

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMAS DE ESTUDIO DE POSGRADO

**EFFECTO DEL CALENTAMIENTO SOBRE EL RENDIMIENTO EN PRUEBAS DE
VELOCIDAD: UN META-ANÁLISIS**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en
Ciencias del Movimiento Humano y la Recreación para optar por el grado y título de
Maestría Académica en Ciencias del Movimiento Humano.

OSCAR RAMÓN DÍAZ DÁVILA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2023

Dedicatoria

A todos los que me apoyaron en el proceso.

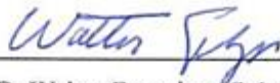
Agradecimientos

A todos los que colaboraron directa e indirectamente.

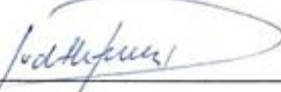
“Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Posgrado en Ciencias del Movimiento Humano y la Recreación de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado y título de Maestría Académica en Ciencias del Movimiento Humano.”



PhD. Andrea Solera Herrera
**Representante de la Decana del
Sistema de Estudios de Posgrado**



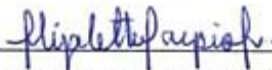
PhD. Walter Francisco Salazar Rojas
Director de tesis



PhD. Judith Jiménez Díaz
Asesora



Dr. José Morcada Jiménez
Asesor



Dra. Elizabeth Carpio Rivera
**Representante de la Coordinadora del Programa de
Posgrado en Ciencias del Movimiento Humano y la Recreación**



Lic. Oscar Ramón Díaz Dávila
Estudiante

Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Índice de tablas	x
Índice de gráficos.....	xi
Índice de figuras.....	xiii
Lista de abreviaturas	xiv
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación.....	4
1.3. Planteamiento del problema.....	5
1.4. Objetivos	6
1.5. Hipótesis.....	6
CAPÍTULO 2	7
MARCO TEORICO	7
2.1. Definición y clasificación de velocidad	7
2.2. Pruebas de velocidad.....	8
2.3. Tipos de calentamiento	11
2.4. Efectos del calentamiento	12
2.4.1. Efectos positivos del calentamiento sobre la velocidad	13
2.4.2. Efectos triviales del calentamiento sobre sobre la velocidad	14
2.4.3. Efectos negativos del calentamiento sobre la velocidad	17
2.4.4. Efectos del calentamiento pasivo sobre la velocidad	19
2.4.5. Efecto del calentamiento sobre la velocidad en tareas manipulativas.....	20
2.5. Mecanismos que podrían explicar los beneficios del calentamiento	22
CAPITULO 3	24
METODOLOGÍA	24
3.1. Criterios de elegibilidad	25
3.2. Revisión de literatura	26

3.3.	Selección de estudios	27
3.4.	Cálculos de tamaño de efecto individuales intra-grupos.....	29
3.4.1.	Corrección del <i>TE</i>	30
3.5.	Cálculo del tamaño de efecto global	30
3.5.1.	Intervalo de Confianza (IC95%)	32
3.5.2.	Forest Plot.....	32
3.6.	Análisis estadístico.....	33
3.6.1.	Análisis de heterogeneidad y sesgo.....	33
3.6.1.1.	Test de heterogeneidad del tamaño de efecto (Q, I^2).....	33
3.6.2.	Cálculo de análisis de sesgo	34
3.7.	Análisis de variables moderadoras	35
3.8.	Cálculo del tamaño de efecto global para diseño entre-grupos.....	35
3.9.	Análisis de los datos.....	37
CAPITULO 4.....		38
RESULTADOS		38
4.1.	Características generales de los estudios incluidos.....	38
4.2.	Resultados globales intra-grupos	40
4.3.	Resultados de las variables moderadoras	44
CAPITULO 5.....		48
DISCUSIÓN		48
5.1.	Tamaño de efecto global	48
5.2.	Análisis de posibles mecanismos	54
5.3.	Análisis de variables moderadoras.....	57
5.3.1.	Características de la muestra	57
5.3.2.	Características del tratamiento	59
5.3.3.	Características de la medición	63
5.3.4.	Características de los estudios	64
5.3.5.	Implicaciones de los resultados	65
5.4.	Fortalezas y limitaciones del estudio	67
5.4.1.	Fortalezas.....	67
5.4.2.	Limitaciones	68
CAPITULO 6.....		69

