



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias de la Salud

Trabajo Fin de Grado

Efectividad del entrenamiento propioceptivo para mejorar el equilibrio en bailarines de ballet: una revisión sistemática

Alumna: Martos-Gallardo, Fátima

Tutor: Prof. D. Ibáñez-Vera, Alfonso Javier

Dpto: Ciencias de la Salud

Mayo, 2022

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Conceptualización de postura y equilibrio.....	3
1.2. Sistemas de control de la postura y el equilibrio	4
1.3. La propiocepción	6
1.4. Justificación	7
1.5. Objetivo	7
2. MATERIAL Y MÉTODOS	7
2.1. Diseño del estudio.....	7
2.2. Estrategia de búsqueda.....	8
2.3. Criterios de selección	9
2.4. Extracción de los datos.....	9
2.5. Evaluación de la calidad metodológica	10
3. RESULTADOS	10
3.1. Selección de artículos.....	10
3.2. Calidad metodológica de los artículos seleccionados	11
3.3. Síntesis de resultados.....	12
4. DISCUSIÓN.....	16
5. CONCLUSIÓN	19
6. REFERENCIAS.....	20

RESUMEN

Objetivo: Reunir y analizar los artículos disponibles en la evidencia científica a fin de determinar la efectividad de realizar un programa de entrenamiento propioceptivo como método para mejorar el equilibrio en bailarines de ballet o bailarines con gran nivel de formación en danza clásica.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, Scopus, Web of Science (WOS), Cinahl y Google Scholar. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, fueron seleccionados ensayos clínicos aleatorizados con una puntuación igual o superior a 5 en la escala PEDro y que utilizaban como técnica de intervención cualquier tipo de entrenamiento propioceptivo.

Resultados: Tras la búsqueda inicial se identificaron un total de 1789 estudios de los cuales 4 artículos fueron seleccionados atendiendo a los criterios de elegibilidad. Dichos estudios utilizaron intervenciones tales como entrenamiento con vibraciones de cuerpo entero (WBVT), entrenamiento con inhibición del componente visual y ejercicios de entrenamiento propioceptivo-neuromuscular. La variable tenida en cuenta en todos los estudios fue el control del equilibrio, apreciándose en cierta medida mejoría del mismo.

Conclusión: Tras la revisión de los artículos, no se puede concluir con claridad que incluir un programa de entrenamiento propioceptivo concreto sea efectivo para mejorar la destreza del equilibrio solicitada por los bailarines de ballet o con gran formación en danza clásica.

Palabras clave: "Dancing", "Proprioception", "Postural Balance".

ABSTRACT

Objective: To gather and analyse the available scientific evidence in order to determine the effectiveness of carrying out a proprioceptive training programme as a method to improve balance in ballet dancers or dancers with a high level of training in classical dance.

Material and methods: A search was conducted in Pubmed, Scopus, Web of Science (WOS), Cinahl and Google Scholar databases. After applying the inclusion and exclusion criteria, randomised clinical trials with a score equal to or higher than 5 on the PEDro scale and using any type of proprioceptive training as an intervention technique were selected.

Results: After the initial search, a total of 1789 studies were identified, 4 of which were selected based on the eligibility criteria. These studies used interventions such as whole-body vibration training (WBVT), visual component inhibition training and proprioceptive-neuromuscular training exercises. The variable taken into account in all studies was balance control, being observed some improvements.

Conclusion: After reviewing the articles, it cannot be clearly concluded that including a specific proprioceptive training program is effective in improving the balance skill required by ballet dancers or those with extensive training in classical dance.

Key words: "Dancing", "Proprioception", "Postural Balance".

1. INTRODUCCIÓN

La danza es una forma de expresión del arte en el que a través de cada uno de los movimientos corporales de los bailarines en sus interpretaciones se busca una combinación entre expresión artística, belleza visual y exigentes habilidades físicas con la finalidad de ser capaces de transmitir infinidad de sentimientos, emociones, ideas e incluso dejar volar la imaginación de los espectadores(1). La danza comprende multitud de disciplinas y géneros como son la Danza Clásica, Contemporáneo, Baile Flamenco, Danza Española, Danza Africana, Hip Hop, Bailes de Salón, etc. en los cuales el entrenamiento, la técnica, los movimientos, las lesiones, la vestimenta y los estilos musicales divergen mucho entre ellas(2).

Todos los bailarines pueden considerarse deportistas y su actividad requiere de perseverancia, temperamento, musicalidad y grandes entrenamientos físicos para conseguir un nivel apropiado de fuerza, resistencia muscular, flexibilidad, rapidez en los movimientos, control postural y coordinación con el propósito de poder efectuar patrones de movimientos complejos relacionados con cada disciplina(3). En especial, por la naturaleza de la modalidad clásica, además de las principales cualidades físicas reflejadas anteriormente, se destaca en los bailarines de ballet la necesidad de altos niveles de habilidades de equilibrio para llevar a cabo diferentes actividades de manera correcta, estable y segura(4). Por ello, es crucial conocer y entender varios conceptos relacionados con el equilibrio a fin de poder llegar a comprenderlo en su completa totalidad.

1.1. Conceptualización de postura y equilibrio

El concepto de postura hace referencia a la posición en un momento determinado de las distintas partes del cuerpo en relación consigo mismas, con el entorno o con el campo gravitatorio(5) por lo que el control postural, que depende de la capacidad del individuo de controlar el sistema neuromuscular(6), conlleva el dominio de la postura(7). Además, es adaptativo, se aprende durante la locomoción(5) y se caracteriza según las propiedades de estabilidad postural y la orientación postural(7). De este modo, la orientación postural se define como la aptitud para mantener una idónea relación entre los segmentos del cuerpo y entre el cuerpo y el entorno al efectuar una tarea(7), mientras que la estabilidad postural se expone como la capacidad del cuerpo de permanecer en equilibrio y también de poder volver a su estado anterior si ha sido desequilibrado(8), aunque muchos autores utilizan indistintamente el concepto de equilibrio y estabilidad postural(5,9,10).

Estudiando el equilibrio desde una perspectiva física y biomecánica, se puede hablar de este como la situación en la cual en el cuerpo la suma de las fuerzas que actúan sobre el mismo

es nula(11). Desde un enfoque postural, se define como la capacidad de mantener el centro de gravedad del cuerpo, siendo este la proyección vertical del centro de masa corporal, sobre su base de sustentación al intentar sostener cualquier posición o actividad en contra de la gravedad(8,11,12).

