

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SALUD INTEGRAL Y MOVIMIENTO HUMANO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MOVIMIENTO HUMANO Y CALIDAD DE VIDA**

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA SOBRE LA
MUSCULATURA DEL TREN INFERIOR EN BAILARINES:
REVISIÓN SISTEMÁTICA Y UN METAANÁLISIS.**

**Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Tesis de Posgrado en
Salud Integral y Movimiento Humano con mención en Salud, para optar por el título
de Magister Scientiae**

Karen Elizondo Ramírez

Campus Presbítero Benjamín Núñez, Lagunilla, Heredia
2022

EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA SOBRE LA
MUSCULATURA DEL TREN INFERIOR EN BAILARINES: REVISIÓN
SISTEMÁTICA Y UN METAANÁLISIS.

KAREN ELIZONDO RAMÍREZ

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Tesis del Posgrado en Salud Integral y Movimiento Humano con énfasis en salud, para optar al título de Magister Scientiae. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional.

Heredia, Costa Rica.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Dra. Damaris Castro García
Representante del Consejo Central de Posgrado

M.Sc. Luis Blanco Romero
Director de la Maestría en Salud Integral y Movimiento Humano

Dr. Gerardo Araya Vargas
Tutor

M.Sc. Immanuel Cruz Fuentes
Asesor

M.Sc. Christian Azofeifa Mora
Asesor

Karen Elizondo Ramírez
Sustentante

Tesis sometida a la consideración del Tribunal Examinador de Tesis del Posgrado en Salud Integral y Movimiento Humano con mención en Salud, para optar por el título de Magister Scientae. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional.

Heredia, Costa Rica

Resumen

El propósito del estudio fue examinar metaanalíticamente evidencias científicas sobre los efectos de entrenamientos de fuerza sobre la musculatura del tren inferior en bailarines. Los efectos mencionados se estudian mediante la cuantificación de los efectos específicos en la fuerza del tren inferior, la altura de salto vertical, la circunferencia del muslo y la fuerza de extensión y flexión de rodilla. **Metodología:** se realizó una búsqueda sistemática exhaustiva en bases de datos especializadas (PubMed, Ebscohost), buscadores generales (Google Académico) y revistas especializadas. Se identificó 64 estudios potenciales. Luego de varios filtros se seleccionó 7 estudios para metaanalizar (todos con grupo experimental y control). De cada artículo se extrajo la información de media y desviación estándar de las variables ya mencionadas, de las mediciones pre y post entrenamiento de cada grupo. Se calculó tamaños de efecto (TE) intra grupos (por separado, para grupos experimentales y controles). Además, se obtuvo estadísticos de homogeneidad (Q e I^2) y sesgo de publicación (regresión de Egger). Se aplicó el modelo de metaanálisis de efectos aleatorios. **Resultados:** se obtuvo 6 TE para la fuerza de piernas, 5 para la altura de salto y 3 para la circunferencia del muslo. En la extensión y la flexión de rodilla, solo se tuvo 2 TE para cada una y provenientes del mismo estudio. En fuerza (TE=1,62; IC95%: 0,76 - 2,48; $I^2=86,35\%$) y en altura de salto (TE=0,75; IC95%: 0,34 - 1,16; $I^2=54,3\%$), se encontró mejoras atribuibles al ejercicio realizado por los grupos de bailarines. Estos resultados están libres de sesgo de publicación y de la influencia de variables ajenas al ejercicio (en los metaanálisis de los grupos control no hubo efectos distintos de cero). En la circunferencia del muslo (TE=0,09; IC95%: -0,25 - 0,43; $I^2=0\%$), no hubo evidencia de mejoras atribuibles al ejercicio, mientras que en la fuerza de extensión y de flexión de rodilla no se pudo correr metaanálisis debido a la poca evidencia obtenida en los estudios seleccionados. **Conclusión general:** el ejercicio de fuerza utilizando medios diversos (pesos libres, máquinas, propio peso, pliometría, plataforma vibratoria) genera mejoras en la fuerza (press piernas) y potencia (altura de salto vertical) de practicantes de danza (ballet, contemporánea y combinación de estilos), pese a que no se evidenció mejoras en la masa muscular segmentaria (circunferencia del muslo). **Recomendaciones generales:** se debe estimular la aplicación de procesos de entrenamiento de fuerza como componente básico de la preparación de personas profesionales en danza, a la vez que se debe promover mayor investigación experimental sobre este y otros métodos de ejercicio en esta población.

Abstract

The purpose of the study was to meta-analytically examine scientific evidence on the effects of strength training on lower body musculature in dancers. The aforementioned effects are studied by quantifying the specific effects on lower body strength, vertical jump height, thigh circumference, and knee extension and flexion strength. Methodology: an exhaustive systematic search was carried out in specialized databases (PubMed, Ebscohost), and general search engines (Google Academic) and specialized journals. Sixty-four potential studies were identified. After several filters, 7 studies were selected for meta-analysis (all with experimental and control groups). Information on the mean and standard deviation of the aforementioned variables was extracted from each article, from the pre- and post-training measurements of each group. Effect sizes (ES) were calculated within groups (separately, for experimental and control groups). In addition, homogeneity statistics (Q and I^2) and publication bias (Egger regression) were obtained. The random effects meta-analysis model was applied. Results: 6 individual effect sizes were obtained for leg strength, 5 for jump height and 3 for thigh circumference. In knee extension and flexion, there were only 2 ES for each one and from the same study. In strength (ES=1.62; 95% CI: 0.76 - 2.48; I^2 =86.35%) and in jump height (ES=0.75; 95% CI: 0.34 - 1.16; I^2 =54.3%), improvements attributable to the exercise performed by the groups of dancers were found. These results are free from publication bias and the influence of non-exercise variables (there were no non-zero effects in meta-analyses of control groups). In the circumference of the thigh (ES=0.09; CI95%: -0.25 - 0.43; I^2 =0%), there was no evidence of improvements attributable to exercise, while in the extension and flexion strength of the knee could not be run meta-analysis due to the little evidence obtained in the selected studies. General conclusion: the exercise of strength using various means (free weights, machines, own weight, plyometrics, vibrating platform) generates improvements in strength (leg press) and power (vertical jump height) of dancers (ballet, contemporary and combination of styles), although no improvements in segmental muscle mass (thigh circumference) were seen. General recommendations: the application of strength training processes should be encouraged as a basic component of the preparation of professional people in dance, while further experimental research should be promoted on this and other exercise methods in this population.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi pareja, a mis padres y a mi hija por todo el tiempo entregado y carismática paciencia durante el arduo camino.

A mi tutor Gerardo Araya por ser un apoyo trascendental en este proceso, a mis asesores por su confianza y apoyo, a todo el cuerpo docente de la maestría por sus aportes para mi crecimiento profesional.

Y por último y no menos importante a mi colega y amiga Jimena Muñoz, por trabajar espalda con espalda y hombro con hombro durante todo el proceso.

DEDICATORIA

Con amor, a la comunidad dancística, quienes merecen mejores condiciones de trabajo y procesos artísticos y formativos llenos de ciencia y respeto. Que la planificación de su día a día y mes a mes, se inunde de saberes que les permita romper más mitos y disfrutar del desarrollo de la danza y del ejercicio pleno de su profesión.

Índice

Capítulo I. INTRODUCCIÓN	1
1. Planteamiento y delimitación del problema:	1
2. Justificación	2
3. Objetivos.....	5
3.1 Objetivo general	5
3.2 Objetivos específicos	5
4. Conceptos clave	6
Capítulo II. MARCO CONCEPTUAL.....	7
1. Fuerza	7
1.1 Entrenamiento de fuerza	7
1.2 Test para evaluar la fuerza	9
1.3 Medios para entrenar la fuerza	9
2. Danza.....	10
2.1 Danza Clásica (Ballet)	12
2.2 Danza Contemporánea	12
3. Papel del entrenamiento de fuerza en la danza	12
Capítulo III. METODOLOGÍA.....	14
1, Tipo de estudio.....	14
2. Fuentes de información	14
3. Criterios de selección y exclusión	15
3.1 Evaluación de la calidad de los estudios	16
4. Proceso de búsqueda	17
5. Sistematización de datos	20
6. Variables a estudiar	20
7. Análisis estadísticos	21
Capítulo IV. RESULTADOS	24
Capítulo V. DISCUSIÓN.....	40
Capítulo VI. CONCLUSIONES.....	44
Capítulo VII. RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS.....	48

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios utilizados para evaluar la calidad de los estudios	16
Tabla 2. Revisión sistemática de estudios sobre efectos del ejercicio de fuerza en distintas variables indicadoras de fuerza del tren inferior en practicantes de danza	25
Tabla 3. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos en el metaanálisis según la escala TESTEX.....	27
Tabla 4. Resumen de los metaanálisis del efecto del ejercicio sobre distintas variables indicadoras de fuerza de tren inferior en practicantes de danza. Modelo de efectos aleatorios. Tamaños de efecto (TE) pre vs post test. Datos de grupos experimentales.....	30
Tabla 5. Resumen de los metaanálisis del efecto del ejercicio sobre distintas variables indicadoras de fuerza de tren inferior en practicantes de danza. Modelo de efectos aleatorios. Tamaños de efecto (TE) pre vs post test. Datos de grupos controles	35
Tabla 6. Resumen del análisis de seguimiento a variables moderadoras categóricas del efecto del ejercicio en la fuerza del tren inferior en practicantes de danza. Datos derivados de grupos experimentales.....	39
Tabla 7. Resumen de regresión de mínimos cuadrados ponderados. Análisis de variables moderadoras continuas del efecto del ejercicio en la fuerza del tren inferior en practicantes de danza. Datos derivados de grupos experimentales.....	39

Índice de figuras

Figura 1. Flujograma del proceso de búsqueda y selección de estudios.....	19
Figura 2. Proceso de metaanálisis aplicados	24
Figura 3. Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la fuerza de piernas en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales.....	31
Figura 4. Gráfico de embudo. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la fuerza de piernas en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales.....	31
Figura 5. Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la altura de salto vertical en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales	32
Figura 6. Gráfico de embudo. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la altura de salto vertical en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales.....	33
Figura 7. Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la circunferencia del muslo en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales.....	34
Figura 8. Gráfico de embudo. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la circunferencia del muslo en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales.....	34
Figura 9. Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la fuerza de piernas en practicantes de danza. Datos de grupos controles.....	36
Figura 10. Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la altura de salto vertical en practicantes de danza. Datos de grupos controles.....	36
Figura 11. Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la circunferencia del muslo en practicantes de danza. Datos de grupos controles.....	37

DESCRIPTORES

Ejercicio, fuerza, tren inferior, resistencia muscular, bailarines, danza, salto, entrenamiento
contra resistencia, metaanálisis, revisión sistemática.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

1. Planteamiento y delimitación del problema

Las demandas físicas de los bailarines implican que su fisiología y estado físico sea tan importante como el desarrollo de habilidades específicas coordinativas y expresivas para el baile. Sobre la fisiología y el estado físico está un componente importante: la fuerza muscular. Esta cualidad, junto a la integridad articular y el estado óseo de los bailarines, podrían tener consecuencias negativas (pérdida de fuerza y/o lesiones), por la realización exclusiva de entrenamiento específico de danza, como clases técnicas y ensayos intensos, actividades que a pesar de su regularidad, pueden no ser suficientes para mantener el cuerpo del bailarín de forma óptima y saludable (Koutedakis et al., 2005). Por tanto, es importante realizar además de las clases de técnica, un trabajo específico de preparación física (Irvine et al., 2011), como puede ser el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular.

La fuerza se puede definir como la capacidad máxima de trabajo que un grupo muscular puede generar a una velocidad específica, la cual, en conjunto con las demás cualidades físicas y la composición corporal, conforman la condición física; la fuerza puede verse afectada por diversos factores: la edad, sexo, tipo de fibra muscular, nutrición, nivel de exigencia del bailarín, entre otros; además, como se menciona anteriormente, la reducción de la fuerza muscular se asocia a una mayor gravedad en las lesiones típicas de deportistas o bailarines (Koutedakis et al., 2009), lo cual recalca la importancia de su entrenamiento en practicantes de danza.

Las mejoras en la fuerza están asociadas a una adecuada función neuromuscular que a su vez reduce los niveles de fatiga y podría disminuir el número de repeticiones de un movimiento o la duración de ensayos (Sanders et al., 2020; Stalder et al., 1990); factores que favorecen el desempeño artístico de bailarines, su bienestar y salud, así como la extensión de su vida profesional. Pero hay resultados heterogéneos en la literatura. Por ejemplo, se descubren valores similares de fuerza entre bailarines de varios niveles (profesionales y semiprofesionales), en comparación con la población normal, siendo mayor la resistencia muscular en practicantes de danza contemporánea que en ballet

(Angioi et al., 2009), pero, no se concluye qué medios pueden ser más eficaces para el entrenamiento de la fuerza en esta población.

Según varios autores (Irvine et al., 2011; Koutedakis et al., 2005; Koutedakis et al., 2009) prevalecen vacíos en la literatura científica, que ameritan revisiones sistemáticas de las evidencias de efectos de diferentes medios de entrenamiento de fuerza en la danza (contemporánea o clásica).

Problema de investigación

¿Cuáles son los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la musculatura del tren inferior en bailarines, con base en una revisión metaanalítica de evidencias científicas?

2. Justificación

En distintos ámbitos del movimiento en niveles atléticos se muestra que, a mayores valores de fuerza, es mayor el rendimiento físico, así como menor la incidencia en lesiones (Caparrós et al., 2014). La relación entre el entrenamiento de la fuerza con respecto a diversos aspectos influyentes en la danza, muestra diversas evidencias que se revisarán adelante.

A nivel de la condición física, en una revisión sistemática, Angioi et al. (2009) sugieren que los bailarines muestran menos condición física que otros atletas, esto basado en datos obtenidos principalmente del ballet. Además, que la fuerza muscular entre bailarines profesionales y estudiantes no muestra diferencias significativas, ya que el entrenamiento de danza no es suficiente para recargar y mejorar cada componente de la aptitud física; asimismo se descubren valores similares de fuerza entre bailarines de varios niveles (profesionales y semiprofesionales), en comparación con la población normal; la resistencia muscular se mostró mayor en bailarines de danza contemporánea que en ballet y aunque la mayoría de las investigaciones se han centrado en evaluar los niveles de la aptitud física de los bailarines, no se concluye qué medios pueden ser más eficaces para el entrenamiento de la fuerza en esta población.

Por otro lado, con respecto al tema de las lesiones, el estudio de Koutedakis et al. (1997), sugiere en sus hallazgos que la baja fuerza del muslo se asocia con la gravedad de las lesiones de las extremidades bajas, lo que incide negativamente en la salud de los bailarines. El entrenamiento suplementario de la aptitud física puede mejorar las cualidades

físicas para la danza, por ejemplo, cuando se trabaja con circuitos que incluyen ejercicios como push up, desplantes, desplantes con saltos, saltos a la caja entre otros. Al respecto, en el estudio de Wyon (2012), se mostró que los bailarines que realizaron estas prácticas tuvieron mejores *marcas* artísticas (indicadores relacionados a la calidad de la ejecución e interpretación de las secuencias de movimiento en la danza), así como en las aptitudes físicas en comparación con los que no realizaron esos ejercicios. Además, en esta investigación se destaca el trabajo con circuitos y los ejercicios con el peso corporal y salto, como medios para mejorar la fuerza.

En relación con los diferentes recursos de entrenamiento y duración de los tratamientos, en el estudio de Angioi et al. (2012), se desarrolló un entrenamiento combinado de circuito y vibración diseñado para mejorar la capacidad de la parte inferior del cuerpo para ser potente y aumentar la resistencia muscular de la parte superior del cuerpo. Los bailarines fueron evaluados para determinar los niveles iniciales de potencia muscular de la parte inferior del cuerpo y la resistencia muscular de la parte superior del cuerpo. Los resultados mostraron niveles similares en todos los participantes, posterior a las seis semanas de intervención, pero los participantes del entrenamiento complementario mostraron mayores niveles de potencia y resistencia muscular, integrándose en este estudio el medio de vibración, que no han utilizado previamente otros investigadores.