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
6.1. Conclusiones	69
6.2. Recomendaciones.....	70
Referencias.....	72
Anexos	86

Resumen

El propósito del estudio fue determinar el efecto del calentamiento y examinar posibles variables moderadoras que influyan sobre el rendimiento en pruebas de velocidad. Se seleccionaron 14 estudios encontrados en bases de datos electrónicas, y se calcularon 50 tamaños de efecto (TE) de un total de 197 sujetos. Para el diseño de comparación intra-grupos se obtuvo un TE global para el grupo control ($TE = -0.104$; $n = 8$; $IC95\% = -0.34, 0.14$; $Q = 10.44$; $I^2 = 32.93\%$) y para el grupo que realizó calentamiento ($TE = -0.008$; $n=42$; $IC95\% = -0.16, 0.15$; $Q = 83.34$; $I^2 = 50.80\%$) los cuales no fueron estadísticamente significativos. Para el diseño de comparación entre-grupos se obtuvo un TE no significativo, $TE = 0.08$ ($n = 121$; $IC95\% = -0.01, 0.17$; $Q = 252.14$; $I^2 = 52.41\%$). Los TE obtenidos presentaron una heterogeneidad moderada y el análisis de las variables moderadoras no encontró variables que afectaran el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad. Independientemente de la selección de variables en el calentamiento, este no genera diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en pruebas de velocidad. En conclusión, el calentamiento no influye negativa ni positivamente en el rendimiento en pruebas de velocidad.

Palabras claves: Calentamiento, velocidad, sprint, rendimiento, tamaño de efecto.

Abstract

The purpose of the study was to determine the effect of warming-up on speed test performance and to analyze whether moderator variables explain the possible effect. Fourteen studies found in electronic databases were selected, and 50 effect sizes (*ES*) were computed from a total of 197 subjects. For the within-group design, a global *ES* was obtained for the control ($ES = -0.14$; $n = 8$; $95\%CI = -0.34, 0.14$; $Q = 10.44$; $I^2 = 32.93\%$) and for the warm-up group ($ES = 0.08$; $n = 42$; $95\%CI = -0.16, 0.15$; $Q = 83.34$; $I^2 = 50.80\%$), which did not reach statistical significance. For the warm-up between-group design, an $ES = 0.08$ was obtained ($n = 121$; $95\%CI = -0.01, 0.17$; $Q = 252.14$; $I^2 = 52.41\%$). The *ES*s obtained showed moderate heterogeneity and the analysis of moderating variables did not find variables controlling the effect of warming-up on speed performance tests. Regardless of the selection of variables in the warm-up, this does not generate statistically significant differences in performance in speed tests. In conclusion, warm-up does not affect performance in speed.

Key words: Warm-up, velocity, speed, sprint, performance, effect size.

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la población participante del estudio (Neiva et al., 2014)..	14
Tabla 2. Palabras claves utilizadas en la búsqueda de literatura.....	27
Tabla 3. Características generales de los estudios incluidos en el meta-análisis.....	39
Tabla 4. Información global obtenida de la variable dependiente meta-analizada.	41
Tabla 5. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras continuas.	45
Tabla 6. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras categóricas.	45
Tabla 7. Resumen de los estudios meta analíticos.	51
Tabla 8. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras continuas del grupo control	98
Tabla 9. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras categóricas del grupo control.....	98
Tabla 10. Información global obtenida de la variable dependiente meta-analizada.	100