Existen dos tipos de equilibrio, el equilibrio estático en el que se mantiene una postura con el mínimo movimiento y el equilibrio dinámico en el que el cuerpo es capaz de no perder ese equilibrio durante la ejecución de desplazamientos, cambios de posición o movimientos deseados(5). En ballet son fundamentales ambos ya que se necesita del equilibrio estático para realizar posiciones concretas siendo capaces de mantener la vertical con una base de apoyo muy reducida(13), como, por ejemplo, en la ejecución de un “arabesque en punta” y del equilibrio dinámico para realizar coreografías complejas, o en la ejecución de giros como por ejemplo los “fouettés”.



Figura 1. Arabesque en punta

1.2. Sistemas de control de la postura y el equilibrio

El equilibrio depende de la integración de diferentes tipos de información aferente provenientes del sistema visual, sistema vestibular y sistema propioceptivo(14). Las aferencias recogidas por estos tres sistemas son integradas, procesadas e interpretadas por el sistema nervioso central para elaborar diversas eferencias de respuestas motoras apropiadas necesarias para mantener un correcto equilibrio(8). Asimismo, en el control del equilibrio corporal también pueden influir aspectos como el estado emocional, genética, edad, fuerza, flexibilidad, etc.(10)

En primer lugar, encontramos el sistema vestibular, localizado en el oído interno que se encuentra formado por órganos vestibulares periféricos siendo estos el utrículo, sáculo y canales semicirculares(5). El utrículo y sáculo, situados en el vestíbulo del oído interno, están compuestos por un epitelio sensorial llamado mácula, dentro de la cual se encuentran los estereocilios y los quinetocilios. La mácula está recubierta por una membrana otolítica donde se encuentran incrustados los otolitos. Los desplazamientos de esos otolitos asociados a los cilios en el utrículo y el sáculo informan sobre las aceleraciones y desaceleraciones lineales de la cabeza en relación a la gravedad(15). Las máculas del sáculo captan las aceleraciones en el plano sagital, es decir, en flexión y extensión de la cabeza mientras que las máculas del utrículo se encuentran en el plano coronal captando las inclinaciones laterales(5). Por otra parte, los receptores sensoriales (células ciliadas localizadas en la cresta ampular) de los tres conductos semicirculares, que son el anterior, el posterior y el horizontal, son sensibles a las aceleraciones angulares en los tres planos del espacio por la deformación de su cúpula a causa del movimiento de la endolinfa que contienen, aunque no pueden facilitar información durante los movimientos rotacionales si la velocidad angular se vuelve constante(11). La información referente a la aceleración de la cabeza procedente del utrículo, sáculo y canales semicirculares es transmitida por el nervio vestibular a los núcleos vestibulares y a partir de ahí se llevan a cabo diferentes conexiones con centros responsables de equilibrar los movimientos de la cabeza y el cuerpo o de activar los reflejos vestibuloespinal y el reflejo vestibulo-ocular(5).

En segundo lugar, encontramos el sistema visual en el que la retina se encuentra en la capa más interna del globo ocular, capta aferencias visuales que en forma de impulsos nerviosos son transmitidas al nervio óptico de cada ojo donde ambos nervios ópticos se unen en el quiasma óptico pasando por las vías visuales centrales a la corteza visual. Por un lado, se puede hablar de la visión central que permite proporcionar al sistema nervioso central información proveniente del entorno exterior en relación a la mirada y posición de la cabeza y cuerpo(11). Por otro lado, se encuentra la visión periférica que proporciona al sistema nervioso central información proveniente tanto de los desplazamientos del cuerpo en el entorno como de los desplazamientos del entorno alrededor del cuerpo permitiendo tener referencias visuales del movimiento(11).

En tercer lugar, localizamos el sistema somatosensorial que engloba en él al sistema propioceptivo, ya que el somatosensorial abarca además información somestésica refiriéndose a esta como las sensaciones que capta el cuerpo tales como la información termorreceptiva del tacto, presión e información dolorosa(11).

El sistema propioceptivo está formado por receptores nerviosos localizados en el interior de las articulaciones, ligamentos y músculos y registran los cambios que se producen en los distintos segmentos anatómicos y envían esta información al sistema nervioso central para adaptarlos, lo que explica la importancia de los órganos propioceptores donde nos encontramos(16):

1. El huso neuromuscular, es un receptor sensorial situado en el interior del músculo y nos informa sobre el posicionamiento de la fibra en el espacio y la longitud de la misma por lo que detecta cambios del grado de estimulación mecánica, la longitud del músculo y la velocidad a la que se estira. A través del reflejo miotático, si se detecta una rápida elongación muscular repentina, se contraerá la musculatura agonista como mecanismo de protección y, además, el huso también es el responsable de la inhibición recíproca que consigue la inhibición de la musculatura antagonista con la intención de no hacer más difícil la función del agonista(16).
2. Órgano tendinoso de Golgi, es un receptor sensorial situado en uniones miotendinosas y tendones, capaz de captar los cambios de tensión muscular. Controla el reflejo miotático inverso, es decir, cuando se detecta una tensión excesiva o no puede soportar la carga se inhibirá al agonista para evitar una rotura de las fibras musculares(16).
3. Receptores articulares, los cuales se localizan en las capsulas articulares y ligamentos, detectan cambios de tensión y tienen la capacidad de identificar la posición y el movimiento que está realizando una articulación(16).
4. Receptores cutáneos, los cuales se localizan en la piel, proporcionan información sobre el estado tónico de la musculatura(16). Es de destacar en particular los receptores cutáneos plantares que proporcionan información sobre las variaciones de presión percibidas sobre la piel(15).

En general, la aportación de información sobre la orientación vertical del individuo en relación al entorno es campo del sistema vestibular y visual, mientras que la información sobre la orientación vertical respecto a la fuerza gravitacional es proporcionada por el sistema somatosensorial(17).

1.3. La propiocepción

Se podría decir que la propiocepción se adquiere gracias a la información sensorial captada por estos diferentes receptores componentes del sistema propioceptivo(11). El concepto de propiocepción fue definido por primera vez por Charles Scott Sherrington en 1906 como sensación de posición y movimiento de las extremidades. Sin embargo, su término ha

generado mucho debate en la literatura científica(6) y entre multitud de definiciones también se puede describir como la facultad que posee nuestro organismo de percibir el movimiento y la posición de las articulaciones en el espacio constantemente(16); esa percepción puede ser de forma consciente o inconsciente(8).

