

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ  
FACULTAD DE MEDICINA  
TRABAJO DE FIN DE GRADO EN PODOLOGÍA



**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE MÉTODOS PARA LA VALORACIÓN DE LA  
PROPIOCEPCIÓN EN LA ARTICULACIÓN DEL TOBILLO EN BAILARINES  
DE BALLET**

AUTOR: Alberto Villaescusa Tárrega

NÚMERO EXPEDIENTE: 446

TUTOR: Laura Tabernero Grau

Departamento de Psicología de la Salud. Área de Enfermería

CURSO ACADÉMICO: 2015/2016

CONVOCATORIA: Junio

## **RESUMEN**

Introducción: El ballet es una de las danzas más practicadas a lo largo y ancho del mundo. En esta danza la lesión traumática con mayor prevalencia es el esguince de tobillo. Según la bibliografía los bailarines con una buena propiocepción tienen un menor riesgo de sufrir esguinces de tobillo.

Objetivo: Analizar la bibliografía existente para ver qué métodos existen para la valoración de propiocepción de la articulación del tobillo de los bailarines.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre métodos para valorar la propiocepción en el ballet en bases de datos bibliográficas.

Resultados: Se obtuvo finalmente un total de 8 documentos válidos para el estudio de los cuales obtuvimos 5 métodos para evaluar la propiocepción.

Conclusiones: No se han encontrado suficientes investigaciones y de las pocas encontradas hay mucha variedad de metodologías y escasez de criterio para evaluar un método como el más válido.

**PALABRAS CLAVE:** Propiocepción, Ballet, Prevención, Lesiones, Esguinces, Tobillo.

## **ABSTRACT**

Introduction: Ballet is one of the most practiced dances along and around the world. In ballet the most prevalent traumatic injury is the ankle sprain. According to the literature the dancers with good proprioception have a lower risk of ankle sprains.

Objective: Analyze the literature to see what methods exist for assessing proprioception in the joints of the ankles of the dancers.

Material and methods: Search of articles related to the ballet and proprioception in the databases.

Results: Finally we obtained a total of 8 valid documents for the study and from those documents we obtained 5 methods to assess proprioception.

Conclusions: Not found sufficient investigations and of the few found much variety of methodologies and lack of criteria for evaluating a method as the most valid.

**KEYWORDS:** Proprioception, Ballet, Prevention, Injuries, Sprains, Ankle.



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Historia del ballet y posiciones básicas.....	5
1.2. Incidencia de lesiones en el ballet.....	6
1.3 La propiocepción.....	8
1.4 Beneficios de tener una buena propiocepción.....	9
1.5 Métodos para valorar la propiocepción.....	10
2. OBJETIVO DEL TRABAJO.....	12
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
4. RESULTADOS.....	13
5. DISCUSIÓN.....	17
6. CONCLUSIONES.....	20
7. BIBLIOGRAFÍA.....	21
8. ANEXO DE IMÁGENES.....	25

## 1.INTRODUCCIÓN

### 1.1. Historia del ballet y posiciones básicas

Históricamente la danza figura como una de las primeras formas de actividad física en la historia de la humanidad desde tiempos prehistóricos donde ésta era practicada como forma de comunicación y de expresión de sentimientos a través de sencillos movimientos evolucionando hasta adquirir fines rituales y mágicos (tener más fortuna en las cacerías, ritos de fertilidad,...). Desde aquellas primeras formas de danza hasta nuestros días la danza ha seguido formando parte de diversas culturas teniendo múltiples estilos y características propias según el país, etnia, etc, que la practique<sup>1</sup>.

Sin duda alguna, una de las formas de danza más populares y que sigue teniendo muchos practicantes hoy día por su singularidad y belleza es el Ballet. El ballet es un estilo de danza que surgió durante el Siglo XV, durante el periodo del Renacimiento desde que éste comenzara en Italia. Destaca mucho la estética de este estilo el cual requiere de mucho talento por parte del bailarín para lograr encajar sus movimientos con el compás de la música lo cual hace del ballet una forma de actividad física de muy alta vigorosidad<sup>2</sup>.

