



Grado en Fisioterapia

Trabajo Fin de Grado

Título:

***Análisis de los efectos sobre el equilibrio
al incluir un protocolo de ejercicios
propioceptivos al entrenamiento de
bailarines de danza clásica***

Alumno: Ana Liceras Martínez

Tutor: Ricardo Blanco Méndez

Madrid, mayo de 2018

Índice

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Glosario de abreviaturas	6
Índice de figuras.....	7
Índice de tablas	8
Antecedentes y estado actual del tema.....	9
Evaluación de la evidencia	26
Diagrama de flujo	27
Objetivos del estudio	28
Hipótesis	29
Metodología	30
Diseño	30
Sujetos del estudio	31
Variables	33
Hipótesis operativa	34
Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis	35
Limitaciones del estudio.....	36
Equipo investigador	36
Plan de trabajo.....	37
Diseño de la intervención.....	37
Etapas de desarrollo.....	41
Distribución de tareas de todo el equipo investigador	41
Lugar de realización del proyecto	42
Bibliografía	43
Anexos	47

Resumen

Antecedentes: Los bailarines pre-profesionales de danza clásica presentan una incidencia de lesión de entre un 41% y un 77% al año. Las lesiones en el miembro inferior en estos bailarines forman entre el 69% y el 91% de las lesiones que se sufren en este deporte. La estabilidad postural se encuentra reducida tras las lesiones, y también se ve influida por los distintos niveles de actividad deportiva, así como por la intensidad, cantidad y tipo de actividad, por lo que supone un factor de riesgo de lesión en los deportistas.

Objetivo: analizar los efectos sobre el equilibrio al incluir un protocolo de ejercicios propioceptivos con el equipo BOSU® al entrenamiento de bailarines de danza clásica.

Metodología: se trata de un estudio analítico experimental que analiza los efectos de un entrenamiento propioceptivo sobre el equilibrio, en el que 124 bailarinas pre-profesionales de ballet se dividirán aleatoriamente en dos grupos: un grupo control (n=62), el cual realizará su entrenamiento de danza habitual, y un grupo experimental (n=62), el cual incluirá un protocolo de ejercicios propioceptivos en su entrenamiento habitual. Las variables de estudio: las oscilaciones antero-posteriores y medio-laterales del centro de presiones, serán medidas con una plataforma estabilométrica.

Palabras clave: estabilometría, equilibrio, propiocepción, bailarines.

Abstract

Background: Pre-Professional ballet dancers have an injury incidence percentage between 41% and 71% per year. The lower-limb injuries in pre-professional dancers are between 69% and 91% of the injuries suffered in this sport. Postural stability is reduced after these injuries; and it is also influenced by the different levels of sport activity, intensity, amount and type of the activity, thus being a risk factor.

Objective: To analyze the effects on balance by including a protocol of proprioceptive exercises with the use of a BOSU® into the usual training for ballet dancers.

Methodology: Analytic experimental study that analyzes the effects of a proprioceptive training on balance in a sample of 124 pre-professional ballet dancers. The sample will be divided in an aleatory way in two groups: a control group (n=62), who will perform the usual dance training and an experimental group (n=62), who will include a protocol of proprioceptive exercises to their dance training. The variable to evaluate: anterior-posterior and medio-lateral oscillations of the center of pressure, will be measured by a stabilometric platform.

Keywords: stabilometry, proprioception, postural balance, dancers.

Glosario de abreviaturas

Abreviaturas	Significados
MMII	Miembros inferiores
MMSS	Miembros superiores
LCA	Ligamento cruzado anterior
CDG	Centro de gravedad
BS	Base de sustentación
CDP	Centro de presiones
LE	Límite de estabilidad
AMM	Asamblea Médica Mundial
CEIC	Comité Ético de Investigación Clínica
OML	Oscilación medio-lateral
OAP	Oscilación anteroposterior
IMC	Índice de masa corporal
d	Precisión
SD	Desviación típica

Índice de figuras

Figura 1. Posiciones básicas del MMSS en la danza clásica.....	11
Figura 2. Posiciones básicas del MMII en la danza clásica.	12
Figura 3: Ejemplos de gráficas de estabilograma y estatokinesigrama.....	21
Figura 4: Plataforma estabilométrica ALFA.	33
Figura 5: Salto sobre BOSU® en diferentes direcciones.	38
Figura 6: Sentadilla sobre BOSU®.	39
Figura 7: Mantenimiento del equilibrio sobre una pierna en el BOSU®.	39
Figura 8: Ubicación de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios”	42

Índice de tablas

Tabla 1. Posiciones básicas en la danza clásica.....	11
Tabla 2. Conceptos importantes.....	20
Tabla 3. Criterios de inclusión y de exclusión.....	31
Tabla 4. Relación entre el poder estadístico y el nivel de significación.....	32
Tabla 5. Tipos de variables.....	34
Tabla 6. Protocolo de ejercicios y su progresión.....	40
Tabla 7. Etapas de desarrollo.....	41
Tabla 8. Búsqueda en Pubmed.....	49
Tabla 9. Búsqueda en EBSCO.....	50
Tabla 10. Búsqueda en Pedro.....	51

Antecedentes y estado actual del tema

El acto de bailar surge de la necesidad que tiene el ser humano de expresar de forma natural sus sentimientos; para ello, las personas se mueven de forma instintiva y expresan su vitalidad mediante el movimiento (1). La danza es un arte que necesita de años de entrenamiento, musicalidad y control motor, ya que suele presentar posiciones que necesitan del máximo rango de movimiento de las articulaciones (2). Es por ello que se requiere adquirir un buen nivel de control postural, fuerza, coordinación, resistencia muscular y flexibilidad; para así poder desarrollar habilidades motoras específicas que no se usan en el día a día como llevar a cabo equilibrios, saltos y piruetas (3).

Existen múltiples tipos de danza: danza clásica o ballet, danza moderna, danza contemporánea, claqué, hip hop, jazz, bailes de salón, teatro musical, flamenco, baile irlandés, africano, break dance, folk, acrobático y el contact improvisación (2).

El Ballet Clásico se originó en Italia durante la época del Renacimiento (4). Es una forma de danza, que está relacionada con el arte teatral. La práctica del ballet suele iniciarse a edades muy tempranas con entrenamientos numerosos y de gran intensidad. La edad de iniciación se sitúa en torno a los 8 y los 10 años de edad, y requiere otros 10 años más de formación. Los bailarines pre-profesionales son aquellos que tienen entre 11 y 22 años de edad, que quieren dedicarse al ballet de forma profesional, normalmente asociados a compañías de baile. Las chicas suelen empezar su formación antes que los chicos, a los 8 o 10 años de edad (5, 6).

Los estudios de Danza Clásica en los conservatorios de España se dividen en dos tipos: estudios elementales y estudios profesionales. Las enseñanzas elementales tienen una duración de cuatro años, los alumnos se pueden matricular en el primer curso si tienen entre los 8 y 12 años de edad y en ellos se adquieren los conocimientos básicos de la danza: clásica, española y música, a modo de preparación para la siguiente etapa de estudios. Las enseñanzas profesionales tienen una duración de 6 años y en ellas el alumno debe decidir qué tipo de especialidad quiere cursar durante ese tiempo para dedicarse de forma profesional en un futuro: Danza Clásica, Danza Española o Danza Contemporánea (7).

Esta forma de baile es considerada de alto rendimiento, ya que el ballet requiere un gran nivel de destreza en su técnica. Los bailarines son considerados atletas, debido a que realizan complejas rutinas de alta demanda física y largos periodos de

entrenamiento (8). En los conservatorios profesionales se llevan a cabo entre 6 y 30 horas semanales de preparación, con entrenamientos 5 e incluso 6 días a la semana para así alcanzar el nivel profesional (5, 7).

Las clases de danza clásica comienzan siempre con un periodo de calentamiento de entre 15 y 30 min. Durante este primer periodo de entrenamiento se realizarán estiramientos, ejercicios de suelo y ejercicios de barra trabajando las posiciones básicas; consiste en la progresiva preparación corporal que forma la base imprescindible para el resto de trabajo que se realizará después del calentamiento. De esta forma se prepara la elasticidad y flexibilidad de la musculatura de los bailarines, así mismo como las distintas partes del cuerpo, sobre todo los miembros inferiores (MMII) haciendo especial hincapié en los pies y tobillos para tratar de evitar posibles lesiones. Después, se continuará el entrenamiento con ejercicios en barra más intensos, desplazamientos, ejercicios de pie en el centro de la sala, ya sea en grupo o individuales, y ensayos. Esta parte tendrá una duración de entre 1h 30 min y de 2h. Dependiendo del nivel en el que se encuentre el alumno, las clases serán de mayor o menor duración (9, 10).

Existen cinco posiciones básicas de MMII y de los miembros superiores (MMSS) en ballet, las cuales son esenciales para la realización de las distintas posturas más complejas:

POSICIONES BÁSICAS	MMII	MMSS
1ª Posición	Pies unidos por los talones, alineados en línea recta.	Brazos con el codo ligeramente flexionado, curvados hacia delante, colocados a la altura del ombligo, y dedos levemente separados.
2ª Posición	Pies en línea recta con oposición de talones y con un espacio de separación de una planta del pie.	Brazos extendidos a los lados, en línea con los hombros. Se debe evitar el descenso de los codos.
3ª Posición	Pies colocados uno delante y otro detrás, con puntas hacia fuera, unidos por la mitad posterior de una de las plantas.	Uno de los brazos permanece en primera posición y el otro en segunda.

4ª Posición	Pies colocados de delante a atrás con una separación de 30 cm entre ellos.	Un brazo se mantiene en primera posición y el otro se eleva por encima de la cabeza, en una línea curva natural sin tensión.
5ª Posición	Unión de los pies de forma inversa, es decir, haciendo coincidir las puntas con los talones.	Elevación de ambos brazos por encima de la cabeza, curvados y con las manos separadas unos cuantos centímetros.

Tabla 1. Posiciones básicas en la danza clásica. Fuente: Elaboración propia basada en el libro *Primeros pasos en Ballet Clásico* de la editorial Parramón.

Además de estas posiciones, es muy importante la posición de puntas; ya que, a parte de las posiciones básicas, el trabajo en puntas es lo que caracteriza al ballet. Únicamente las bailarinas bailan en puntas, dicha postura requiere de una marcada flexión plantar y mantener los dedos de los pies en una posición relativamente neutra sobre el eje longitudinal del pie. La fuerza de los músculos intrínsecos del pie y de la musculatura del tobillo cobra gran importancia, ya que el trabajo en puntas genera gran inestabilidad en el pie y tobillo (11).

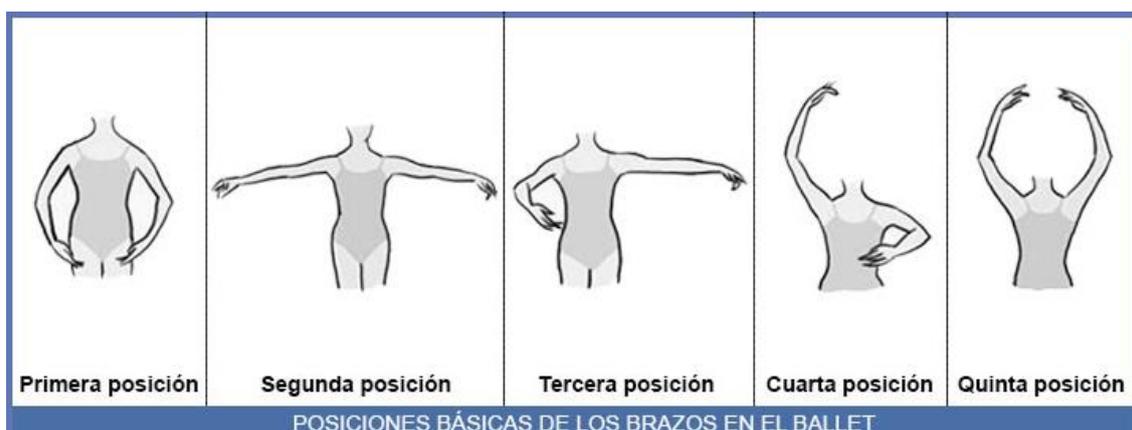


Figura 1. Posiciones básicas del MMSS en la danza clásica. Fuente: *Ballet Moderno*.