Por otro lado, en el estudio de Stalder et al. (1990), se investigaron los efectos de un programa de entrenamiento con pesas suplementario, con bailarinas de ballet universitarias, durante nueve semanas, aplicando un diseño con grupo experimental y grupo control. Posterior a la intervención, el grupo que realizó el entrenamiento mostró una mejora significativa en la fuerza de los músculos aductores, en la potencia anaeróbica, en resistencia muscular y un mejor rendimiento general en la técnica de ballet. Los autores concluyeron, que un programa de entrenamiento con pesas puede mejorar la fuerza funcional de las piernas sin interferir con los requerimientos estéticos y artísticos del ballet, utilizándose el medio más *tradicional* para mejorar la fuerza (pesas) y orientándose específicamente a bailarinas clásicas.

En otra intervención realizada por Koutedakis et al. (2007), se evaluaron los efectos de un programa de entrenamiento muscular y aeróbico de doce semanas, con 32 bailarines estudiantes de danza moderna, aplicando un diseño con grupo experimental y grupo

control. Los autores demostraron que el grupo que realizó el ejercicio, tuvo aumentos significativos en la fuerza de las piernas. Koutedakis et al. concluyeron que el entrenamiento, tuvo efectos positivos sobre la salud, el rendimiento y el estado físico de los bailarines, mostrando una duración del ejercicio mucho más larga que en intervenciones realizadas en otros estudios.

Mantener la función del músculo esquelético y preservar la masa muscular es fundamental para la movilidad, el metabolismo, la prevención de enfermedades y la calidad de vida. La intensidad del ejercicio, el volumen y el descanso provocan adaptaciones musculares específicas que pueden optimizar la magnitud del aumento de masa muscular (Gonzalez et al., 2016). El estímulo de la contracción muscular se da durante las diferentes intensidades del ejercicio, teniendo como resultado respuestas bioquímicas que regulan la tasa de síntesis de proteínas. Además, a nivel celular la adaptación del músculo esquelético parece ser el resultado de los efectos acumulativos que siguen a episodios agudos de ejercicio.

Relacionado con lo anterior, cabe mencionar que la aplicación de los principios del entrenamiento (periodización, sobrecarga, etc.), así como diferentes métodos de ejercicio, como el tradicional de fuerza, entre otros, han reportado un efecto positivo en la fuerza en miembros inferiores y en las destrezas que requieren de esta cualidad (velocidad, saltos, etc.), beneficiando además, la salud y el bienestar de los bailarines (Escobar et al., 2022). Además, a pesar de los mitos existentes alrededor del entrenamiento de fuerza en la danza, las percepciones van variando y cada vez más bailarines dejan de sentir temor de que el entrenamiento de fuerza cambie su estética o afecte su desempeño artístico. En este sentido, una mayor educación en torno a los beneficios del entrenamiento de fuerza ayudaría a incrementar la participación de bailarines en estos procesos (Farmer y Brouner, 2021).

A pesar de que los estudios científicos en el ámbito artístico tienen menor trayectoria que en el ámbito deportivo, la investigación continúa creciendo y tomando impulso, en busca de mejores prácticas artísticas e incluir la salud como un eje importante en el desarrollo del trabajo del bailarín. Según se ha revisado, varios estudios se han centrado en analizar los efectos de un entrenamiento de fuerza para la musculatura del tren inferior, principalmente del muslo (cuádriceps, isquiotibiales, aductores), siendo necesario comparar de forma sistemática y meta-analítica los resultados de dichos estudios en los parámetros de

la fuerza medidos, así como examinar la influencia de la duración del programa, los tipos de entrenamiento, el tipo de danza (clásica o contemporánea) y de las diferencias ligadas al sexo del bailarín, para determinar cuáles modalidades de ejercicio son más efectivas y podrían impactar de forma positiva dicha población.

Además, al momento de finalizar el presente estudio, no se ha encontrado evidencia de algún metaanálisis específico de estudios experimentales que examine esta temática, enfocándose en los entrenamientos realizados y los medios utilizados (pesas, pliométricos, plataformas vibratorias, entre otros). Por tanto, esta revisión sistemática puede ayudar a mostrar con más precisión, qué ejercicio funciona mejor, cuándo, cuánto, con quién y en qué tipo de danza; o bien el estado actual de la información disponible al respecto. Así mismo, este estudio pretende indagar más profundamente en la utilización de los diferentes medios de entrenamiento de la fuerza en bailarines y su importancia para el desarrollo más integral de practicantes de danza, con base en evidencia científica.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Revisar sistemáticamente y metaanalizar los estudios científicos experimentales disponibles que analicen los efectos de un entrenamiento de fuerza en la musculatura del tren inferior en bailarines de ballet clásico o danza contemporánea (profesionales o estudiantes), para examinar sus características y la relación con esta población.

3.2 Objetivos específicos

- a) Determinar el tamaño de efecto del entrenamiento de fuerza aplicado a la musculatura del tren inferior en bailarines, sobre su fuerza, altura de salto y circunferencia de muslo.
- b) Calcular la heterogeneidad de los tamaños de efecto calculados.
- c) Evaluar la presencia de sesgo de publicación en los resultados metaanalíticos.

- d) Examinar la influencia de variables moderadoras sobre los tamaños de efecto calculados.

4. Conceptos clave

Entrenamiento de fuerza: proceso de actividades sistematizadas con base en principios científicos, fisiológicos, metodológicos y pedagógicos, que persigue la mejora de la capacidad de los músculos esqueléticos para realizar un trabajo mediante la aplicación de fuerza con determinada calidad o exigencia (González y Ribas, 2014). Entre los fundamentos que comprende para la planificación y programación se incluye: objetivos, frecuencia, volumen, intensidad, variedad, progresión, entre otros; así como formas de evaluación y diversas metodologías (Gonostiaga y González, 2002).

Danza: práctica artística cinestésica, en la cual un ser humano se expresa integralmente, a través del movimiento y mediante el ritmo. Lenguaje artístico expresivo que utiliza el movimiento, el gesto y la reacción del cuerpo humano en un juego variado de formas, líneas, fuerzas, direcciones y velocidades, que pueden ser estructuradas o espontáneas (Bougart, 1964; Robisson, 1992; Willen, 1985).

Tren inferior: término empleado para definir las extremidades inferiores que se unen al tronco por la pelvis mediante la cadera, encargadas de mantener el equilibrio, soportar el peso del cuerpo en posición de pie y permitir el desplazamiento; se compone de: la pelvis, muslos, patela, pierna y las articulaciones: cadera, rodilla, tobillo y pie [tarso, metatarso, falange] (Moore, 2013).

Capítulo II

MARCO CONCEPTUAL

1. Fuerza

La fuerza es una de las cualidades físicas básicas esenciales para la salud, así como en cualquier disciplina deportiva y algunas disciplinas artísticas (Koutedakis et al., 2005; Suchomel et al., 2016).

Suchomel et al. (2018), mencionan que la base de la fuerza es: “una combinación de factores morfológicos y neurales que incluyen el área transversal y la arquitectura del músculo, la rigidez musculotendinosa, el reclutamiento de unidades motoras, la codificación de frecuencia, la sincronización de unidades motoras y la inhibición neuromuscular” (p. 765).

La fuerza como cualidad física básica se refiere a la producida con la contracción muscular y absorbida por los diferentes tejidos en el cuerpo humano, como un elemento para la ejecución de gestos o tareas específicas durante el movimiento (López y Fernández, 2006; Verkhoshansky, 1999), y se debe diferenciar de la fuerza como magnitud física, la cual no es objeto de estudio de este trabajo.

En 1999, Ortiz Cervera menciona otra definición:

La definición fisiológica de la fuerza: es la capacidad de vencer una resistencia externa o de reaccionar contra la misma mediante tensión muscular. Según la forma de producción de esta y el tiempo de aplicación tendremos un tipo de fuerza u otra. (p. 15)

1.1 Entrenamiento de fuerza

Las adaptaciones y respuestas biológicas al entrenamiento de fuerza tienen bases musculares y neuronales, que se explican fisiológicamente en el proceso de la contracción muscular (Cervera, 1999, p. 17). Cabe mencionar otros conceptos estrechamente relacionados al entrenamiento de fuerza como: carga, volumen, intensidad, frecuencia,

duración, tipo de ejercicio, así como pesos libres y pliometría, entre otros (Cervera, 1999, p.16). Los cambios transitorios en la expresión génica (a nivel celular), son el resultado de los efectos acumulativos que siguen a estímulos agudos de ejercicio (Gonzalez et al., 2016).

Así también, el entrenamiento de fuerza no puede expresarse solo por el peso movilizado, ya que otros factores como la aceleración que produce el sistema muscular, la velocidad alcanzada en el ejercicio, la magnitud de la carga respecto a 1RM u otro test (8RM, 5RM, ect.), la potencia producida en el ejercicio, así como los diferentes sistemas y medios para llevarse a cabo, son parte del entrenamiento de fuerza (Nacleiro, 2001; Rosa-Guillamón, 2013).

Las formas de programar el entrenamiento de fuerza son variadas. Los modelos de periodización con un objetivo o múltiples objetivos pueden generar mayor desarrollo de la fuerza (y potencia), además, los componentes de la carga y conceptos aplicados deben considerarse dentro de los parámetros de cada deporte/disciplina, así como las características de los atletas y la totalidad de las demandas del programa según corresponda a la disciplina (Suchomel et al., 2018).

La prescripción tradicional del entrenamiento de fuerza sugiere 3 ó más series de 6 a 12 repeticiones por ejercicio, con una frecuencia de 3 días/semana, de forma muy general, en programas para atletas (donde cabrían profesionales en danza), mientras que los parámetros de la prescripción del ejercicio de fuerza para poblaciones especiales o poblaciones sanas sin desempeño atlético, varían de lo anteriormente mencionado, principalmente con respecto al volumen y la intensidad del ejercicio (ASCM, 2000; Hass et al., 2001).

Profundizando en el caso de atletas y afines, la carga adecuada en el entrenamiento (por ejemplo, la carga excéntrica, la concéntrica, etc.), el entrenamiento de fuerza variable y el entrenamiento bilateral, pueden producir las adaptaciones de fuerza más amplias (Suchomel et al., 2018). Combinar cargas ligeras y pesadas puede desarrollar mejoras de fuerza y complementar otras características de la fuerza como la potencia (fuerza explosiva), y así también, las series múltiples muestran mayores beneficios que las series individuales, aunque se debe tener consideraciones con cada participante, según el estado de entrenamiento para su aplicación, pero al parecer los protocolos de ejercicio que maximizan el reclutamiento de fibras, el tiempo bajo tensión y el estrés metabólico,

ayudarán a maximizar la señalización anabólica intramuscular, no obstante, los parámetros del ejercicio para maximizar la respuesta anabólica siguen sin estar claros (Gonzalez et al., 2016; Suchomel et al., 2018).

1.2 Test para evaluar la fuerza

Los test para evaluar la fuerza implican diversas pruebas para determinar la capacidad actual de una persona en esta cualidad física, seleccionándose según las características y posibilidades de cada población o individuo (Rosa-Guillamón, 2013).

Entre las pruebas más básicas según Kraemer (2006), está la de determinar el número de repeticiones que se puede ejecutar hasta el agotamiento, moviendo cierta masa, lo cual se describe en máximo número de repeticiones o RM, donde el peso movilizado y la cantidad de repeticiones logradas representarán el nivel actual de fuerza (por ejemplo, una repetición máxima ó 1RM, 5RM, 8RM, etc.), siendo estos resultados los que se tomarán como punto de partida para la programación del entrenamiento. Según Kraemer la forma más usual de evaluar la fuerza es a través de 1RM o determinando un porcentaje del peso alrededor de 1RM (p.79).

1.3 Medios para entrenar la fuerza

Los medios para entrenar la fuerza se refieren a los diversos materiales que se pueden seleccionar según el método y la prescripción realizada, destacando entre los medios más comunes las barras, pesas, kettlebells, ligas, cajas entre otras, dependiendo su selección de los test y de la experiencia previa y necesidades de quienes participan (Rosa-Guillamón, 2013).

Según Suchomel et al. (2018), los ejercicios con el peso corporal, los pliométricos y los ejercicios con pesas rusas, podrían tener un potencial limitado para el desarrollo de la fuerza máxima, pero continúan siendo relevantes para desarrollar demandas motoras diferenciadas y desafiar la expresión de fuerza limitada en el tiempo. Lo anterior es relevante para disciplinas como la danza, en las que es necesario desarrollar y mantener ciertos niveles de fuerza específica, para apoyar el desempeño dancístico.

En relación con lo anterior, un estudio de Grigoletto et al. (2020), con bailarinas clásicas, utilizó como medio de entrenamiento las pesas rusas en un programa de 5 meses, que entre las variables analizadas mostraba la potencia de las extremidades inferiores, obteniéndose diferencias significativas en todos los ejercicios de salto y en todas las demás variables. Por tanto, medios de entrenamiento de fuerza como estos, pueden favorecer aspectos de la fuerza necesarios para el desempeño en la danza profesional.

2. Danza

La definición de la danza es uno de los temas más discutidos en el ámbito artístico, siendo un concepto complejo de definir. Algunas definiciones de los últimos cincuenta años se describen a continuación.

Según Alberto Dallal (2020), el arte de la **danza** consiste en mover el cuerpo dominando y guardando una relación consciente con el espacio e impregnando de significación el acto o la acción que los movimientos desatan (párr.3).

Por su parte Bougat (1964), en un texto clásico de técnica de la danza señala:

La danza es la más humana de las artes, es un arte vivo: el juego infinitamente variado de líneas, de formas y de fuerzas, de direcciones y de velocidades, concurre a la realización de perfectos equilibrios estructurales que obedecen, tanto a las leyes de la biología como a las ordenaciones de la estética. (p.5).

Otro texto clásico, pero de la década de 1970 define: “la danza es un movimiento puesto en forma rítmica y espacial, una sucesión de movimientos que comienza, se desarrolla y finaliza” (Murray, 1974, p.7).

Ya entrando en la década de 1980 se presenta otro concepto de la danza definiéndola como: “cualquier forma de movimiento que no tenga otra intención para alén [sic.] de la expresión de sentimientos, de sensaciones o pensamientos, puede ser considerada como danza” (Sousa, 1980, p.9).

En esta misma década se encuentra otro concepto destacable:

Podemos definir la danza como arte en producir y ordenar los movimientos según los principios de organización interna (composición en movimientos en sí mismos) y estructuras (disposición de movimientos entre sí) ligados a una época y a un lugar dado, con el fin de experimentar y comunicar un mensaje literal, como el ballet. (Quebec, 1981, p.77).

También se destaca el concepto de Willem que señala que: “la danza es un arte que utiliza el cuerpo en movimiento como lenguaje expresivo” (Willem, 1985, p.5). Además, se encuentra el concepto de Salazar que propone que: “la danza es una coordinación estética de movimientos corporales” (Salazar, 1986, p.9). Y cerrando el siglo XX se destacan conceptos como el de Robinson que plantea que: “la danza es la reacción del cuerpo humano de una impresión o idea captadas por el espíritu, porque cualquier movimiento suele ir acompañado de un gesto” (Robinson, 1992, p.6).