Mientras se van realizando los pasos de la danza los pies toman diferentes posiciones las cuales se van adoptando en cada uno de los pasos de la danza ya sea en su comienzo, a mitad de un traslado o al finalizar un movimiento. A la hora de realizar los ejercicios los bailarines, ya sean iniciados o profesionales, deben tener muy en cuenta las posiciones básicas de los pies y como llevarlas a cabo manteniendo una correcta colocación postural así como el debido trabajo muscular. Las posiciones básicas de los pies en el ballet son la primera posición (Figura 1), la segunda posición (Figura 2), la tercera posición (Figura

3), la cuarta posición (Figura 4) y la quinta posición (Figura 5)<sup>2</sup>. Todas las posiciones básicas de los pies coinciden en el apoyo con el pie en abducción por lo que estas posturas favorecen los desequilibrios y la posibilidad de que se produzcan caídas.

Acompañadas de estas posiciones los bailarines irán realizando diversos movimientos con las piernas, luego la posición de los pies no permanece estática por mucho tiempo. Algunos de los estos movimientos de las piernas son el Plié, Puntas, Demi-plié, Retiré o el Relevé entre otros<sup>2</sup>.

## 1.2. Incidencia de lesiones en el ballet

Vista la complejidad de algunas de las figuras del ballet que fuerzan mucho la posición de las articulaciones acompañadas además de movimientos enérgicos y potentes no es de extrañar que se produzcan múltiples lesiones en los miembros inferiores de los bailarines<sup>3, 4</sup> siendo más frecuentes en rodillas y tobillos<sup>3</sup>. En ciertas posiciones las cuales precisan de una mayor abducción de cadera también se ha observado un alto índice de lesiones en la articulación coxofemoral por la necesidad de llevar una figura complicada además de favorecer el Hallux Abductus Valgus y la aparición de hiperqueratosis<sup>4</sup>.

El riesgo es si cabe aún mayor cuando es practicado por jóvenes que se están iniciando en la danza de élite por exceso de ejercicio en las primeras etapas donde las principales lesiones son a nivel de las articulaciones con una mayor incidencia en los tobillos<sup>5</sup>.

Principalmente la mayoría de lesiones las encontramos a nivel de las articulaciones las cuales al verse sometidas a altas fuerzas ya sea para mantener una posición, aguantar impactos o mantener el equilibrio en figuras

con un apoyo mínimo, aumentando así el riesgo de caídas que provocan la aparición de lesiones traumáticas siendo las más frecuentes los esguinces de tobillo<sup>6</sup>. Los esguinces más frecuentes son los que afectan a los ligamentos de la cara externa del pie<sup>6</sup>. En un metaanálisis de la bibliografía sobre lesiones en bailarinas muestra que las lesiones sobre los ligamentos del tobillo ocuparían el segundo lugar con mayor incidencia de lesiones derivadas de la danza con un 19% justo detrás de las lesiones de isquiotibiales que ocurren en un 51% de los casos<sup>7</sup>.

Entonces, ¿Cómo podríamos intervenir en la prevención de lesiones en la práctica del ballet, principalmente de carácter traumático? Hay estudios que sugieren que la propiocepción juega un papel importante en el control muscular durante la actividad física y que los individuos que tienen un mejor entrenamiento neuromuscular sufren menos lesiones deportivas<sup>8, 9, 10, 11</sup>. Los entrenamientos destinados a mejorar el control neuromotor del movimiento han demostrado ser eficaces principalmente ante lesiones de tipo articular<sup>9</sup>. Según la bibliografía el correcto funcionamiento de nuestro sistema sensoriomotor es básico para controlar los diferentes niveles de respuesta motora, así como poder ejecutar de manera coordinada y eficaz las diferentes tareas motrices desarrolladas en las actividades deportivas. El sistema sensoriomotor no es únicamente un sistema de entrada y salida de información provocada por estímulos, abarca también un proceso de análisis e integración de la información en el Sistema Nervioso Central antes de dar las respuestas eferentes cosa que permitirá mantener la homeostasis articular ante las actividades físicas más exigentes coordinando el movimiento entre músculos

agonistas y antagonistas protegiendo las articulaciones lo máximamente posible<sup>12</sup>.