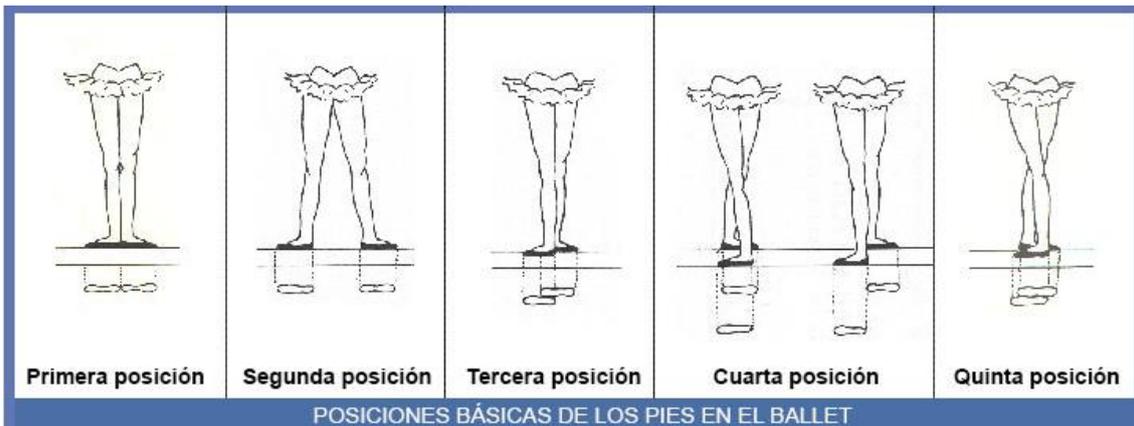


Figura 2. Posiciones básicas del MMII en la danza clásica. Fuente: Ballet Moderno.

Debido a la cantidad de horas de entrenamiento y a la exigencia que éste impone al sistema músculo esquelético de los practicantes de la danza, es frecuente la aparición de lesiones. Una lesión ocurre cuando el estrés al que se encuentra sometido un tejido ya sea de forma intensa o repetitiva, es mayor que su capacidad para manejarlo (12). Existen múltiples factores que pueden hacer, en cualquier momento, más o menos vulnerable a un bailarín comparado con otros bailarines del mismo género, edad o incluso tipo de entrenamiento. Las lesiones en la danza son muy comunes y son debidas a una compleja relación de factores intrínsecos y extrínsecos. Se atribuyen a los bailarines los siguientes factores intrínsecos: el sexo, la edad, la fuerza muscular, el índice de hipermovilidad, el tipo de personalidad, el nivel cardiovascular, lesiones anteriores. Los factores extrínsecos son aquellos que tienen que ver con el entorno del bailarín: el tipo de calzado, la luminosidad, el tipo de suelo, la seguridad y procedimientos de los lugares de estudio o trabajo, y del conocimiento esencial de anatomía, fisiología y kinesiología por parte de los profesores o coreógrafos, y conocimientos de la especificidad, periodización, sobrecarga y sobre entrenamiento (13).

La mayoría de las lesiones en la danza se pueden clasificar en dos categorías: las debidas a incidentes como pueden ser fallos en la ejecución de la técnica o las debidas al sobreuso. Estas primeras lesiones a no ser que se traten mejorando la técnica de baile, no se curarán. El mejor tratamiento para las lesiones en este deporte es la prevención (10). La característica principal de estas lesiones es que son de origen multifactorial, por lo que su causa resulta difícil de identificar. Frecuentemente son lesiones secundarias debidas a cambios crónicos en la posición articular y desequilibrio muscular como resultado de los entrenamientos (13).

Los mecanismos de lesión en ballet pueden ser los siguientes: mala alineación en cualquiera de los segmentos corporales, el rango de movilidad en las articulaciones, y la más común de todas, posiciones forzadas denominadas “turnouts”. La alineación de los segmentos corporales es muy importante en ballet, sobretodo de la extremidad inferior; la mala alineación del fémur, rodilla, tibia, retropié, mediopié y antepié puede provocar hipomovibilidades o hipermovibilidades en cualquiera de dichos segmentos al realizar las posiciones básicas de este deporte, lo que puede conllevar múltiples lesiones. Una limitación de movimiento o por el contrario un exceso de movimiento de la rodilla, tobillo o pie, provocan que el bailarín genere compensaciones que aumentan el riesgo de lesión. La gran mayoría de las posiciones en ballet requieren la realización de “turnout” es decir, una excesiva rotación externa de las extremidades inferiores que causa una alineación y rotación anormales. Es por ello que esta posición forzada puede producir dolor en la rodilla y tobillo, una excesiva pronación y pérdida del arco plantar longitudinal del pie (14).

Los bailarines de élite son atletas y sus entrenamientos, ensayos y actuaciones los predisponen a sufrir lesiones. El estrés que genera toda esta actividad puede ser una causa común de las lesiones por sobreuso y de algunas lesiones únicas en los bailarines. Además, las lesiones en la danza también pueden ser el resultado de traumatismos, como por ejemplo al aterrizar en un giro, salto o piruetas, o debido a repetitivos microtraumatismos que suelen ocurrir tras un entrenamiento de alta duración e intensidad (2).

Según estudios epidemiológicos en bailarines de danza clásica, se ha estimado que la incidencia de lesión en un año es de entre un 40% y un 80%. Se estima que entre el 41% y el 77% de los bailarines pre-profesionales se lesionan durante el periodo de estudios (6, 8). En un estudio epidemiológico realizado durante el 2013 y 2014, se hizo una encuesta a 71 bailarines de ballet pre-profesionales de distintos niveles de formación, de la que se obtuvieron los siguientes resultados: el 85,9% de los participantes sufrieron al menos una lesión durante el periodo académico; además, la incidencia de lesión fue de 0,8 a 2,4 lesiones por cada 1000 horas de trabajo (5). Así mismo, la incidencia de lesión en las mujeres es más alta que en los hombres, siendo los esguinces de tobillo, y las lesiones del pie y de rodilla más comunes en las mujeres, mientras que las distensiones musculares son más comunes en los hombres (2, 8).

Las lesiones de MMII en la danza clásica, forman entre el 69% y el 91% de las lesiones que sufren los bailarines pre-profesionales (6). En otro estudio epidemiológico realizado durante los años 2010-2012 a bailarines procedentes de Norteamérica, Sudamérica, Asia y Europa, comprendidos entre los 12 y los 50 años de edad; se estimó que las zonas de lesión más comunes fueron la región del tobillo (54,17%), la pelvis o cadera (44,11%) y la rodilla (41,10%) (15).

Las principales lesiones comunes son los esguinces, siendo el de tobillo la lesión más común, las tendinitis y las distensiones musculares (5). También son habituales aunque con menos frecuencia las siguientes lesiones: en la rodilla ocurren roturas de ligamentos tanto del ligamento cruzado anterior (LCA) como de los ligamentos laterales, lesiones en los meniscos, condromalacia rotuliana y subluxación de la rótula, lesiones por la excesiva rotación externa de las posiciones; fracturas por estrés, periostitis tibial, síndrome de pinzamiento anterior o posterior del tobillo, fascitis plantar, subluxación del cuboide, lesión de los sesamoideos y hallux valgus.(2, 4, 10). El pie y el tobillo son las formas de lesión más comunes en la mayoría de los deportes: un esguince de tobillo es la lesión traumática más común en los bailarines (16).

La estabilidad postural tiene gran influencia en las lesiones deportivas, existe evidencia acerca de que cuando se ha sufrido una lesión en el deporte, la estabilidad postural se encuentra reducida enormemente. También, esta estabilidad se puede ver afectada por los distintos niveles de la actividad deportiva, así como su intensidad, cantidad y tipo, lo que hace que sea un factor de riesgo para los deportistas (17).

El entrenamiento propioceptivo es beneficioso para prevenir lesiones de MMII, reducir el tiempo de recuperación y evitar recaídas en dichas lesiones. Presenta beneficios en los atletas tras lesiones de rodilla y de tobillo, mejora la estabilidad postural, la flexibilidad, la posición y estabilidad articular, así como aumenta la velocidad de la reacción muscular. Es por ello que los ejercicios de propiocepción deberían verse como un objetivo en la técnica de la danza, además tendrían que ser una parte importante del entrenamiento de los bailarines (18).

La propiocepción se describe como el *feedback* sensorial que participa en la sensación consciente (muscular), la postura (equilibrio postural) y en la estabilidad articular. Los propioceptores son los encargados de mediar dicho *feedback* y están localizados en los músculos, tendones, ligamentos, cápsulas articulares y en la piel (19). El neuropsicólogo Charles Sherrington, creó en 1906 el término propiocepción

proveniente del latín "*propius*" que significa "de uno mismo" para la información sensorial obtenida de los neuroreceptores situados en las distintas estructuras corporales como articulaciones, ligamentos y tendones (20). Es la percepción de manera consciente e inconsciente de la posición o movimiento de las articulaciones en el espacio (21). Detecta la posición estática del cuerpo y su movimiento dentro de una tarea y entorno específicos. El sensor de la posición estática da información de la orientación del cuerpo y de la relación entre las distintas partes corporales; mientras que el sensor del movimiento tiene un *feedback* mecánico y neuromuscular sobre la dirección, fuerza, velocidad y amplitud del movimiento (22).

La propiocepción puede dividirse en dos categorías: la sensación estática de la posición de cada articulación; y la sensación dinámica, cuyos sensores son sensibles a la velocidad de cada movimiento. La actividad de los mecanorreceptores distribuidos por el tejido conectivo, los músculos y la piel; deriva estas sensaciones, que junto con el *input* vestibular de los canales del oído interno, informan de los estados de los distintos segmentos corporales y de su configuración relativa. Es decir, proporcionan información de la propiocepción dinámica y estática (23). Además, la propiocepción ayuda a que el movimiento sea eficiente, mediante el reclutamiento de las fibras musculares únicamente necesarias para que dicho movimiento sea correcto y se ahorre energía. También incluye la capacidad de detectar la posición de las articulaciones, la fuerza muscular, y la longitud y velocidad de las fibras musculares; permitiendo así al sistema nervioso central recibir un *feedback* de las relaciones espaciales y del inicio coordinado de los movimientos. Contribuye de forma esencial y compleja en el control postural y en el equilibrio del sistema sensorial (3, 24).

Al realizar un movimiento voluntario, se produce un *feedback* continuo por parte del sistema sensorial para disminuir la diferencia entre la sinergia muscular inicial y el resultado buscado. Cuando se realiza el movimiento voluntario de forma rápida en las extremidades, el *feedback* propioceptivo es demasiado lento como para poder coordinar el movimiento continuo. La realización de movimientos rápidos que incluyan varias articulaciones puede llevar a errores espaciales, como que el *feedback* de la propiocepción esté disminuido (3, 25).

Muchos deportes requieren una habilidad de equilibrio superior para alcanzar el más alto nivel de competición y evitar lesiones en los MMII. Para el control del equilibrio, el sistema nervioso central integra distintos tipos de información (visual, vestibular y propioceptiva) para producir órdenes motoras que coordinan la activación de la distinta

musculatura (26).

A pesar de que la propiocepción es muy importante en el deporte, en la danza este concepto es menos conocido. El movimiento en la danza necesita de una adecuada sensación de la posición de las articulaciones y de una alta capacidad de control postural. La propiocepción afecta a estas dos cosas; por lo que es necesario un mayor desarrollo en comparación con el resto de la población. Esta habilidad es realmente importante en los bailarines, ya que su buen funcionamiento y entrenamiento suponen una gran ventaja; sobre todo a la hora de prevenir lesiones. Cuando se lesiona un tejido, hay una pérdida de la propiocepción, que puede derivar en una lesión. Se puede aumentar la propiocepción gracias al entrenamiento de la misma, lo que reduce el riesgo de lesión. Por lo general, las alteraciones en la propiocepción suponen un grave problema en los bailarines (3).

La estabilidad de una determinada postura se basa en el control propioceptivo, garantizando de esta forma la seguridad durante movimientos básicos, como pueden ser saltar, caminar, correr; y de las habilidades motoras durante el movimiento fluido (12). Dentro del sistema propioceptivo, la propiocepción del tobillo es la que más importancia tiene para el control del equilibrio dentro del deporte. En ciertos deportes como por ejemplo la danza, la gimnasia, el bádminton, la natación y el fútbol; requieren mayor propiocepción en esta articulación (26). La rodilla también juega un papel importante en el equilibrio ya que actúa como una estructura neurosensorial muy importante, debido a que contiene ligamentos y meniscos que envían diferentes estímulos a través de los mecanorreceptores que contiene, a parte de la musculatura (27).