Finalmente, en el siglo XXI se retoman los diversos conceptos clásicos y se amalgaman en nuevas visiones de autores como Rodríguez (2010), de cuya obra se destaca lo siguiente:

En líneas generales podría decirse que la danza es una actividad humana; universal, porque se extiende a lo largo de toda la Historia de la Humanidad, a través de todo el planeta, se contempla en ambos sexos y se extiende a lo largo de todas las edades; motora, porque utiliza el cuerpo humano través de técnicas corporales específicas para expresar ideas, emociones y sentimientos siendo condicionada por una estructura rítmica; polimórfica, porque se presenta de múltiples formas, pudiendo ser clasificadas en: arcaicas, clásicas, modernas, populares y popularizadas; polivalente, porque tiene diferentes dimensiones: el arte, la educación, el ocio, y la terapia; compleja, porque conjuga e interrelaciona varios factores: biológicos, psicológicos, sociológicos, históricos, estéticos, morales, políticos, técnicos,

geográficos, y además porque conjuga la expresión y la técnica y es simultáneamente una actividad individual y de grupo, colectiva. (p. 1)

2.1 Danza Clásica (Ballet)

El ballet es una forma de danza con pasos y nombres codificados, que surgió en la Italia del Renacimiento (1400-1600), en las cortes renacentistas y en Francia, durante la regencia del Rey Sol (Louis XIV), época en que surgió la necesidad de la profesionalización, creándose así en 1661, la primera escuela de danza: *Académie Royale de la danse* (Markessinis, 1995).

En esa época se mostró el comienzo de lo que realmente va a ser en unos años la forma de movimiento que se conoce como ballet clásico. También se dio gradualmente un desarrollo que llevó a innovaciones estilísticas y técnicas, así como a diferentes métodos y escuelas (Abad Carles, 2004; Reyna, 1985; Pérez 2008).

2.2 Danza Contemporánea

Entendiéndose por danza al acto de bailar y contemporáneo a lo que forma parte del tiempo presente; este concepto se refiere a formas de movimiento que surgen de un *ruptura* con el ballet clásico, permitiéndose los pies descalzos y movimientos más libres, diversos y modernos en el torso y brazos, que dieron origen a la danza moderna, la cual es la antesala que dio lugar a la danza contemporánea, que busca eliminar *las barreras* entre distintas formas de danza, así como permitir más libertad de expresión y creación (Abad Carles, 2004).

3. Papel del entrenamiento de fuerza en la danza

Con frecuencia las clases técnicas de danza pueden no ser suficiente para un adecuado mantenimiento del cuerpo del bailarín, dejando de abarcar todas las cualidades físicas que requiere esta disciplina. Así, para tener un óptimo desarrollo de todas las habilidades y cualidades físicas que requiere la danza, es importante realizar aparte de las clases de técnica, un trabajo específico de preparación física (Irvine et al., 2011).

El entrenamiento de fuerza forma parte del trabajo específico de la preparación física, existiendo evidencias que muestran resultados favorables al entrenar esta cualidad en practicantes de danza, como por ejemplo en un estudio con bailarines adolescentes de ballet, contemporáneo y jazz, donde se mostró que después de una intervención de nueve semanas, hubo mejora en la estabilidad general, la potencia y fuerza máxima, así como mejoras en el rendimiento de baile subjetivo (Dowse et al., 2017).

En una revisión sistemática Girard et al. (2015), muestran que el entrenamiento de fuerza dio como resultado mejoras significativas en la altura del salto, en la estética y en el rendimiento y que las intervenciones de fuerza o pliométricas no afectaron las medidas antropométricas de las extremidades inferiores, como la circunferencia del muslo. En otro estudio, Ávila-Carvalho et al. (2022) investigaron el efecto del entrenamiento de fuerza de las extremidades inferiores en el salto escénico de bailarines de ballet y sus resultados sugieren que el grupo de intervención mejoró significativamente la altura del salto, la fuerza y potencia relativa y la velocidad máxima, concluyéndose que el entrenamiento de fuerza es una forma efectiva de mejorar la altura del salto y que este entrenamiento complementario es determinante para mejorar los saltos específicos del ballet.

Así mismo, Farmer y Brouner (2021) realizaron un estudio para analizar las percepciones de los bailarines hacia el entrenamiento de fuerza y se demostró que los profesores de danza estuvieron menos de acuerdo en general con que el entrenamiento de fuerza fuera esencial para el desarrollo del bailarín, que las mujeres o los hombres debieran participar en programas de fuerza, que ese entrenamiento fuera parte de cada programa de formación sin importar el estilo de danza, o que el entrenamiento de fuerza fuera beneficioso para las mujeres o para aumentar el peso corporal. No obstante, estas percepciones negativas de los profesores no coinciden con la opinión de los y las practicantes, quienes manifestaron perder temor a un impacto negativo en la estética, a incrementar la masa muscular o que se afecte el desempeño artístico, por el entrenamiento de fuerza. Estos resultados muestran temores y resistencias que todavía calan en el sector de la danza, por lo cual es importante enfocarse en la educación acerca de los beneficios de los programas de fuerza en bailarines, siendo para esto un insumo valioso, el contar con evidencias científicas robustas.

Capítulo III

METODOLOGÍA

1. Tipo de estudio

El presente estudio consiste en una revisión sistemática cuantitativa o metaanálisis, que radica en explicitar la forma utilizada para encontrar, seleccionar, analizar y sintetizar diversa información y presentar la evidencia. El metaanálisis en particular se elabora mediante el uso de técnicas estadísticas, donde se computa cuantitativamente los resultados en un solo estimador ponderado o estimación combinada llamada tamaño de efecto (TE). El metaanálisis utiliza la información (estadística descriptiva y en su defecto, estadísticos inferenciales) de estudios primarios para calcular el TE. Además, el metaanálisis debe cumplir con criterios de objetividad, replicabilidad, y precisión, como cualquier investigación científica de alta calidad (Botella y Sánchez, 2015; Botella y Zamora, 2017; Letelier et al., 2005).

Las revisiones sistemáticas metaanalíticas son una herramienta fundamental para esquematizar y sintetizar información científica disponible sobre determinado tema, aumentando la validez de las conclusiones de estudios individuales y permitiendo el reconocimiento de áreas “*débiles*” en las que sea necesario llevar a cabo investigación. Al mismo tiempo, las revisiones sistemáticas son indispensables para realizar prácticas basadas en evidencia y una herramienta clave en la toma de decisiones (Botella y Zamora, 2017; Ferreira et al., 2011).

2. Fuentes de información

La búsqueda amplia y sistemática es una distinción fundamental de los metaanálisis o revisiones sistemáticas cuantitativas, persiguiendo como propósito el establecimiento de una serie de criterios de inclusión y exclusión que faciliten la creación de una base de datos homogéneos para realizar una generalización de todos los estudios (Botella y Zamora, 2017). Se debe incluir bases de datos electrónicas, revisión manual de las referencias de los artículos encontrados, contacto con expertos para identificar artículos no publicados, estudios presentados en jornadas científicas, congresos, entre otros (Letelier et al., 2005).

Se realizó una búsqueda de bibliografía en las siguientes plataformas: Ebsco, Pubmed, Medline, Google académico, y se utilizaron los siguientes términos en español e inglés: “Danza y metaanálisis”, “Danza y fuerza muscular” y “Danza y entrenamiento de fuerza”; “Dance and meta-analysis”, “Dance and muscular strength” y “Dance and strenght training”. Los términos utilizados fueron combinados con las frases booleanas “AND” y “OR”. La búsqueda se filtró por palabras en el título, palabras claves y/o en el resumen, y solicitando que los artículos estuvieran a texto completo y de manera gratuita (cuando esto no era posible, se recurrió a contactar a autores para obtener ciertos artículos o para acceder a datos adicionales para clarificar o ampliar alguna información del texto publicado).

3. Criterios de selección y exclusión

La selección de estudios se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios:

- a) Artículos con diseño experimental (con grupo control y grupo experimental), con un pretest y un postest.
- b) El tratamiento debía incluir entrenamiento de fuerza muscular para el tren inferior y claridad sobre los músculos evaluados y los métodos aplicados.
- c) La población debía corresponder a bailarines profesionales o en procesos formativos con orientaciones profesionales, mujeres u hombres, con edad entre 18-35 años.

En cuanto a los criterios de exclusión se consideraron los siguientes:

- a) Artículos que no fuesen experimentales y por tanto, que en su diseño no tuvieran grupo experimental y grupo control.
- b) Artículos donde la población fuera de bailarines del ámbito informal (academias y similares) o que no realizaran prácticas de danza diariamente.
- c) Artículos de géneros que no fueran con bailarines de ballet clásico o danza contemporánea, por la variabilidad en las demandas físicas entre diferentes géneros de baile.
- d) Artículos que estudiaban los efectos de un entrenamiento de fuerza en otros grupos musculares y no en el tren inferior; o con otras poblaciones (deportes u otros).

3.1 Evaluación de la calidad de los estudios

Para efectos de evaluar la calidad metodológica de los estudios a sistematizar, con fines descriptivos y de orientación para futuras investigaciones, se aplicó la escala TESTEX (Smart et al., 2015). Esta escala incluye 15 ítems que deben ser cumplidos por las investigaciones, pero para el presente estudio se aplicó una adaptación de dicha escala tomando 13 ítems, siguiendo criterios de estudios previos (Jiménez et al., 2020), debido a las particularidades del área de investigación, a su aplicabilidad y estructura (ver tabla 1).

Al respecto, se determinó que el ítem 9 (análisis de intención) y el ítem 15 (volumen y gasto energético) no tienen aplicabilidad en el tipo de artículos que se analiza en el presente estudio. Al valorar el análisis de intención, esto le restaba validez a los resultados, y el volumen y gasto cardíaco, en la mayoría de estudios no se incluían dentro de su metodología, dada su orientación a analizar la fuerza. Por tanto, se excluyó esos ítems.

En este instrumento se asigna un punto (1) si el estudio cumplía con el criterio establecido y un cero (0), si no lo cumplió, siendo entonces la máxima puntuación posible de 13 puntos (tras excluir los mencionados ítems 9 y 15), mientras que la mínima sería de 0. Este instrumento ya ha sido utilizado en metaanálisis previos para medir la calidad metodológica de estudios experimentales y quasi experimentales (e.g.: Loría-Calderón y Rodríguez-Hernández, 2019).

Tabla 1.

Criterios utilizados para evaluar la calidad de los estudios

Criterio
1. Criterios de elegibilidad claros y se cumplen
2. Métodos de aleatorización descritos y definidos.
3. Ocultación de la asignación de los participantes
4. Grupos sin diferencia estadística en pretest
5. Cegamiento del evaluador
6. Más del 85% de los participantes terminaron el estudio

Continúa en página 17.

Continuación de tabla 1. Viene de página 16.

Criterio
7. Se reportan los eventos adversos para cada grupo
8. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio
9. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal
10. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la (s) variable(s) secundaria(s)
11. ¿Se reportan los resultados de variabilidad de la (s) variable(s) secundaria(s)?
12. Se reporta el nivel de actividad física del grupo control
13. La intensidad de ejercicio se mantuvo constante durante la intervención

Nota: se muestran los 13 ítems que fueron seleccionados de la escala TESTEX.

4. Proceso de búsqueda

La información para la presente investigación se ha recopilado desde febrero de 2019 a diciembre de 2021. La búsqueda fue enfocada en artículos de corte experimental, así como en revisiones y metaanálisis. Sin embargo, se reflejó que parte importante del material existente en este campo son revisiones narrativas, sin análisis cuantitativos, así como artículos de opinión. No obstante, sí existen diversos artículos que plantean un diseño experimental y que tratan sobre el tema de la fuerza en el tren inferior, como prioridad en esta población (bailarines), siendo este el cuerpo principal de este trabajo y de donde se toman las variables a metaanalizar.

El material de corte narrativo o que mostraba solo mediciones sin un tratamiento (estudios descriptivos), generó otros aportes al presente documento, sobre todo en la creación de la introducción (delimitación y planteamiento del problema, justificación, discusión de los resultados).

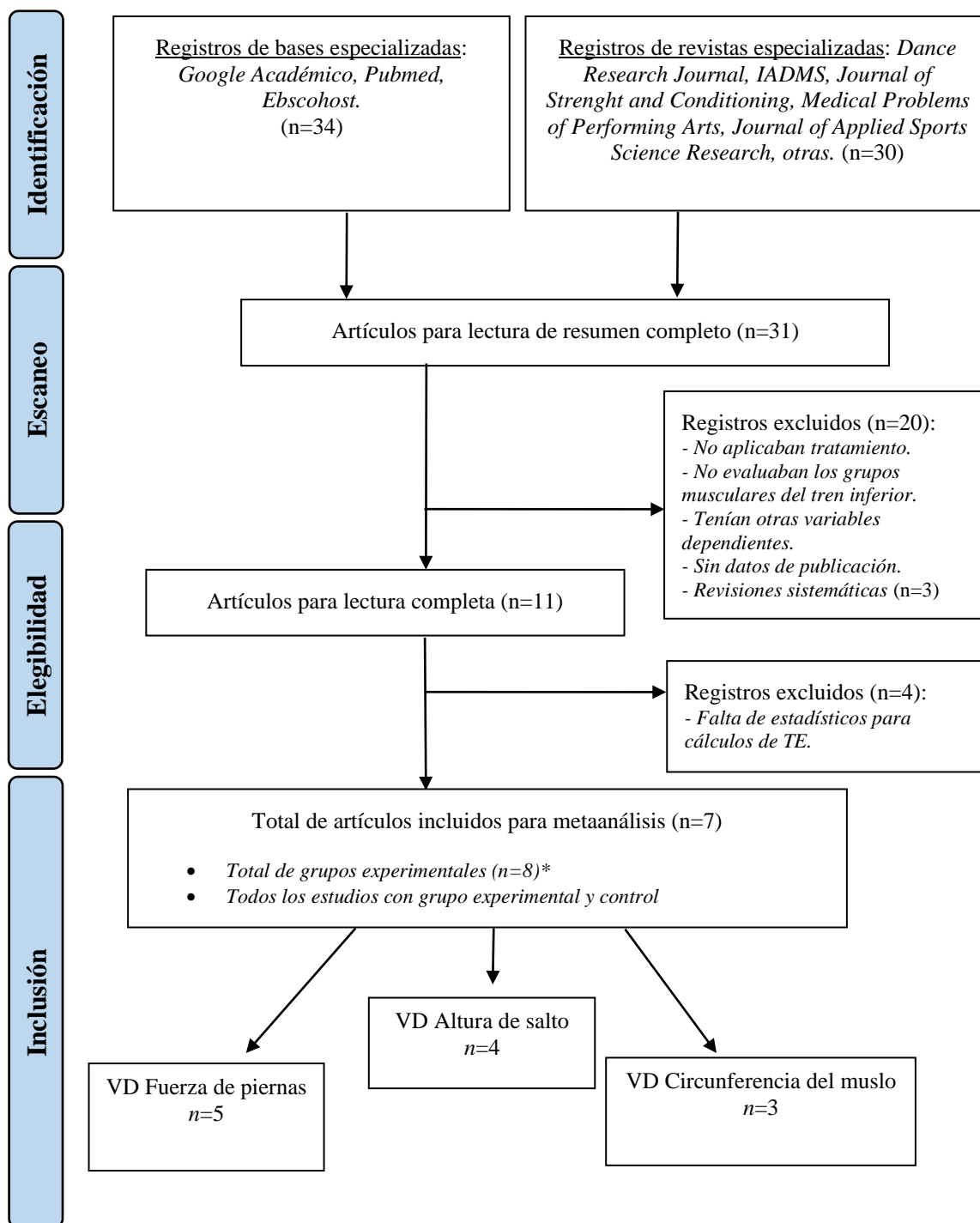
Así, se revisó en detalle 31 artículos, de los cuales siete tenían diseño experimental completo (grupos experimental y control) y fueron seleccionados para metaanalizarles; tres

eran revisiones sistemáticas y los demás artículos trataban de forma descriptiva y teórica sobre temas vinculantes a la fuerza, fisiología del ejercicio, lesiones, picos de torque y otros. De los artículos experimentales se desprenden las variables que se delimitan más adelante.