### 1.3. La propiocepción

La propiocepción es una capacidad del cuerpo que nos permite detectar el movimiento y la posición de las articulaciones en todo momento. Esta capacidad es de suma importancia ya sea para actividades básicas de la vida diaria hasta actividades más complejas como la deportiva. Este término ha ido evolucionando con el tiempo y se han englobado otros aspectos como la conciencia de posición y movimiento articular, la velocidad y la detección de la fuerza de movimiento<sup>13</sup>.

El sistema propioceptivo, que es el conjunto de receptores nerviosos que están ubicados dentro de músculos, articulaciones y ligamentos, detectan tanto el grado de tensión como el de estiramiento muscular y envían esta información hacia el sistema nervioso central para ajustar la tensión y el grado de estiramiento de la musculatura consiguiendo así el movimiento deseado por lo que podemos decir que los propioceptores son una parte clave para el desarrollo del movimiento con total control<sup>14</sup>.

Entre los órganos propioceptores encontramos los siguientes:

1. El huso muscular: Es un receptor sensorial localizado en el interior de los músculos encargado de detectar el grado de estiramiento del músculo, el grado de estimulación mecánica y la velocidad a la que se está estirando. Cuando detecta una elongación del músculo muy rápida envía una señal para inhibir la acción de la musculatura antagonista (Reflejo miotático) y otra para provocar la contracción de la musculatura

agonista. Se podría decir que cumple una función de protección del músculo.

2. Órgano tendinoso de Golgi: Es un receptor sensorial localizado en los tendones cuya función es medir la tensión desarrollada por el músculo. Cuando detectan una contracción muy fuerte envían una señal para provocar relajación de las fibras musculares que se están contrayendo de manera voluntaria principalmente para evitar una rotura de éstas (Reflejo miotático inverso).
3. Receptores de la cápsula articular y de los ligamentos articulares: Son mecanorreceptores que detectan la tensión muscular ejercida y además son capaces de detectar la posición de la articulación y qué movimiento está desarrollando esta.
4. Receptores de la piel: Detectan el tono muscular y el movimiento por lo que ayudan a detectar la posición de los segmentos corporales y a favorecer el movimiento de éstos.

#### 1.4. Beneficios de tener una buena propiocepción

Dentro del mundo deportivo tener una buena propiocepción en la articulación del tobillo, principalmente en el movimiento de inversión, puede evitar que se produzcan lesiones lo cual conlleva una garantía de éxito en la práctica deportiva<sup>15</sup> por lo que en el ballet que realiza movimientos extremos sobre los tobillos adquiere una gran importancia.

Si bien mediante el entrenamiento se consigue una mejoría de la fuerza muscular y mejora del tiempo de respuesta de la musculatura, que según la bibliografía es un factor preventivo de lesiones también<sup>16</sup>, una buena

propiocepción se adquiere también con un alto entrenamiento durante la práctica deportiva mejorando ésta con el paso del tiempo<sup>15</sup>.

Tras sufrir una lesión articular se pierden mecanorreceptores que están encargados de llevar a cabo reflejos musculares para evitar lesiones es por ello que la propiocepción adquiere una gran importancia como sustituta de estos mecanorreceptores en el control muscular<sup>9</sup>.

#### 1.5. Métodos para valorar la propiocepción

**-AMEDA Device (Active Movement Extent Discrimination Apparatus):** Es un dispositivo que consiste en un cajón con una plataforma la cual bascula provocando una inversión o una eversión del pie que se encuentra sobre ella. Hay 9 posiciones diferentes para cada una de las cuales hay unos grados de inclinación determinados ya sea en inversión o en eversión. Los sujetos de estudio deben indicar en qué posición perciben un cambio en la inclinación de la articulación del tobillo. Es un sistema calibrado<sup>17</sup>.

**-Dinamómetro isocinético:** Es un sistema mecánico que desplaza las articulaciones a una angulación determinada con diferentes velocidades. Para la valoración de la propiocepción se realizan diferentes protocolos los cuales constan de una combinación de grados de inclinación de las articulaciones con las cuales se familiariza primero al sujeto de estudio. Tras esto se lleva a cabo la valoración en la cual partiendo de diferentes posiciones de la articulación el paciente debe notificar en qué momento percibe que la articulación se ha desplazado y se miden los grados de diferencia entre la posición de partida y la posición en la que se detecta el cambio<sup>21</sup>.