Una buena forma de prevenir lesiones es mediante el desarrollo de la propiocepción. Estudios han demostrado que se ha llegado a reducir la aparición de esguinces de tobillo y de rodilla; en uno de ellos la aparición de dichas lesiones se llegó a reducir un 81% y un 64,5% respectivamente. Estos resultados mostraron que la mejora de control propioceptivo en posiciones únicas es una clave para la reducción de esguinces de tobillo y de rodilla de forma efectiva (12).

La disminución de las lesiones de tobillo y rodilla se pueden explicar debido a la existencia de dos mecanismos que actúan de forma sinérgica. El primer mecanismo consiste en que el aumento del control propioceptivo permite un mejor control del movimiento, de esta forma hay una correcta gestión de los saltos y las trayectorias de

toma de contacto con el suelo, reduciendo al mínimo el estrés sobre los miembros inferiores. La contracción refleja de los músculos estabilizadores de forma repetitiva, aumenta la fuerza y resistencia de esta musculatura durante la ejecución de ejercicios de alta intensidad. Todo esto hace que dichos reflejos puedan contrarrestar las situaciones tanto esperadas como inesperadas que producen dichas lesiones (28, 29, 12).

El segundo mecanismo está basado en el efecto acumulativo que tienen las fuerzas de tracción que se aplican sobre las estructuras pasivas, tanto ligamentos como cápsulas, aumentando su resistencia al estrés, para mejorar su acción protectora. Esta plasticidad de los tendones y ligamentos va a estar sujeta a su capacidad de adaptación a las variaciones mecánicas de la carga mediante el ajuste de su tamaño y propiedades (30, 12).

La mejora del control propioceptivo y la reducción de esguinces de rodilla y de tobillo, confirman los resultados de otros estudios que hacían referencia a una supuesta relación entre la alteración de la estabilidad y las lesiones del miembro inferior (31). Freeman sugirió en 1965, que las inestabilidades del pie y del tobillo que tienen que ver con los esguinces recurrentes, son debido a una disminución del estímulo somatosensorial. Esto es debido a que se produce un daño en los mecanorreceptores de la cápsula y los ligamentos. Para la recuperación de esta alteración motora, recomienda realizar ejercicios de coordinación sobre un plato de Bohler (32). Posteriormente, se denominó a este concepto entrenamiento propioceptivo y se convirtió en una forma muy útil de prevención y tratamiento de esguinces, sobre todo de tobillo y de rodilla (33, 34).

Las superficies adaptables o inestables como las colchonetas o la pelota BOSU® se suelen usar para hacer ejercicios de propiocepción. Estas superficies, interrumpen en el equilibrio la intervención somatosensorial, y aumentan la dependencia de estímulos vestibulares y visuales. Los ejercicios sobre estas superficies son importantes para el entrenamiento del equilibrio en deportistas y personas con disminución de la actividad somatosensorial como ocurre en aquellas personas con recurrentes esguinces (34).

Hoy en día, el entrenamiento propioceptivo puede incluir numerosos ejercicios como por ejemplo hacer equilibrio con un solo miembro inferior y con los ojos cerrados sobre superficies inestables como el BOSU® (35, 34). Esta herramienta consiste en una

base sólida de plástico con una semiesfera de goma inflada, que sirve para hacer equilibrio. Fue creado en el año 2000 por David Weck y es el acrónimo de “*Both Sides Up*”; sin embargo, actualmente BOSU® significa también “*Both Sides Utilized*” ya que se puede usar tanto la base como la superficie para hacer ejercicio (35).

Hertel incluyó en el modelo teórico de la inestabilidad funcional, la percepción consciente de la información somatosensorial, las respuestas reflejas y la carencia del control motor; todo esto podría darse en la inestabilidad del tobillo cuando se produce un esguince en el mismo, por lo que será de gran importancia prevenir la inestabilidad de la articulación y que se puedan generar esguinces repetitivos. Es por ello, que el objetivo del entrenamiento propioceptivo sea que se restaure la función propioceptiva (36, 33).

Existen multitud de ejercicios propioceptivos, los cuales se pueden clasificar en los siguientes tipos: entrenamiento del equilibrio (entrena el sistema propioceptivo de forma estática como por ejemplo ejercicios con una pierna, uso progresivo de superficies de gomas, etc.), ejercicios pliométricos, isocinéticos, en cadena cinética abierta o cerrada, ejercicios para disminuir el tiempo de reacción, y por último, ejercicios específicos de readaptación al deporte de interés. El entrenamiento propioceptivo debe de tener una duración de entre 5 y 30 minutos, el tiempo variará en función del objetivo que se tenga: para prevención suele ser más corto y para rehabilitación más largo; se realizarán entre 2 y 5 ejercicios, con entre 5 y 15 repeticiones, y se harán hasta 3 series. Dicho entrenamiento se deberá hacer entre 3 y 5 veces por semana (37).

El entrenamiento propioceptivo se ha empleado mucho como fortalecimiento. También se ha investigado mucho su efecto en el equilibrio y en la prevención de lesiones. Sin embargo sigue habiendo poca evidencia acerca del mecanismo que hay en la mejora del equilibrio después de someterse al entrenamiento (34).

Guillén define el equilibrio como la capacidad para mantener cualquier posición en contra de la acción de la gravedad. Está relacionado con las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, existen dos tipos de equilibrio: el estático y el dinámico. En el equilibrio estático, la fuerza resultante de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual a cero; y en el equilibrio dinámico, el cuerpo se desplaza a una velocidad lineal constante (38). Para que un cuerpo esté en equilibrio se debe de cumplir lo siguiente: la suma de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo debe de ser cero al igual que la suma de todos los momentos de fuerza que actúan sobre el cuerpo. Es por ello que un cuerpo

solamente puede estar en situación de equilibrio o de desequilibrio. La estabilidad es la capacidad que tienen los cuerpos para mantener el equilibrio (39). Si tras aplicarle una fuerza a un cuerpo que le desvía, regresa a su posición de equilibrio inicial, se encuentra en equilibrio estable (40).

La estabilometría es la técnica que estudia las oscilaciones del cuerpo humano en bipedestación mediante una plataforma estabilométrica (41). Se ha mostrado como una forma de medida válida y fiable del equilibrio (42). Es un método diagnóstico que sirve para detectar las alteraciones del equilibrio en la postura. Hoy en día se emplean multitud de plataformas estabilométricas (43).

Para entender la estabilometría es importante tener claros los siguientes conceptos (40, 44):

- El centro de gravedad (CDG) es el punto en el que se encuentra concentrado el peso de un cuerpo. Estando en bipedestación, la localización de este punto varía según la estructura corporal, la edad y el sexo del sujeto. La línea de gravedad consiste en la proyección del CDG sobre el suelo, es una línea perpendicular al suelo que pasa a través del centro de gravedad. Esta línea es determinante para la estabilidad.
- Llamamos base de sustentación (BS) al área encerrada al unir los puntos de apoyo externos, es decir, los pies. El límite de estabilidad (LE) es el área que está limitada en la cual la persona desplaza su línea de gravedad dentro de unos márgenes seguros, de modo que no altera su estabilidad.
- El centro de presiones (CDP) es la zona donde se juntan todas las fuerzas que se aplican a la superficie de soporte, el punto de aplicación de la fuerza de reacción del suelo. Se encuentra situado en el interior de la base de sustentación y del límite de estabilidad, a unos centímetros por delante de la articulación del tobillo y que puede variar con distintas amplitudes según la oscilación del sujeto; durante una posición de bipedestación y de forma estática.

CONCEPTOS	DEFINICIONES
CDG	Punto en el que se encuentra concentrado el peso de un cuerpo. Su localización varía según la estructura corporal, la edad y el sexo del sujeto
Línea de gravedad	Es la proyección del CDG sobre el suelo, es una línea perpendicular al suelo que pasa a través del centro de gravedad
BS	Área encerrada al unir los puntos de apoyo externos, es decir, los pies.
LE	Área que está limitada en la cual la persona desplaza su línea de gravedad dentro de unos márgenes seguros, sin alterar su estabilidad.
CDP	Zona donde se juntan todas las fuerzas que se aplican a la superficie de soporte, el punto de aplicación de la fuerza de reacción del suelo. Se encuentra situado en el interior de la base de sustentación y del límite de estabilidad,

Tabla 2. Conceptos importantes. Fuente: Elaboración propia.

El control postural tiene por objetivo principal mantener en equilibrio los conductos semicirculares del oído interno, la horizontalidad de la mirada y un estado de confort general. Puede tener numerosas finalidades según las distintas circunstancias: la alineación longitudinal del cuerpo para así mantener una posición erguida de manera constante, el reajuste postural previo a un movimiento voluntario; en la danza por ejemplo, dispone al cuerpo para la exhibición y se encarga del mantenimiento de la estabilidad al realizar un ejercicio, o de la conservación de la energía durante el mismo. El control postural supone la interacción del sujeto con las tareas y el entorno, otorgando orientación y estabilidad postural (44, 45). No es un proceso automático, necesita de cierto nivel de atención, especialmente cuando aumenta la dificultad de una tarea. El control dinámico postural es la habilidad de mantener el centro de masas dentro de la BS mientras que el cuerpo es sometido a perturbaciones internas o externas, a las cuales se puede anticipar o no (46).

La señal del CDP la forma el desplazamiento del mismo durante un periodo. Puede verse de dos maneras, la primera es mediante un estabilograma que consiste en la representación de los desplazamientos del CDP en una dirección, bien sea antero-posterior o medio-lateral, en función del tiempo; la segunda es mediante un estatokinesigrama que consiste en la representación gráfica de los desplazamientos del centro de presiones dentro del plano horizontal (41).

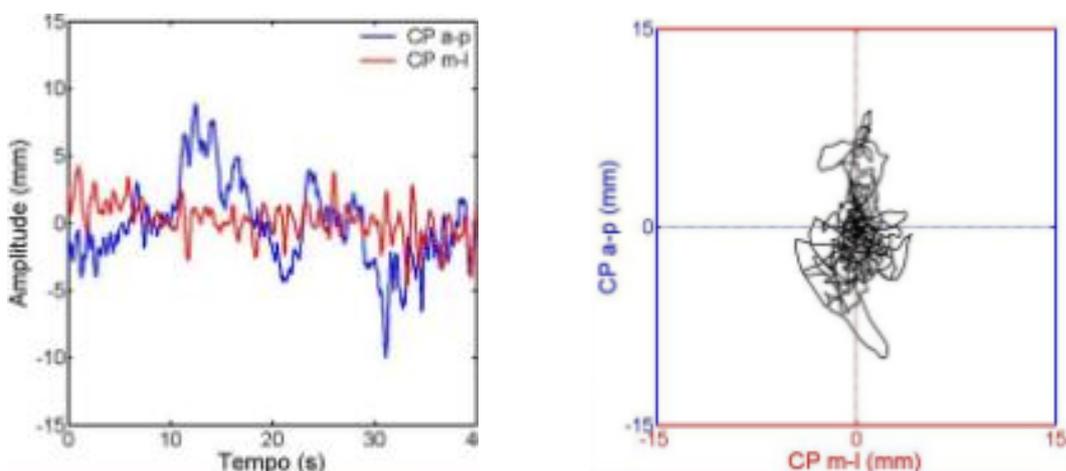


Figura 3. Ejemplos de gráficas de estabilograma y estatokinesigrama. Fuente: Métodos de análisis del control postural. Wiest, MJ.

Esta señal es lo que permite sacar los parámetros en la estabilometría, con los que se pueden sacar conclusiones del control postural. Estos parámetros se emplean para poder cuantificar las migraciones del CDP en cuanto a su área, trayectoria, posición principal, velocidad de desplazamiento, la frecuencia de las oscilaciones y la frecuencia de potencia media. Todo esto puede ser de gran ayuda para aclarar aspectos del control postural desde el punto de vista biomecánico y neurofisiológico (41).

Winter et al. establecieron que la bipedestación es un movimiento sobre una base fija, de forma que existe una oscilación como resultado del control postural. Es por estas oscilaciones que se dedujo que hay una actividad de estabilización constante compensando el desequilibrio anterior al cual nos encontramos sometidos en bipedestación, ya que la línea de gravedad se encuentra anterior y hay un predominio de la masa corporal en los dos tercios superiores del cuerpo (47).