La propiocepción posee gran relevancia en la regulación del equilibrio por lo que el sistema propioceptivo se considera el más influyente en el control postural(1,3). En danza clásica, por el volumen de entrenamientos, ensayos y por las demandas físicas a las que se somete al cuerpo al realizar movimientos y posiciones extremas, es imprescindible que cada bailarín y bailarina conozca, escuche y controle su cuerpo para prevenir lesiones musculoesqueléticas, ya que las alteraciones en la propiocepción de los bailarines pueden suponerles problemas en su carrera(8).

1.4. Justificación

La decisión de investigar sobre esta temática se origina por el interés personal de aprender conocimientos fisiológicos, biomecánicos y fisioterápicos sobre la danza, la cual me ha aportado mejorar como persona tanto físicamente, psicológicamente como socialmente. Además, es interesante recopilar información existente en la literatura científica sobre estas diferentes disciplinas artísticas y deportivas para que los profesionales sanitarios y el profesorado de danza puedan contribuir de manera positiva en el desarrollo de futuros grandes bailarines trabajando los aspectos necesarios a fin de prevenir o tratar de la mejor manera posible las diversas lesiones que se puedan producir en ellos.

1.5. Objetivo

El objetivo principal de realizar esta revisión sistemática consiste en valorar si realizar un entrenamiento propioceptivo mejora el equilibrio postural de los bailarines de ballet o bailarines con elevada formación en danza clásica.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Diseño del estudio

En este trabajo se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la literatura científica y para su elaboración se han seguido las directrices de la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)(18). A continuación se detalla en los siguientes apartados el proceso de elaboración.

2.2. Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó del 7 al 21 de febrero del año 2022 en las bases de datos Pubmed, Scopus, Web of Science (WOS), Cinahl y Google Scholar con la finalidad de cumplir con el objetivo propuesto.

Los términos MESH (Medical Subjects Heading) utilizados como palabras clave fueron “Dancing”, “Proprioception” y “Postural Balance”; se combinaron con el operador booleano AND y se utilizaron las mismas palabras clave en todas las bases de datos excepto en Google Scholar y Scopus, donde solo se utilizaron dos de esas palabras clave. Además, se han añadido sinónimos con el operador booleano OR en las bases de datos tales como Pubmed, WOS, Cinahl y Google Scholar. Los descriptores utilizados se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Búsqueda bibliográfica

BASE DE DATOS	TÉRMINOS
PUBMED	(dancing OR dance OR ballet OR Jazz Dance OR Dance, Jazz OR Modern Dance OR Dance, Modern) and (Proprioception OR Vestibular Sense OR Sense of Equilibrium OR Equilibrium Sense OR Labyrinthine Sense OR Position Sense OR Posture Sense OR Sense of Position) and (Postural Balance OR Posture Equilibrium OR Posture Equilibriums OR Balance, Postural OR Postural Equilibrium OR Equilibrium, Postural OR Posture Balance OR Posture Balances OR Musculoskeletal Equilibrium OR Equilibrium, Musculoskeletal OR Postural Control OR Postural Controls OR Posture Control OR Posture Controls)
SCOPUS	[TITLE-ABS-KEY] (dancing) AND (proprioception) AND (postural AND balance)
WOS	[TOPIC] *dancing* or *dance* or *ballet* or *Jazz Dance* or *Dance, Jazz* or *Modern Dance* or *Dance, Modern* AND [TOPIC] *Proprioception* or *Proprioception* or *Vestibular Sense* or *Sense of Equilibrium* or *Equilibrium Sense* or *Labyrinthine Sense* or *Position Sense* or *Posture Sense* or *Sense of Position* AND [TOPIC] *Postural Balance* or *Postural Balance* or *Posture Equilibrium* or *Musculoskeletal Equilibrium* or *Postural Control*
CINAHL	[AB ABSTRACT] dancing OR dance OR ballet OR Jazz Dance OR Dance, Jazz OR Modern Dance OR Dance, Modern AND Proprioception OR Vestibular Sense OR Sense of Equilibrium OR Equilibrium Sense OR Labyrinthine Sense OR Position Sense OR Posture Sense OR Sense of Position AND Postural Balance OR Posture Equilibrium OR Posture Equilibriums OR Balance, Postural OR Postural Equilibrium OR Equilibrium, Postural OR Posture Balance OR Posture Balances OR Musculoskeletal Equilibrium OR Equilibrium, Musculoskeletal OR Postural Control OR Postural Controls OR Posture Control OR Posture Controls
GOOGLE SCHOLAR	(dancing OR dance OR ballet OR Jazz Dance OR Dance, Jazz OR Modern Dance OR Dance, Modern) and (Proprioception OR Vestibular Sense OR Sense of Equilibrium OR Equilibrium Sense OR Labyrinthine Sense OR Position Sense OR Posture Sense OR Sense of Position)

2.3. Criterios de selección

Para la selección de artículos, se siguieron una serie de criterios de inclusión y de exclusión:

Criterios de inclusión

- Los estudios deben ser ensayos clínicos aleatorizados (ECA).
- Estudios con al menos un grupo de intervención que reciban algún tipo de entrenamiento propioceptivo como, por ejemplo, programas con restricción visual o entrenamiento en tablas de equilibrio.
- Estudios que incluyan al menos un grupo control.
- Los participantes deben ser bailarines de ballet o con gran formación previa en ballet.
- Medidas de resultado destinadas a la búsqueda de la mejora del equilibrio estático o dinámico.
- Cualquier idioma.
- Sin periodo de publicación establecido.
- Calidad del estudio ≥ 5 en la escala PEDro(19).

Criterios de exclusión

- Estudios que no sean ensayos clínicos aleatorizados (ECA).
- Participantes especializados en otras disciplinas de danza.
- Calidad del estudio <5 en la escala PEDro.

2.4. Extracción de los datos

La selección de los estudios fue llevada a cabo personalmente por la autora de esta revisión sistemática. Para la obtención de datos se realizó una lectura de los diferentes títulos y resúmenes y, además, se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión. Los datos extraídos de los artículos seleccionados fueron el autor, el año, el tamaño de la muestra, las intervenciones a las que fueron sometidos los distintos grupos, las variables de estudio e instrumentos de medida y los diferentes resultados. Todos los datos fueron agrupados en un Excel. Las medidas de resultados seleccionadas para valorar los artículos fueron las relacionadas con el equilibrio y la propiocepción, apreciadas a través de medias, significaciones estadísticas y tamaño del efecto (ES).

2.5. Evaluación de la calidad metodológica

Los artículos encontrados y seleccionados para realizar esta revisión sistemática se evaluaron mediante la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro)(19), utilizada como herramienta con el propósito de medir la calidad metodológica y validez interna de los ensayos de Fisioterapia.