Al final del proceso, se logró delimitar 7 artículos que cumplían con los criterios de inclusión para el estudio metaanalítico, que en definitiva consistió en tres metaanálisis para grupos experimentales y tres para grupos de control correspondientes (pues como se verá no fue posible metaanalizar las cinco variables dependientes propuestas), según se ampliará más adelante (ver flujograma en la figura 1).

Figura 1.

Flujograma del proceso de búsqueda y selección de estudios



Nota: *el estudio de Brown et al. (2007) tenía dos grupos experimentales (el experimental 1 hizo ejercicio pliométrico y el experimental 2 realizó ejercicio con peso libre). VD: variables dependiente (se corrió un metaanálisis de grupos experimentales y otro de grupos controles para cada VD). n= cantidad de estudios.

5. Sistematización de datos

Para sistematizar los datos se utilizó una hoja de cálculo (Excel 2013) y se codificó la información de cantidad de muestra de cada grupo (experimental y control) de cada estudio, las edades promedio de cada uno, su conformación según sexo (masculino, femenino), tipo de baile (ballet, contemporáneo, mixto), las características reportadas del entrenamiento (tipo de ejercicio, duración en minutos de las sesiones), unidad de medida de las variables dependientes y otros detalles que se pudiera observar reportados en los estudios. En la hoja de cálculo se programaron las fórmulas de TE y otros estadísticos básicos (se explican más adelante) y luego se trasladó la información necesaria al programa Jamovi para los cálculos de combinación finales y que más adelante se detallan.

6. Variables a estudiar

Variable independiente: entrenamiento de fuerza (diferentes medios). Entre estos medios se encuentran pesos libres, peso corporal, plataforma vibratoria, ejercicios con máquinas, entre otros.

Variables dependientes: fuerza en el tren inferior en *extensión de rodilla* (Brown et al., 2007), fuerza en el tren inferior en *flexión de rodilla* (Brown et al., 2007), fuerza en el tren inferior en *prensa de piernas* (Brown et al., 2007; Escobar et al., 2019; Koutedakis et al., 2007; Sanders et al., 2020; Stalder et al., 1990), fuerza explosiva del tren inferior valorada con *altura en el salto vertical* (Angioi et al., 2012; Brown et al., 2007; Escobar et al., 2019; Sanders et al., 2020) y además se incluyó la medida de la *circunferencia del muslo* (Koutedakis y Sharp, 2004; Sanders et al., 2020; Stalder et al., 1990) como indicador de aumento de la masa muscular. Estas variables se muestran en los estudios seleccionados y mencionados, como variables cuantitativas continuas.

Posibles variables moderadoras

Estas se examinan en función de la evidencia de heterogeneidad en los resultados de los TE de cada estudio (TE individuales), por medio del estadístico Q y de su

complemento, el estadístico I^2 , cuyo cálculo se explica más adelante. Con base en la revisión de información de los estudios seleccionados, se definió las siguientes variables potencialmente moderadoras de los efectos de los metaanálisis:

- Características del entrenamiento: duración, frecuencia, tipo de pruebas.
- Medio de entrenamiento de fuerza: pesas, pliométrico, plataformas vibratorias
- Tipo de danza: ballet clásico o danza contemporánea.
- Edad: grupos de edad.
- Sexo: mujeres y hombres.

7. Análisis estadísticos

Metaanálisis intra grupos: este modelo se utiliza para metaanálisis mediante los tamaños de efecto (TE) que comparan dos mediciones (datos de las mediciones previa y post intervención) de un mismo grupo. Según la disponibilidad de información en los estudios, se realizó metaanálisis intra grupos para los datos de los grupos experimentales y de los controles por separado. Al igual que en los metaanálisis entre grupos, se empleó el modelo de metaanálisis de efectos aleatorios con el método específico de máxima verosimilitud restringida:

Paso 1: *Tamaño de efecto sin corregir (TE):*

Se aplicó la fórmula de TE propuesta por Becker (1988) y recomendada por otros autores (Looney et al., 1994; Grissom y Kim, 2012).

$$TE = (Media_{post} - Media_{pre}) / Desviación\ estándar_{pre}$$

Paso 2: *Cálculo de factor de corrección (c) y del tamaño de efecto corregido (TE_c):* se multiplica el TE por el factor de corrección c

$$c = 1 - \left[\frac{3}{4m - 1} \right] \quad \text{Donde: } m = n - 1$$

$$TE_c = TE * c$$

Paso 3: *Varianza del tamaño de efecto corregido:*

Se aplicó la fórmula propuesta por Gibbons et al. (1993, p.275, fórmula 21):

$$Var = \frac{1}{n} + \left[\frac{TE_c^2}{2 * (n - 1)} \right]$$

Paso 4: *Corrección de varianza:* al seguirse el modelo de efectos aleatorios

$$Var_{TE_c} = c2 * Var$$

Paso 5: *Cálculo de intervalos de confianza:* se estimaron intervalos al 95% de confianza.

$$-IC95\% = TE_c - 1,96 * \sqrt{Var_{TE_c}}$$

$$+IC95\% = TE_c + 1,96 * \sqrt{Var_{TE_c}}$$

Cálculos para combinar los resultados de los estudios a revisar:

Tras calcular los TE de cada estudio y otros estadísticos mencionados previamente, se calcula los TE globales de cada variable dependiente (por tanto, se realiza un metaanálisis específico por cada variable dependiente para la cual se haya calculado TE individuales). El TE global también requiere el cálculo de intervalos de confianza al 95%. Además, se debe calcular los estadísticos indicadores de homogeneidad / heterogeneidad (Q e I^2) y la prueba de sesgo de publicación (Orwin, 1983) que en este caso consistió en el test de Egger (Egger et al., 1997). Como se mencionó antes, los cálculos se efectuaron con el programa Jamovi (módulo MAJOR, específico para metaanálisis), versión 2.2.5 (Lakens, 2017; R Core Team, 2019; The jamovi project, 2020; Viechtbauer, 2010).

Análisis de variables moderadoras:

Vale recordar que estos análisis solo se aplicarían si se tenía evidencia de heterogeneidad en los TE individuales de los estudios metaanalizados, mediante el análisis de los resultados de los estadísticos Q (con $p < 0,05$) e I^2 ($\geq 75\%$). Se aplicaría entonces un

análisis de seguimiento de variables moderadoras categóricas y métricas (continuas). Para las primeras, se indica en la literatura (Cooper et al., 2009; Thomas y French, 1986; Thomas et al., 2015) el análisis de varianza (ANOVA) análogo incluyendo al inverso de la varianza y la prueba omnibus de comparación por pares como análisis post hoc. Y para el análisis de variables moderadoras continuas, se aplica la regresión de mínimos cuadrados ponderados, incluyendo al inverso de la varianza como factor de ponderación, según Cooper et al. (2009). Estos análisis se realizan en una hoja de cálculo (Excel 2013) y con el paquete estadístico IBM SPSS versión 24.

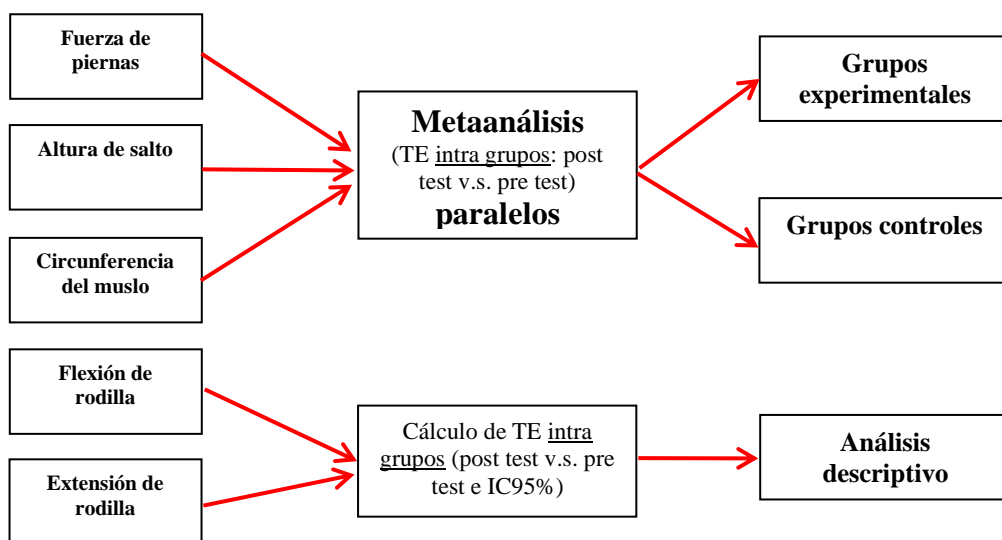
Capítulo IV

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados generales del estudio metaanalítico realizado. De las cinco variables dependientes que interesaba metaanalizar, solo fue posible aplicar metaanálisis para tres de ellas (fuerza de piernas, altura de salto vertical y circunferencia del muslo), mientras que para las otras dos variables dependientes (flexión de rodilla y extensión de rodilla) solo se obtuvo datos metaanalizables de un estudio (Brown et al., 2007), por lo que se decidió incluir sus datos en la revisión sistemática general (ver tabla 2) y aplicarles un análisis descriptivo. Los metaanálisis aplicados a los datos de fuerza de piernas, altura de salto y circunferencia del muslo, se realizaron en paralelo metaanalizando por separado los datos de los grupos experimentales y los de los grupos controles. Este proceso se ilustra en la figura 2.

Figura 2.

Proceso de metaanálisis aplicados



Seguidamente se presentará los resultados de la revisión sistemática general, el análisis descriptivo de los datos de flexión de rodilla y extensión de rodilla, los metaanálisis aplicados a datos de fuerza de piernas, altura de salto vertical y circunferencia del muslo. (tabla 2 y comentario posterior).

Tabla2.

Revisión sistemática de estudios sobre efectos del ejercicio de fuerza en distintas variables indicadoras de fuerza del tren inferior en practicantes de danza

Estudio	Características	Metodología	Resultados
Koutedakis y Sharp (2004)	Grupos: exp (n= 12, edad:25 años), cont (n=10, edad: 25 años) Sexo: femenino. Población: ballet clásico.	Evaluación: fuerza de piernas isométrica. Medio de entrenamiento: pesos libres. F: 2-3 veces por semana. I: inicialmente >70%, después de dos semanas < 70% de 1RM. D:12 semanas DS: 50min	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, fuerza de piernas isométrica ($p < 0.001$) El diseño del presente estudio no permite resaltar causas de los resultados.
Brown et al. (2007)	Grupos: exp pesas (n=6, edad:19.3años), exp pliometría (n=6, edad: 20.3 años), cont (n=6, edad: 19.5años) Sexo: femenino. Población: mixto (bailarines contemporáneos y ballet).	Evaluación: ext rodilla, flex rodilla, prensa de piernas y altura de salto vertical. <i>Medio de entrenamiento: pesas</i> F: 2 veces por semana. I: inicialmente al 80% de 1RM, al completar 2 o 3 series de 8reps continuas incrementaba 5% <i>Medio de entrenamiento: pliometría</i> F: 2 veces por semana. I: 1 ^{era} sem. baja, 2 ^{da} y 3 ^{ra} moderada, de la 4 ^{ta} a 6 ^{ta} sem. alta. D: 6 semanas. DS:30-45min.	Ambos grupos aumentaron la fuerza en la prensa de piernas, grupo de pesas (+32%, $p < 0.01$), grupo de pliometría (+37%, $p < 0.01$), pero no hubo diferencias significativas entre ambos en la magnitud de su aumento respectivo.
Stalder et al. (1990)	Grupos: exp (n=7, edad:23.3años), cont (n=7, edad: 20.4 años) Sexo: femenino Población: ballet clásico.	Evaluación: prensa de piernas. Medio de entrenamiento: pesos libres F: 3 veces por semana. I: 75-85% (10 RM) D: 9 semanas. DS: -	El grupo experimental incrementó un 40% en la prensa de piernas, no reporta <i>p</i> .

Continúa en página 26.

Continuación de tabla 2. Viene de página 25.

Estudio	Características	Metodología	Resultados
Koutedakis et al. (2007)	Grupos: exp (n= 19, edad:20.1 años), cont (n=13, edad: 19.4años) Sexo: mixto (hombres y mujeres). Población: bailarines contemporáneos.	Evaluación: fuerza de piernas isométrica. Medio de entrenamiento: pesos libres. F: 2-3 veces por semana. I: inicialmente >70%, después de dos semanas < 70% de 1RM. D:12 semanas DS: 50min	No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, fuerza de piernas isométrica ($p < 0.001$) El diseño del presente estudio no permite resaltar causas de los resultados.
Sanders et al. (2020)	Grupos: exp (n= 8, edad:20.1 años), cont (n=8, edad: 19.4años) Sexo: femenino. Población: bailarinas contemporáneas.	Evaluación: fuerza de piernas en 10RM de sentadilla (pautas NSCA). Medio de entrenamiento: pesos libres. F: 3 veces por semana. I: inicialmente > 65%, después de lograr completar las repeticiones < 65% de 1RM. D:8 semanas DS: -	Si se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, en la fuerza de piernas 10 RM sentadilla ($p < 0.05$)
Escobar et al. (2019)	Grupos: exp (n= 36, edad:20.1 años), cont (n=10, edad: 19.4años) Sexo: femenino. Población: ballet clásico.	Evaluación: CMJ con cargas 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 70%, aplicación para F0 (fuerza de piernas), el método teórico de Samozino. Medio de entrenamiento: pesos libres y peso corporal. F: 2 veces por semana. I: según desequilibrio entre fuerza- velocidad ($F - V_{IMB}$) D: 9 semanas. DS: 60min.	Sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, en la fuerza de piernas ($p < 0.05$)

Continúa en página 27.

Continuación de tabla 2. Viene de página 26.

Estudio	Características	Metodología	Resultados
Angioi et al. (2012)	Grupos: exp (n= 12, edad:20.1 años), cont (n= 9, edad: 27años) Sexo: femenino. Población: bailarinas contemporáneas.	Evaluación: salto vertical de pie en primera posición (rotación externa caderas y talones juntos). Medio de entrenamiento: pesos libres, peso corporal y plataforma vibratoria. F: 2 veces por semana. I: - D: 6 semanas. DS: 60 min.	Sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, el GE incrementó el salto vertical de pie un 11% (p < 0.05)

Notas: exp (experimental), con (control), n (cantidad de participantes), F (frecuencia), I (intensidad), D (duración del programa), DS (duración de la sesión).

En la tabla 2 se observa una descripción de la conformación de los grupos en los estudios, así como las edades, población (ballet, danza contemporánea o mixto) y el sexo notándose disimilitudes importantes entre los artículos, así mismo en la evaluación aplicada, la intensidad del ejercicio, duración del programa, duración de la sesión y la frecuencia, lo que se examinará a través del análisis de variables moderadores. A continuación, se muestra la evaluación de la calidad de los artículos metaanalizados, a través de la escala metodológica Testex.

Tabla 3.

Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos en el metaanálisis según la escala TESTEX

Estudio	Criterios de la escala TESTEX	Puntos
Koutedakis y Sharp (2004)	1. Criterios de elegibilidad claros y se cumplen (sí); 2. Métodos de aleatorización descritos y definidos (sí); 3. Ocultamiento de asignación de los participantes (sí); 4. Grupos sin diferencia estadística en pretest (sí); 5. Cegamiento del evaluador (no); 6. Más del 85% de los participantes terminaron el estudio (sí); 7. Se reportan los eventos adversos para cada grupo (no); 8. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio (sí); 9. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal (sí); 10. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s) (sí); 11. Se reportan los resultados de variabilidad de los resultados (sí); 12. Se reporta el nivel de actividad física del grupo control (sí); 13. La intensidad de ejercicio se ajustó durante la intervención (sí)	11/13

Continúa en página 28.