La frecuencia y cuánto cambia el CDP su dirección mientras se mueve en la plataforma, es lo que caracteriza el balanceo (48). Las plataformas estabilométricas proporcionan la señal del balanceo del CDP, independientemente del tipo, número y

características de los sensores que tengan. Esta señal de balanceo, es la gráfica del tiempo de movimiento sobre el eje X e Y del CDP mientras que se realiza la prueba sobre la plataforma (49).

- El eje X se corresponde con la línea horizontal del eje latero-lateral.
- El eje Y se corresponde con la línea horizontal del eje antero-posterior.

Estas plataformas miden las siguientes variables estabilométricas: el área de superficie en forma de elipse a partir del desplazamiento del CDP, la velocidad media del CDP, la velocidad máxima antero-posterior y la velocidad máxima medio-lateral, la longitud del desplazamiento del CDP en el eje X (oscilación medio-lateral) y en el eje Y (oscilación antero-posterior), el desplazamiento total del CDP, la amplitud máxima del estabilograma en el eje X e Y, el análisis espectral de la señal y el coeficiente de Romberg, el cual muestra la relación que existe entre las áreas de superficie con los ojos abiertos y los ojos cerrados (40, 50).

El tiempo de duración de la prueba se ha debatido en numerosas ocasiones, ya que se dan dos factores que deben ser tenidos en cuenta: el primero es que cualquier tarea requiere de un periodo de adaptación y que a su vez se verá afectada tanto por la falta de atención y la fatiga; el segundo factor es que los constantes cambios que se producen en nuestro cuerpo, hacen que las ejecuciones nunca puedan ser pensadas como totalmente estables. El tiempo de medida que se establece está dentro de un rango de 20 a 60 segundos. También se dice que la prueba debe de realizarse durante un tiempo inferior a 1 min, 40 segundos. En general, para que la medida y parámetros sean constantes, fiables y razonables, para que se puedan usar en los estudios, se debe medir los parámetros de oscilación durante 25-40 segundos añadiendo un tiempo previo de unos 5 o 10 segundos para las adaptaciones de la postura antes de empezar (49).

Se ha encontrado poca evidencia hasta el momento acerca del uso de la estabilometría en la danza. Sin embargo existen algunos artículos que muestran su eficacia. En el año 1996 se realizó un estudio a 53 bailarines del Ballet Real de Suecia, en el cual se observó cómo afectaba un programa de rehabilitación a la postura; dicho programa consistía en ejercicios de temprano rango de movimiento con ejercicios de coordinación y fortalecimiento sobre una tabla de equilibrio. Para la estabilidad postural es requerida una buena propiocepción en el tobillo. Se emplearon variables estabilométricas como la amplitud de las oscilaciones medio-laterales y antero-posteriores del cuerpo, el número de veces que la línea media corporal fue traspasada, y el área de esas oscilaciones mediante los cambios de posición del centro de gravedad.

Todo ello sobre una plataforma de fuerza. Los bailarines lesionados tenían mayores oscilaciones y presentaban un área mayor. Durante la rehabilitación estos parámetros disminuyeron (16).

Muelas et al. llevaron a cabo un estudio en 2014 que tuvo como objetivo estudiar la relación entre la complejidad y el rendimiento mediante la comparación de dos grupos con distinta experiencia en el control postural, bailarines y no bailarines; y en dos condiciones visuales (ojos abiertos y cerrados) durante un ejercicio de equilibrio. Usaron la estabilometría para medir la habilidad del equilibrio, mediante una plataforma estabilométrica. Los sujetos del estudio debían permanecer descalzos sobre la plataforma manteniendo el equilibrio en bipedestación durante 30 segundos, con los ojos abiertos y cerrados. Los resultados fueron que los bailarines tenían mejor equilibrio con los ojos abiertos que el grupo sin experiencia, también fueron los únicos en disminuir la complejidad con los ojos cerrados. Ambos grupos presentaron menor rendimiento con los ojos cerrados. En definitiva, el mayor control postural de los bailarines está sujeto a la información visual que reciben del entorno (42).

Un estudio realizado a 20 bailarines de la Escuela de Danza de Ottawa en Canadá en 2016 trató de averiguar si los bailarines, debido a su entrenamiento especializado en el control de la postura y del equilibrio, requerían menos nivel de atención en el control dinámico de la postura comparado con no bailarines. Se realizó un seguimiento de las oscilaciones del centro de presiones antero-posteriores y medio-laterales, en una tarea que requiriese control postural dinámico, mientras se encontraban en bipedestación sobre una plataforma de fuerza. Los resultados de dicho estudio fueron que presentaban un mayor control en la oscilación medio-lateral del CDP que los no bailarines (46).

La estabilometría y la propiocepción se han empleado en numerosos deportes, así como en pacientes neurológicos y gente de avanzada edad. Existen estudios en los que se ha relacionado o empleado la estabilometría y la propiocepción; muchos de estos estudios han supuesto un método de prevención para reducir los mecanismos lesionales.

Un ejemplo de estudio que relaciona la estabilometría y la propiocepción en pacientes neurológicos es el realizado en 2013 por Villarroya et al., cuyo objetivo fue determinar si mediante la realización de un programa de entrenamiento con vibración en el cuerpo se mejora el equilibrio estático en adolescentes con Síndrome de Down. Se midió entre otras cosas, los parámetros posturales: superficie del CDP, oscilaciones

antero-posteriores y medio-laterales, y la velocidad media. Dichas mediciones se tomaron en cuatro formas diferentes: ojos abiertos y ojos cerrados con un soporte fijo en el pie, ojos abiertos y cerrados sin soporte fijo en el pie. Se obtuvieron diferencias significativas en las oscilaciones medio-laterales y en la velocidad media del CDP en la posición de ojos cerrados sin soporte. Por lo que se concluyó que la intervención tenía efectos positivos en el equilibrio de los adolescentes con Síndrome de Down bajo ciertas condiciones, con la visión y el input somatosensorial alterados (51).

Martínez et al. realizaron un estudio en 2013, en el cual se evaluó los efectos de un entrenamiento propioceptivo de 12 semanas en la estabilidad postural, paso, equilibrio y la prevención de caídas en adultos de avanzada edad, mayores de 65 años. Se midieron las variables estabilométricas con ojos abiertos y cerrados. El programa de entrenamiento mejoró las oscilaciones medio-laterales con los ojos abiertos y las antero-posteriores con los ojos cerrados. Es por ello que se concluyó que un entrenamiento propioceptivo de 12 semanas, en adultos de edad avanzada mayores de 65 años, es efectivo para el equilibrio, paso y estabilidad postural, disminuyendo así el riesgo de caída (52).

Otro ejemplo del interés que despierta la relación entre control postural e incidencia lesional es un estudio llevado a cabo en 2003 con escaladores y futbolistas, para determinar si el ejercicio de escalada sería de interés en la rehabilitación de las lesiones de tobillo mejorando su coordinación, propiocepción y estabilidad. Los sujetos del estudio debían realizar el ejercicio propuesto tres o cuatro veces por semana, la estabilidad del tobillo se midió mediante la estabilometría usando una plataforma de fuerza, la cual mostraba las migraciones del centro de gravedad; sobre dicha plataforma los sujetos debían estar durante un minuto en bipedestación monopodal. Los escaladores mostraron mejores resultados estabilométricos, también presentaron mayor fuerza máxima en la flexión del tobillo. En conclusión, los ejercicios de escalada pueden ser una opción interesante a la hora de rehabilitar la inestabilidad del tobillo (53).

Romero et al. analizaron la estabilometría en atletas en un estudio en 2013, para determinar si los atletas lesionados tenían diferentes valores de estabilometría antes de lesionarse en el periodo de entrenamiento que aquellos que no se lesionaron. El estudio mostró que aquellos que tenían los peores valores de dispersión de las variables del CDP eran más propensos a lesiones deportivas tras el entrenamiento. En las mediciones monopodales, los atletas con peor estabilidad medio-lateral eran más propensos a lesionarse. Se dedujo entonces, que era recomendable añadir un

entrenamiento propioceptivo a la rutina habitual para mejorar los parámetros estabilométricos, y también para disminuir o eliminar el riesgo de lesión (17).

La universidad de Jaén aprobó otro estudio de Romero et al. en 2014, en el cual se analizaría el efecto a corto plazo de un entrenamiento propioceptivo en la estabilometría monopodal de atletas sobre una plataforma inestable. Los deportistas fueron testados antes del entrenamiento propioceptivo de 25 minutos y después se les volvió a medir otras cinco veces en diferentes tiempos: nada más acabar el entrenamiento, después de 30 minutos, 1 hora, 6 horas y 24 horas después de la actividad propioceptiva. Los resultados mostraron que se producían alteraciones significativas en los valores de la posición del CDP en el grupo control tras el entrenamiento propioceptivo, mientras que el grupo experimental mostró valores similares durante todas las mediciones. Esto significaría que el entrenamiento propioceptivo tiene un efecto estabilizador en la estabilometría. Como conclusión, introducir un entrenamiento deportivo de 25 min en una plataforma inestable disminuye el desplazamiento del CDP, lo que es importante para la prevención de lesiones (54).

Por todo lo anteriormente expuesto, se puede concluir que en la danza clásica un buen control del equilibrio es fundamental para el buen rendimiento del bailarín. Para ello es necesario un alto control propioceptivo, ya que sin él se disminuye la estabilidad postural y puede derivar en lesiones. De esta manera se justifica la realización del presente estudio, cuyo objetivo es analizar los efectos sobre el equilibrio al incluir un entrenamiento propioceptivo al entrenamiento habitual de los bailarines pre-profesionales.

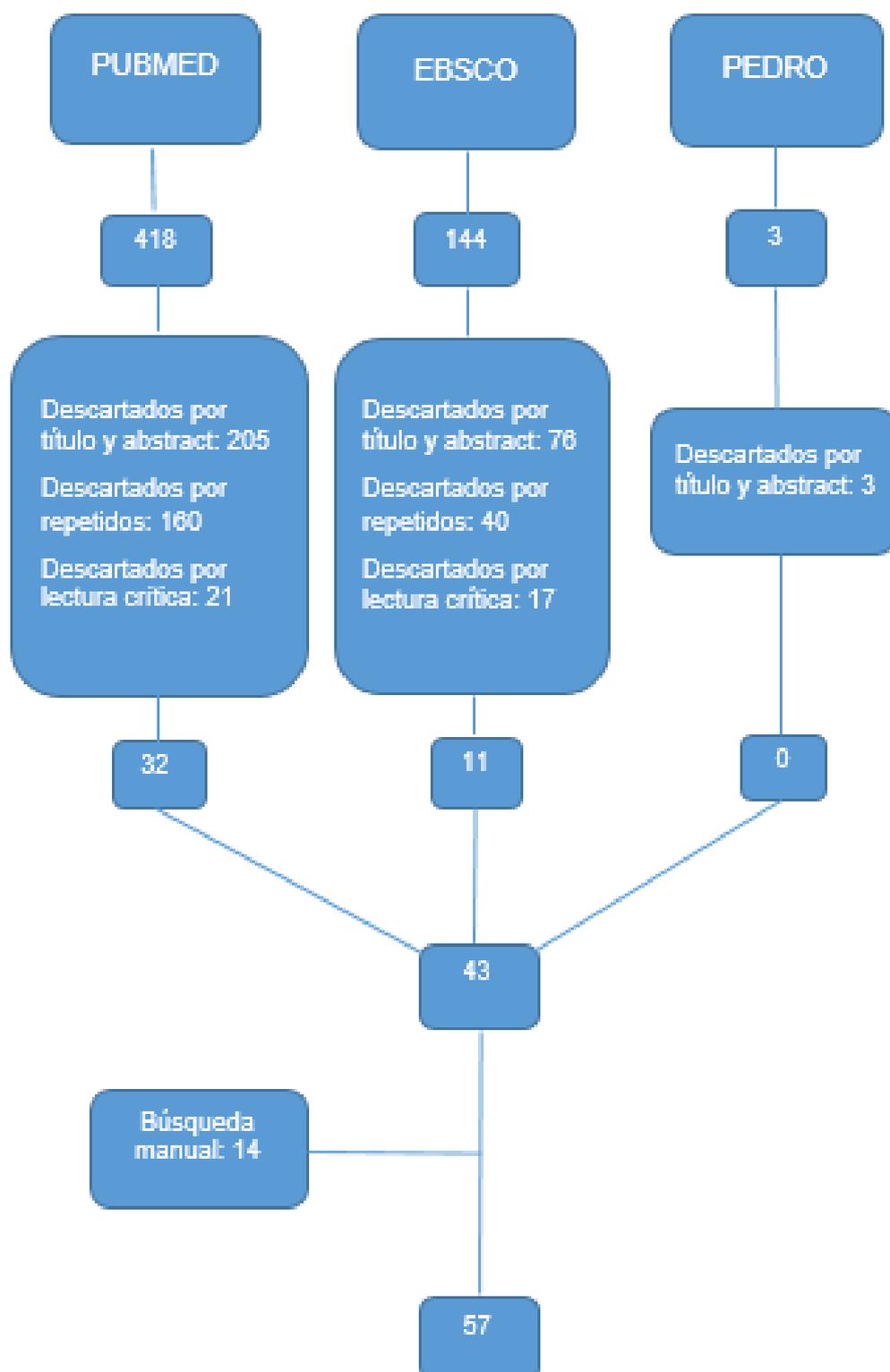
Evaluación de la evidencia

La búsqueda bibliográfica se realizó en las siguientes bases de datos: PUBMED, EBSCO, PEDRO y Google Académico. Se emplearon los siguientes términos MeSH y términos libres como palabras clave:

