden de prevalencia como ocurre en el estudio de Sobrino y Guillén (2017). Las lesiones más comunes en los bailarines son aquellas que se producen por un uso excesivo, ya que se desarrollan progresivamente, siendo el tobillo y pie la zona anatómica con mayor tasa de incidencia para sufrir una lesión. Aun así, la incidencia puede variar dependiendo de la biomecánica y demandas de la técnica de la danza y los largos tiempos de clases y entrenamientos (Stewart, 2022). Es importante recalcar, que el dolor musculoesquelético es algo común en la danza, y se entiende como una sensación subjetiva. Cabe destacar que el umbral de dolor en los bailarines es elevado, lo que provoca que sigan entrenando a pesar de esa sensación de dolor (Wanke et al., 2021). Esto, junto con la diversidad del concepto de lesión y que a menudo los bailarines no reconocen las lesiones por miedo a perder su puesto dentro de las compañías de danza, dificulta sintetizar los resultados de los estudios sobre lesiones en la danza (Gadea-Mateos, 2021).

Como se indica en los resultados obtenidos en el presente trabajo, las lesiones más relevantes en los bailarines mostradas en los estudios son las lesiones en los tejidos blandos, como el desgarro de menisco (Fotaki et al., 2024; Kaufmann et al., 2021), la fascitis plantar (Carter et al., 2019; Kaufmann et al., 2021), el síndrome patelofemoral y la lesión condral de rodilla (Sobrino y Guillén, 2017; Sobrino et al., 2015), la tendinopatía rotuliana y el dolor lumbar (Kaufmann et al., 2021; Sobrino et al., 2015;), la artrosis, lesión del ligamento cruzado de rodilla, luxación de la rótula, síndrome de estrés de la tibia, hallux valgus y Genu Valgus (Kaufmann et al., 2021). Si se compara estos resultados con lo que expone Clippinger (2011), se comprueba que la menor incidencia de lesiones en la cadera respecto a otras articulaciones, es debida en parte a la acusada estabilidad estructural de esta articulación. Algunos bailarines experimentan problemas musculotendinosos leves en la cadera para los cuales no suelen buscar tratamiento médico. Algunas de las lesiones de cadera asociadas a la técnica *En Dehors* son inflamaciones en la cápsula articular, artritis y artrosis a

nivel coxofemoral, tendinitis y cadera en resorte. Esta última patología es común en los bailarines y es causada por el deslizamiento del ligamento iliofemoral a lo largo de la cabeza del fémur o por una banda tensa de la fascia lata (Clippinger, 2011). En relación a las lesiones en el pie derivadas de la rotación externa excesiva, Howse y McCormack (2011) añadía las lesiones de la primera articulación metatarsofalángica, los dedos en garra y debilidad de la musculatura intrínseca del pie. En cuanto a las lesiones de rodilla, Gómez y Vargas (2010) ya enunciaban la subluxación rotuliana externa, y la hiperextensión de la rodilla o *Genu Recurvatum*, lo que puede generar sensaciones de inestabilidad y en ocasiones roturas del ligamento cruzado posterior. Las lesiones de menisco también van asociadas a un mecanismo del *En Dehors* forzado y repetitivo. Lo que puede causar un desgaste crónico en la articulación de la rodilla con la consecuente rotura del menisco (Clippinger, 2011).

Factores de riesgo asociados a las lesiones en Danza Clásica

Las lesiones musculoesqueléticas son un riesgo inherente en la práctica de cualquier actividad física. Al igual que los atletas, los bailarines son susceptibles a un constante riesgo de lesiones justificado por la agotadora rutina de clases y ensayos y los errores técnicos cometidos en ellas (Cardoso et al., 2017).

Como se indica en los resultados del presente trabajo, la mayoría de las lesiones fueron por sobreuso en la disciplina de Danza Clásica (Carter et al., 2019; Fotaki et al., 2024; Kaufmann et al., 2021; Sobrino et al., 2015; Sobrino y Guillén, 2017). Esto se explica porque la Danza Clásica está considerada la disciplina de danza que tiene la técnica más exigente, lo que causa movimientos compensatorios en bailarines con *En Dehors* restringido. La mayoría de los autores, como Corrales-Valero (2017), Cardoso (2017) y Stewart-Reyes (2022), coinciden en que la mayor incidencia de lesiones en miembros inferiores está relacionada con la biomecánica que exigen las posturas más habituales de la danza, provocando lesiones del sistema musculoesquelético. Los factores de riesgo involucran varios elementos, como la excesiva repetición de movimientos, la sobrecarga de actividades, la fatiga muscular, el estrés biomecánico y la técnica inapropiada. Además, otro aspecto interesante a tener en cuenta es que los bailarines comienzan su formación a edades muy tempranas, y las horas de entrenamiento aumentan demasiado rápido a medida que avanzan en sus estudios, lo que a menudo provoca fatiga y agotamiento. Además, esta alta carga de entrenamiento generalmente coincide con cambios en el desarrollo asociados con el crecimiento y la pubertad, lo que aumenta el riesgo de lesiones (Glasser et al., 2022). En los resultados obtenidos en este trabajo, Kaufmann et al. (2021) expone que uno de los factores de riesgo en las lesiones de los bailarines es una alineación incorrecta de las estructuras anatómicas o control deficiente del *En Dehors*. Ese *En Dehors* compensado o forzado puede estar relacionado con lesiones musculoesqueléticas en bailarines. Al