Continuación de tabla 3. Viene de página 27.

Estudio	Criterios de la escala TESTEX	Puntos
Brown et al. (2007)	1.Criterios de elegibilidad claros y se cumplen (sí); 2. Métodos de aleatorización descritos y definidos (sí); 3. Ocultamiento de asignación de los participantes (no) ; 4. Grupos sin diferencia estadística en pretest (sí); 5. Cegamiento del evaluador (no); 6. Más del 85% de los participantes terminaron el estudio (sí); 7.Se reportan los eventos adversos para cada grupo (no); 8. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio (no); 9. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal (sí); 10. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s) (sí); 11. Se reportan los resultados de variabilidad de los resultados (sí); 12. Se reporta el nivel de actividad física del grupo control (sí); 13. La intensidad de ejercicio se ajustó durante la intervención (sí)	9/13
Stalder et al. (1990)	1.Criterios de elegibilidad claros y se cumplen (sí); 2. Métodos de aleatorización descritos y definidos (no) ; 3. Ocultamiento de asignación de los participantes (no) ; 4. Grupos sin diferencia estadística en pretest (sí); 5. Cegamiento del evaluador (no); 6. Más del 85% de los participantes terminaron el estudio (sí); 7.Se reportan los eventos adversos para cada grupo (no); 8. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio (no); 9. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal (sí); 10. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s) (sí); 11. Se reportan los resultados de variabilidad de los resultados (sí); 12. Se reporta el nivel de actividad física del grupo control (sí); 13. La intensidad de ejercicio se ajustó durante la intervención (sí)	8/13
Koutedakis et al. (2007)	1.Criterios de elegibilidad claros y se cumplen (sí); 2. Métodos de aleatorización descritos y definidos (sí) ; 3. Ocultamiento de asignación de los participantes (no) ; 4. Grupos sin diferencia estadística en pretest (sí); 5. Cegamiento del evaluador (no); 6. Más del 85% de los participantes terminaron el estudio (sí); 7.Se reportan los eventos adversos para cada grupo (no); 8. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio (sí); 9. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal (sí); 10. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s) (sí); 11. Se reportan los resultados de variabilidad de los resultados (sí); 12. Se reporta el nivel de actividad física del grupo control (sí); 13. La intensidad de ejercicio se ajustó durante la intervención (sí)	9/13
Sander et al. (2020)	1.Criterios de elegibilidad claros y se cumplen (sí); 2. Métodos de aleatorización descritos y definidos (sí) ; 3. Ocultamiento de asignación de los participantes (sí) ; 4. Grupos sin diferencia estadística en pretest (sí); 5. Cegamiento del evaluador (no); 6. Más del 85% de los participantes terminaron el estudio (sí); 7.Se reportan los eventos adversos para cada grupo (no); 8. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio (no); 9. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal (sí); 10. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s) (sí); 11. Se reporta los resultados de variabilidad de los resultados (sí); 12. Se reporta el nivel de actividad física del grupo control (sí); 13. La intensidad de ejercicio se ajustó durante la intervención (sí)	10/13
Escobar et al. (2019)	1.Criterios de elegibilidad claros y se cumplen (sí); 2. Métodos de aleatorización descritos y definidos (sí) ; 3. Ocultamiento de asignación de los participantes (no) ; 4. Grupos sin diferencia estadística en pretest (sí); 5. Cegamiento del evaluador (no); 6. Más del 85% de los participantes terminaron el estudio (sí); 7.Se reportan los eventos adversos para cada grupo (no); 8. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio (sí); 9. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal (sí); 10. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s) (sí); 11. Se reportan los resultados de variabilidad de los resultados (sí); 12. Se reporta el nivel de actividad física del grupo control (sí); 13. La intensidad de ejercicio se ajustó durante la intervención (sí)	10/13

Continúa en página 29.

Continuación de tabla 3. Viene de página 28.

Estudio	Criterios de la escala TESTEX	Puntos
Angioi et al. (2012)	1. Criterios de elegibilidad claros y se cumplen (sí); 2. Métodos de aleatorización descritos y definidos (sí); 3. Ocultamiento de asignación de los participantes (no); 4. Grupos sin diferencia estadística en pretest (sí); 5. Cegamiento del evaluador (no); 6. Más del 85% de los participantes terminaron el estudio (sí); 7. Se reportan los eventos adversos para cada grupo (no); 8. Se reporta la asistencia a las sesiones completadas por los participantes que terminaron el estudio (no); 9. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la variable dependiente principal (sí); 10. Se reporta análisis estadístico entre grupos para la(s) variable(s) secundaria(s) (sí); 11. Se reportan los resultados de variabilidad de los resultados (sí); 12. Se reporta el nivel de actividad física del grupo control (sí); 13. La intensidad de ejercicio se ajustó durante la intervención (no)	9/13

En la tabla 3 se observa que la mayoría de los artículos cumplieron con criterios de elegibilidad claros y métodos de aleatorización bien definidos como parte de sus fortalezas, así también, los grupos no mostraban diferencias estadísticas en el pretest lo que permite mostrar que los resultados obtenidos están relacionados a los programas de entrenamiento realizados. Otros aspectos positivos son que se reporta claramente el nivel de actividad física que realizaron los grupos controles, así como las instrucciones que se les brindó a las personas participantes en la mayoría de los artículos (de no incluir actividades extras durante la duración de la intervención), además, casi todos los artículos muestran la intensidad en la que inició el programa y sus ajustes durante la intervención.

Cabe señalar que el cegamiento del evaluador no es requerido en este tipo de estudios ya que todas las pruebas son objetivas y en la mayoría de los artículos los entrenadores que dirigieron los entrenamientos eran externos a los grupos de baile, así también el reporte de eventos adversos no está presente en ningún artículo ya que la población de estos estudios se considera saludable y las probabilidades de dichos eventos es baja.

Metaanálisis aplicados a datos de fuerza de piernas, altura de salto vertical y circunferencia del muslo:

Vale recordar que estos metaanálisis se realizaron calculando tamaños de efecto (*TE*) intra grupos (diferencias post-pre test), aplicando el modelo de efectos aleatorios (modelo de máxima verosimilitud restringida) para el cálculo de la varianza respectiva.

A) Metaanálisis de grupos experimentales

A partir de los datos metaanalizables de los cinco estudios que midieron la fuerza de piernas, se evidenció efecto de mejora en esta variable, atribuible al ejercicio aplicado en practicantes de danza (ver tabla 4 y figura 3). El efecto global del ejercicio en esta variable se puede interpretar como grande (Cohen, 1988; Ellis, 2009) y además se observó alta heterogeneidad ($I^2=86,35\%$) y no tuvo evidencia de sesgo de publicación ($p=0,100$ en el test de Egger), lo cual se ilustra en la figura 4 donde se aprecia la distribución relativamente simétrica de los valores en el gráfico de embudo correspondiente.

Tabla 4.

Resumen de los metaanálisis del efecto del ejercicio sobre distintas variables indicadoras de fuerza de tren inferior en practicantes de danza. Modelo de efectos aleatorios. Tamaños de efecto (TE) pre vs post test. Datos de grupos experimentales

VD	k	n de TE	TEglp	Ee	Intervalos de confianza (95%)		Q	I ²	Test de Egger (valor p)
					IC-	IC+			
F	5	6	1,62	0,441	0,756	2,484	36,804 (p<0,001)	86,35%	0,100
AS	4	5	0,746	0,209	0,337	1,155	9,076 (p=0,059)	54,3%	0,116
CM	3	3	0,086	0,174	-0,255	0,427	0,038 (p=0,981)	0%	0,939
ER **	1	a	-0,463	0,365	-1,18	0,253	---	---	---
		b	0,389	0,359	-0,32	1,092			
		c	-0,328	0,355	-1,02	0,367			
FR **	1	a	0,674	0,388	-0,09	1,434	---	---	---
		b	1,497	0,526	0,465	2,529			
		c	0,133	0,345	-0,54	0,81			

Notas: VD: variable dependiente; F: fuerza de piernas; AS: altura de salto; CM: circunferencia del muslo; ER: extensión de rodilla; FR: flexión de rodilla; k: cantidad de estudios; n de TE: cantidad de TE calculados; TE: tamaño de efecto; TEglp: tamaño de efecto global ponderado; ee: error estándar; IC: intervalos de confianza al 95%; Q: prueba de heterogeneidad; I²: porcentaje de heterogeneidad. Se presentan resultados del modelo de efectos aleatorios (máxima verosimilitud restringida). La prueba de Egger es estadísticamente significativa si $p<0,10$ indicando entonces sesgo (por tanto, en este metaanálisis no se observa este efecto). *No se metaanalizaron por tenerse datos de solo un grupo experimental. **En ER y FR solo se tuvo datos del estudio de Brown et al. (2007). a: grupo de ejercicio pliométrico; b: grupo de ejercicio con peso libre; c: grupo de control.

Figura 3.

Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la fuerza de piernas en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales

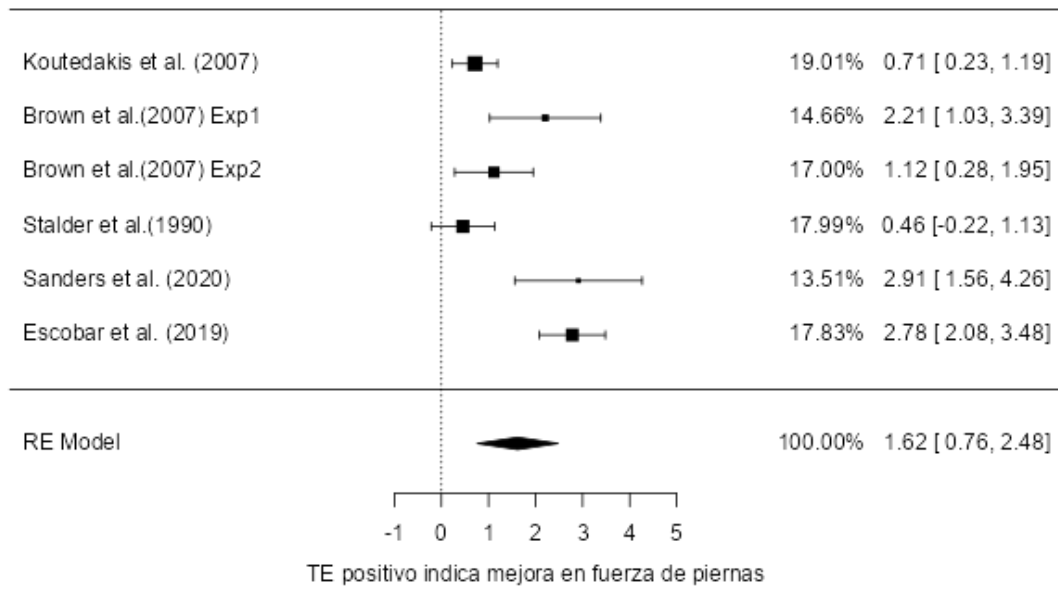
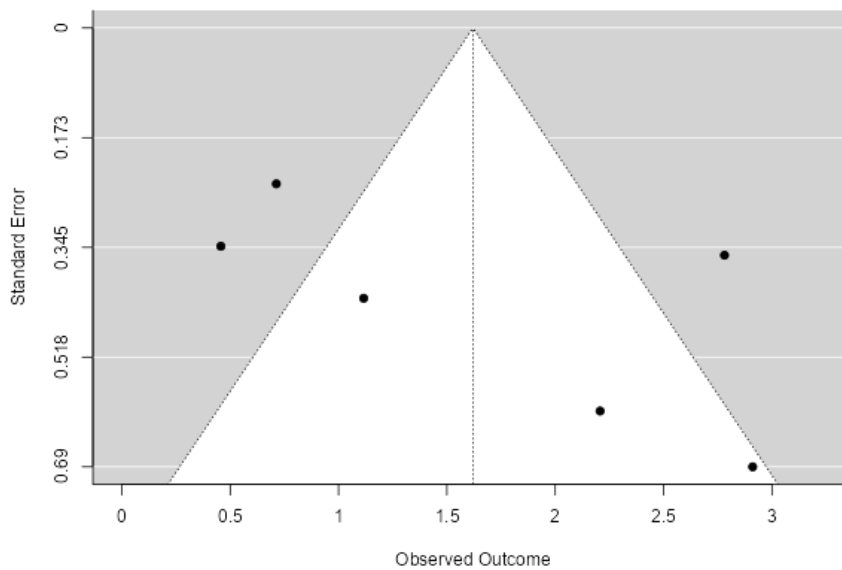


Figura 4.

Gráfico de embudo. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la fuerza de piernas en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales



En el caso de la variable altura de salto vertical, se logró metaanalizar datos de 4 estudios (ver tabla 4 y figura 5). Y al igual que en el caso de la fuerza de tren inferior, se encontró efecto global del ejercicio estadísticamente distinto de cero, con 95% de confianza, siendo además de magnitud grande (Cohen, 1988; Ellis, 2009). Pero no se observó evidencia de heterogeneidad ($Q=9,076$; $p=0,059$), siendo esta de magnitud moderada ($I^2=54,3\%$) y así mismo no se tuvo evidencia de sesgo de publicación ($p=0,116$ en el test de Egger), lo cual se ilustra en la figura 6 donde se aprecia la distribución relativamente simétrica de los valores en el gráfico de embudo correspondiente.

Figura 5.

Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la altura de salto vertical en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales

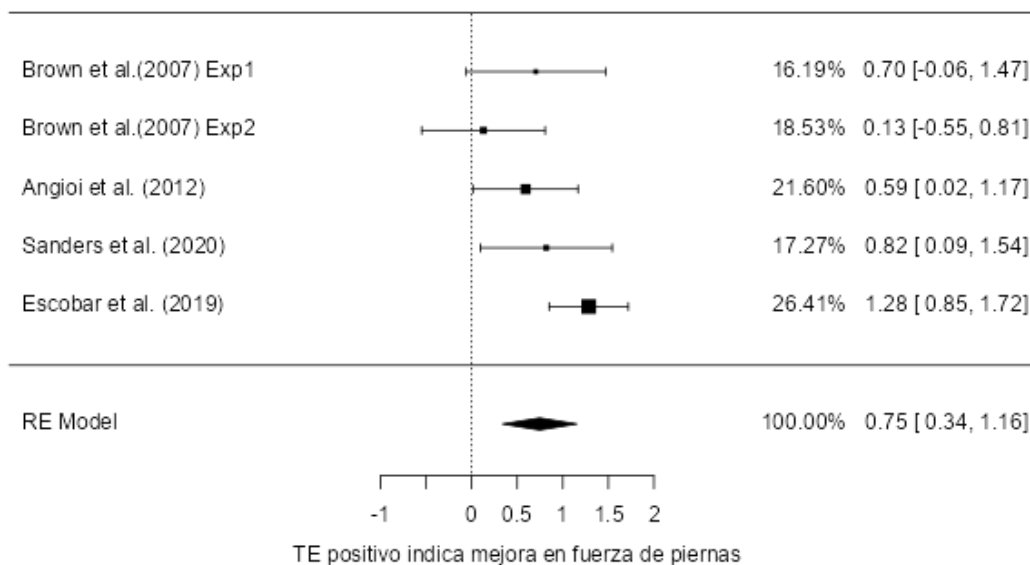
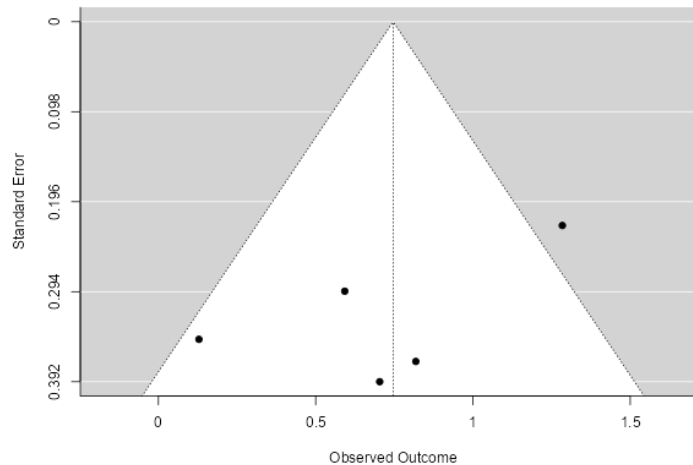


Figura 6.