La escala PEDro está compuesta por 11 ítems que valoran aspectos decisivos que pueden afectar a la validez de un estudio. El criterio 1 no se incluye para el cálculo de la puntuación final de la escala, ya que está relacionado con la validez externa. Cada criterio es calificado como presente o ausente, de manera que los ensayos clínicos se evalúan de 0 a 10, donde el 10 conlleva la presencia de todos los criterios de dicho ensayo(19). Se sugiere que cuanto más elevada sea la calificación, el estudio observado tendrá mejor calidad metodológica y menor riesgo de sesgo(19).

3. RESULTADOS

3.1. Selección de artículos

Al completar la búsqueda en las cinco bases de datos se encontraron un total de 1789 resultados sin aplicación de filtros, de los cuales 322 eran de Pubmed, 45 de Scopus, 91 de WOS, 21 de Cinahl y 1310 de Google Scholar. Con la limitación a ensayos clínicos aleatorizados, en Pubmed se obtuvieron un total de 49 resultados y al aplicar el filtro de artículos en las bases de datos de Scopus y WOS se obtuvieron un total de 41,84 respectivamente. Sin embargo, a los resultados de Google Scholar y Cinalh no se les sometieron a filtros, pero en Cinalh fueron revisados todos los resultados de la búsqueda y en Google Scholar fueron revisadas las primeras 98 páginas de la búsqueda. Posteriormente, se realizó una exclusión al examinar por título y resumen, que fueran ensayos clínicos aleatorizados y que no se encontraran duplicados y tras ser analizados a texto completo y que cumplieran los criterios de inclusión, fueron seleccionados cuatro estudios. Asimismo, se puede observar en el diagrama de flujo de la Figura 2.

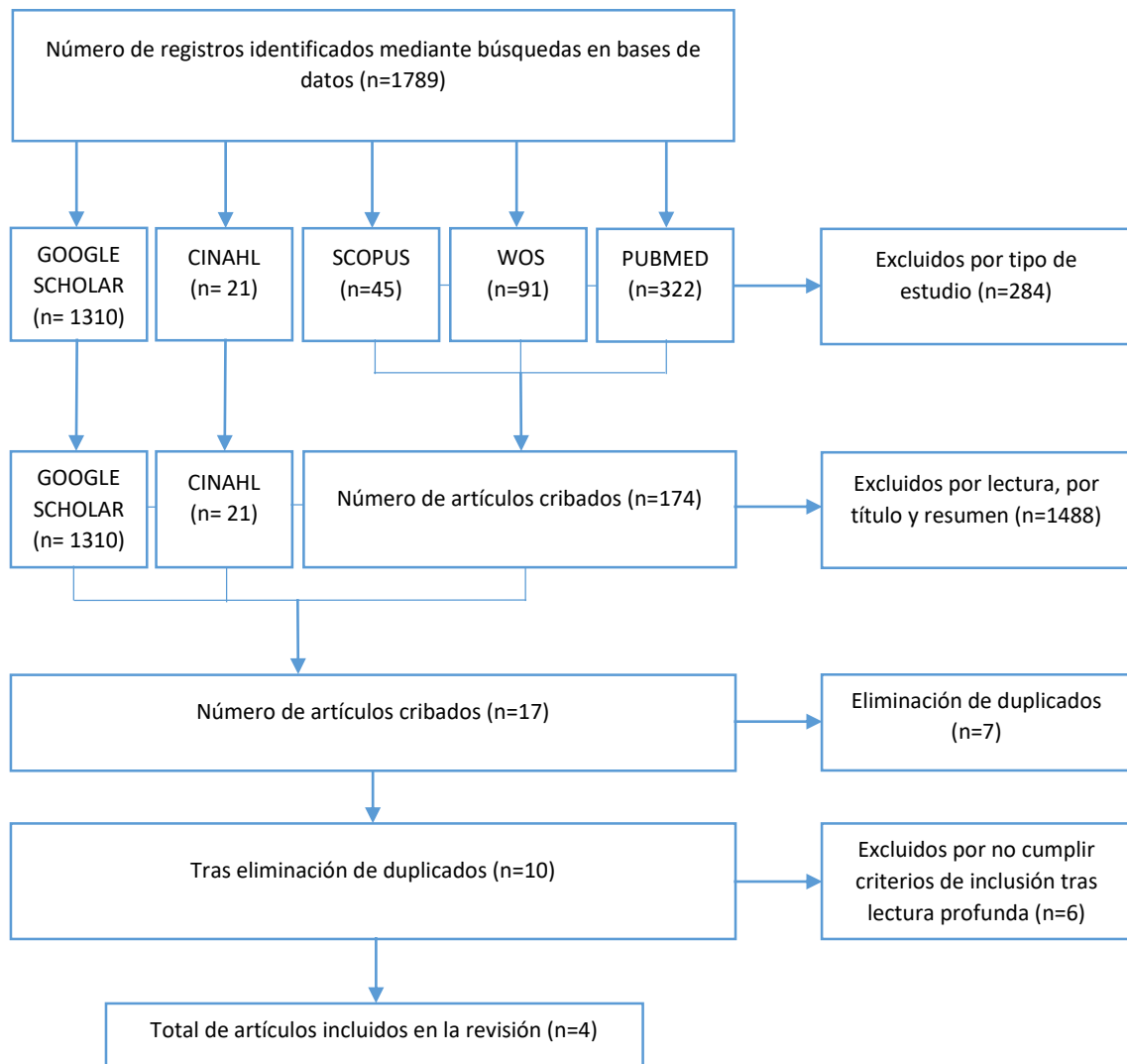


Figura 2. Diagrama de flujo para la selección de los artículos

3.2. Calidad metodológica de los artículos seleccionados

La puntuación obtenida en la escala PEDro en el análisis de los diferentes estudios incluidos en esta revisión sistemática se encuentran en la Tabla 2. Estos ensayos clínicos puntuaron un máximo de 9 y un mínimo de 5 sobre los ítems, por lo que obtenemos que un estudio fue considerado excelente, dos de los estudios fueron considerados de alta calidad y otro, de moderada calidad.