tratar de lograr el *En Dehors* ideal, se fuerza hacia una hiperlordosis lumbar, una rotación externa forzada de la tibia, provocando un enroscamiento de la rodilla, y una hiperpronación del pie. En cuanto a las desalineaciones de la extremidad inferior, se encuentra relación entre la tendencia del pie hacia la pronación y el aumento del ángulo de *En Dehors* de la extremidad inferior. Además, se añade la relación entre los grados de *En Dehors* y el dolor lumbar ocasionado por la inclinación anterior de la pelvis (Kaufmann et al., 2021). Comparando con lo que expone Howse y McCormack (2011), a estas causas anatómicas se añadiría la enseñanza errónea de la técnica, falta de conocimientos técnicos y causas ambientales, ya que los profesores a veces, no reparan en las limitaciones anatómicas de los estudiantes o sus carencias de conocimientos técnicos sobre anatomía. La rotación externa excesiva de los pies en relación con las caderas, probablemente sea uno de los fallos más habituales. Clippinger (2011) también hace referencia a estas causas relacionadas sobre la alineación del cuerpo y consideraciones técnicas.

En relación a la articulación del tobillo y pie, Howse y McCormack (2011) coinciden con los resultados de este estudio (Carter et al., 2019) donde se expone que la abducción o pronación excesiva es uno de los mecanismos de compensación que sufre para lograr un mayor *En Dehors*, debido a la rotación externa de cadera limitada o una falta de control muscular correcto de las aperturas. Estos bailarines fuerzan la posición con el componente de pronación en lugar de la rotación externa de rodilla y cadera.

En cuanto a la articulación de la rodilla, en los resultados de nuestro trabajo, se demuestra que la rotación interna de la rodilla durante el *Grand Plié* a menudo excede el movimiento del rango articular típico, lo que sugiere un riesgo de lesión (Fotaki et al., 2024). Otros como Clippinger (2011), Gómez y Vargas (2010), y Sherman et al. (2014) coinciden en que las lesiones de rodilla están relacionadas con las desalineaciones femoropatelares y la consecuente torsión de la tibia con respecto al fémur en un *En Dehors* forzado. Esto origina una tendencia en la rótula a desplazarse externamente, lo que se sobrecarga la faceta rotuliana pudiendo ocasionar hiperpresión o subluxación rotuliana externa. Además, dejar caer las rodillas hacia dentro respecto a los pies en gestos técnicos como un *Demi Plié*, el uso excesivo del cuádriceps o la pronación excesiva de los pies, pueden generar tensión indebida en la rodilla y aumentar el riesgo de lesión. Hopper (2016), explica que los bailarines fuerzan el *En Dehors* con una combinación de rotación externa activa de cadera, rotación externa pasiva de rodilla y pronación del pie, lo que aumenta la probabilidad de alineación de la pierna en valgo. Esta alineación causa tensión en las estructuras ligamentosas de la rodilla con su consecuente riesgo de lesión.

Límites físicos del En Dehors

Como se indica en los resultados obtenidos en el presente trabajo, los factores que influyen en el *En Dehors* son la rotación externa pasiva de cadera (Gorwa et al., 2020a;

Gorwa et al., 2020b), la experiencia de los bailarines y el nivel de formación de la técnica (Gorwa et al., 2020b; Angiogi et al., 2021), capacidades anatómicas como la rotación externa de cadera, fuerza y control de la musculatura rotadora (Kaufmann et al., 2021; Angiogi et al., 2021), la suma de las articulaciones de la extremidad inferior con la rotación de cadera y rodilla, torsión tibial y pronación del pie, y la anatomía ósea con el grado de anteversión femoral, flexibilidad de los ligamentos (Angiogi et al., 2021).