- Términos MeSH:
 - Physical therapy modalities.
 - Proprioception, proprioception physiology, proprioception physiopathology, proprioception instrumentation.
 - Postural balance, postural balance instrumentation, postural balance physiology, postural balance physiopathology.
 - Exercise therapy.
 - Sports.
 - Ankle, ankle joint, ankle injuries.
- Términos DeCS:
 - Physical therapy modalities.
 - Postural balance.
 - Proprioception.
 - Exercise.
 - Sports.
 - Ankle joint.
- Términos libres:
 - Dancers.
 - Stabilometry.

En todas las bases se emplearon los filtros de una antigüedad de 5 años, idioma inglés y español, y en humanos. Al ser haber pocos estudios sobre bailarines se amplió el filtro a 10 años en las búsquedas con dicha palabra clave. Se combinaron los distintos términos con los booleanos OR y AND (Anexo 1).

Diagrama de flujo



Objetivos del estudio

Objetivo general:

Analizar los efectos sobre el equilibrio al incluir un protocolo de ejercicios propioceptivos con el equipo BOSU® al entrenamiento de bailarines de danza clásica.

Objetivos específicos:

- Analizar si existen diferencias significativas en las oscilaciones anteroposteriores del CDP entre ambos grupos del estudio.
- Analizar si existen diferencias significativas en las oscilaciones medio-laterales del CDP entre ambos grupos del estudio.
- Analizar cómo influye el IMC en el resultado del estudio.

Hipótesis

Hipótesis conceptual:

La inclusión de un entrenamiento propioceptivo con el equipo BOSU® al entrenamiento habitual de bailarines de danza clásica mejora el equilibrio.

Metodología

Diseño

Estudio analítico experimental en el que la muestra se dividirá en dos grupos, un grupo control en que los participantes realizarán su entrenamiento habitual y otro experimental en el que a los participantes además se les añadirá un entrenamiento propioceptivo con el equipo BOSU®. Los sujetos serán asignados de forma aleatoria a uno de los grupos mediante el programa de aleatorización RANDOM (Visual Studio 2017 RC de Microsoft®). Se realizará un muestreo no probabilístico por conveniencia; y será un estudio sin enmascaramiento, ya que tanto el investigador como el sujeto saben a qué grupo pertenecen. Sin embargo, el analista no sabrá si se trata del grupo control o experimental.

El estudio respetará los aspectos éticos de la Declaración de Helsinki, aprobada en 1964 por la Asamblea Médica Mundial (AMM). Para llevar a cabo la investigación, se presentará para su aprobación al Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) (anexo 2) y a la Comisión de Investigación de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios”.

Se pedirá el consentimiento para la participación en el estudio de tres conservatorios profesionales de danza de Madrid: el Conservatorio Profesional de Danza Mariemma, el Conservatorio Profesional de Danza Fortea y el Conservatorio Profesional de Danza Carmen Amaya. Los sujetos del estudio recibirán una hoja de información al paciente (anexo 3), en la cual se le explicarán la finalidad y detalles del estudio, cómo será la intervención que se llevará a cabo, el tiempo de duración, además de la seguridad y legalidad del mismo. También se le entregará una hoja de consentimiento informado (anexo 4). Además, los padres de aquellos sujetos que sean menores de edad, deberán de firmar una autorización para que dicho participante pueda formar parte del estudio. Todos los documentos deberán ser leídos y firmados antes de empezar el estudio.

Se asegurará el cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999 del 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal durante todo el estudio, respetando así el anonimato del paciente y su intimidad. Para ello, se creará una base de datos anónima donde se le asignará a cada sujeto un código y a la cual sólo tendrá acceso el investigador principal.

Sujetos del estudio

La población de referencia serán bailarinas de ballet pre-profesionales de entre 11 y 22 años de edad, que cursen danza clásica en un conservatorio de Madrid y que no hayan sufrido lesiones en los últimos 6 meses.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Ser bailarina pre-profesional.	Bailarines masculinos.
Estar cursando en el conservatorio la enseñanza profesional en danza clásica	Bailarinas que no tengan entre 11 y 21 años de edad.
No haber sufrido una lesión del MMII en los últimos 6 meses.	Bailarinas que cursen otro tipo de estudios profesionales que no sean de danza clásica.
	Bailarinas que sufran lesiones aunque no sean del MMII en los últimos 6 meses.
	Presentar alguna alteración neurológica o cognitiva.

Tabla 3. Criterios de inclusión y de exclusión. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del tamaño muestral

La muestra que se empleará en el estudio será considerada aquella que sea representativa para toda la población. Por esta razón, es necesario determinar el tamaño muestral, el cual se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{2K * SD^2}{d^2}$$

K= constante
SD= desviación típica
d= precisión

El valor de K se define en función del nivel de significación y del poder estadístico, teniendo los siguientes valores posibles (tabla 4). Al tratarse de un estudio en relación con el ámbito sanitario y para evitar falsos negativos, el poder estadístico que se empleará será de un 80% y el nivel de significación será del 5%. Es por ello que el valor de K para este cálculo será 7,8.

PODER ESTADÍSTICO (1-β)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN		
	5%	1%	0,10%
80%	7,8	11,7	17,1
90%	10,5	14,9	20,9
95%	13	17,8	24,3
99%	18,4	24,1	31,6

Tabla 4. Relación entre el poder estadístico y el nivel de significación. Fuente: Elaboración propia.

No ha sido posible encontrar un estudio con cambios estadísticamente significativos de las variables estabilométricas (OML Y OAP) medidas bipodalmente en bailarinas para obtener la precisión (d) y la desviación típica (SD) para realizar el cálculo muestral. Es por ello, que se ha seleccionado la medición bipodalmente de dichas variables en atletas. Los valores de d y SD han sido extraídos del siguiente estudio de Romero-Franco (55), en el cual se analiza los efectos del entrenamiento propioceptivo en la estabilometría bipodal, entre otras variables, en velocistas. Se hallaron cambios estadísticamente significativos en la variable OML.

El tamaño muestral obtenido fue el siguiente:

$$n = \frac{2*7,8*(4,85)^2}{2,61^2} = 53,86$$

A este valor de n se le añadirá un 15%, debido a las posibles pérdidas por abandono u otras circunstancias que se puedan dar tras el reclutamiento de la muestra, siendo el tamaño muestral final de 62 sujetos por grupo.

Para reclutar la muestra necesaria obtenida en el cálculo muestral se llevará a cabo lo siguiente: el investigador principal acudirá a tres conservatorios profesionales de la Comunidad de Madrid: el Conservatorio Profesional de Danza Mariemma, el Conservatorio Profesional de Danza Fortea y el Conservatorio Profesional de Danza Carmen Amaya; los cuales han dado su consentimiento previo para colaborar en nuestro estudio. Se concertará una cita para poder ir a los distintos centros a informar a los alumnos de enseñanzas profesionales de danza clásica sobre el estudio y pedir a su colaboración, dejando claro los criterios de inclusión y de exclusión. Se colgará una hoja informativa en cada clase, recordando lo dicho en la charla y que además incluirá el número de teléfono y el email del investigador principal, para que los interesados en participar en el estudio se pongan en contacto con él.

Variables

- Oscilación medio-lateral del centro de presiones (OML): variable dependiente, cuantitativa, continua expresada en milímetros. Consiste en la distancia que recorre el CDP sobre el eje.
- Oscilación antero-posterior del centro de presiones (OAP): variable dependiente, cuantitativa, continua expresada en milímetros. Consiste en la distancia que recorre el CDP sobre el eje X.

Ambas variables serán obtenidas a través de la plataforma ALFA de la marca AC International East®, una plataforma estabilométrica que analiza el CDP así como evalúa parámetros estáticos y dinámicos del mantenimiento del equilibrio. Tiene unas dimensiones de 550 x 550 x 80 mm (largo x ancho x alto), pesa 27 kg y soporta una carga estática máxima de 150 kg (56).



Figura 4. Plataforma estabilométrica ALFA. Fuente: Catálogo Cosmogamma.

- Índice de masa corporal (IMC): variable independiente, cualitativa, continua. Se calcula dividiendo el peso en kilogramos partido de la altura en metros al cuadrado. $IMC = \text{kg}/\text{m}^2$. Se tendrán en cuenta dos categorías: sujetos cuyo IMC es igual o menor que 25, el cual se considera que es el parámetro dentro de la normalidad, y sujetos en los que IMC es mayor que 25.

Variable	Tipo	Unidad de medición	Método de medición
OML	Dependiente, cuantitativa, continua	Milímetros (mm)	Plataforma estabilométrica
OAP	Dependiente, cuantitativa, continua	Milímetros (mm)	Plataforma estabilométrica
IMC	Independiente, cuantitativa, continua		IMC = kg/m^2 IMC \leq 25 IMC $>$ 25
GRUPO	Dependiente, cualitativa, dicotómica		0 = Experimental 1 = Control

Tabla 5. Tipos de variables. Fuente: Elaboración propia

Hipótesis operativa

Oscilación medio-lateral:

H₀: No existen diferencias estadísticamente significativas al comparar la variable OML entre ambos grupos.

H₁: Existen diferencias estadísticamente significativas al comparar la variable OAP entre ambos grupos.

Oscilación antero-posterior:

H₀: No existen diferencias estadísticamente significativas al comparar la variable OAP entre ambos grupos.

H₁: Existen diferencias estadísticamente significativas al comparar la variable OAP entre ambos grupos.

IMC

H₀: Pertener a una de las dos categorías de IMC no influye en los resultados del estudio.

H₁: Pertener a una de las dos categorías de IMC influye en los resultados del estudio.

Recogida, análisis de datos, contraste de la hipótesis

En primer lugar, se procederá a la entrega de un cuestionario de recogida de datos que los sujetos completarán con sus datos personales, los cuales son necesarios para el estudio. Se creará otro documento en el que aparecerá el código de identificación y los resultados obtenidos (se habrá creado una nueva variable de diferencia pre y post intervención) tras la intervención de cada sujeto; dichos resultados se pasarán a continuación a una hoja de Excel para después introducirlos en el programa estadístico IBM SPSS versión 20.0.

Se analizarán los resultados mediante la realización de un análisis estadístico con el programa IBM SPSS versión 20.0. Dicho análisis constará de dos tipos: uno descriptivo y otro inferencial.

Se comenzará con el análisis descriptivo, que nos permitirá describir las características de la población, mediante el análisis de los datos de las variables. Analizaremos datos de tendencia central, es decir media, mediana y moda; y datos de dispersión, que son desviación típica, varianza y rango.

A continuación se realizará el análisis inferencial, en el cual se hará un contraste de hipótesis de las medias en las valoraciones pre-post de las variables dependientes empleadas en el estudio.

En primer lugar, se realizará la prueba de normalidad que corresponde a los grupos que se comparan. De esta forma, se podrá decidir si se emplearán pruebas paramétricas o no. Se empleará la prueba Kolmogorov-Smirnov, para muestras superiores a 30 sujetos, y el test de Levene, para la homogeneidad de las varianzas.