Índice de gráficos

Gráfico 1. Tamaño del efecto global para el grupo control y grupo calentamiento.	40
Gráfico 2. Tamaño de efecto entre la medición del pre-test y el post-test en el grupo control	41
Gráfico 3. Tamaño de efecto entre la medición del pre-test y el post-test para el grupo de calentamiento.	42
Gráfico 4. Gráfico de embudo para los tamaños de efecto calculados	43
Gráfico 5. Gráfico Doi para los tamaños de efecto calculados.....	44
Gráfico 6. Meta-regresión entre la edad de los participantes y el tamaño de efecto	89
Gráfico 7. Meta-regresión entre el peso y el tamaño de efecto	89
Gráfico 8. Meta-regresión entre la estatura y el tamaño de efecto	90
Gráfico 9. Meta-regresión entre la experiencia en la actividad y el tamaño de efecto ..	90
Gráfico 10. Meta-regresión entre la cantidad de ejercicios de estiramiento y el tamaño de efecto.....	91
Gráfico 11. Meta-regresión entre el tiempo total de calentamiento y el tamaño de efecto	91
Gráfico 12. Meta-regresión entre el tiempo de reposo antes de la prueba y el tamaño de efecto.....	92
Gráfico 13. Meta-regresión entre la calidad del estudio y el tamaño de efecto.....	92
Gráfico 14. Meta-regresión entre la cantidad total de sesiones y el tamaño de efecto ..	93
Gráfico 15. Tamaño del efecto global según el sexo de los participantes	94
Gráfico 16. Tamaño del efecto global según la madurez de los participantes.....	94

Gráfico 17. Tamaño del efecto global según el nivel de actividad deportiva de los participantes	95
Gráfico 18. Tamaño del efecto global según tipo se deporte practicado por los participantes	95
Gráfico 19. Tamaño del efecto global según la combinación de actividades realizadas en el calentamiento	96
Gráfico 20. Tamaño del efecto global según el tipo de estiramiento realizado por los participantes	96
Gráfico 21. Tamaño del efecto global según el tipo de prueba realizada por los participantes	97
Gráfico 22. Tamaño del efecto global según el tipo de pre-test que realizaron los participantes	97
Gráfico 23. Tamaño de efecto entre la medición post-test del calentamietno y el post-test del control	101
Gráfico 24. Gráfico de embudo para los tamaños de efecto calculados	104
Gráfico 25. Gráfico Doi para los tamaños de efecto calculados.....	105

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación de la velocidad (Weineck, 2005).....	8
Figura 2. Flujograma de procedimientos a seguir para la selección de los artículos.....	28
Figura 3. Flujograma de selección de los artículos.....	38

Lista de abreviaturas

AR: activo relacionado

AUR: activo no relacionado

CG: grupo control

cm: centímetros

m: metros

DS: desviación estándar

IC: intervalos de confianza

ISO: cinco segundos de una contracción isométrica máxima

min: minutos

Kg: kilogramos

MAS: masaje

MG: masaje Suizo

NWU: no calentamiento

s: segundos

SB: baño sauna

SBS: cinco *swings* con bate estándar

SSG: estiramiento estático para sprint

TE: tamaño de efecto

WBS: cinco *swings* con un bate con peso agregado

PAP: potenciación post activación

CAPÍTULO

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se hace un acercamiento al estado en el que se encuentra la temática a investigar. Posteriormente, se plantearán las razones por las cuales es pertinente la realización del estudio. Luego, se definirá cuál es la problemática por abordar, y finalmente, se presentarán los objetivos y las hipótesis del estudio.

1.1. Antecedentes

El ámbito del deporte y de la actividad física es muy amplio debido al número de disciplinas que se practican en todo el mundo, así como también a la cantidad de personas que los practican. Frecuentemente, previo a la realización de alguna actividad física o deportiva se ejecutan ejercicios preparatorios a la actividad principal, con el objetivo de conseguir un mejor rendimiento. La evidencia científica que existe acerca de si la realización del calentamiento garantiza una mejoría en el rendimiento físico o deportivo es confusa debido a la variabilidad de resultados existentes (Bishop, Bonetti & Dawson, 2001; Fradkin, Zazryn & Smoliga 2010).