Se debe tener en cuenta los resultados de los estudios de Gorwa et al. (2020a) y Gorwa et al. (2020b), de los cuales se concluye que, en términos de biomecánica, la posición de ballet clásico más exigente en los bailarines pre-profesionales es la 4ª, seguida de la 5ª, 3ª, 1ª y 2ª. Estos hallazgos se pueden aplicar en la metodología educativa de bailarines. Destaca la afirmación del estudio de Gorwa et al. (2020ª) que concluye que el rango de rotación externa pasiva de cadera, y no la experiencia de las bailarinas, es la variable principal que determina un correcto *En Dehors* no forzado. Los requisitos para la Danza Clásica son específicos, ya que entre ellos se incluyen la alineación adecuada del cuerpo, proporciones, flexibilidad de la columna, construcción específica de los pies, amplitud del rango de movimiento articular, gracia y armonía en el movimiento, así como unas predisposiciones para bailar definidas, como el valor de rotación externa pasiva de cadera. En cambio, autores como Angiogi et al. (2021) concluyeron que el nivel de formación de los bailarines sí que influyen en el *En Dehors*.

Siguiendo con las limitaciones anatómicas, los resultados coinciden con los explicados por autores como Clippinger (2011) y Howse y McCormack (2011), que expone que las restricciones que limitan en la cadera la amplitud posible de la apertura son: óseas, capsulares y ligamentosas, y restricciones musculares, lo que demuestra que los músculos que mantienen esta rotación externa deben ser fuertes para permitir toda la amplitud posible. El alumnado de danza debe aprender las aperturas con seguridad y entrenando gradualmente el equilibrio correcto del control muscular. Si se desarrollan patrones de movimientos incorrectos, al final se producirán lesiones por uso excesivo o por traumatismos.

La idea de que la articulación de la cadera debería contribuir en mayor medida en el *En Dehors* se basa en el hecho de que, como articulación esférica, la cadera tiene un mayor rango de movimiento en el plano transversal que otras articulaciones de la extremidad inferior (rodilla, tobillo y pie). La falta de fuerza de la musculatura implicada en la rotación externa de cadera o la propia limitación ósea de rotación externa de cadera, provocará lesiones de rodilla, tobillo y pie por compensación de movimiento (Howse y McCormack, 2011; Khoo-Summers et al., 2013), lo que coincide con las lesiones más propensas a sufrir lesiones expuestas en los resultados de la presente revisión.

En cuanto a los resultados obtenidos en la presente revisión sobre las capacidades anatómicas que limitan el *En Dehors*, como la rotación externa de cadera (Kaufmann et al., 2021; Angiogi et al., 2021), coinciden con lo que ya

explicaba Clippinger (2011) sobre la morfología de la articulación coxofemoral. El aumento de la anteversión femoral se asocia con la reducción de la rotación externa, por eso esta condición anatómica es poco deseable para los bailarines de Danza Clásica. Por el contrario, la disminución del ángulo de torsión femoral, denominada retroversión femoral, causa una mayor rotación externa y se considera una condición deseable para los bailarines de aquellos estilos de danza que den protagonismo al *En Dehors*.

Por otro lado, en los resultados del presente trabajo, Kaufmann et al. (2021) y Angiogi et al. (2021), coinciden en que el *En Dehors* total depende de la suma de movimientos complejos y no sólo de la rotación externa de la articulación de la cadera. Las capacidades anatómicas de cada individuo determinan la cantidad de *En Dehors* que un bailarín es capaz de presentar mientras mantiene una alineación eficiente. En el intento de lograr el *En Dehors* ideal de 180° muchos bailarines necesitan forzar las articulaciones o utilizar mecanismos de movimientos compensatorios. Las limitaciones físicas que se pueden encontrar en ese intento de lograr el *En Dehors* ideal son una rotación externa de cadera limitada, falta de fuerza de la musculatura rotadora o control del *En Dehors*, y debilidad o ángulo de movimiento articular restringido. Comparando estos resultados con otros autores, se coincide en que la causa anatómica más habitual de problemas y lesiones es la limitación de la rotación externa de las caderas en el *En Dehors* (Coplan, 2002; Gómez-Lozano y Vargas-Macías, 2010; Howse y McCormack, 2011). Para Gómez-Lozano y Vargas (2010), el perfecto en *dehors*, teóricamente implica 90° de rotación externa de cada articulación de la cadera, en cambio muy pocas bailarinas consiguen alcanzar como mucho 70°. Se necesita entre 55° y 70° de rotación externa de cadera, entre 5° y 10° de rotación externa de la rodilla, una torsión externa tibial de 10° a 12°, y entre 10° y 20° de abducción del pie. Del total *En Dehors* realizado, el 42% de la rotación externa se origina por encima de la rodilla y el 48% por debajo de ella. En cambio, para autores como Grossman et al. (2008), en concepto de que pocos bailarines pueden alcanzar los 90° de rotación externa es falso. Algunos bailarines tienen más grados de rotación y otros menos. Además, también es importante destacar el componente de la asimetría entre ambas extremidades inferiores.