En la prueba de Kolmogorov-Smirnov, si el valor de p es $\geq 0,05$ se encontrará dentro de la normalidad, por lo que se empleará la prueba paramétrica para muestras independientes T-Student. Por el contrario, si el valor de p es $< 0,05$ no se encontrará dentro de la normalidad, por lo que se empleará la prueba no paramétrica para muestras independientes U de Mann-Whitney. En la prueba de Levene, si el valor de p es $\geq 0,05$ significa que existe homogeneidad en las varianzas; si es $< 0,05$ las varianzas serán distintas.

Por último, tanto para la prueba T-Student como para la prueba U de Mann-Whitney, determinaremos si se acepta la hipótesis alternativa o la nula: si el valor de p es $\geq 0,05$ se acepta la hipótesis alternativa, pero si el valor de p es $< 0,05$ se acepta la hipótesis nula.

Una vez que se han obtenido los resultados del análisis estadístico, se expresarán a través de tablas o gráficos, para así se puedan analizar o interpretar de forma más rápida. Si se trata de variables cualitativas, se emplearán diagramas de barras o gráficos de sectores; mientras que en las cuantitativas continuas, se usarán polígonos de frecuencia o histogramas.

Limitaciones del estudio

- Existe poca evidencia sobre el tema de estudio en dicha población. Al carecer de financiación, no se ha podido acceder a la totalidad de la información.
- No es posible controlar el entrenamiento habitual de las bailarinas de ballet durante el periodo de estudio.

Equipo investigador

El equipo investigador estará formado por:

- La investigadora principal: Ana Liceras Martínez, Grado en Fisioterapia.
- Un/una fisioterapeuta experto en biomecánica familiarizado con la plataforma estabilométrica, con al menos 5 años de experiencia.
- Un/una fisioterapeuta experto en estadística.

Plan de trabajo

Diseño de la intervención

Una vez que la realización del estudio ha sido aprobada por los diferentes comités éticos, se reunirá a todo el equipo investigador para comenzar el estudio. Se estipulará la forma de medición de las variables estabilométricas, dejando claro los parámetros, referencias y posiciones de influencia en la medición. También se informará a los fisioterapeutas colaboradores de la correcta realización de cada uno de los ejercicios que forman parte de la intervención, logrando así que sea igual en todos los pacientes del grupo experimental. Todo esto para evitar posibles sesgos tanto en la intervención como en la medición.

Antes de empezar con la medición, se obtendrá el peso y la talla del sujeto para así poder calcular su IMC. Dichos datos se incluirán en la hoja de recogida de datos. A continuación procederemos a realizar la medición inicial del sujeto, la cual se llevará a cabo mediante una plataforma estabilométrica de la siguiente forma:

- Primero se realizará la calibración de la plataforma, para evitar posibles errores en la medición.
- A continuación se introducirá los datos y el código de identificación del paciente en el programa para así poder registrar sus resultados.
- Se colocará al sujeto sobre la plataforma de la siguiente manera: descalzo en bipedestación con los brazos a lo largo del cuerpo y los pies separados a la anchura de los hombros (42).
- El tiempo de medición será de 40 segundos, dejando un tiempo previo de 10 segundos para evitar adaptaciones de la postura. Se realizará con ojos abiertos y ojos cerrados.

Una vez realizada la medición, se enseñará al sujeto perteneciente al grupo experimental, un protocolo de ejercicios propioceptivo con un BOSU® que deberá realizar 3 veces por semana en sus entrenamientos y en un periodo de 3 meses y durante los cuales se realizará una progresión en los ejercicios cada 4 semanas, tendrá 15 min de duración. Los profesores de los alumnos que pertenecen al grupo experimental habrán sido informados previamente y mostrado los ejercicios para su correcta realización en los entrenamientos de danza.

Dicho protocolo será el siguiente, el cual ha sido modificado de un estudio realizado en Turquía en el 2016 (57):

- Salto sobre BOSU® en diferentes direcciones: se colocará un BOSU® a una distancia de 20 cm del participante; el cual deberá saltar encima, estabilizarse y volver a saltar a la posición inicial. Se realizarán saltos de posterior a anterior y de lateral a medial. La progresión del ejercicio será colocar el BOSU® a mayor distancia: primero lo moveremos a los 40 cm durante las segundas 4 semanas, y por último lo situaremos a 60 cm. Se deberán dar 6 saltos en cada posición.

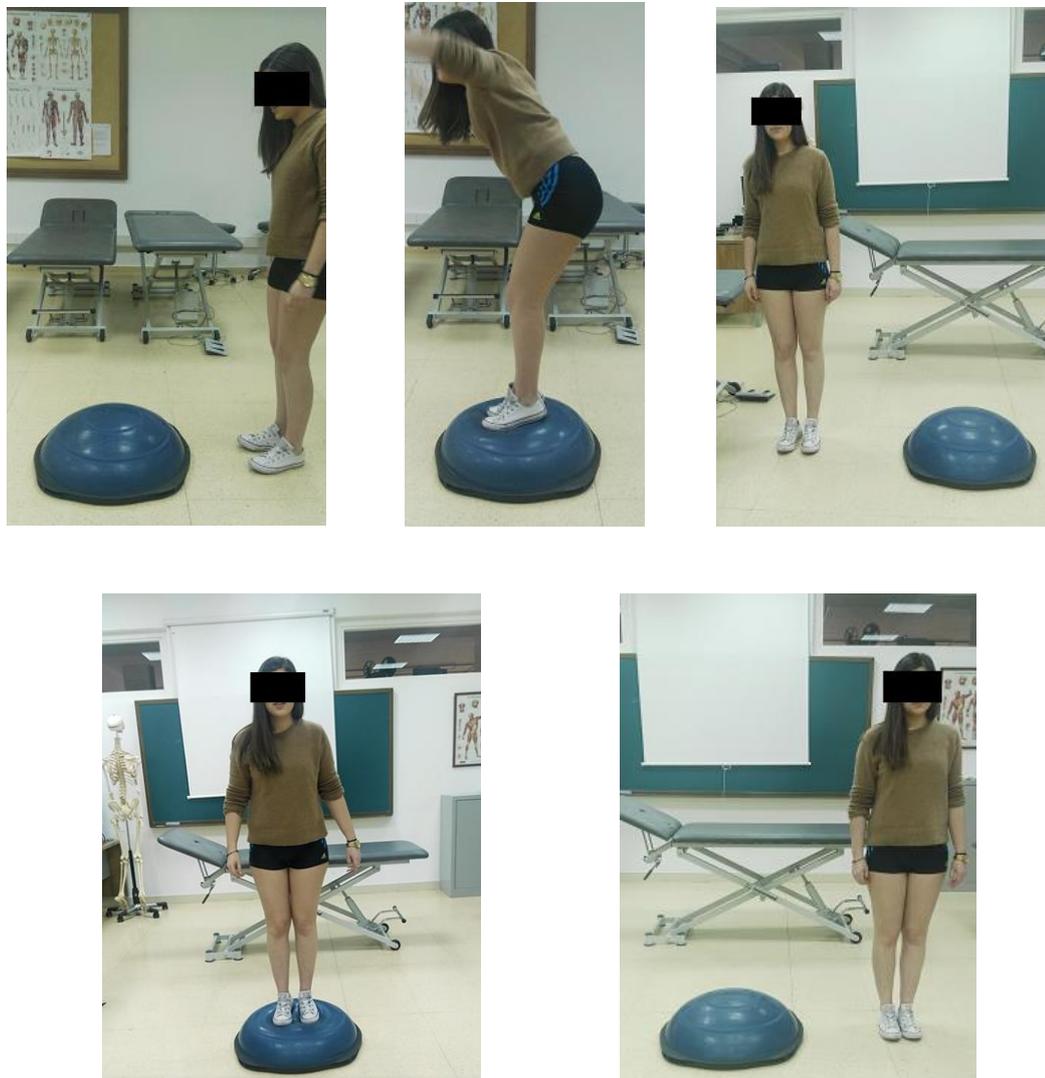


Figura 5. Salto sobre BOSU® en diferentes direcciones. Fuente: Elaboración propia.

- Sentadilla sobre BOSU®: el sujeto se estabilizará encima del BOSU® y realizará una sentadilla la cual deberá mantenerse durante 10 segundos. La progresión del ejercicio será aumentar el tiempo de mantenimiento de la sentadilla, 20 segundos los 4 siguientes semanas y 30 segundos el último periodo de tiempo del estudio. Se repetirá 5 veces.



Figura 6. Sentadilla sobre BOSU®. Fuente: Elaboración propia.

- Mantenimiento del equilibrio sobre una pierna en el BOSU® con ojos abiertos y ojos cerrados. Se deberá aguantar en esta posición durante 1 minuto primero con los ojos abiertos y después con los ojos cerrados, con cada pierna. La progresión será mantener los brazos cruzados al pecho tras las primeras 4 semanas, y por último desestabilizar al sujeto pidiendo que mueva ligeramente la otra pierna en el último periodo de estudio.



Figura 7. Mantenimiento del equilibrio sobre una pierna en el BOSU®. Fuente: Elaboración propia.

PROGRESIÓN			
Ejercicios	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Salto sobre BOSU en diferentes direcciones	Distancia entre el bosu y el sujeto de 45 cm.	Distancia entre el bosu y el sujeto de 68 cm.	Distancia entre el bosu y el sujeto de 91 cm.
Sentadilla sobre BOSU	Tiempo de mantenimiento de cada sentadilla sobre el bosu: 10 seg.	Tiempo de mantenimiento de cada sentadilla sobre el bosu: 20 seg.	Tiempo de mantenimiento de cada sentadilla sobre el bosu: 30 seg.
Mantenimiento del equilibrio sobre una pierna en el BOSU con ojos abiertos y ojos cerrados.	Mantener la posición durante 1 min.	Mantener la posición durante 1 min con los brazos cruzados al pecho.	Mantener la posición durante 1 min realizando ligeros movimientos con la otra pierna.

Tabla 6. Protocolo de ejercicios y su progresión. Fuente: Elaboración propia.

Una vez que ha finalizado el periodo de intervención, se volverá citar a todos los sujetos de ambos grupos, control y experimental, en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios” para realizar la medición final de las variables estabilométricas objeto del estudio. Una vez obtenidos todos los datos, se pasarán a una hoja Excel y después se introducirá al programa estadístico SPSS, con el que el analista realizará el análisis estadístico de las variables. Finalmente, con los resultados del análisis, el investigador principal redactará las conclusiones del estudio y concluirá si la inclusión de un entrenamiento propioceptivo en el entrenamiento habitual de los bailarines de danza clásica mejora el equilibrio.

Etapas de desarrollo

El estudio se realizará en el periodo de un año. Las etapas de desarrollo serán las siguientes: diseño y redacción del proyecto, aprobación de comités éticos, reclutamiento y selección de la muestra, entrevista individual y recogida de datos pre-intervención, primera medición, realización de la intervención, medición post-intervención, análisis estadístico de los datos obtenidos, redacción de los resultados y de las conclusiones, publicación del estudio.

TAREAS	TIEMPO DE REALIZACIÓN
Diseño y redacción del proyecto.	Septiembre, octubre y noviembre de 2017
Aprobación de comités éticos.	Diciembre de 2017
Reclutamiento y selección de la muestra.	Enero de 2018
Entrevista individual y recogida de datos pre-intervención, primera medición.	Febrero de 2018
Realización de la intervención.	3 meses: Marzo, Abril y Mayo de 2018
Medición post-intervención.	Primera y segunda semana de junio de 2018
Análisis estadístico de los datos obtenidos.	Final de junio y julio de 2018
Resultados y conclusiones del estudio.	Agosto de 2018
Publicación del estudio.	Septiembre de 2018

Tabla 7. Etapas de desarrollo. Fuente: Elaboración propia.

Distribución de tareas de todo el equipo investigador

El investigador principal se encargará de las siguientes tareas: diseño y redacción todo el proyecto, así como del reclutamiento y selección de la muestra, realizará las entrevistas a los sujetos y la recogida de datos pre-intervención. También se encargará de enseñar el protocolo de ejercicios, y de redactar los resultados y conclusiones del estudio.

El fisioterapeuta colaborador con conocimientos en biomecánica para la medición de las variables con la plataforma estabilométrica, se encargará de establecer el protocolo de medición así como de realizar las mediciones pre y post intervención.