Gráfico de embudo. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la altura de salto vertical en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales



Con respecto al metaanálisis de la variable circunferencia del muslo, se pudo metaanalizar datos de 3 estudios (ver tabla 4 y figura 7). Pero a diferencia de las dos primeras variables dependientes, en este caso no hubo evidencia de TE global distinto de cero, con 95% de confianza, siendo además de magnitud pequeña (Cohen, 1988; Ellis, 2009). Por tanto, se concluiría que el entrenamiento de fuerza no generó aumentos estadísticamente significativos en la circunferencia del muslo en las muestras de bailarines examinadas. Además, en este metaanálisis no se observó evidencia de heterogeneidad ($Q=0,038$; $p=0,981$), siendo esta de magnitud nula ($I^2=0\%$) y así mismo no se tuvo evidencia de sesgo de publicación ($p=0,939$ en el test de Egger), lo cual se ilustra en la figura 8 donde se aprecia la distribución relativamente simétrica de los valores en el gráfico de embudo correspondiente.

Figura 7.

Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la circunferencia del muslo en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales

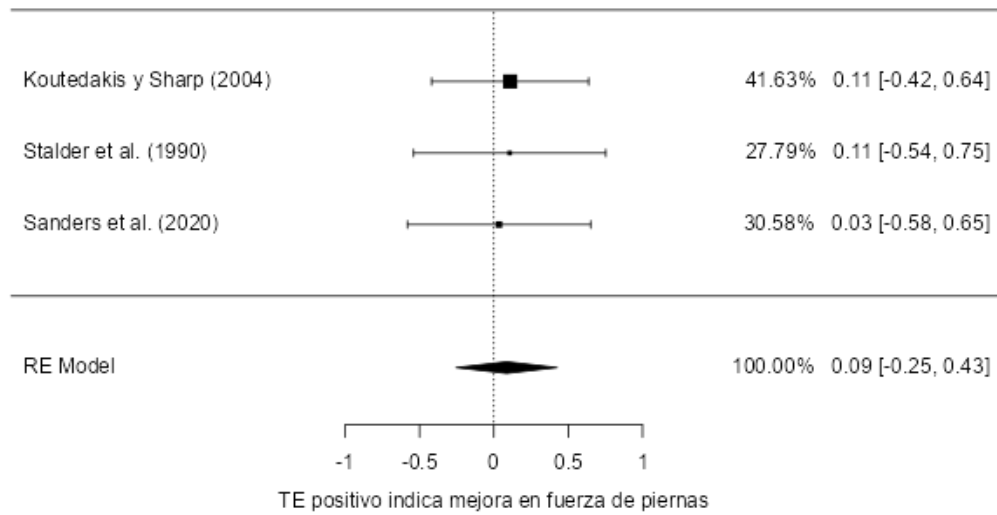
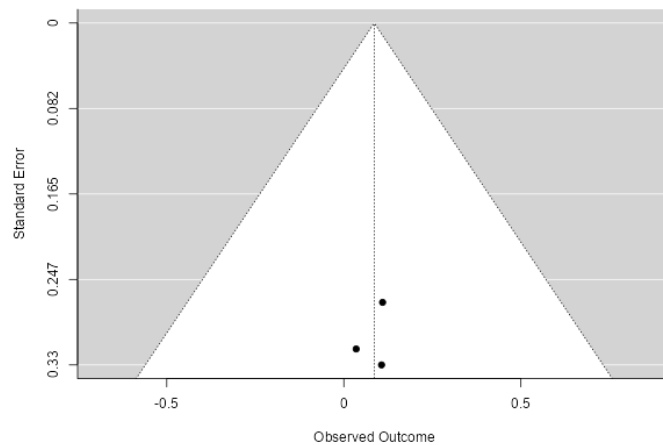


Figura 8.

Gráfico de embudo. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la circunferencia del muslo en practicantes de danza. Datos de grupos experimentales



Con respecto a las variables de fuerza de extensión de rodilla y de flexión de rodilla, según se ha adelantado, solo se tuvo datos de un estudio (Brown et al., 2007), en el que había un grupo que hizo ejercicio pliométrico y otro que realizó ejercicio con peso libre (ver tabla 2). Como se puede apreciar, solo el grupo de peso libre mostró TE de mejora de

la flexión de rodilla, mientras que en la extensión de rodilla ninguno de los grupos de ejercicio tuvo mejoras.

B) Metaanálisis de grupos control

El metaanálisis aplicado a los datos de los grupos control en los que se midió la fuerza de piernas, la altura de salto vertical y la circunferencia del muslo (tabla 5), refuerzan los hallazgos de los metaanálisis previos realizados con los datos de los grupos experimentales. El efecto global en los grupos control en los tres metaanálisis, fue pequeño e igual a cero con 95% de confianza, lo cual indica que la fuerza de piernas, la altura de salto y la circunferencia del muslo se mantuvieron estables, en general. Estos resultados indican que los hallazgos del metaanálisis con grupos experimentales (tabla 4) pueden atribuirse al ejercicio y no a variables extrañas distintas a este. Estos resultados se ilustran en las figuras 9 a 11.

Tabla 5.

Resumen de los metaanálisis del efecto del ejercicio sobre distintas variables indicadoras de fuerza de tren inferior en practicantes de danza. Modelo de efectos aleatorios. Tamaños de efecto (TE) pre vs post test. Datos de grupos controles

VD	k	n de TE	TEglp	Ee	Intervalos de confianza (95%)		Q	I ²	Test de Egger (valor p)
					IC-	IC+			
F	5	5	-0,011	0,208	-0,419	0,396	8,531 (p=0,074)	53,02%	0,077
AS	4	4	0,160	0,227	-0,285	0,605	5,775 (p=0,123)	48,05%	0,188
CM	3	3	0,072	0,182	-0,285	0,429	1,929 (p=0,381)	0%	0,732

Notas: VD: variable dependiente; F: fuerza de piernas; AS: altura de salto; CM: circunferencia del muslo; ER: extensión de rodilla; FR: flexión de rodilla; k: cantidad de estudios; n de TE: cantidad de TE calculados; TE: tamaño de efecto; TEglp: tamaño de efecto global ponderado; ee: error estándar; IC: intervalos de confianza al 95%; Q: prueba de heterogeneidad; I²: porcentaje de heterogeneidad. Se presentan resultados del modelo de efectos aleatorios (máxima verosimilitud restringida). La prueba de Egger es estadísticamente significativa si p<0,10 indicando entonces sesgo. Los datos del grupo control de las variables ER y FR correspondientes al estudio de Brown et al. (2007), aparecen en la tabla 3, pues al haber solo un grupo control no fue posible realizar los metaanálisis respectivos.

Figura 9.

Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la fuerza de piernas en practicantes de danza. Datos de grupos controles

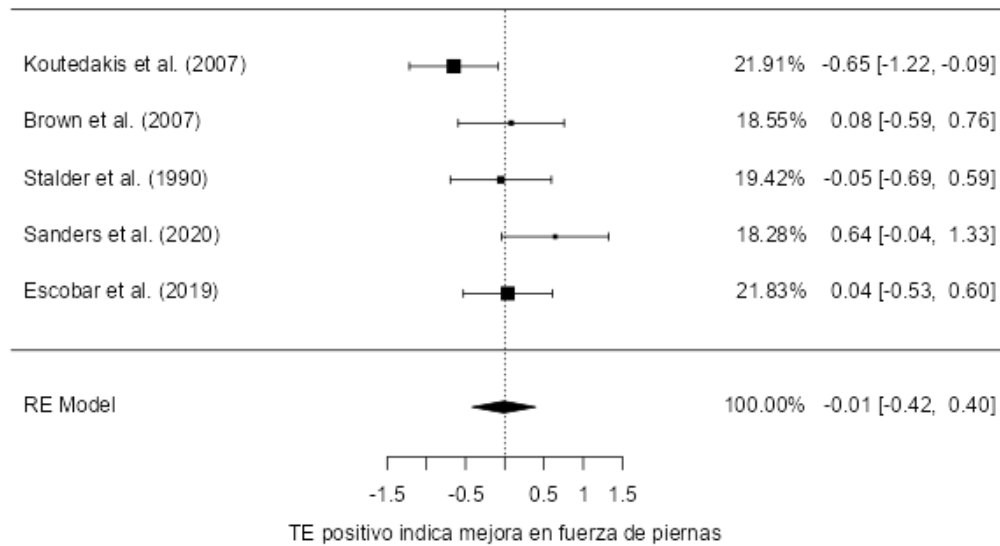


Figura 10.

Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la altura de salto vertical en practicantes de danza. Datos de grupos controles

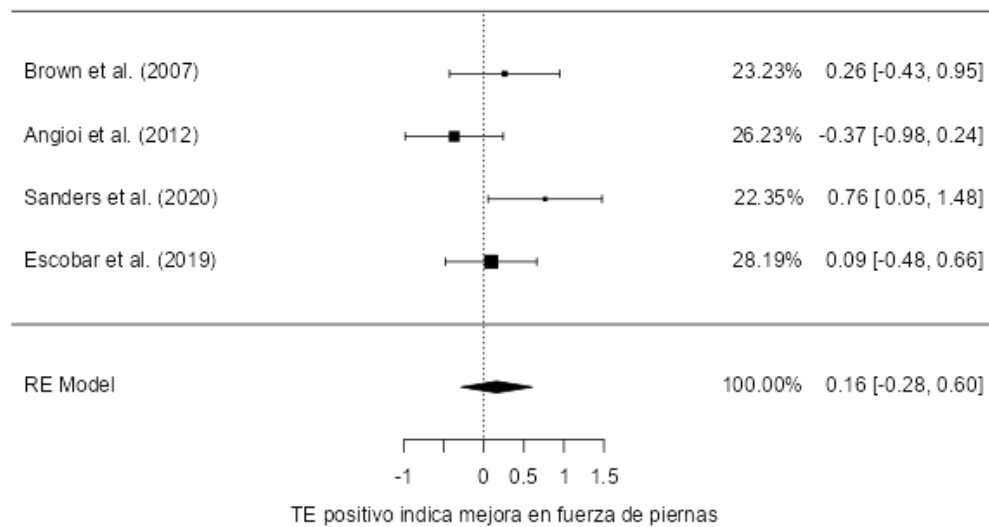
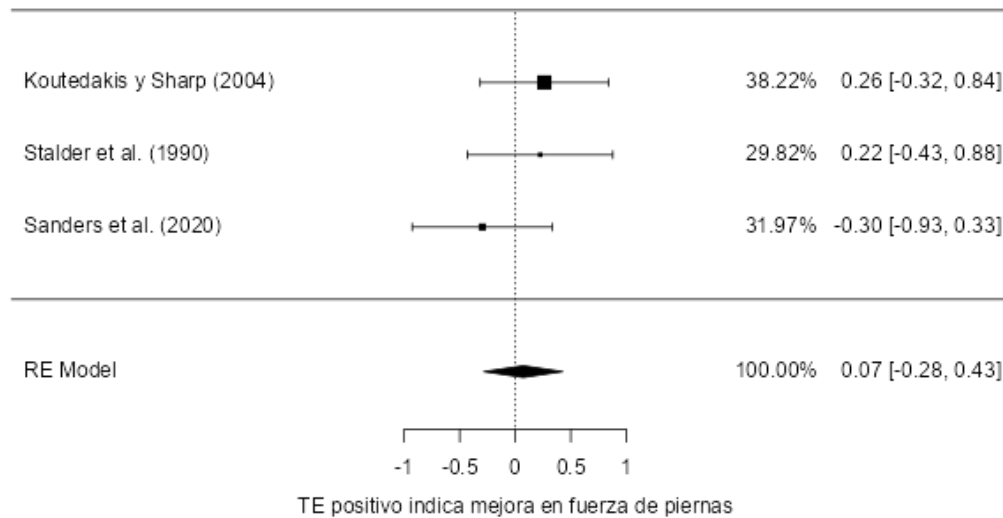


Figura 11.

Gráfico de bosque de tamaños de efecto individuales (TEi) y global. Metaanálisis de efecto del ejercicio en la circunferencia del muslo en practicantes de danza. Datos de grupos controles



C) Análisis de variables moderadoras

Como se aprecia en la tabla 4, solo para el metaanálisis aplicado a los datos de fuerza de piernas hubo evidencia de heterogeneidad, la cual fue, además, de magnitud grande. Por tanto, solo fue necesario realizar seguimiento a variables moderadoras para los resultados de este metaanálisis. Entre las posibles variables moderadoras se encuentra el sexo de las personas participantes en el estudio. Sin embargo, no se pudo examinar el posible efecto moderador de esta variable pues, de los cinco estudios que aportaron datos para el metaanálisis de fuerza de piernas, en cuatro (Brown et al., 2007; Escobar et al., 2019; Sanders et al., 2020; Stalder et al., 1990) se reportó la participación de mujeres, mientras que un estudio (Koutedakis et al., 2007) reportó la participación de hombres y mujeres en el mismo grupo. De hecho, ningún estudio reportó haber incluido solo hombres como participantes: los otros dos estudios que fueron revisados (Angioi et al., 2012; Koutedakis y Sharp, 2004), aunque no midieron la fuerza de piernas como variable dependiente, también incluyeron solo mujeres.

Otras posibles variables moderadoras, reportadas en los estudios, fueron el tipo de baile o danza practicado por las personas participantes, la edad promedio de estas, el tipo de ejercicio contra resistencia que fue aplicado, la duración de las sesiones de ejercicio en minutos, la frecuencia de entrenamiento semanal (días por semana), la cantidad de semanas de ejercicio y la intensidad del entrenamiento. Esta última variable no se examinó debido a que cada estudio la reportó de forma muy distinta (ver tabla 2).

En cuanto al tipo de ejercicio contra resistencia, cuatro de los estudios aplicaron ejercicio con pesos libres (Escobar et al., 2019; Koutedakis et al., 2007; Sanders et al., 2020; Stalder et al., 1990), mientras que solo el estudio de Brown et al. (2007) realizó una modalidad distinta (ejercicio pliométrico, en uno de sus dos grupos experimentales), por lo que esta variable tampoco se pudo examinar como posible moderadora.

Otras variables sí se pudieron examinar. El tipo de baile o danza y la duración de las sesiones de ejercicio se analizaron como moderadoras categóricas (dos estudios reportaron sesiones de entre 30 y 45 minutos, mientras que otro, reportó sesiones de 50 min y otro reportó sesiones de 60min, por lo que se estableció dos categorías: sesiones de 30-45min y sesiones de 50-60min). Como se aprecia en la tabla 6, ni el tipo de baile ni la duración de las sesiones fueron variables moderadoras de los resultados del metaanálisis de los efectos del ejercicio contra resistencia sobre la fuerza de tren inferior. Se observaron efectos de mejora en fuerza en los estudios donde los participantes practicaban ballet clásico, danza contemporánea y donde se combinaban ambas formas de baile. Además, tanto las sesiones de menor duración (30 a 45 min) como las más extensas (50 a 60 min), tuvieron efectos de mejora en la fuerza de tren inferior.

Tabla 6.

Resumen del análisis de seguimiento a variables moderadoras categóricas del efecto del ejercicio en la fuerza del tren inferior en practicantes de danza. Datos derivados de grupos experimentales.