**-Balance Error Scoring System:** Es un test clínico que cuenta con seis posiciones: Apoyo sobre los dos pies, apoyo monopodal y apoyo en tándem (un pie detrás del otro) sobre suelo firme y los mismos tres apoyos sobre una superficie inestable (colchoneta). El sujeto a evaluar tendrá sus manos apoyadas sobre sus caderas con las piernas juntas y los ojos cerrados durante 20 segundos en cada posición. Si durante esos 20 segundos se desequilibra o tambalea, quita las manos de las caderas, abre los ojos, hace abducción de cadera, levanta antepié o talón o altera su posición por más de 5 segundos se le anotará un error en esa posición. En total se pueden sumar hasta 6 errores por miembro (uno por cada posición fallada) <sup>22</sup>(Figura 6).

**-Star Excursion Balance Test:** Es un test en el cual los sujetos se ponen a la pata coja sobre una estrella de 8 puntas con el pie de apoyo en el centro de la estrella y mientras desplazarán la otra pierna hacia cada una de las puntas tratando de tocarlas con el pie. Se registra hacia qué posición de la estrella no se ha podido realizar el desplazamiento sin perder el equilibrio<sup>23</sup> (Figura 7).

**-Goniómetro y Plataforma de fuerzas:** Colocado el sujeto de estudio sobre la plataforma de fuerzas se le hace tomar una posición determinada y se registra la angulación de cadera, rodilla y tobillo con el goniómetro y el centro de presiones con la plataforma de fuerzas. Tras una serie de ensayos, se coloca al paciente en posición neutra, se pide que tome la posición que el investigador le hiciera tomar al principio, se vuelven a medir las articulaciones y el centro de presiones y se registran las diferencias<sup>24</sup>.

## **2.OBJETIVO DEL TRABAJO**

En base a toda la información previamente explicada sobre la propiocepción y la incidencia de lesiones a nivel de la articulación del tobillo vamos a tratar de buscar los instrumentos para valoración de la propiocepción en la articulación del tobillo en los practicantes del ballet más empleados y ver cuál es el más válido.

## **3.MATERIAL Y MÉTODOS**

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Scopus, Cochrane, ScienceDirect y LILACS entre los meses de Marzo y Abril del presente año. Como keywords se han empleado los términos “Proprioception” y “Ballet” y como operador booleano AND. Mediante el DeCS confirmamos que el término propiocepción es el que necesitamos para nuestra búsqueda y nos dio además el término en inglés.

Para filtrar las búsquedas se han determinado los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios sobre ballet
- Propiocepción en tobillos
- Bibliografía de los últimos 5 años
- Estudios en inglés y en español

Tras introducir las palabras clave en todas las bases de datos anteriormente mencionadas se obtuvo un total de 322 documentos, tras pasar el filtro de publicaciones de los últimos 5 años este número se redujo a 114, tras pasar el filtro de Idiomas (Inglés y español) se redujo la búsqueda a 108, tras la

aplicación de criterios de inclusión en los que los artículos deben de ser sobre ballet y que la propiocepción medida sea en las articulaciones de los tobillos la búsqueda se redujo a 18 documentos y finalmente tras comprobar los documentos que se repetían finalmente nos quedamos con 8 artículos. (Figura 8)

#### **4.RESULTADOS**

El primer artículo rescatado es un estudio llamado “Can textured insoles improve ankle proprioception and performance in dancers?<sup>17</sup>” en el cual proponen un estudio en bailarines de ballet para probar si el uso de plantillas texturizadas les permite discriminar estímulos y mejorar sus habilidades como bailarines. La muestra constaba de 60 sujetos de entre 14 y 19 años y fueron repartidos entre tres grupos dos de intervención que emplearían las plantillas texturizadas (Uno de ellos usaría las plantillas las 5 primeras semanas de estudio y el otro las 5 últimas) y otro de control que no emplearía las plantillas en las 10 semanas que dura el estudio. Se valoraron los cambios mediante el dispositivo AMEDA que ofrece la discriminación sensitiva por parte de los sujetos de estudio ante pequeños cambios detectados ante la inversión de sus pies. Finalmente se comprobó que los sujetos de estudio que estuvieron en el grupo intervención eran capaces de detectar más fácilmente los cambios ante el movimiento de inversión de sus tobillos con respecto a los sujetos del grupo control.