Es interesante resaltar que Sherman et al. (2014) sostiene que para minimizar las lesiones asociadas a un *En Dehors* forzado o compensado, se requiere un mínimo de 60° de rotación externa de cadera antes de los 15 años, para tener una carrera sana y segura en la Danza Clásica. Por otro lado, se debe tener en cuenta el uso correcto de la técnica. Coplan (2002), ya explicaba que forzar la apertura de los pies para conseguir la posición de *En Dehors* más allá de lo que las caderas pueden permitir es probablemente el error de técnica más serio que un bailarín puede hacer. Es por esto que es importante que tanto estudiantes como profesores entiendan y aprecien lo antes posible esas limitaciones anatómicas, para que los estudiantes aprendan a esforzarse dentro de sus posibilidades físicas, para prevenir de esta forma, futuras lesiones.

Herramientas para mejorar los patrones biomecánicos de movimiento correctos asociados a la técnica En Dehors

Para llegar a los resultados de los estudios seleccionados, se han empleado diferentes herramientas de análisis biomecánico que analizaban patrones de movimiento para identificar, entre otros parámetros, aquellos que aumenten el riesgo de sufrir lesiones. Algunas de las herramientas utilizadas son softwares para el análisis cinemático (Carter et al., 2019; Gorwa et al., 2020a; Gorwa et al., 2020b; Hopper et al., 2016), la electromiografía con softwares que miden la actividad bioeléctrica de los músculos (Carter et al., 2019; Gorwa et al., 2020b; Souza-Gontijo et al., 2017) y herramientas como el goniómetro para medir el rango de movimiento articular (Fotaki, 2024). Kaufmann et al. (2021), destaca, además, la importancia del examen físico de los bailarines que conforman la muestra de los estudios, para tener en cuenta las variaciones anatómicas, localizar los sitios propensos a sufrir lesiones (por uso excesivo) e investigar los mecanismos de lesión subyacentes. Como ya indicaba Jenkins et al. (2013), es importante adoptar las medidas adecuadas para poder identificar mejor esos movimientos compensatorios y prevenir lesiones, ya que existen numerosas variables que pueden afectar en la biomecánica de las extremidades inferiores. Clippinger (2011), también destacaba la importancia de los beneficios potenciales del análisis anatómico y biomecánico del movimiento en la mejora de la ejecución de un movimiento dado, así como para revelar las posibles restricciones posibles a un movimiento o mala ejecución, siendo útil para predecir y reducir el riesgo de lesiones.

Los resultados de este estudio muestran varios patrones electromiográficos entre las diferentes posiciones de ballet (Gorwa et al., 2020a; Gorwa et al., 2020b). En cambio, las diferencias cinemáticas significativas se encuentran en las posiciones asimétricas, es decir, en la 4ª y 5ª posición de la Danza Clásica, donde el ángulo de progresión del *En Dehors* del pie fue significativamente menor en la extremidad inferior de delante que en la de detrás. Además, se expone que la 4ª posición de la Danza Clásica es la que más demanda técnica presenta para el cuerpo de las bailarinas. Este hallazgo se puede aplicar en la metodología educativa de bailarines.

Otros resultados de este estudio, analizan mediante herramientas de análisis biomecánico, la ejecución del *Plié* y su relación con la rotación interna de la rodilla, lo que ayuda a comprender la alineación de la articulación de la rodilla durante ese movimiento que requiere un gran control del *En Dehors* (Fotaki et al., 2020; Souza-Gontijo et al., 2017). Hopper et al. (2016) también propone herramientas de análisis biomecánico para analizar la alineación de la extremidad inferior en los movimientos de ballet que incorporan el *En Dehors*. En cuanto a la articulación del tobillo y pie, los hallazgos del estudio de Carter et al. (2019), muestran la relación de la pronación del pie con el *En Dehors* y su posible riesgo de lesión, pero evidencia la necesidad de estudios futuros de la extremidad inferior en *En Dehors* y la vigilancia

de lesiones para mejorar la comprensión de la biomecánica de la danza correcta e incorrecta. En relación a esto, se compara con lo que propone Clippinger (2011) en cuanto a que, cuando examinamos a un bailarín ejecutando un *Plié* en segunda posición, la corrección de la lordosis lumbar excesiva y de la inclinación pélvica anterior, suele corregir la posición asociada en valgo funcional de las rodillas y la pronación excesiva del pie, con la conciencia de elevar el borde interno del pie para lograr una posición neutra del pie y mantener la rotación adecuada de la cadera para una correcta alineación de la rodilla-pie.