Variables moderadoras	Niveles	TE	N	95% de confianza		Qb	gl
				IC-	IC+		
Tipo de baile	Ballet clásico	1,51	2	1,027	1,998	3,337	2
	Contemporáneo	0,89	2	0,443	1,349		
	Ballet y contemporáneo	1,25	2	0,564	1,926		
Duración de las sesiones	30 a 45 min	1,25	2	0,564	1,926	0,049	1
	50 a 60 min	1,33	2	0,938	1,731		

Notas: Si $Qb > \chi^2$ (99% de confianza con “niveles” - 1 gl) implica que los TE de los niveles que se compara son heterogéneos (existen diferencias entre al menos dos de ellos). Valores críticos de χ^2 : para $gl=1$ es 3,84; para $gl=2$ es 5,99. Se aprecia en la tabla que ningún Qb superó el valor crítico y por tanto se acepta H_0 (los TE de los niveles respectivos de la variable moderadora examinada son relativamente homogéneos). n = cantidad de tamaños de efecto.

Tabla 7.

Resumen de regresión de mínimos cuadrados ponderados. Análisis de variables moderadoras continuas del efecto del ejercicio en la fuerza del tren inferior en practicantes de danza. Datos derivados de grupos experimentales

Vm	Beta no estandarizada	Error típico corregido	Intervalos de Confianza (95%)		Z*
			IC-	IC+	
Edad (años)	0,063	0,090	-0,115	0,241	0,69
Duración de intervención con ejercicio (semanas)	-0,048	0,042	-0,13	0,033	-1,15
Frecuencia de ejercicio (días por semana ^a)	0,479	0,313	-0,135	1,093	1,53

Notas: Vm= variable moderadora continua. Z*= si el valor absoluto de $Z > 1,96$ entonces la VM tiene efecto estadísticamente significativo al 95% de confianza. ^a=cantidad de sesiones en una semana.

Con respecto a las posibles variables moderadoras continuas, según se aprecia en la tabla 7 ni la edad, ni la duración en semanas del ejercicio ni la frecuencia semanal de entrenamiento, tuvieron efecto moderador del resultado del metaanálisis sobre la fuerza de tren inferior.

Capítulo V

DISCUSIÓN

Diversas investigaciones sobre el entrenamiento de fuerza en bailarines(as), han estudiado la relevancia de aplicar un entrenamiento de fuerza en dicha población y han demostrado, analizando diferentes factores, los beneficios de incluir el trabajo de esta cualidad física, en contra de la resistencia que han planteado actores del sector de la danza con respecto a la implementación generalizada del ejercicio contra resistencia en bailarines y bailarinas (Koutedakis et al., 2009; Angioi et al., 2009; Ambegaonkar, 2014; Angioi, 2014; Koutedakis y Sharp, 2004; Koutedakis et al., 2005; Koutedakis et al., 1997; Wyon, 2012; Stalder et al., 1990).

En el presente estudio se refuerzan las evidencias de investigaciones previas, al demostrarse un incremento en la fuerza de las piernas, en cinco estudios (solo en el de Stalder et al., 1990, no hubo cambios en la fuerza), evidenciando un efecto grande de mejora de esta cualidad en los grupos de bailarines y bailarinas que entrenaron contra resistencia. Además, estos cambios pueden implicar mejoras en el desempeño dancístico, así como también en la salud y en el estado físico general de bailarines y bailarinas (Sanders et al., 2020).

En el estudio de Stalder et al. (1990), pese a no encontrarse evidencia de un efecto de incremento en la fuerza de las piernas, se observó tendencia de mejoría, la cual contrastada con evaluaciones subjetivas de diversos pasos de danza (variaciones de saltos donde se debe mostrar capacidad de apuntar los pies en el aire durante el salto, lo que requiere una elevación y desaceleración importante del cuerpo), señala mejores “*marcas artísticas*” respaldando la relevancia de este resultado, pese a no reportarse cambios estadísticamente significativos.

En el caso de la circunferencia del muslo no hubo evidencia de tamaño de efecto global distinto de cero (con un intervalo de confianza de 95%) y siendo además, el efecto en esta variable, de magnitud pequeña. El hecho de que el entrenamiento de fuerza no generara aumentos significativos en la circunferencia del muslo, pero sí consiguiera mejoras en la fuerza de piernas y en la capacidad de salto vertical, podría interpretarse en el

sector de la danza como algo positivo, ya que la ausencia de cambios apreciables en la fisonomía relativos al entrenamiento contra resistencia, muestra que esta práctica en bailarines y bailarinas, no interfiere en la estética tradicional esperada o los requisitos “clave” del rendimiento artístico (Farmer y Brouner, 2021; Koutedakis y Sharp, 2004). Así también, los aumentos en fuerza iniciales pueden interpretarse como mejoras en el sistema motor (Stalder et al., 1990), antes de llegar a la hipertrofia del músculo esquelético, siendo esto coherente con la base fisiológica del crecimiento muscular (González et al., 2016) y su complejidad. Sin embargo, desde la óptica de la salud, este resultado debe ser analizado más detalladamente, porque desarrollar un nivel de masa muscular óptimo es necesario para la salud musculoesquelética, además de la mejora de la fuerza y potencia.

Cabe resaltar que en los tres estudios en que se tomó la medida de circunferencia del muslo (Koutedakis y Sharp, 2004; Sanders et al., 2020; Stalder et al., 1990), no se mostraron diferencias significativas al finalizar los programas, pero solo uno de los estudios (Sanders et al., 2020) tuvo también evaluación de la fuerza de piernas y de la altura de salto, teniendo en ambos casos efectos de mejora, mientras que en un estudio (Stalder et al., 1990) solo se midió la fuerza de piernas además de la circunferencia del muslo, pero sin tener cambios.

Por otro lado, como se ha adelantado, la altura del salto vertical mostró un efecto del ejercicio contra resistencia, de una magnitud entre moderada y grande, en tres de los estudios donde se evaluó esta variable (Angioi et al., 2012; Escobar et al., 2019; Sanders et al., 2020), mientras que en un estudio (Brown et al., 2007) no hubo efecto distinto de cero, aunque la tendencia de sus resultados fue en el sentido de la mejora de esta cualidad. Al respecto, mejorar la altura del salto en la danza, sugiere una adaptación específica a la disciplina, la cual requiere de la potencia, siendo esta una cualidad esencial para la danza. Y como se ha mencionado antes, en el estudio de Sanders et al. (2020), esta mejora se relaciona con el aumento observado en la fuerza, sin cambios en la circunferencia del muslo. Incrementar la altura de salto (aumentar el tiempo de vuelo), es algo deseable que permite implementar de mejor forma, habilidades técnicas propias de la danza, además esto es necesario, teniendo en cuenta la cantidad de acciones balísticas en la danza (Escobar et al., 2019).

Así mismo, en el estudio de Escobar et al. (2019), se reportó un aumento estadísticamente significativo y un tamaño de efecto grande en la altura del salto, después de la intervención, que se basó en el análisis individual del desbalance en el perfil de fuerza-velocidad para realizar la programación del entrenamiento (a pesar de que en este estudio ningún participante mostró un déficit de velocidad). Esto muestra una forma alternativa al abordaje tradicional donde todos los participantes hacen exactamente el mismo tratamiento.

En el entrenamiento enfocado de manera tradicional en la danza, se ha acostumbrado que las personas participantes de los grupos entrenen de la misma forma, con las mismas horas de ensayo y mismas clases, y se espera que estas logren rangos de movimiento y estéticas similares. Este abordaje, según las características anatómicas de las personas de las agrupaciones dancísticas, se puede transformar, buscando individualizar ciertas sesiones de entrenamiento o gestos específicos del tipo de danza a las necesidades y posibilidades de cada cuerpo, sobre todo cuando las diferencias anatómicas resulten muy marcadas. Este cambio puede permitir un mejor “*performance*” artístico, así como una disminución en la tasa de lesiones, por movimientos o poses forzadas para formas anatómicas “*más limitadas*”.

El entrenamiento de fuerza puede propulsar los aspectos específicos del desarrollo técnico-artístico, los gestos propios de la danza, los saltos o cargadas más utilizados o las exploraciones de movimientos balísticos o explosivos, los cuales podrían lograrse de mejor manera, con menos repeticiones, menos volumen de trabajo y menos riesgo de lesiones, ya que una alta capacidad de fuerza es necesaria para conseguir estos movimientos y es un indicador de buena condición física y salud. El desarrollo muscular se debe considerar e incluir en los abordajes en los casos que sea necesario, ya que un nivel óptimo de masa muscular permite mayor estabilidad articular y mayor expresión de fuerza y potencia.

La educación de los bailarines y bailarinas en procesos formativos y profesionales, sin importar el tipo de baile que practiquen, considerando las demandas físicas, las horas de trabajo y tipos de movimientos, debe incluir información fundamentada, real y clara sobre el entrenamiento de fuerza y su impacto en la salud y el rendimiento de las personas practicantes de danza, de modo que estas puedan tomar decisiones informadas, sobre su participación o no en este tipo de programas.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que las características del entrenamiento (componentes de la carga: intensidad, frecuencia, volumen, otros), una correcta evaluación y ejecución del ejercicio, pueden ser determinantes para mostrar un incremento significativo en la fuerza de las piernas. Sin embargo, en la revisión sistemática que se realizó en el presente estudio, se observó que las características de los componentes de la carga son muy variadas en los estudios metaanalizados, lo cual no permite determinar con claridad un protocolo efectivo específico. No obstante, teniendo en cuenta las características del ejercicio aplicado en los estudios en los que se obtuvo efectos de mejora en fuerza y potencia, se puede indicar el ejercicio con pesos libres, 2 a 3 veces por semana, de 6 a 12 semanas, con sesiones de 30 a 45 minutos o de 50 a 60 minutos. Además, se puede indicar el inicio del programa de ejercicio contra resistencia a intensidades de moderadas a altas, variando la intensidad en su transcurso, en función del avance conseguido por las personas practicantes. Pero es importante destacar que el método de determinación de la intensidad según el desequilibrio entre fuerza y velocidad, aplicado en uno de los estudios (Escobar et al., 2019) con buenos resultados, facilita una individualización adecuada de este componente, por lo que debería promoverse la implementación de este método en siguientes estudios.

Finalmente, es necesario señalar que si bien no se pudo determinar efectos de alguna variable moderadora de los resultados del metaanálisis del efecto del ejercicio sobre la fuerza de piernas (único caso en que hubo evidencia de heterogeneidad), no se puede descartar que características como el sexo de los participantes, el tipo de ejercicio realizado y sobre todo la intensidad del ejercicio, puedan explicar esos resultados, pero con la información disponible en los estudios no fue posible examinar esas variables potencialmente moderadoras. Futuros estudios deben profundizar en este aspecto.

En síntesis, a la luz de las evidencias de los metaanálisis realizados y de la confrontación de estos resultados con los de estudios previos, se concluye que el entrenamiento de fuerza para el tren inferior, genera beneficios a la fuerza y potencia de las piernas de personas dedicadas a la danza, pudiendo favorecer además, su salud general y desempeño dancístico, por lo cual debe promoverse esta práctica desde los niveles de formación de bailarines y bailarinas.

Capítulo VI

CONCLUSIONES

a) Con base en la información disponible en los artículos seleccionados y revisados sistemáticamente, se consiguió metaanalizar los tamaños de efecto (*TE*) del ejercicio de fuerza sobre las variables de fuerza de piernas, altura de salto vertical y circunferencia del muslo. No fue posible metaanalizar los *TE* de las variables flexión de rodilla y extensión de rodilla, debido a que solo se pudo obtener datos de un estudio, donde se midieron ambas variables. El *TE* global de la fuerza de piernas en los grupos experimentales fue distinto de cero con 95% de confianza, de magnitud grande, mientras que el *TE* respectivo de los grupos controles para esta variable fue igual a cero, evidenciando así mejoras en esa variable, atribuibles al ejercicio de fuerza. También el *TE* global de la altura de salto vertical fue distinto de cero y de magnitud entre moderada y grande, mientras que el *TE* de sus controles fue igual a cero, indicando así mejoras en la variable atribuibles al entrenamiento. Por el contrario, el *TE* global de la circunferencia del muslo fue igual a cero y tuvo magnitud baja, evidenciando que el ejercicio de fuerza no afectó esa variable. Por otro lado, los *TE* individuales que se pudo calcular para la extensión de rodilla y para la flexión de rodilla, muestran que el entrenamiento de fuerza podría mejorar solo la segunda, cuando se realiza ejercicio con peso libre a diferencia del pliométrico, pero por la poca información obtenida para estas dos últimas variables, estos resultados no son concluyentes.

b) Los resultados de los metaanálisis de las variables altura de salto vertical y circunferencia del muslo, no mostraron evidencia de heterogeneidad de los *TE* individuales de cada estudio, con base en los estadísticos Q e I^2 , por lo que no habría necesidad de examinar la influencia de posibles variables moderadoras para estos dos metaanálisis. Por el contrario, en el metaanálisis de la fuerza de piernas sí hubo evidencia de heterogeneidad ($Q=36,804$; $p<0,001$) y la misma fue de magnitud alta ($I^2=86,35\%$), por lo que puede existir influencia de alguna variable que modere los resultados de este metaanálisis.

c) En los tres metaanálisis realizados con datos de grupos experimentales, con base en los resultados de la prueba de Egger, no se encontró evidencia de la presencia de sesgo de publicación que pudiera invalidar los resultados metaanalíticos. Por tanto, los resultados de los metaanálisis de las variables de fuerza de piernas, altura de salto vertical y circunferencia del muslo, son fiables.

d) Con respecto al análisis de variables moderadoras, este solo fue necesario para los datos de *TE* de la fuerza de piernas. Al correr dicho análisis se encontró que el tipo de baile, la duración de las sesiones, la edad, la duración en semanas y la frecuencia (días por semana) de ejercicio, no tuvieron un efecto moderador en el resultado del metaanálisis sobre la fuerza del tren inferior, es decir que estas variables no explicarían la mejora de la fuerza en las piernas. Pero no se puede descartar que el sexo de la persona practicante podría ser influyente, sin embargo, esto no se pudo determinar en el análisis de variables moderadoras porque en la mayoría de los estudios las participantes fueron mujeres (excepto por un estudio que tenía una mezcla de hombres y mujeres). Así mismo, no se pudo examinar el posible efecto moderador del tipo de ejercicio contra resistencia (peso libre, pliométrico u otro) pues casi todos los estudios coincidieron en el ejercicio con peso libre (solo uno incluyó un grupo con ejercicio pliométrico). Y tampoco se pudo examinar el posible efecto moderador de la intensidad del ejercicio al ser esta muy heterogénea en los estudios revisados.

e) En síntesis, bailarinas y bailarines de diferentes tipos de danza (ballet clásico, danza contemporánea) pueden beneficiarse del entrenamiento de fuerza, independientemente de la duración del programa (6 a 12 semanas), la duración de la sesión (de 30 a 45 min o de 50 a 60 min) o la frecuencia semanal (2 a 3 días por semana) de ejercicio, mejorando su fuerza de piernas y potencia de salto.