El segundo artículo llamado “Use of a Textured Insole to Improve the Association Between Postural Balance and Ankle Discrimination in Young Male and Female Dancers<sup>18</sup>” pretendió comprobar si el uso de plantillas texturizadas provoca cambios en el balance postural y en la propiocepción entre bailarines y

bailarinas de ballet durante la ejecución de los movimientos de la danza. Este estudio dispuso de un total de 44 sujetos en la muestra de edades comprendidas entre los 14 y 19 años a los cuales se les valoraba el balance postural y si eran capaces de discriminar el movimiento de inversión de tobillo llevando y no llevando plantillas texturizadas. Para registrar la información sobre la propiocepción de los bailarines se empleó el dispositivo AMEDA. El estudio concluyó que en los bailarines el uso de las plantillas texturizadas aumentaba su balance postural y mejoraba la percepción de la inversión de sus tobillos pero en cambio en las bailarinas el efecto fue inverso sospechándose que de base tienen una buena propiocepción y que las plantillas texturizadas sobreestimaban las vías aferentes.

El tercer artículo rescatado tiene por título "The effect of textured ballet shoe insoles on ankle proprioception in dancers<sup>19</sup>". Partiendo de la base de que un tobillo que no es capaz de invertir adecuadamente es un factor de riesgo de esguince de tobillo este estudio trata de probar la eficacia de plantillas texturizadas comparadas con ir descalzo, llevando zapatillas de ballet y llevando plantillas estándar sin relieve alguno. La muestra constó de 44 participantes varones y mujeres de entre 13 y 19 años de edad de un conservatorio de danza. Las valoraciones propioceptivas se realizaron mediante el dispositivo AMEDA. Finalmente el estudio concluyó que los participantes con baja capacidad para detectar la posición de su tobillo en inversión mejoraron su propiocepción tras emplear las plantillas texturizadas.

El cuarto artículo titulado "Does Wearing Textured Insoles during Non-class Time Improve Proprioception in Professional Dancers?<sup>20</sup>" consiste en una investigación que pretende demostrar si el uso de plantillas texturizadas

cuando el bailarín no está practicando la danza puede mejorar su propiocepción. La muestra consistió en 26 bailarines de un conservatorio (Varones y mujeres) con edades comprendidas entre 14 y 19 años. Se crearon dos grupos de intervención (Uno que usó las plantillas texturizadas las primeras 4 semanas de estudio y otro que las usó las 4 semanas restantes) y otro de control. Se valoró los cambios en la propiocepción de la muestra mediante el dispositivo AMEDA. Finalmente el estudio concluyó que el uso de plantillas texturizadas en el tiempo de no realización de danza mejora la propiocepción de los bailarines.

El quinto artículo rescatado fue “The Effect of Muscle Fatigue on Knee joint proprioception in ballet dancers and non-dancers<sup>21</sup>” cuyo objetivo era determinar si la fatiga en los músculos de la pierna reducía la capacidad propioceptiva en la articulación del tobillo de los bailarines de ballet. Se comparó a 13 bailarines de ballet con otros 13 sujetos no bailarines mediante el dinamómetro isocinético Biodex System. Tras el estudio se concluyó que la fatiga muscular no alteraba la propiocepción de los bailarines mientras sí ocurrió con el grupo de no bailarines.

El sexto artículo “Effect of teaching with or without mirror on balance in young female ballet students<sup>22</sup>” trató de demostrar que el uso de espejos en la enseñanza de la danza ayuda a mejorar la propiocepción de los bailarines. El estudio contó con una muestra de 64 sujetos de entre 9 y 11 años los cuales fueron divididos en dos grupos de 32, uno que entrenó haciendo uso de espejos y otro que no. Los cambios en la propiocepción de los bailarines fue medido con el BESS (Balance Error Scoring System). Finalmente los

resultados no mostraron ninguna diferencia entre el grupo que entrenó usando espejos y el que no.