Tabla 2. Escala PEDro

ARTÍCULOS	Cloak R et al. (2010) (20)	Notarnicola A et al. (2014) (13)	Hutt K et al. (2014) (12)	Tekin D et al. (2018) (21)
ESCALA PEDro				
1. Asignación aleatoria	Sí	Sí	Sí	Sí
2. Asignación oculta	No	No	Sí	Sí
3. Comparabilidad inicial	Sí	Sí	Sí	Sí
4. Cegamiento participantes	No	No	No	Sí
5. Cegamiento terapeutas	No	No	No	Sí
6. Cegamiento evaluadores	No	No	No	Sí
7. Seguimiento adecuado	Sí	Sí	Sí	No
8. Análisis por intención de tratar	No	Sí	No	Sí
9. Comparaciones entre grupos	Sí	Sí	Sí	Sí
10. Estimaciones puntuales y variabilidad	Sí	Sí	Sí	Sí
PUNTUACIÓN TOTAL	5/10	6/10	6/10	9/10

3.3. Síntesis de resultados

En la Tabla 3 se han recopilado y resumido los datos obtenidos de los estudios seleccionados. Estos cuatro ensayos clínicos aleatorizados se pueden agrupar en diferentes grupos según el tipo de programa o intervención utilizado en cada uno de ellos.

En el primer grupo se analiza un único estudio: Cloak R et al. (20) centran su intervención en un método de rehabilitación conocido como entrenamiento con vibraciones de cuerpo entero (WBVT), el cual se ha relacionado con la mejora del equilibrio y la función muscular ya que se ha teorizado que la transmisión de oscilaciones mecánicas desde esa plataforma vibratoria puede producir cambios a nivel fisiológico en los husos musculares, mecanorreceptores articulares, fuerza, potencia y mayor actividad muscular(22). La muestra del estudio estaba formada por bailarinas con inestabilidad funcional de tobillo unilateral (valorada a través del cuestionario Cumberland ankle instability Tool (CAIT)) y esguince de tobillo previo

en los últimos dos años, pero sin que hayan tenido ninguno en las últimas seis semanas. Los participantes del grupo experimental realizaron durante toda la intervención diferentes ejercicios descritos que aumentaban en duración y frecuencia de vibración a lo largo del transcurso de las semanas en la plataforma vibratoria con los pies descalzos, mientras que los participantes del grupo control se abstuvieron de realizar cualquier entrenamiento de equilibrio específico de tobillo durante la intervención. Tras la evaluación de los resultados, se observan en la prueba del Star Excursion Balance Test (SEBT), evaluada antes y después de la intervención, mejoras significativas para el grupo experimental en comparación con el grupo control en los planos de movimiento anterior, anteromedial, medial y anterolateral (todas $p < 0,05$) pero sin diferencias significativas con respecto a la parte posteromedial, posterior, posterolateral y lateral (todos $p > 0,05$). En otra observación del estudio, se perciben diferencias significativas en la distribución del centro de presiones (COP) entre el grupo experimental y control ($p = 0,04$). Sin embargo, no se evidenciaron diferencias relevantes en el porcentaje de disminución de la frecuencia de potencia media del peroneo largo entre los grupos ($p = 0,915$).

En el segundo grupo se analizan dos estudios que centran su intervención en programas en los que se suprime de diferente manera el componente visual:

Por un lado, Notarnicola A et al.(13) realizaron una intervención donde los participantes, dependiendo al grupo al que pertenecieran, debían de asistir en el curso de seis meses a clases de danza con espejo o sin espejo durante el desarrollo del estudio y evaluar así la efectividad del uso de un espejo sobre el equilibrio de jóvenes estudiantes de ballet, los cuales recibían clases de danza clásica 1 hora al día durante 2 días a la semana. Este equilibrio fue evaluado por Balance Error Scoring System (BESS) antes y después de la intervención, donde los resultados que se obtuvieron sugieren que en el puntaje total hay una diferencia debido al tiempo ($F = 3.86$; $p < 0.05$), pero no se encontraron otras diferencias entre grupos. Por tanto, este estudio refleja que el uso de un espejo en las clases de baile no mejora la adquisición del equilibrio estático del bailarín y se sugirió que la edad de los sujetos también podría influir en los resultados.

Por otro lado, Hutt K et al.(12) desarrollaron una intervención con bailarinas de élite preprofesionales de ballet. El grupo experimental realizó un programa de ejercicios de danza coreografiados con los ojos cerrados integrados en las clases diarias de ballet, mientras que el grupo control realizó el mismo programa coreográfico con los ojos abiertos. Para ambos grupos, las secuencias coreográficas se volvieron progresivamente más desafiantes semanalmente. Las habilidades de equilibrio de todos los bailarines se documentaron con la prueba y las variaciones del Star Excursion Balance Test (SEBT) antes y después de la intervención, en el cual los

resultados recabados reflejaron que el grupo experimental mejora un 14%, 15% y 16% en el tiempo para completar la prueba mSEBT_{timed}, mSEBT_{cogint} y rSEBT_{timed} respectivamente mientras que el grupo control demostró un deterioro del 0,1%, una mejora del 8% y una mejora del 4% en el tiempo para completar correspondientemente la prueba mSEBT_{timed}, mSEBT_{cogint} y rSEBT_{timed}. Si se observan las distancias de alcance logradas, el grupo experimental demostró un aumento del 5% durante el SEBT básico y un aumento del 0,9% durante el rSEBT_{reach} al tiempo que el grupo control demostró un aumento del 4% durante el SEBT básico y un aumento del 0,3% durante el rSEBT_{reach}, de modo que no es un resultado significativo. Además, no se observó diferencias relevantes en las mediciones del centro de presión evaluadas.

En el tercer grupo se analiza un estudio que centra su intervención en programas de ejercicios de entrenamiento propioceptivo-neuromuscular:

Tekin D et al. (21) llevaron a cabo un estudio que constaba de tres grupos formados por bailarines especializados en danza moderna pero que reciben clases de clásico. El primero recibía aplicación de kinesiotape (KTG) con el fin de precisar el efecto agudo de su aplicación en la articulación del tobillo sobre el rendimiento del equilibrio. El segundo realizaba sesiones de entrenamiento propioceptivo-neuromuscular (PNG) de 60 minutos, en el cual los ejercicios se hacían descalzos y de este modo, permitir una entrada propioceptiva óptima. Constaba de un calentamiento (10 minutos de trote y ejercicios dinámicos), una fase principal (40 minutos de ejercicios planeados para retar los aspectos visuales, vestibulares, somatosensoriales y musculares) y un enfriamiento (5-10 minutos); este entrenamiento fue aumentando gradualmente la dificultad. El tercer grupo simplemente realizó clases de técnica de danza moderna (CG). En las pruebas utilizadas para evaluar el equilibrio, el estudio consideró distintos ejercicios como equilibrio estático, semidinámico y dinámico. Los resultados del estudio al comparar las diversas pruebas de equilibrio realizadas antes y después revelan diferencias significativas entre PNG y KTG para el avión ($p < 0,01$, ES pequeño de 0,35) y turn-out passé con los ojos cerrados a pie plano ($p < 0,05$, ES moderado de 0,85), ya que PNG obtuvo mayor mejoría que KTG. Además, también mostró diferencias apreciables PNG frente a CG para pruebas como el avión, turn-out passé con los ojos cerrados a pie plano, prueba de equilibrio monopodálico-transversal y recto. En definitiva, el estudio reflejó mejoras en el grupo de la aplicación de kinesiotape en el equilibrio dinámico y semidinámico donde exponen que podría explicarse por efecto placebo. Se sugieren también mejoras en el rendimiento del equilibrio estático, semidinámico y dinámico de los bailarines modernos del programa de entrenamiento propioceptivo-neuromuscular y, sin embargo, el grupo control solo mejoró más notoriamente