Capítulo VII

RECOMENDACIONES

1. Se necesita realizar más intervenciones experimentales de trabajo de fuerza utilizando diferentes medios y características del entrenamiento, para ampliar esta línea de investigación y detallar mejor diferentes aplicaciones de este tratamiento dentro del quehacer del bailarín.
2. Se debe estimular la aplicación de programas de entrenamiento de fuerza como componente básico de la preparación de personas profesionales y en procesos formativos en danza.
3. Se debe promover educación y divulgación de información científica sobre los beneficios del entrenamiento de fuerza y las ganancias de masa muscular en relación con la salud y el rendimiento.
4. Es importante que se tome en cuenta evaluaciones subjetivas relacionadas a las actividades, gestos y demandas físicas específicas de las prácticas dancísticas realizadas, para evidenciar de forma más clara los aportes y adecuadas aplicaciones del trabajo de fuerza en bailarines, así como para continuar mostrando que este no obstaculiza el desarrollo de la interpretación de la danza.
5. Se recomienda incluir entrenamiento de fuerza para el tren inferior en el quehacer del bailarín periódicamente, por sus notorios beneficios, y tomar en cuenta el volumen general de trabajo, las características de este y las particularidades de las personas participantes, ya que esto permite diseñar un programa de entrenamiento óptimo y ajustado a las necesidades individuales de cada participante.
6. Se recomienda realizar más estudios orientados a investigar la fuerza y la potencia de manera conjunta, ya que la potencia es un componente fundamental en la condición física de las personas practicantes de danza y que se requiere para numerosos saltos, brincos y acciones explosivas.

7. Si bien, cada vez es más común la inclusión del entrenamiento cruzado en la danza, con programas de fuerza o estímulos a otras capacidades físicas, es importante recordar a los bailarines asesorarse con profesionales informados y basados en evidencia, para evitar los efectos contraproducentes que una sobrecarga de trabajo mal prescrito pueda conllevar.

REFERENCIAS

Los estudios incluidos en el metaanálisis se identifican señalados con un asterisco (*).

- Abad Carles, A. (2004). *Historia del ballet y de la danza moderna*. Alianza Editorial.
- Ambegaonkar, J. (2014). Encouraging dancers to train for upper body fitness. *International Journal of Sport Medicine*, 5(1), 11-12.
https://cdn.ymaws.com/www.iadms.org/resource/resmgr/Public/Bull_5-1_p11-12_Ambegaonkar.pdf
- Angioi, M. (2014). Fitter dancers dance better the effects of supplementary fitness training in contemporary dance. *Journal of Dance Medicine & Science*, 5(1), 7-8.
<https://iadms.org/media/2944/iadms-bulletin-vol5n1.pdf>
- *Angioi, M., Metsios, G., Twitchett, E. A., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2012). Effects of supplemental training on fitness and aesthetic competence parameters in contemporary dance: a randomised controlled trial. *Medical Problems of Performing Arts*, 27(1), 3-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22543316/>
- Angioi, M., Metsios, G., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2009). Fitness in contemporary dance: A systematic review. *International Journal of Sport Medicine*, 30(7), 475-484. doi: 10.1055/s-0029-1202821.
- American College of Sports Medicine (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (6 ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Ávila-Carvalho, L., Conceição, F., Escobar-Álvarez, J. A., Gondra, B., Leite, I., & Rama, L. (2022). The effect of 16 weeks of lower-limb strength training in jumping performance of ballet dancers. *Frontiers in Physiology*.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.774327>

- Becker, B. J. (1988). Synthesizing standardized mean-change measures [Sintetizando medidas estandarizadas de cambio promedio]. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 41, 257-278. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1988.tb00901.x>
- Botella, J. y Sánchez, J. (2015). *Meta-análisis en ciencias sociales y de la salud*. Editorial Síntesis.
- Botella, J. y Zamora, Á. (2017). El meta-análisis: una metodología para la investigación en educación. *Educación XXI*, 20(2), 17-38.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70651145001>
- Bougart, M. (1964). *Técnica de la danza*. EUDEBA.
- *Brown, A., Wells, T., Schade, M., Smith, D., & Fehling, P. (2007). Effects of plyometric training versus traditional weight training on strength power, and aesthetic jumping ability in female collegiate dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 11(2), 38-44.
https://www.researchgate.net/publication/263220817_Effects_of_Plyometric_Training_Versus_Traditional_Weight_Training_on_Strength_Power_and_Aesthetic_Jumping_Ability_in_Female_Collegiate_Dancers
- Caparrós T., Padullés J. M., Rodas G., y Capdevila L. (2014). ¿La fuerza puede predecir el rendimiento y la lesionabilidad en el baloncesto profesional? *Educación Física y Deportes*, (118), 48-58. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2014/4\).118.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2014/4).118.05)
- Cervera, V. O. (1999). *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición*. Editorial INDE.

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2 ed.). Lawrence Erlbaum.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155-159. doi: 10.1037//0033-2909.112.1.155.
- Cooper, H., Hedges, L., & Valentine, J. (2009). *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (2 ed.) [El manual de síntesis de investigación y metaanálisis]. Russell Sage Foundation.
- Dallal, A. (2020). *Los elementos de la danza* (Google books: https://books.google.nl/books/about/Los_elementos_de_la_danza.html?id=vUjcDwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).
- Dowse, R. A., McGuigan, M. R., & Harrison, C. (2017). The effects of a resistance training intervention on strength, power and performance in adolescent dancers. *National Strength and Conditioning Association*. doi: 10.1519/JSC.0000000000002288
- Egger, M., Davey Smith, G., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ (Clinical research ed.)*, 315(7109), 629–634. <https://doi.org/10.1136/bmj.315.7109.629>.
- Ellis, P.D. (2009). Thresholds for interpreting effect sizes. [Website]. Disponible en: http://www.polyu.edu.hk/mm/effectsizefaqs/thresholds_for_interpreting_effect_sizes2.html. Accesado: 26 de octubre, 2020.
- *Escobar Álvarez, J. A., Fuentes García, J. P., Da Conceição, F. A., & Jiménez-Reyes, P. (2019). Individualized Training Based on Force–Velocity Profiling During Jumping in Ballet Dancers, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(6), 788-794. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/15/6/article-p788.xml>

- Escobar-Álvarez, J. A., Jiménez-Reyes, P., Da Conceição, F. A., & Fuentes-García, J. P. (2022). Effect of supplementary physical training on vertical jump height in professional ballet dancers. *International Journal of Sports Physiology and Performance* (published online ahead of print 2022). <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsp/aop/article-10.1123-ijsp.2021-0513/article-10.1123-ijsp.2021-0513.xml>
- Farmer, C., & Brouner, J. (2021). Perceptions of strength training in dance. *Journal of Dance Medicine & Science*, 25(3), 160-168. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.091521a>
- Ferreira G., I.; Urrútia, G., y Alonso-Coello, P. (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. *Revista Española de Cardiología*, 64(8), 688-696. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.03.029>
- Gibbons, R. D., Hedeker, D. R., & Davis, J. M. (1993). Estimation of effect size from a series of experiments involving paired comparisons [Estimación del tamaño del efecto de una serie de experimentos que incluyen comparaciones pareadas]. *Journal of Educational Statistics*, 18(3), 271-279. <https://doi.org/10.3102/10769986018003271>
- Girard, J., Koenig, K. L., & Village, D. P. (2015). The effect of strength and plyometric training on functional dance performance in elite ballet and modern dancers. *Physical Therapy Reviews*, 20, 233 - 240. doi:10.1179/1743288X15Y.0000000017
- Gonostiaga-Ayestarán, E. y González-Badillo, J. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Editorial INDE.
- Gonzalez, A. M., Hoffman, J. R., Stout, J. R., Fukuda, D. H., & Willoughby, D. S. (2016).

Intramuscular anabolic signaling and endocrine response following resistance exercise: Implications for muscle hypertrophy. *Sports Medicine*, 46(5), 671-85. doi: 10.1007/s40279-015-0450-4. PMID: 26666743.

González-Badillo, J. y Ribas-Serna, J. (2014). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Editorial INDE.

Grigoletto, D., Marcolin, G., Borgatti, E., Zonin, F., Steele, J., Gentil, P., Galvão, L., & Paoli, A. (2020). Kettlebell training for female ballet dancers: Effects on lower limb power and body balance. *Journal of Human Kinetics*, 74(1), 15-22. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0010>

Grissom, R. J., & Kim, J. J. (2012). *Effect sizes for research. Univariate and multivariate applications* [Tamaños del efecto para la investigación. Aplicaciones univariadas y multivariantes] (2 ed.). Routledge / Taylor & Francis Group.

Hass, C. J., Feigenbaum, M. S., & Franklin, B. A. (2001). Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Medicine*, 31(14), 953-64. doi: 10.2165/00007256-200131140-00001.

Irvine, S.; Redding, E.; Rafferty, S. e International Association for Dance Medicine and Science [IADMS] (2011). *La condición física en la danza*. [documento informativo de la IADMS]. <https://consejonacionaldedanza.pe/download/la-condicion-fisica-en-la-danza/>

Jiménez-Díaz, J., Chaves-Castro, K., y Morera-Castro, M. (2020). Effectiveness of Augmented Feedback on Motor Skills Performance: A Meta-Analysis. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 18(1), 1-23. <https://doi.org/10.15359/mhs.18-1.2>

Koutedakis, Y., Clarke, F., Wyon, M., Aways, D., & Owolabi, E. (2009). Muscular Strength: Applications for Dancers. *Medical Problems of Performign Artist*, 24(4),157-165.

<https://www.sciandmed.com/mppa/journalviewer.aspx?issue=1182&article=1804&action=3&search=true#abstract>

*Koutedakis, Y., Hukam, H., Metsios, G., Nevill, A., Giakas, G., Jamurtas, A., & Myszkewycz, L. (2007). The Effects of three months of aerobic and strength training on selected performance and fitness – Related parameters in modern dance students. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 808–812.

Koutedakis, Y., Khaloula, M., Pacy, P., Murphy, M., & Dunbar G. (1997). Thigh Peak Torques and Lower-Body Injuries in Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 1(1), 12-15.

https://www.academia.edu/17238227/Thigh_peak_torques_and_lower-body_injuries_in_dancers?auto=download

*Koutedakis, Y. & Sharp, C. (2004). Thigh-muscles strength training, dance exercise, dynamometer, and anthropometry in profesional ballerinas. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 714-718. doi: 10.1519/13983.1

Koutedakis, Y., Stavropoulos-Kalinoglou, A., & Metsios, G. (2005). The Significance of Muscular Strenght. *Journal of Dance Medicine & Science*, 9(1), 29-34. https://www.researchgate.net/publication/32117167_The_Significance_of_Muscular_Strength_in_Dance

Kraemer, W. (2006). *Entrenamiento de la fuerza*. Editorial Hispano Europea.

Lakens, D. (2017). Equivalence Tests: A Practical Primer for t Tests, Correlations, and Meta-Analyses. *Social Psychological and Personality Science*, 8(4), 355–362. <https://doi.org/10.1177/1948550617697177>

- Letelier, L.; Manríquez, J. y Rada, G. (2005) Revisiones sistemáticas y metaanálisis: ¿son la mejor evidencia? *Revista Médica de Chile*, 133(2), 246-249. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872005000200015>.
- Looney, M. A., Feltz, C. J., & VanVleet, C. N. (1994). The reporting and analysis of research findings for within-subjects designs: Methodological issues for meta-analysis [El reporte y análisis de hallazgos de investigación de diseños intra sujetos: cuestiones metodológicas para metaanálisis]. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(4), 363-366.
- López-Chicharro, J. y Fernández-Vaquera, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. Editorial Médica Panamericana.
- Loría-Calderón, T., y Rodríguez-Hernández, M. (2019). Efecto del ejercicio aeróbico sobre el equilibrio en personas adultas mayores de 50 años: un meta-análisis de ensayos controlados aleatorios. *Revista Pensamiento Actual*. 19(32), 78-91. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/37877>
- Markessinis, A. (1995). *Historia de la danza desde sus orígenes*. Editorial Librerías Deportivas Esteban Sanz Martier.
- Moore, K. L.; Dalley, A. F. y Agur, A. M. R. (2013). *Anatomía con orientación clínica* (7 ed.). Editorial Lippincott Williams & Wilkins.
- Murray, R. L. (1974). *Dance en Elementary Eucation. A program for Boys and Girls*. Harper & Row, Publishers.
- Naclerio-Ayllón, F. (2001). Entrenamiento de la fuerza con pesas: cómo determinar la intensidad del esfuerzo y los diferentes tipos de fuerza a entrenar. *Revista Digital - Buenos Aires*, 6(29). <http://www.efdeportes.com/>

Orwin, R. G. (1983). A fail-safe N for effect size in meta-analysis [Un N a prueba de fallas para el tamaño del efecto en el metanálisis]. *Journal of Educational Statistics*, 8(2), 157-159. <https://doi.org/10.3102/10769986008002157>

Pérez-Soto, C. (2008). *Preposiciones en torno a la historia de la danza*. Editorial LOM.

Quebec. Ministère de L'Éducation. (1981). *Programme d'études primaire: Art, Dramatique, Arts Plastiques, Danse, Musique*. Québec: M. E.

R Core Team (2019). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Versión 3.6) [Computer software]. Disponible en <https://cran.r-project.org/>.

Reyna, F. (1985). *Historia del ballet*. Editorial Daimon.

Robinson, J. (1992). *El niño y la danza*. Mirador.

Rodríguez, 2010. El concepto de Danza educativa. *Revista Digital-Buenos Aires*, 15(145). <http://www.efdeportes.com/>

Rosa-Guillamón, A. (2013). Metodología del Entrenamiento de Fuerza. *EFDeportes.com, Revista Digital, Buenos Aires*, 18(186). [https://efdeportes.com/efd186/metodologia-de-entrenamiento-de-la-fuerza.htm#:~:text=Verkhoshansky%20\(1999\)%2C%20se%20B1ala%20que,tensi%20bajo%20unas%20determinadas%20condiciones](https://efdeportes.com/efd186/metodologia-de-entrenamiento-de-la-fuerza.htm#:~:text=Verkhoshansky%20(1999)%2C%20se%20B1ala%20que,tensi%20bajo%20unas%20determinadas%20condiciones).

Salazar, A. (1986). *La danza y el ballet*. Fondo de Cultura Económica.

*Sanders, D. J., Cardaci, T. H., McFadden, B. A., Walker, A. J., Bozzini, B. N., Cintineo, H. P., & Arent, S. M. (2020). The effects of an 8-week resistance training intervention on muscular strength, power, and body composition in collegiate female dancers.

Comparative Exercise Physiology, 16(4), 277-284.
<https://doi.org/10.3920/CEP190074>

Smart, N. A., Waldron, M., Ismail, H., Giallauria, F., Vigorito, C., Cornelissen, V., & Dieberg, G. (2015). Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies: TESTEX. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 13(1), 9–18. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000020>

Sousa, A. B. (1980). *A Dança Educativa na Escola: Movimento Educativo- Expressión Corporal – Danza creativa. Vol II. Tomo I. Básica.*

*Stalder M., Noble, B., & Wilkinson, J. (1990). The Effects of Supplemental Weight Training for Ballet Dancers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 4(3). https://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/1990/08000/the_effects_of_supplemental_weight_training_for.6.aspx#pdf-link

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine* 46, 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>

Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M.H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, 48, 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>

The jamovi project (2020). *jamovi*. (Version 1.2) [Computer Software]. Disponible en <https://www.jamovi.org>.

Thomas, J. R. & French, K. E. (1986). The use of meta-analysis in exercise and sport: a tutorial [El uso del metaanálisis en ejercicio y deporte: Un tutorial]. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57(3), 196-204.

Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2015). *Research methods in physical activity* (7 ed.). Human Kinetics.

Verkhoshansky, Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico. Medios y métodos para el entrenamiento y la mejora de la fuerza explosiva*. Paidotribo.

Viechtbauer, W. (2010). Conducting Meta-Analyses in R with the metafor Package. *Journal of Statistical Software*, 36(3), 1–48.
<https://doi.org/10.18637/jss.v036.i03>

Willem, L. (1985). “*La Danse dans L’Education- une Enrichissement ou une Mode?*” Ludens: ISEF-UTL.

Wyon, M. (2012) Supplemental Physical Fitness Can Improve the Artistic Elements of Dance Performance. *Journal of Dance Medicine & Science*, 4(1), 7-9.