El séptimo artículo rescatado fue “The effect of an eyes-closed dance-specific training program on dynamic balance in elite pre-professional ballet dancers: a randomized controlled pilot study<sup>23</sup>”. Según este estudio se sabe que los bailarines tienen un gran control postural gracias a la información que captan visualmente pero que también es posible tener ese control gracias a la propiocepción. El objetivo de este trabajo fue tratar de demostrar que realizando entrenamientos con los ojos cerrados se consigue una mejoría de la propiocepción que ayuda a mantener el balance muscular. Participaron en este estudio 18 bailarines de élite los cuales se repartieron en dos grupos uno que realizaría un programa de ejercicios con los ojos cerrados y otro de control que haría el programa con los ojos abiertos. Los cambios eran medidos mediante el test SEBT (Star Excursion Balance Test). Tras el periodo experimental se comprobó que los bailarines que entrenaron con los ojos cerrados mejoraron su propiocepción mientras que el grupo control no experimentó cambios.

El octavo y último artículo rescatado fue un estudio llamado “Lower-limb proprioceptive awareness in professional ballet dancers<sup>24</sup>” que trató de probar si existen diferencias entre la propiocepción en los miembros inferiores que tienen bailarines de ballet comparada con la de la gente que no practica ningún tipo de danza. El estudio contó con una muestra de 28 bailarines profesionales y otra muestra de 28 sujetos de estudio no bailarines. Se midió la propiocepción de los participantes mediante una plataforma de fuerzas (AMTI AccuSway+ force platform). Los participantes se colocaban en una posición neutra en la cual se medía con un goniómetro la angulación de articulación de

las caderas, la de las rodillas y la de los tobillos y el investigador desplazaba sus articulaciones a una angulación determinada que se registraba y los ponía de nuevo en posición neutra. Se pedía a los sujetos de estudio que volvieran a tomar la posición que el investigador les puso previamente. Se comprobó finalmente que los bailarines poseían una mejor propiocepción pues recordaban mejor las posiciones que los investigadores les colocaban manualmente.

## 5.DISCUSIÓN

A continuación registramos los datos que hemos considerado más relevantes sobre los artículos siendo estos el tipo de trabajo realizado, número de participantes en la muestra e instrumento o maniobra empleado/a (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de artículos

Nombre artículo	Autores	Tipo trabajo	Número de muestra	Instrumentos/ Maniobras empleadas
1º Can textured insoles improve ankle proprioception and performance in dancers? <sup>17</sup>	Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Begg R, Tirosh O.	Estudio	60	AMEDA Device
2º Use of a Textured Insole to Improve the Association Between Postural Balance and Ankle Discrimination in Young Male and Female Dancers <sup>18</sup>	Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Tirosh O.	Estudio	44	AMEDA Device
3º The effect of textured ballet shoe insoles on ankle proprioception in dancers <sup>19</sup>	Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Tirosh O.	Estudio	44	AMEDA Device

4º Does Wearing Textured Insoles during Non-class Time Improve Proprioception in Professional Dancers? <sup>20</sup>	Steinberg N, Tirosh O, Adams R, Karin J, Waddington G.	Estudio	26	AMEDA Device
5º The Effect of Muscle Fatigue on knee joint proprioception in ballet dancers and non-dancers. <sup>21</sup>	Dieling S, van der Esch M, Janssen TW.	Estudio	26	Dinamómetro isocinético Biodex System
6º Effect of teaching with or without mirror on balance in young female ballet students. <sup>22</sup>	Notarnicola A, Maccagnano G, Pesce V, Di Pierro S, Tafuri S, Moretti B.	Estudio	32	Balance Error Scoring System
7º The effect of an eyes-closed dance-specific training program on dynamic balance in elite pre-professional ballet dancers: a randomized controlled pilot study. <sup>23</sup>	Hutt K , Redding E	Estudio	18	Star Excursion Balance Test
8º Lower-limb proprioceptive awareness in professional ballet dancers. <sup>24</sup>	Kiefer AW, Riley MA, Shockley K, Sitton CA, Hewett TE, Cummins-Sebree S, Haas JG.	Estudio	28	Combinación de goniómetro y AMTI AccuSway+ force platform

Tras la lectura de los 8 artículos encontramos que en 4 de ellos se ha evaluado con un mismo instrumento<sup>17, 18, 19, 20</sup> mientras que en los 4 restantes se utilizaron sistemas totalmente distintos teniendo un total de 5 medios para valorar la propiocepción. De los 5 medios que tenemos para valorar la propiocepción dos de ellos son tests<sup>22, 23</sup>, otros 2 son máquinas<sup>17, 18, 19, 20, 21</sup> y el tercero combina uso de goniómetro con una plataforma de fuerzas<sup>24</sup>.