Es interesante resaltar que, ninguno de los resultados, proponen ejercicios específicos para mejorar la técnica del *En Dehors*. Otros autores como Vargas-Macías, A. (2009) y Kolokythas et al., (2022), defienden que entrenamientos con trabajo de la fuerza sí que tienen una pequeña parcela en la danza, aunque suelen carecer de una sistematización apropiada. Es muy común entre los profesionales de la danza recurrir a técnicas como pilates o fendelkrais, ya que son muy recomendables para la mejora de la corrección postural. En cambio, nos serían suficientes como entrenamiento de fuerza, ya que las cargas con las que se trabajan no son lo suficientemente intensas como para producir grandes mejoras en esta cualidad. Otros estudios como el de Pata et al. (2014), sí que se basan en un análisis experimental de una propuesta de entrenamiento diseñado para mejorar la capacidad de los bailarines para utilizar y controlar su *En Dehors* de manera efectiva.

Comparando con otros autores, Howse y McCormack (2011) y Clippinger (2011), ya destacaban la importancia de aplicar métodos para la prevención de lesiones, como el desarrollo y mantenimiento de una buena técnica y alineación del cuerpo, el desarrollo y mantenimiento de la fuerza muscular y la movilidad articular, así como la preservación de la capacidad cardiorrespiratoria, una buena nutrición y la evaluación ortopédica del bailarín. Clippinger (2011) expone que pocos bailarines usan toda su capacidad potencial de rotación externa de la cadera, por esto, estas herramientas permiten mejorar el grado de *En Dehors*, destacando la importancia de ejercicios de flexibilidad articular y fortalecimiento de los músculos rotadores externos de cadera, especialmente la musculatura interna.

Conclusiones

Las lesiones más frecuentes en los bailarines producidas por la técnica *En Dehors*, se encuentran principalmente en el tobillo y rodilla. Un *En Dehors* compensado o forzado puede estar relacionado con lesiones musculoesqueléticas en bailarines, tales como artrosis, lesión del ligamento cruzado de rodilla, luxación de la rótula, dolor anterior de rodilla, síndrome de estrés de la tibia, *Hallux valgus*, *Genu valgus* y fascitis plantar.

La mayoría de las lesiones sufridas por los bailarines en Danza Clásica fueron el resultado del uso excesivo de movimiento. Esto se explica porque la Danza Clásica está con-

siderada la disciplina de danza que tiene la técnica más exigente, lo que causa movimientos compensatorios en bailarines con *En Dehors* restringido, pudiendo aumentar el riesgo de lesiones relacionadas con un *En Dehors* forzado o compensado.

Los factores que influyen en el *En Dehors* son la rotación externa pasiva de cadera restringida, la falta de fuerza y control de la musculatura rotadora y el nivel de formación de la técnica.

Algunas de las herramientas para mejorar los patrones biomecánicos de movimiento correctos asociados a la técnica *En Dehors* son el desarrollo y mantenimiento de una buena técnica, alineación del cuerpo, fuerza muscular y la movilidad articular. Aunque se evidencia la importancia de establecer protocolos de entrenamiento individualizados en los bailarines, aplicando los conocimientos anatómicos y de la biomecánica del movimiento. Por lo tanto, cumplidos los objetivos específicos, se puede concluir que los conocimientos biomecánicos son una herramienta en la que basarse para mejorar la técnica y reducir el riesgo de lesiones, y un enfoque valioso para estudios posteriores.

Limitaciones y prospectiva

La principal limitación para llevar a cabo esta revisión fue la poca información disponible sobre el tema, ya que hay pocos estudios que analicen específicamente las lesiones relacionadas con la técnica incorrecta del *En Dehors* en la Danza Clásica. Además, la mayoría de los estudios son descriptivos, no son ensayos clínicos, por lo que simplemente se realizan mediciones y se recopila información. Los estudios encontrados tampoco establecen ningún protocolo de propuesta de ejercicios que mejoren los patrones biomecánicos de movimiento correcto de la técnica *En Dehors*. Harían falta estudios de análisis anatómico y biomecánico del movimiento que tuvieran en cuenta las diferencias individuales, para así generar recomendaciones para enseñar y mejorar las destrezas de la técnica, pero teniendo en cuenta las diferencias entre las personas. Se evidencia también la falta de estudios de la técnica *En Dehors* en otras posiciones y movimientos de la Danza Clásica, ya que los estudios encontrados sólo se ciñen a las cinco posiciones básicas o en el movimiento del *Plié*. Esto añadiría más comprensión a esta área de investigación. Todo esto evidencia la necesidad de estudios futuros de la técnica *En Dehors* y sus posibles lesiones para mejorar la comprensión de la biomecánica de la técnica correcta e incorrecta de la danza.