en las pruebas de equilibrio semidinámico, por lo que sugieren que las clases por sí solas no fueron suficientes para mejorar el rendimiento del equilibrio estático y dinámico.

Tabla 3. Síntesis de resultados

AUTOR Y AÑO	DISEÑO	MUESTRA	GRUPOS	INTERVENCIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO E INSTRUMENTOS DE MEDIDA	RESULTADOS
Cloak R et al. (2010)	ECA	38 bailarinas Edad: 18-20	2 grupos: -GE: WBVT (N=19) -GC: entrenamiento normal (N=19)	Programa WBVT: 2 días/sem, 6 sem realizando ej. en plataforma vibratoria.	Pruebas evaluadas para el equilibrio estático y dinámico: -prueba de equilibrio a una pierna, con pies descalzos y OA -SEBT -fmed del peroneo largo	SEBT: Mejoras significativas en GE en algunas variables en comparación con el GC. Fmed peroneo largo: no se evidencia mejora en cualquiera de los dos grupos.
Notarnicola A et al. (2014)	ECA	64 bailarines Edad: 9-10	2 grupos: -GE: clases con espejo (N=32) -GC: clases sin espejo (N=32)	Programa: danza 1 h, 2 días/sem, 6 meses.	Pruebas para evaluar el equilibrio estático: -BESS, consta de 3 posturas en 2 superficies diferentes con los OC y apoyo en PND.	La puntuación de equilibrio mejoró para ambos grupos sin diferencia entre ellos por lo que la mejora se debió al tiempo.
Hutt K et al. (2014)	ECA	19 bailarinas Edad: 16-17	2 grupos: -GE: ej. con los OC (N=10) -GC: ej. con los OA (N=8 + 1 pérdida por lesión)	Programa: 5 días/sem, 4 sem.	Pruebas para evaluar el equilibrio dinámico usando la PND de apoyo: -SEBT, tanto el básico como variaciones.	Ambos grupos parecen mejorar en distancia alcanzada y en tiempo para completar las pruebas, sin embargo la mejora es más significativa en el GE. Medidas COP: no difieren después de la intervención.
Tekin D et al. (2018)	ECA	33 bailarines Clases normales de 3 h, 5/sem. Edad: 19-32	3 grupos: -GE 1: KTG (N=11) -GE 2: PNG (N=11) -GC: clases habituales (N=11)	Programa supervisado GE 2: 60 min, 2 días/sem, 8 sem. Programa GE 1 y GC: solo entrenamiento danza moderna.	Pruebas para evaluar el equilibrio usando la PND: -Estático: turn-out passé con ojos abiertos/relevé y ojos cerrados/pie plano. -Semidinámico: avión. -Dinámico: apoyo monopodal recto y transversal en tabla equilibrio.	GE 1: mejoras del equilibrio dinámico y semidinámico. GE 2: aumento del rendimiento del equilibrio estático, semidinámico y dinámico. GC: sin mejoras en el equilibrio estático y dinámico excepto para la prueba del equilibrio semidinámico.

ECA: ensayo clínico aleatorizado; GC: grupo control; GE: grupo experimental; FAI: inestabilidad funcional de tobillo; PAS: esguince de tobillo previo; sem: semana; h: hora; min: minutos; N: tamaño muestral; WBVT: entrenamiento vibratorio de cuerpo entero; ej: ejercicios; SEBT: Star excursion balance test; fmed: frecuencia de potencia media; OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; COP: centro de presiones; KTG: kinesiotape; PNG: entrenamiento propioceptivo-neuromuscular; PND: pierna no dominante.

4. DISCUSIÓN

La mejora del equilibrio tanto estático como dinámico es una habilidad deseada y buscada por todas las personas que bailan, ya que confiere a los bailarines beneficios tanto a nivel cognitivo, aportando seguridad en cada posición realizada, como a nivel coreográfico por la limpieza y la correcta ejecución que proporciona a los movimientos. Por su gran importancia en el mundo de la danza, se ha realizado una revisión sistemática para comparar la escasa evidencia existente en la literatura científica.

Esta revisión sistemática recoge cuatro estudios publicados en los últimos doce años que incluyen diferentes programas de intervenciones para realizar un entrenamiento propioceptivo, lo que dificulta la unificación de los resultados debido a la heterogeneidad entre los programas aplicados en los estudios.

Primeramente, la intervención de entrenamiento con vibraciones de cuerpo entero (WBVT) en el estudio de Cloak R et al.(20) manifiesta ser el primer ensayo clínico aleatorizado que investiga el efecto de este entrenamiento sobre el equilibrio y la fuerza muscular en bailarines con inestabilidad crónica de tobillo, donde se obtiene mejoras en algunos planos de movimiento pero sin cambios en la reducción de la fatiga del peroneo largo. Esta investigación coincide con los descubrimientos de otro estudio que utiliza un entrenamiento de fuerza y propiocepción durante 6 semanas en pacientes con inestabilidad funcional unilateral de tobillo, donde la duración del programa de entrenamiento pudo no haber sido suficiente para provocar cambios en la actividad del peroneo largo(23). Además, al interpretar lo obtenido del estudio incluido en nuestra revisión, se debe añadir que el grupo experimental realizó sentadillas y elevaciones de talón durante la exposición a la vibración, por esta razón, se podría conjeturar que las mejoras se achacaron a estos ejercicios. Por tanto, el entrenamiento con WBVT realizado 2 días en semana, con una duración de 6 semanas no parece ser efectivo en la mejora de los planos posteriores y lateral en el SEBT. En definitiva, aún hay una insuficiencia de pruebas que respalden el uso de WBVT en poblaciones jóvenes y activas con inestabilidad funcional de tobillo o donde se comparen el WBVT con métodos más clásicos de entrenamiento. Debido a esto y a la moderada calidad metodológica del estudio, se apoya la necesidad de futuras investigaciones con tiempos superiores a 6 semanas sobre este tipo de entrenamiento como forma de mejorar el equilibrio estático y por ende, prevenir las lesiones de tobillo en estudiantes de danza.