El otro fisioterapeuta con conocimientos en estadística, se encargará de realizar el análisis estadístico así como las tablas, diagramas o gráficos con los resultados obtenidos.

Lugar de realización del proyecto

El estudio se llevará a cabo en varios lugares:

- En el Laboratorio de Biomecánica de la Escuela Universitaria “San Juan de Dios”, perteneciente a la Universidad Pontificia de Comillas. Se encuentra en la Avenida San Juan de Dios, 28350 en Ciempozuelos, Madrid.

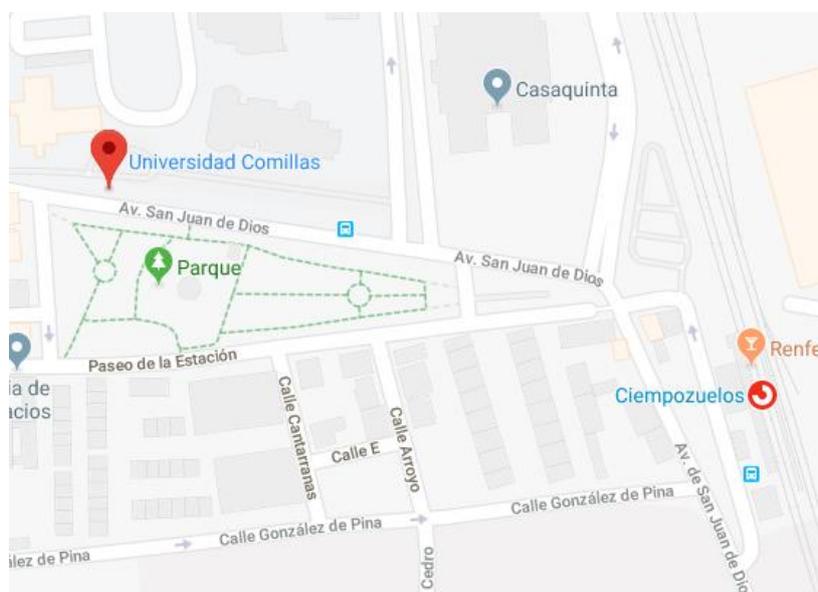


Figura 8. Ubicación de la Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios”.

Fuente: Google Maps.

En dicho lugar se realizará la recogida de datos, mediciones, y valoración de las variables del estudio.

- El otro lugar serán el Conservatorio Profesional de Danza Mariemma, el Conservatorio Profesional de Danza Fortea y el Conservatorio Profesional de Danza Carmen Amaya
 - Conservatorio Profesional de Danza Mariemma: Calle Padre Amigo, 5, 28025 Madrid.
 - Conservatorio Profesional de Danza Fortea: Paseo del Comandante Fortea, 42, 28008 Madrid.
 - Conservatorio Profesional de Danza Carmen Amaya: Avenida de la Felicidad, 27, 28041 Madrid.

En dichos lugares se realizarán las entrevistas y será donde se lleve a cabo el entrenamiento propioceptivo durante el tiempo establecido.

Bibliografía

- (1) Primeros pasos en Ballet Clásico. 1st ed. Barcelona: Parramón Ediciones, S.A.; 1985.
- (2) Kadel N. Foot and ankle problems in dancers. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2014 Nov;25(4):829-844.
- (3) Smitt MS, Bird HA. Measuring and enhancing proprioception in musicians and dancers. *Clin Rheumatol*. 2013 Apr;32(4):469-473.
- (4) Miller C. Dance medicine: current concepts. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2006 Nov;17(4):811.
- (5) Caine D, Bergeron G, Goodwin BJ, Thomas J, Caine CG, Steinfeld S, et al. A Survey of Injuries Affecting Pre-Professional Ballet Dancers. *J Dance Med Sci*. 2016;20(3):115-126.
- (6) Caine D, Goodwin BJ, Caine CG, Bergeron G. Epidemiological Review of Injury in Pre-Professional Ballet Dancers. *J Dance Med Sci*. 2015 Dec;19(4):140-148.
- (7) Real Conservatorio Profesional de Danza "Mariemma". Available at: <http://www.rcpd-mariemma.es/index.html>.
- (8) Costa MSS, Ferreira AS, Orsini M, Silva EB, Felicio LR. Characteristics and prevalence of musculoskeletal injury in professional and non-professional ballet dancers. *Braz J Phys Ther*. 2016 Jan 19;20(2):166-175.
- (9) Guerber N, Leray C, Maucouvert A. Danza "De la escuela a las asociaciones deportivas": Editorial Deportiva Agonos;2000.
- (10) Petrucci GL. Prevention and management of dance injuries. *Orthop Nurs*. 1993 Mar-Apr;12(2):52-60.
- (11) Kadel MD. Foot and Ankle Injuries in Dance. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2006;17:813-826.
- (12) Riva D, Bianchi R, Rocca F, Mamo C. Proprioceptive Training and Injury Prevention in a Professional Men's Basketball Team: A Six-Year Prospective Study. *J Strength Cond Res*. 2016 Feb;30(2):461-475.
- (13) Liederbach M. Perspectives on dance science rehabilitation understanding whole body mechanics and four key principles of motor control as a basis for healthy movement. *J Dance Med Sci*. 2010;14(3):114-124.
- (14) Schon LC, Biddinger KR, Greenwood P. Dance screen programs and development of dance clinics. *Clin Sports Med*. 1994 Oct;13(4):865-882.
- (15) Fulton J, Burgi C, Canizares RC, Sheets C, Butler RJ. Injuries presenting to a walk-in clinic at a summer dance intensive program: a three-year retrospective data analysis. *J Dance Med Sci*. 2014;18(3):131-135.

- (16) Leanderson J, Eriksson E, Nilsson C, Wykman A. Proprioception in classical ballet dancers. A prospective study of the influence of an ankle sprain on proprioception in the ankle joint. *Am J Sports Med.* 1996 May-Jun;24(3):370-374.
- (17) Romero N, Gallego T, Martínez EJ, Hita F, Catalina OM, Martínez A. Postural Stability and Subsequent Sports Injuries during Indoor Season of Athletes. *J Phys Ther Sci.* 2014 May;26(5):683-687.
- (18) Batson G. Update on proprioception: considerations for dance education. *J Dance Med Sci.* 2009;13(2):35-41.
- (19) Li JX, Xu DQ, Hoshizaki B. Proprioception of foot and ankle complex in young regular practitioners of ice hockey, ballet dancing and running. *Res Sports Med.* 2009;17(4):205-216.
- (20) Sherrington C. *The Integrative Action of the Nervous System.* Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1906.
- (21) Dieling S, van der Esch M, Janssen TWJ. The Effect of Muscle Fatigue on Knee Joint Proprioception in Ballet Dancers and Non-dancers. *J Dance Med Sci.* 2014 Nov;18(4):143-148.
- (22) Ergen B, Ulkar B. Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clin Sports Med.* 2008;27(1):195-217.
- (23) Kiefer AW, Riley MA, Shockley K, Sitton CA, Hewett TE, Cummins-Sebree S, et al. Lower-limb Proprioceptive Awareness in Professional Ballet Dancers. *J Dance Med Sci.* 2013 Aug;17(3):126-132.
- (24) McArdle WD, Katch FL, Katch VL. *Exercise physiology: nutrition, energy and human performance.* 7th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
- (25) Smitt M. *Influence of dual-task methodology and speed accuracy trade-off on dynamic postural control in dancers.* London, England; 2012.
- (26) Han J, Anson J, Waddington G, Adams R, Liu Y. The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. *Biomed Res Int.* 2015.
- (27) Duman I, Taskaynatan M, Mohur H, Tan A. Assessment of the impact of proprioceptive exercises on balance and proprioception in patients with advanced knee osteoarthritis. *Rheumatol Int.* 2012 Dec;32(12):3793-3798.
- (28) Hoch MC, McKeon PO. Peroneal reaction time after ankle sprain: a systematic review and meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2014 Mar;46(3):546-556.
- (29) Riva D, Rossitto F, Battocchio L. Postural muscle atrophy prevention and recovery and bone remodelling through high frequency proprioception for astronauts. *Acta Astronaut.* 2009 Sep 1;65(5):813-819.
- (30) Thornton GM, Bailey SJ. Healing ligaments have shorter lifetime and greater strain

rate during fatigue than creep at functional stresses. *J Biomech Eng.* 2013 Sep;135(9):91004.

(31) Sell TC, Clark NC, Wood D, Abt JP, Lovalekar M, Lephart SM. Single-Leg Balance Impairments Persist in Fully Operational Military Special Forces Operators With a Previous History of Low Back Pain. *Orthop J Sports Med.* 2014 May 12;2(5).

(32) Freeman MA, Dean MR, Hanham IW. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1965 Nov;47(4):678-685.

(33) Schifftan GS, Ross LA, Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2015 May;18(3):238-244.

(34) Lubetzky-Vilnai A, McCoy SW, Price R, Ciol MA. Young Adults Largely Depend on Vision for Postural Control When Standing on a BOSU® Ball but Not on Foam. *J Strength Cond Res.* 2015 Oct;29(10):2907-2918.

(35) BOSU® Official Global Headquarters Sp. Available at: <https://www.bosu.com/>.

(36) Hertel J. Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clin Sports Med.* 2008 Jul;27(3):353-370.

(37) Ergen E, Ulkar B. Proprioception and ankle injuries in soccer. *Clin Sports Med.* 2008 Jan;27(1):195-217.

(38) Guillén M, Linares D. Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2002.

(39) Izquierdo M. Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte.: Editorial Médica Panamericana; 2008.

(40) Gómez SM. Influencia de la práctica deportiva en la integración sensorial en niños: Evaluación estabilométrica. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos; 2013.

(41) de Oliveira JM. Statokinesigram normalization method. *Behav Res Methods.* 2017 Feb;49(1):310-317.

(42) Muelas R, Sabido R, Barbado D, Moreno FJ. Visual availability, balance performance and movement complexity in dancers. *Gait Posture.* 2014 Sep;40(4):556-560.

(43) Solovykh EA, Maksimovskaya LN, Bugrovetskaya OG, Bugrovetskaya EA. Comparative analysis of methods for evaluation of stabilometry parameters. *Bull Exp Biol Med.* 2011 Dec;152(2):266-272.

(44) Quintana A. Evaluación de la estabilidad postural con protectores bucales y diferentes posiciones mandibulares utilizando una plataforma de estabilometría. Barcelona: Universidad Internacional de Cataluña; 2015.

(45) Deliagina TG, Zelenin PV, Beloozerova IN, Orlovsky GN. Nervous mechanisms

controlling body posture. *Physiol Behav.* 2007;92(1-2):148-154

(46) Sirois-Leclerc G, Remaud A, Bilodeau M. Dynamic postural control and associated attentional demands in contemporary dancers versus non-dancers. *PLoS One.* 2017;12(3).

(47) Winter DA, Prince F, Patla A. Validity of the inverted pendulum model of balance in quiet standing. *Gait Posture.* 1997;5(2):153-154.

(48) Baier M, Hopf T. Ankle orthoses effect on single-limb standing balance in athletes with functional ankle instability. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998 Aug;79(8):939-944.

(49) Scoppa F, Capra R, Gallamini M, Shiffer R. Clinical stabilometry standardization: basic definitions--acquisition interval--sampling frequency. *Gait Posture.* 2013 Feb;37(2):290-292.

(50) Costa M, de Sá A, Ramiro L. Postural Control During Different Unipodal Positions in Professional Ballet Dancers. *J Dance Med Sci.* 2017 Dec;21(4).

(51) Villarroya MA, González A, Moros T, Gómez E, Casajús JA. Effects of whole body vibration training on balance in adolescents with and without Down syndrome. *Res Dev Disabil.* 2013 Oct;34(10):3057-3065.

(52) Martínez A, Hita F, Lomas R, Caballero I, Álvarez PJ, Martínez E. Effects of 12-Week Proprioception Training Program on Postural Stability, Gait, and Balance in Older Adults: A Controlled Clinical Trial. *J Strength Cond Res.* 2013 Aug;27(8):2180-2188.

(53) Schweizer A, Bircher H-, Kaelin X, Ochsner PE. Functional ankle control of rock climbers. *Br J Sports Med.* 2005 Jul;39(7):429-431.