Referencias

- Aguado, X. (1993). *Eficacia y técnica deportiva*. Inde.
- Aguado, X., Izquierdo, M. y González, J. L. (1997). *Biomecánica fuera y dentro del Laboratorio*. Universidad de León
- Angioi, M., Hodgson, K., y Okholm-Kryger, K. (2021). An Updated Systematic Review of Turnout Position Assessment Protocols Used in Dance Medicine and Science Research. *Journal of dance medicine & science: official publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 25(1), 55–71.

- <https://doi.org/10.12678/1089-313X.031521h>
- Cardoso, A. A., Reis, N. M., Marinho, A. P. R., Vieira, M. d. C. S., Boing, L., y Guimarães, A. C. d. A. (2017). Injuries in professional dancers: a systematic review. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, 23(6), 504-509. <https://doi.org/10.1590/1517-869220172306170788>
- Calvo-Mínguez, J. B. (2001). *Apuntes para una anatomía aplicada a la danza*. Librerías Deportivas Esteban Sanz Martínez.
- Campos Granell, J., Gutiérrez Dávila, M., & Campos Coll, J. M. (2022). Estudio de las temáticas y contenidos de las tesis doctorales realizadas en España sobre Biomecánica Deportiva
- Carvalho-Garcés, M., Vallejo-Márquez, M., Bueno-Gómez, M., Mendoza-Corredor, L. A., y Dianderas-Gutiérrez, F. E. (2022). *Diagnóstico por imagen de las lesiones más frecuentes en bailarines* [presentación en congreso]. 36 Congreso Nacional SERAM, Málaga, España. <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9201>
- Christensen, J. F., Khorsandi, S., & Wald-Fuhrmann, M. (2024). Iranian classical dance as a subject for empirical research: An elusive genre. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1533(1), 51-72. <https://doi.org/10.1111/nyas.15098>
- Campos Granell, J., Gutiérrez Dávila, M., & Campos Coll, J. M. (2022). Estudio de las temáticas y contenidos de las tesis doctorales realizadas en España sobre Biomecánica Deportiva.
- Coplan, J.A. (2002). Ballet dancer's turnout and its relationship to self-reported injury. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 32(11), 579-584. doi: 10.2519/jospt.2002.32.11.579
- Corrales-Valero, A., Mena-Milán, M., García-Jaén, J.J. y López-Liria, R. (2017). Prevención de las principales lesiones en la danza y mecanismos de producción. *International Journal of Development and Educational Psychology*, 2(1), 239-248. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v2.936>
- Diamond, L. E., Grant, T., & Uhlrich, S. D. (2023). Osteoarthritis year in review 2023: biomechanics. *Osteoarthritis and Cartilage*. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2023.11.015>
- Gadea-Mateos, L. (2021). *Epidemiología de las lesiones en profesionales de la danza*. [Tesis doctoral, UCAM]. RIUCAM. <https://repositorio.ucam.edu/handle/10952/5260>
- Gianikellis, K., Mariño, M. M. y Fernández, F. A. (2011). *La Electromiografía (EMG) como método para determinar la intervención muscular en los Deportes de Precisión*. Colección ICD: Investigación en Ciencias Del Deporte, 13. <https://www.semanticscholar.org/paper/La-electromiografia-%28EMG%29-como-m%C3%A9todo-para-la-en-de-Gianikellis-Mari%C3%B1o/d3299347ebf1869cc7ff2a072f3d4ce4430317db>
- Glasser, L., Frey, M., Frias, G.C., Varghese, B., Melendez, J.X., Hawes, J.D., Escobar, J. y Katt, B.M. (2022). Ballet Rehabilitation: A Novel Return to Sport Protocol. *Cureus*, 14(8)1-16. doi: 10.7759/cureus.27896
- Gómez-Lozano, S. y Vargas-Macías, A. (2010). El en dehors en la Danza Clásica: mecanismos de producción de lesiones. *Revista del centro de Investigación Flamenco Teletusa*, 3(3), 4-8. [http://www.flamencoinvestigacion.com/articulos/030301-2010/3\(3\)-%20Art%20-%20Dehors%20-Revista%20CIFT%202010.html](http://www.flamencoinvestigacion.com/articulos/030301-2010/3(3)-%20Art%20-%20Dehors%20-Revista%20CIFT%202010.html)
- Grossman, G., Krasnow, D. y Welsh, T. (2005). Effective Use of Turnout; Biomechanical, Neuromuscular and Behavioral Considerations. *Journal of Dance Education*, 5(1),15-27. DOI:10.1080/15290824.2005.10387279
- Grossman, G., Waninger, K. N., Voloshin, A., Reinus, W. R., Ross, R., Stoltzfus, J., y Bibalo, K. (2008). Reliability and validity of goniometric turnout measurements compared with MRI and retro-reflective markers. *Journal of dance medicine and science: official publication of the International Association for Dance Medicine and Science*, 12(4), 142-152. <http://dx.doi.org/10.1177/1089313X0801200404>
- Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., y McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis Campbell Systematic Reviews, 18, e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>
- Hacay Chang, A., Bolanos, F., Sanchis-Almenara, M., & Gómez-García, A. R. (2024). Mapping the conceptual structure of ergonomics, musculoskeletal disorders, treatment and return to work in manual jobs: A systematic review. *Work*, 77(1), 103-112. <https://doi.org/10.3233/WOR-220611>
- Howse, J. (2003). *Técnica de la danza y prevención de lesiones*. Paidotribo.
- Hinojosa-Torres, C., Espoz-Lazo, S., Contreras, V. R., Duclos-Bastías, D., Hurtado-Guerrero, M., Zavala-Crichton, J. P., & Yáñez-Sepúlveda, R. (2024). Orientaciones de las prácticas profesionales en la formación de profesores de educación física: una revisión de alcance (Orientations of professional practices in physical education teacher education: a scoping review). *Retos*, 56, 779-796. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.103562>
- Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Médica Panamericana.
- International Association for Dance Medicine and Science. *Presentation Proposal Guidelines*. IADMS. <https://iadms.org/education-resources/resmgr/imported/guidelines.pdf>
- Kolokythas, N., Metsios, G. S., Galloway, S. M., Allen, N. y Wyon, M. A. (2022). 11+ Dance: A Neuromuscular Injury Prevention Exercise Program for Dancers. *Strength and Conditioning Journal*, 44(5):1-9. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000692
- Li, F., Adrien, N., y He, Y. (2022). Biomechanical Risks Associated with Foot and Ankle Injuries in Ballet Dancers: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4916. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084916>
- Lifar, S. (1968). *La Danza*. Labor.
- McGinnis, P. (2005). *Biomechanics of Sport and Exercise*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Morillas, E. P., Camacho, M. D. M. O., & Extremera, A. B. (2024). Evaluación del dolor musculoesquelético en el alumnado de diferentes estilos de los Conservatorios de Danza. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (55), 588-595. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.103991>
- Morouço, PGF (2024). Lección resumida: la natación atada como herramienta biomecánica para la evaluación de nadadores.
- Pappacena, F. (2003). *Teoría Della danza clásica*. Gremese editore.
- Pata, D., Welsh, T., Bailey, J., y Range, V. (2014). Improving turnout in university dancers. *Journal of dance medicine and science : official publication of the International Association for Dance Medicine and Science*, 18(4), 169-177. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.18.4.169>