Después, se han observado otros dos artículos. Por una parte, en el estudio llevado a cabo por Notarnicola A et al(13) verificaron que los espejos no fueron efectivos para mejorar el equilibrio estático en las jóvenes bailarinas de ballet y que la mejora del equilibrio se debió al

tiempo, e incluso consideran que la edad de los participantes puede haber influido en los resultados, ya que estos jóvenes bailarines están en fases sensibles al desarrollo. Golomer E et al(24) encontraron que la participación de la visión en el equilibrio de los bailarines diverge según la edad: los bailarines de 14 años eran menos dependientes de la vista que los que tenían 11 años, en cambio, los bailarines profesionales de 18 años dependían más de la visión que los participantes de 14 años. También cabe mencionar otras investigaciones en las que se ha estudiado la retroalimentación del espejo en el campo de la rehabilitación en adultos que no se dedican a la danza, donde se encontraron resultados a favor del uso del espejo(25,26), sin embargo, cabe destacar que estos participantes no parten de las mismas condiciones físicas que los bailarines y por tal razón, es probable que tengan más margen de mejora. Por tanto, serían necesarios futuros estudios donde la intervención fuese de mejor calidad metodológica y además, estudios con bailarines de diferentes edades para esclarecer si la edad es considerada un factor capaz de modificar los resultados. Asimismo, se debe destacar que la principal limitación de este ensayo clínico aleatorizado está relacionada con entender que los bailarines entrenan tanto el equilibrio dinámico como el estático y, a pesar de ello, en este estudio solo se analizó el equilibrio estático por lo que en futuros estudios se deberían de observar ambos.

Por otra parte, el estudio de Hutt K, et al.(12) ha sido la primera investigación publicada informando sobre la efectividad de un programa de entrenamiento de danza con los ojos cerrados sobre las habilidades de equilibrio dinámico en los bailarines. La investigación utilizó la velocidad y la distancia de alcance como medidas indirectas del equilibrio dinámico a través de los datos obtenidos con el SEBT, donde afirman que puede existir mejoras en el tiempo para completar la prueba con la aplicación de este programa en bailarinas de ballet preprofesionales de élite, sin embargo, con los resultados de la distancia alcanzada no se apreciaron diferencias relevantes frente al grupo control. Si bien, no puede generalizarse porque el estudio ha sido realizado solo en una pequeña muestra del género femenino y no se debe dar por hecho que los resultados son transferibles al género masculino, e igualmente ocurre con la edad, puesto que el estudio está realizado en una edad comprendida entre los 16 y 17 años. Por ello, las investigaciones futuras podrían realizar análisis con ambos géneros, con un mayor número de participantes y también estudios para observar si existe una edad óptima para conseguir grandes mejoras en el entrenamiento del equilibrio tanto estático como dinámico. En definitiva, se debería contar con más evidencia donde se recopilaran más resultados positivos consistentes sobre este tipo de intervención con el fin de poder decir con más solidez que cerrar los ojos durante las clases de danza es una manera eficiente de incitar un cambio de la dependencia visual a la propioceptiva para mejorar el control del equilibrio, independientemente de las

circunstancias visuales del entorno que lo rodea. Esto podría ser de gran ayuda ya que los bailarines confían demasiado en las señales visuales para el equilibrio dinámico mientras bailan, lo que puede ser un contratiempo si esas señales visuales se modifican. En conclusión, haciendo referencia a los resultados obtenidos en los dos últimos estudios comentados, hacen falta más exploraciones para exponer con más certeza que la limitación de estímulos de procedencia visual podría ser una estrategia propioceptiva de entrenamiento en los bailarines para mejorar su equilibrio.

Respecto a realizar un entrenamiento propioceptivo a través de ejercicios donde se entrene el componente propioceptivo-neuromuscular, en el estudio de Tekin D et al.(21) examinaron que realizar solamente clases de técnica de danza moderna no aportó suficiente margen para producir mejoras en el equilibrio multifacético. Por tanto, sugieren que se debe agregar adicionalmente a las clases de danza habituales un entrenamiento planificado a largo plazo, para mejorar la propiocepción a través de programas que contengan diferentes tipos y variaciones de ejercicios en distintas superficies y planos (el control del equilibrio sobre una superficie de apoyo inestable mantiene las señales propioceptivas musculares que se originan en el tobillo e incrementa la actividad del músculo eversor del mismo(27)). Este estudio presenta limitaciones debido a la pequeña muestra de bailarines y que el número de bailarines femeninos y masculinos fue desigual de modo que no se pudieron analizar las diferencias entre géneros. A parte de esto, sería también conveniente comentar el estudio de Steinberg N, et al.(28) en el que desarrollaron una intervención basada en un programa de entrenamiento con los pies descalzos en tablas de equilibrio de superficie texturizada durante 3 y 6 semanas dependiendo del grupo. Los resultados de este estudio fueron recogidos utilizando el dispositivo de discriminación de movimiento de tobillo (AMEDA) y sostienen que el programa realizado fue competente para mejorar el control del tobillo de los bailarines de ballet independientemente de si presentaban los participantes inestabilidad crónica de tobillo o esguince de tobillo. Por lo tanto, este estudio apoya los resultados obtenidos en el estudio de Tekin D, et al(21). Sin embargo, el ensayo clínico aleatorizado de Steinberg N, et al(28) no se ha englobado ni considerado sus resultados en esta revisión sistemática puesto que su calidad metodológica obtenida en la escala PEDro evidenciaba ser un estudio de baja calidad. Teniendo en cuenta esto, tras lo observado al incluir un protocolo de 8 semanas de entrenamiento enfocado a realizar variedades de ejercicios propioceptivos, entrenar a los bailarines con la finalidad de que adopten estrategias propioceptivas para mantener su equilibrio estático y dinámico parece ser que podría hacer que el mismo mejore.