También, si echamos un vistazo en general, encontramos que el número de participantes en las investigaciones no era muy alto.

El instrumento que más se repite en esta búsqueda es el AMEDA Device pero todos los estudios en los que se emplea pertenecen a los mismos autores por lo que no es una garantía de validez. Además este dispositivo aunque aparente una mayor validez ecológica y datos más válidos el sistema de puntuación bajo la curva Característica Operativa del Receptor no tiene un acceso tan intuitivo como la medición en la media de errores que ofrecen otros métodos<sup>25</sup> por lo que descartaríamos este método.

El dinamómetro isocinético Biodex System es un serio candidato como método de elección pues es bastante preciso y válido aunque hay que ser muy cuidadoso con la interpretación de los resultados<sup>28</sup>. Desafortunadamente no hay suficiente bibliografía que hable de este método para la valoración de la propiocepción en los tobillos de las bailarinas además de ser un sistema muy difícil de adquirir por su elevado precio.

Tanto el Balance Error Scoring System como el Star Excursion Balance Test son métodos de valoración de la propiocepción del tobillo bastante sencillos que precisan de pocos requerimientos materiales para valorar la propiocepción y hay bibliografía que determina que son instrumentos muy fiables<sup>26, 27</sup>, aun así con los pocos trabajos obtenidos nos resulta difícil determinar cuál de los dos es mejor método incluso si nos fijamos en el número de muestra que participó en los estudios que fue escasa.

Para el protocolo que emplea plataforma de fuerzas junta a mediciones con goniómetro<sup>24</sup>, aunque haya bibliografía que demuestre que la medición de la

estabilimetría con una plataforma de fuerzas es válida no se ha encontrado ningún estudio que hable de la validez de este protocolo como método para valorar la propiocepción.

## **6.CONCLUSIONES**

Tras la realización de este trabajo concluimos que es difícil establecer un método para la valoración de la propiocepción en bailarines de ballet como el más válido por las siguientes razones:

1. Hay una cierta controversia en cuanto al uso de las diferentes maniobras y dispositivos para valorar la propiocepción pues son varios y no hay un criterio claro para determinar cuál de ellos es mejor.
2. Los tests SEBT y BESS por los pocos requerimientos materiales que precisan y bajo coste económico serían serios candidatos para un protocolo de evaluación de la propiocepción y pese a que ambos tienen una alta fiabilidad es difícil determinar entre estos dos métodos cuál es más válido.
3. Los dispositivos como el AMEDA Device y el Biodex System para la valoración de la propiocepción son caros y aparatosos lo que los hace difícil acceder a ellos y emplearlos en la clínica por lo que descartaríamos los protocolos que los emplean pese a que sean bastante precisos.
4. Existe muy poca bibliografía reciente en la que se valore la propiocepción a nivel de tobillos en bailarinas de ballet por lo que se requiere de más estudios futuros para lograr conseguir el objetivo de este trabajo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Markessinis A. Historia de la danza desde sus orígenes. 1ªed. Madrid: Librerías Deportivas Esteban Sanz Martier S.L.; 1995.
2. Lebourges S. En busca del dégagé perfecto. Terminología del ballet. 4ªed. México: UNAM; 2007.
3. Doderó E. Estudio de las lesiones más prevalentes en la práctica del ballet. *Reduca*. 2011; 3 (13): 7-8.
4. Incidencia de lesiones en el pie del Bailarín Rodríguez D, Sanz I. Incidencia de lesiones en el pie del bailarín. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*. 2008; 2 (2): 13-17.
5. Ekegren CL, Quested R, Brodrick A. Injuries in pre-professional ballet dancers: Incidence, characteristics and consequences. *J Sci Med Sport*. 2014 May; 17(3):271-5.
6. Motta-Valencia K. Dance-related injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2006 Aug; 17(3):697-723.
7. Smith TO, Davies L, De Medici A, Hakim A, Haddad F, Macgregor A. Prevalence and profile of musculoskeletal injuries in ballet dancers: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport* 2016 May 5; 19:50-6.
8. Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD, Ford KR. A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. *Br J Sports Med*. 2005 Jun; 39(6):347-50.
9. Casáis L. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts Med Esport*. 2008; 43(157):30-40.

10. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, Kirkendall DT, Garrett W Jr. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2005 Jul;33(7):1003-10.
11. Diez E. La propiocepción como método de prevención de lesiones [Trabajo Fin de Grado]. León: Universidad de León. Facultad de Ciencias del Deporte; 2014.
12. Fort Vanmeerhaeghe A, Romero D. Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts. Medicina de l'Esport.* 2013 Apr; 48:69-76.
13. Ávalos C, Berrío J. Evidencia del trabajo propioceptivo utilizado en la prevención de lesiones deportivas [Trabajo de Fin de Grado]. Medellín: Universidad de Antioquía. Instituto Universitario de Educación Física; 2007.
14. Tarantino F. Propiocepción: introducción teórica [Monografía en Internet]. Madrid: Efisioterapia; 2004. [Consultado el 28 de Abril de 2016]. Disponible en: <http://www.efisioterapia.net/articulos/propiocepcion-introduccion-teorica>
15. Han J, Waddington G, Anson J, Adams R. Level of competitive success achieved by elite athletes and multi-joint proprioceptive ability. *J Sci Med Sport.* 2015 Jan; 18(1):77-81.
16. Wojtys EM, Huston LJ, Taylor PD, Bastian SD. Neuromuscular adaptations in isokinetic, isotonic, and agility training programs. *Am J Sports Med.* 1996 Mar-Apr; 24(2):187-92.

17. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Begg R, Tirosh O. Can textured insoles improve ankle proprioception and performance in dancers? *J Sports Sci.* 2016 Aug; 34(15):1430-7.
18. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Tirosh O. Use of a Textured Insole to Improve the Association Between Postural Balance and Ankle Discrimination in Young Male and Female Dancers. *Med Probl Perform Art.* 2015 Dec; 30(4):217-23.
19. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Tirosh O. The effect of textured ballet shoe insoles on ankle proprioception in dancers. *Phys Ther Sport.* 2016 Jan; 17:38-44.
20. Steinberg N, Tirosh O, Adams R, Karin J, Waddington G. Does Wearing Textured Insoles during Non-class Time Improve Proprioception in Professional Dancers? *Int J Sports Med.* 2015 Nov; 36(13):1093-9.
21. Dieling S, van der Esch M, Janssen TW. Knee joint proprioception in ballet dancers and non-dancers. *J Dance Med Sci.* 2014; 18(4):143-8.
22. Notarnicola A, Maccagnano G, Pesce V, Di Pierro S, Tafuri S, Moretti B. Effect of teaching with or without mirror on balance in young female ballet students. *BMC Res Notes.* 2014 Jul 4; 7:426.
23. 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 Mar; 18(1):3-11.

24. Kiefer AW, Riley MA, Shockley K, Sitton CA, Hewett TE, Cummins-Sebree S, Haas JG. Lower-limb proprioceptive awareness in professional ballet dancers. *J Dance Med Sci*. 2013 Sep; 17(3):126-32.
25. Hana J, Waddington G, Adams R, Anson J, Liuc Y. Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*. 2016 Mar; 5 (1):80-90.
26. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train*. 2012 May-Jun; 47(3):339-57.
27. Bell DR, Guskiewicz KM, Clark MA, Padua DA. Systematic Review of the Balance Error Scoring System. *Sports Health*. 2011;3(3):287-295.
28. Taylor N, Sanders R, Howick E, Stanley S. Static and dynamic assessment of the Biodex dynamometer. *Eur J Appl Physiol*. 1991 May; 62(3):180-188.

## 8. ANEXO DE IMÁGENES

Figura 1. Primera posición



Figura 2. Segunda Posición



Figura 3. Tercera Posición



Figura 4. Cuarta Posición



Figura 5. Quinta Posición



Figura 6. Las 6 posiciones del Balance Error Scoring System



Figura 7. Ejecución del Star Excursion Balance Test



Figura 8. Proceso de cribado de los artículos rescatados