- Reaz, M. B. I., Hussain, M. S. y Mohd-Yasin, F. (2006). Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications. *Biological procedures online*, 8(1), 11-35. DOI: <https://doi.org/10.1251/bpo115>
- Román-Fuentes, E., Ronda-Pérez, E. y Carrasco-Portiño, M. (2009). Danza profesional: una revisión desde la salud laboral. *Revista Española de Salud Pública*, 83(4), 519-532. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3064598>
- Russell, J.A. (2013). Preventing dance injuries: current perspectives. *Open Access Journal Sports of Medicine*, 4, 199-210. doi: 10.2147/OAJSM.S36529.
- Sherman, A. J., Mayall, E., y Tasker, S. L. (2014). Can a prescribed turnout conditioning program reduce the differential between passive and active turnout in pre-professional dancers? *Journal of dance medicine and science: official publication of the International Association for Dance Medicine and Science*, 18(4), 159-168. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.18.4.159>
- Smith, T.O., Davies, L., de Medici, A., Hakim, A., Haddad, F. y Macgregor, A. (2016). Prevalence and profile of musculoskeletal injuries in ballet dancers: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 19,50-6. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.12.007>
- Sobrino, F.J., de la Cuadra, C. y Guillén, P. (2015). Overuse Injuries in Professional Ballet: Injury-Based Differences Among Ballet Disciplines. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 3(6), 2325967115590114. doi: 10.1177/2325967115590114.
- 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), 2325967117712704. doi: 10.1177/2325967117712704.
- Souza-Gontijo, K.N., Tarragô-Candotti, C., dos Santos-Feijó, G., Paixao-Ribeiro, L., Fagundes-Loss, J. (2017). Dynamic evaluation method of lower limbs joint alignment (MADAAMI) for dancers during the plié. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 39(2), 148-159. <https://www.redalyc.org/pdf/4013/dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2016.02.016>
- Stewart-Reyes, M. E., Hernández Suárez, A, y Romo-Araiza, A. (2022). Anatomical zone where more injuries occur in four different dance styles: Hip-Hop, Classical Ballet, Contemporary dance and Irish dancing: a systematic review. *Multidisciplinary Journal of Healthcare*, 2(4), 29-41. <https://doi.org/10.36105/psrua.2022v2n4.04>
- Segura, A. O., Pérez, I. J., & Quesada, J. I. P. (2022). Validez y reproducibilidad de una rúbrica para el análisis de la expresividad en la danza. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (45), 943-952
- UNESCO. (1971). Manifiesto del Consejo Internacional para el Deporte y la Educación Física. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000050855_spa
- Verdugo, S. A. A., Silva, S. P. G., Saavedra, G. C., Araya, A. M., Sanchez, C. E. Z., Muñoz, E. E. G., ... & Cabezas, G. R. (2024). Efectos de un entrenamiento muscular de core sobre la postura, funcionalidad y la presencia de dolor en estudiantes universitarias con dolor lumbar. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (58), 338-343. <https://doi.org/10.47197/retos.v58.103964>
- Vargas-Macías, A. (2009). Danza y condición física. *Revista del centro de Investigación Flamenco Telehusa*, 2(2), 16-24. <http://www.flamencoinvestigacion.com/articulos/020203-2009/DanzaConFisic.html>
- Wanke, E.M., Haenel, J., Schoettker-Koeniger, T. y Groneberg, D.A. (2021). Determinants of Pain Intensity in Physical Education Teachers Focusing on Dance Teachers: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1-12. doi: 10.3390/ijerph18042193
- Wilmerding, V. y Krasnow, D. (2011). *Turnout for Dancers - Hip Anatomy and Factors Affecting Turnout*. International Association for Dance Medicine & Science. <https://iadms.org/media/3597/iadms-resource-paper-turnout-anatomy.pdf>