Para concluir esta discusión, sería oportuno tomar en consideración que todos los participantes de los ensayos analizados no presentan la misma edad, lo que podría generar diferentes resultados. Igualmente, existe diferencias de horas dedicadas a la danza entre los participantes de los estudios ya que unos son preprofesionales mientras que otros reciben clases dos horas semanales, lo cual también puede ejercer influencia en los resultados. Además, para una extrapolación de los estudios a la práctica de los bailarines sería recomendable futuras investigaciones de alta calidad metodológica.

5. CONCLUSIÓN

El entrenamiento propioceptivo parece mejorar el equilibrio postural de los bailarines de ballet o bailarines con notable formación en danza clásica. Sin embargo, teniendo en cuenta las limitaciones y la falta de evidencia al respecto, no se reflejan resultados positivos evidentes o considerados de gran relevancia para determinar con certeza los beneficios de aplicar estos programas propioceptivos de manera complementaria a las clases habituales de danza clásica.

6. REFERENCIAS

1. Ljubojevic A, Popovic B, Bijelic S, Jovanovic S. Proprioceptive training in dance sport: effects of agility skills. *Turkish J Kinesiol.* 2020 Sep 30;6(3):109–17.
2. Alagarda MM. Efecto del estiramiento con dolor Vs. estiramiento sin dolor en la ganancia del ROM, dolor a la presión y prevención de lesiones en la musculatura isquiosural en bailarines. Trabajo Fin de Máster. Universidad Camilo José Cela; 2017. Disponible en: <https://repositorio.ucjc.edu/handle/20.500.12020/819>
3. Smitt MS, Bird HA. Measuring and enhancing proprioception in musicians and dancers. *Clin Rheumatol.* 2013 Apr 1;32(4):469–73.
4. Lin CF, Lee IJ, Liao JH, Wu HW, Su FC. Comparison of postural stability between injured and uninjured ballet dancers. *Am J Sports Med.* 2011 Jun;39(6):1324–31.
5. Martín AM. Bases neurofisiológicas del equilibrio postural. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca; 2004. Disponible en: <https://gredos.usal.es/handle/10366/115263>
6. Fort A, Romero D. Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunt Med l'Esport.* 2013 Apr 1;48(178):69–76.
7. Vanmeerhaeghe AF, Rodriguez DR, Tutusaus LC, Calafat CB, Riera ML, Vidal AM. Diferencias en la estabilidad postural estática y dinámica según sexo y pierna dominante. *Apunt Med l'Esport.* 2009 Jan 1;44(162):74–81.
8. Licerias A. Análisis de los efectos sobre el equilibrio al incluir un protocolo de ejercicios propioceptivos al entrenamiento de bailarines de danza clásica. Trabajo Fin de Grado. Universidad Pontificia Comillas; 2018. Disponible en: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/35568>
9. Ambegaonkar JP, Caswell S V., Cortes N. Lower Extremity Horizontal Work, But Not Vertical Power, Predicts Balance Performance in Female Collegiate Dancers. *J Dance Med Sci.* 2018 Jun 15;22(2):75–80.
10. Stawicki P, Wareńczak A, Lisiński P. Does Regular Dancing Improve Static Balance? *Int J Environ Res Public Health.* 2021 May 2;18(10).
11. Viseux FJ. Postura, equilibrio y control postural. *Saúde em Pé.* 2020 Apr; 12-20.
12. Hutt K, Redding E. The effect of an eyes-closed dance-specific training program on dynamic balance in elite pre-professional ballet dancers: a randomized controlled pilot

- study. *J Dance Med Sci*. 2014;18(1):3–11.
13. Notarnicola A, Maccagnano G, Pesce V, Pierro S Di, Tafuri S, Moretti B. Effect of teaching with or without mirror on balance in young female ballet students. *BMC Res Notes*. 2014 Jul 4;7(1).
 14. Shannon L.G. Hoffman, PT D. Cómo Funciona el Sistema de Equilibrio. 2010 [citado el 2 de marzo de 2022]. Disponible en: https://www.neuropt.org/docs/vsig-spanish-pt-fact-sheets/how_does_the_balance_system_work_spanish.pdf
 15. Duclos N, Duclos C, Mesure S. Control postural: fisiología, conceptos principales e implicaciones para la readaptación. *EMC - Kinesiterapia - Med Física*. 2017 Apr 1;38(2):1–9.
 16. Villaescusa A. Ballet y lesiones: Elaboración de un protocolo de valoración de la propiocepción para la prevención de esguinces de tobillo. Trabajo Fin de Grado. Universidad Miguel Hernández; 2016. Disponible en: <http://dspace.umh.es/handle/11000/3212?mode=full>
 17. Rodríguez D. Aportación del sistema vestibular a la percepción de la verticalidad en estudiantes universitarios con dolor de cabeza. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén; 2020. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=288893>
 18. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;372.
 19. Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother*. 2002;48(1):43–9.
 20. Cloak R, Nevill AM, Clarke F, Day S, Wyon MA. Vibration training improves balance in unstable ankles. *Int J Sports Med*. 2010;31(12):894–900.
 21. Tekin D, Agopyan A, Baltaci G. Balance training in modern dancers proprioceptive-neuromuscular training vs kinesio taping. *Med Probl Perform Art*. 2018 Sep 1;33(3):156–65.
 22. Moezy A, Olyaei G, Hadian M, Razi M, Faghihzadeh S. A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med*. 2008

May;42(5):373–8.

23. Powers ME, Buckley BD, Kaminski TW, Hubbard TJ, Ortiz C. Six weeks of strength and proprioception training does not affect muscle fatigue and static balance in functional ankle instability. *J Sport Rehabil.* 2004;13(3):201–27.
24. Golomer E, Dupui P, Séréni P, Monod H. The contribution of vision in dynamic spontaneous sways of male classical dancers according to student or professional level. *J Physiol Paris.* 1999;93(3):233–7.
25. Vaillant J, Vuillerme N, Janvy A, Louis F, Juvin R, Nougier V. Mirror versus stationary cross feedback in controlling the center of foot pressure displacement in quiet standing in elderly subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 Dec;85(12):1962–5.
26. Hlavackova P, Fristios J, Cuisinier R, Pinsault N, Janura M, Vuillerme N. Effects of mirror feedback on upright stance control in elderly transfemoral amputees. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009 Nov;90(11):1960–3.
27. Forestier N, Terrier R, Teasdale N. Ankle muscular proprioceptive signals' relevance for balance control on various support surfaces: an exploratory study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015 Jan 3;94(1):20–7.
28. Steinberg N, Adams R, Tirosh O, Karin J, Waddington G. Effects of textured balance board training in adolescent ballet dancers with ankle pathology. *J Sport Rehabil.* 2020 Aug 1;28(6):584–92.