(54) Romero N, Martínez A, Hita F, Martínez EJ. Short-term Effects of a Proprioceptive Training Session with Unstable Platforms on the Monopodal Stabilometry of Athletes. *J Phys Ther Sci.* 2014 Jan;26(1):45-51.

(55) Romero N, Martínez A, Martínez E. Efecto del Entrenamiento Proprioceptivo en Atletas Velocistas. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte.* 2012 Oct;13(51):437-451.

(56) Plataforma Estabilométrica ALFA. Available at: <http://www.acinternational-east.pl/pl/alfa/>.

(57) Cuğ M, Duncan A, Wikstrom E. Comparative Effects of Different Balance-Training-Progression Styles on Postural Control and Ankle Force Production: A Randomized Controlled Trial. *J Athl Train.* 2016 Feb;51(2):101-110.

Anexos

ANEXO 1

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

BÚSQUEDA EN PUBMED	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Physical therapy modalities [Mesh] AND (postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh])	625
Physical therapy modalities [Mesh] AND (proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh])	687
Stabilometry	280
Physical therapy modalities [Mesh] AND dancers	21
Physical therapy modalities [Mesh] AND stabilometry	32
(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND (proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh])	3408
(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND sports [Mesh]	759
(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND dancers	37
(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND stabilometry	26
(Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND sports [Mesh]	828
(Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND (ankle joint OR ankle injuries)	282

(Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND dancers	43
(Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND stabilometry	26
Exercise therapy [Mesh] AND dancers	39
Exercise therapy [Mesh] AND stabilometry	12
Sports [Mesh] AND stabilometry	2
(Ankle joint OR ankle injuries) AND dancers	50
Dancers AND stabilometry	0
Physical therapy modalities [Mesh] AND (postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND (ankle joint OR ankle injuries)	34
Physical therapy modalities [Mesh] AND (postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND dancers	1
Physical therapy modalities [Mesh] AND (postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND stabilometry	6
Physical therapy modalities [Mesh] AND (ankle joint OR ankle injuries) AND dancers	3
(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND (proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND dancers	37
(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND (proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND stabilometry	26

(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND sports [Mesh] AND (ankle joint OR ankle injuries)	50
(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND sports [Mesh] AND stabilometry	2
(Postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND (ankle joint OR ankle injuries) AND dancers	9
(Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND sports [Mesh] AND (ankle joint OR ankle injuries)	60
(Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND sports [Mesh] AND stabilometry	4
(Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND dancers AND stabilometry	1
Sports [Mesh] AND (ankle joint OR ankle injuries) AND stabilometry	8
Physical therapy modalities [Mesh] AND (postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND (Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND (ankle joint OR ankle injuries)	34
Physical therapy modalities [Mesh] AND (postural balance instrumentation [Mesh] OR postural balance physiology [Mesh] OR postural balance physiopathology [Mesh]) AND (Proprioception physiology [Mesh] OR proprioception physiopathology [Mesh] OR proprioception instrumentation [Mesh]) AND stabilometry	6

Tabla 8: Búsqueda en Pubmed. Fuente: Elaboración propia.

BÚSQUEDA EN EBSCO	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Physical therapy modalities [Mesh] AND proprioception [Mesh]	59
Physical therapy modalities [Mesh] AND stabilometry	9
Physical therapy modalities [Mesh] AND dancers	17
Postural balance [Mesh] AND proprioception [Mesh]	573
Postural balance [Mesh] AND dancers	86
Postural balance [Mesh] AND stabilometry	102
Proprioception [Mesh] AND stabilometry	18
Proprioception [Mesh] AND dancers	26
Proprioception [Mesh] AND sports [Mesh] OR exercise therapy [Mesh]	594
Ankle [Mesh] AND dancers	253
Ankle [Mesh] AND stabilometry	23
Sports [Mesh] AND stabilometry	40
Exercise therapy [Mesh] AND dancers	11
Stabilometry AND dancers	0
Physical therapy modalities [Mesh] AND postural balance [Mesh] AND proprioception [Mesh]	18
Postural balance [Mesh] AND proprioception [Mesh] AND dancers	10
Postural balance [Mesh] AND proprioception [Mesh] AND sports [Mesh]	74
Postural balance [Mesh] AND proprioception [Mesh] AND stabilometry	8
Postural balance [Mesh] AND ankle [Mesh] AND dancers	21
Postural balance [Mesh] AND sports [Mesh] AND stabilometry	15
Proprioception [Mesh] AND dancers AND ankle [Mesh]	7
Postural balance [Mesh] AND proprioception [Mesh] AND sports [Mesh] AND ankle [Mesh]	14
Postural balance [Mesh] AND proprioception [Mesh] AND sports [Mesh] AND stabilometry	3

Tabla 9. Búsqueda en EBSCO. Fuente: Elaboración propia.

BÚSQUEDA EN PEDRO	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Physical therapy modalities [Mesh] AND postural balance [Mesh] AND propiocepción [Mesh]	3
Postural balance [Mesh] AND proprioception [Mesh] AND dancers	0
Stabilometry	0

Tabla 10. Búsqueda en Pedro. Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2

SOLICITUD DE REALIZACIÓN DEL ESTUDIO AL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA (CEIC)

Dña. Ana Liceras Martínez en calidad de investigadora principal con domicilio social en Madrid.

EXPONE:

Que desea llevar a cabo el estudio “Análisis de los efectos sobre el equilibrio al incluir un protocolo de ejercicios propioceptivos al entrenamiento de bailarines de danza clásica.” que será realizado en la Escuela de Enfermería y Fisioterapia San Juan de Dios por Ana Liceras Martínez.

El estudio se realizará siguiendo todos los pasos planteados, respetando la normativa legal aplicable para los ensayos clínicos que se realicen en España y teniendo en cuenta las normas éticas aceptadas internacionalmente.

Por lo expuesto, SOLICITA:

La autorización para poder realizar este ensayo cuyas características son las que se indican en la hoja de resumen del ensayo y en el protocolo:

- Primer ensayo clínico con un PEI.
- Ensayo clínico posterior al primero con un PEI en trámite (indicar el nº de PEI).
- Primer ensayo clínico referente a una modificación del PEI en trámite.
- Ensayo clínico con una especialidad farmacéutica en las condiciones de uso autorizadas.
- Ensayo de bioequivalencia con genéricos.
- Otros.

Para lo cual se adjunta:

- 4 copias del protocolo de ensayo clínico.
- 3 copias del Manual del Investigador.
- 3 copias de los documentos referentes al Consentimiento Informado, incluyendo la hoja de información para el sujeto de ensayo.
- 3 copias de la póliza de Responsabilidad Civil.
- 3 copias de los documentos sobre la idoneidad del investigador principal y colaboradores.
- Propuesta de compensación económica para los sujetos, el centro y los investigadores.

Firmado:

Madrid, _____ de _____ del _____

ANEXO 3

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

Usted tiene derecho a conocer el procedimiento al que va a ser sometido como participante en dicho estudio y las complicaciones que pueden surgir.

Título: “Análisis de los efectos sobre el equilibrio al incluir un protocolo de ejercicios propioceptivos al entrenamiento de bailarines de danza clásica”.

Objetivo del estudio: analizar los efectos sobre el equilibrio al incluir un protocolo de ejercicios propioceptivos con el equipo BOSU® al entrenamiento de bailarines de danza clásica.

Procedimiento del estudio:

Una vez seleccionada la muestra, se asignará de forma aleatoria a dos grupos:

- Grupo control: realizará su entrenamiento de danza clásica habitual.
- Grupo experimental: incluirá un protocolo de ejercicios propioceptivos al entrenamiento de danza clásica habitual.

Se comprobará que todos los sujetos de ambos grupos cumplen los criterios de inclusión y de exclusión para la participación en el estudio.

Criterios de inclusión:

- Ser bailarina pre-profesional.
- Estar cursando en el conservatorio la enseñanza profesional en danza clásica.
- No haber sufrido una lesión del MMII en los últimos 6 meses.

Criterios de exclusión:

- Bailarines masculinos.
- Bailarinas que no tengan entre los 11-22 años de edad.
- Bailarinas que cursen otro tipo de estudios profesionales que no sean de danza clásica.
- Presentar lesiones aunque que no sean del MMII en los últimos 6 meses.
- Presentar alguna alteración neurológica o cognitiva.

Una vez comprobados los criterios para la participación, citará a los sujetos para realizar la medición inicial y se les facilitará una hoja de datos personales que deberán rellenar antes de comenzar la intervención.

La medición en ambos grupos consistirá en la valoración de las oscilaciones antero-posteriores y medio-laterales mediante la plataforma estabilométrica en bipedestación con los ojos abiertos. El tiempo de medición será de 40 segundos, dejando un tiempo previo de 10 segundos para evitar adaptaciones de la postura.

La intervención tendrá una duración de 3 meses realizándose los ejercicios propioceptivos en el grupo experimental 3 veces por semana en sus entrenamientos durante 15 min. Se realizará una progresión en los ejercicios cada 4 semanas. Los profesores de las alumnas que deban de realizar dicho entrenamiento adicional, han sido informados previamente y mostrados los ejercicios para controlar su correcta realización en el periodo de estudio.

Una vez finalizada la intervención, se procederá a la medición final de las variables con la plataforma estabilométrica.

Riesgos para la salud de la intervención y las mediciones:

La realización de la intervención no conlleva ningún riesgo específico para la salud del sujeto, únicamente podría aparecer algún riesgo derivado de la actividad física como puede ser fatiga, dolor articular o muscular posterior al ejercicio. En relación al método de medición, en este caso la plataforma estabilométrica, no se conocen riesgos ni contraindicaciones en su utilización.

Confidencialidad y participación:

Los datos personales empleados en el estudio serán completamente confidenciales, respetando la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal. La colaboración en este estudio es totalmente voluntaria, siendo decisión del sujeto la participación en él.

Compensación: No se recibirá ningún tipo de compensación económica por la participación en el estudio.

Derechos de abandono:

Cualquier persona que decida libremente participar en el estudio, tendrá derecho de abandonarlo en cualquier momento del mismo sin que se le exijan las causas de abandono o retirada.

ANEXO 4

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio Clínico: “Análisis de los efectos sobre el equilibrio al incluir un protocolo de ejercicios propioceptivos al entrenamiento de bailarines de danza clásica”.

SUJETO

Dña. _____ con DNI _____

Se me ha informado correctamente sobre la terapia que voy a recibir y he resuelto todas mis dudas acerca del procedimiento e intervenciones del estudio. Conozco la importancia de la firma de este documento, firmando abajo doy mi consentimiento para que se me aplique el procedimiento que se me ha explicado de forma comprensible y suficiente.

Entiendo que tengo derecho a rehusar en cualquier momento de la intervención. Comprendo el plan de trabajo y consiento ser tratado por un fisioterapeuta colegiado.

Declaro no presentar ninguna de las contraindicaciones especificadas en este documento; y haber facilitado de forma leal y verdadera los datos sobre la salud y el estado físico de mi persona. Así mismo, doy mi conformidad de manera libre, voluntaria y consciente a los procedimientos que se me han informado.

Firma:

Madrid, _____ de _____ del _____

INVESTIGADOR

Dña. Ana Licerias Martínez con DNI 48082444 R.

Fisioterapeuta e investigadora de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia “San Juan de Dios”, de la Universidad Pontificia de Comillas en Madrid, declaro haber facilitado al sujeto toda la información necesaria para realizar los procedimientos e intervenciones indicados en el documento presente. De igual manera, declaro haber confirmado, antes de la aplicación de dichos procedimientos, que el sujeto no presenta ninguna de las contraindicaciones para la participación en el estudio, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para la correcta aplicación de los mismos.

Firma:

Madrid, _____ de _____ del _____

REVOCACIÓN

Dña. _____ con DNI _____

El día _____ del mes de _____ del año _____, revoco el consentimiento informado firmado el día _____ del mes de _____ del año _____ en virtud de mi propio derecho. Firmo el presente documento para que conste y haga efecto.

Firma:

Madrid, _____ de _____ del _____

AUTORIZACIÓN DEL TUTOR O FAMILIAR (En caso de ser menor de edad)

D/Dña _____ con DNI _____ en calidad de padre/madre/tutor legal, decido dar mi conformidad de forma libre, voluntaria y consciente de la intervención descrita en los procedimientos indicados en la hoja de información, autorizando la participación en el estudio.

Firma:

Madrid, _____ de _____ del _____