Datos de los/as autores/as:

Eulisis Smith Palacio

e.smith@ufv.es

Autor/a

Tabla 4.
Ejercicios para la mejora del En Dehors

Ejercicio	Descripción
	<p>Estiramiento en la posición de rana en decúbito prono modificado para mantener la pelvis en posición neutra. Centrarse en rotar externamente desde las caderas contrayendo abdominales para mantener la pelvis neutra.</p>
	<p>Estiramiento en decúbito supino alternativo al decúbito prono cuando haya mucha limitación de rotación externa o malestar de rodilla o cadera. Ayuda de las manos y gravedad para empujar rodillas hacia abajo.</p>
	<p>Fortalecimiento de los rotadores externos profundos en Passé en decúbito prono con tubo elástico. Se empieza con la cadera en ligera rotación interna (A1) y se rota la cadera dirigiendo el pie hacia la corva de la rodilla extendida (A2). Recalcar realizar la rotación externa desde la cadera moviendo la extremidad inferior como una unidad y con la rodilla en flexión de 90° y pelvis neutra con Espina Iliaca anterosuperior contra el suelo.</p>
	<p>Fortalecimiento de los rotadores externos profundos en Passé en decúbito lateral usando una banda elástica por encima de la rodilla. Alternativo al decúbito prono cuando haya mucha limitación de rotación externa o malestar de rodilla. Desde la rotación interna de cadera abrir la rodilla hacia la rotación externa manteniendo la colocación del cuerpo.</p>
	<p>Potenciación de los músculos rotadores externos profundos. De pie en 2ª posición En Dehors con la parte superior de la espalda y sacro contra la pared y talones separados unos centímetros de la pared, alineados con el trocánter mayor. Ejecutar un Demi-PLié dejando a propósito que las rodillas caigan por dentro de los pies (A). Manteniendo la profundidad del Plié, usar los rotadores externos profundos inferiores para rotar externamente el fémur y situar las rodillas sobre los pies en la posición correcta (B). Repetir el movimiento del Plié. Centrarse en sentir la sensación de girar más abajo por la base de las nalgas y más profundamente (debajo del Glúteo Mayor).</p>



Fuente: elaboración propia a partir de Clippinger (2011).