El calentamiento se define como la realización de una serie de ejercicios durante un periodo preparatorio que busca la elevación de la temperatura muscular y central, y que tiene como objetivo principal mejorar el rendimiento y evitar lesiones (Fradkin, Zazryn & Smoliga 2010; MacAuley & Best, 2008). Es pertinente definir que el calentamiento varía según el tipo de actividad física o deportiva que se realice, considerando elementos como: la cantidad de

ejercicios, la intensidad, la duración, los tipos de ejercicios, la técnica que se utilice, entre otros. Estas variaciones están diseñadas y planificadas para alcanzar un mejor rendimiento en la práctica o competencia que se pretende realizar (Chandler & Brown, 2008; Plowman & Smith, 2013).

El calentamiento supone una mejoría en el rendimiento de cualquier actividad física o prueba física que se realice, sea esta una actividad de velocidad, fuerza, resistencia o cualquier otra actividad física. Es frecuente observar a los deportistas o personas que se disponen a realizar alguna competencia o entrenamiento físico, realizar un calentamiento previo. Por ejemplo, los deportistas, previo a una competencia de velocidad de 100 m planos en atletismo o 50 m en natación, realizan un calentamiento que les permite competir teniendo la preparación previa necesaria.

Las pruebas de velocidad poseen una duración extremadamente corta (i.e., segundos, décimas y centésimas de segundo) y de máxima intensidad, por lo que el calentamiento es tomado como uno de los factores determinantes para su ejecución. Dada la naturaleza de las pruebas, es poco o nada lo que se puede modificar previo a su ejecución, y sería el calentamiento el espacio preparatorio para lograr el mejor rendimiento posible. Sin embargo, las pruebas científicas no concluyen si el calentamiento produce un efecto sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad, dado que se encuentran estudios que indican que el calentamiento genera un efecto positivo (Balilionis, Nepocatych, Ellis, Richardson, Neggers & Bishop, 2012; Neiva, Marques, Fernandes, Viana, Barbosa & Marinho, 2014), negativo (Gelen, 2010; Nelson, Driscoll, Landin, Young & Schexnayder 2005), o nulo (i.e., no mejora ni empeora) (Bishop & Middleton 2013; Pearce, Latella & Kidgell, 2012).

Fradkin et al. (2010), realizaron una revisión de literatura con meta-análisis acerca del efecto del calentamiento sobre el rendimiento deportivo. Incluyeron 32 investigaciones en donde la variable independiente era el calentamiento con al menos dos elementos; es decir, los estudios en los cuales solo realizaban una sola actividad (e.g., estiramiento) como tratamiento eran excluidos, y en donde la variable dependiente era el rendimiento en cualquier prueba de rendimiento físico (e.g., salto vertical, velocidad de lanzamiento en softball, etc.). Los investigadores concluyeron que en el 79% de los estudios en los que se realizó calentamiento, independientemente del tipo del mismo, los participantes mejoraron su rendimiento deportivo, y que en un 17% en la condición de calentamiento disminuyó el rendimiento. En un análisis más profundo de los resultados, se encuentran contradicciones en las conclusiones que hacen los autores con respecto a los efectos del calentamiento en las pruebas de velocidad, dado que afirma que el 79% de los estudios que incluyen el calentamiento dentro de sus variables mejora el rendimiento en velocidad; sin embargo, al revisar los datos se observa que la mayoría de los estudios no encuentran mejoría estadísticamente significativa.

Partiendo de los elementos anteriores, donde se encuentra literatura con efectos opuestos del calentamiento sobre el rendimiento en velocidad, el presente estudio por medio de la técnica del meta-análisis tuvo el propósito de determinar el efecto agudo que produce el calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

1.2. Justificación

Hasta el momento no se tiene claro el efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad. Existe evidencia científica que sugiere que el calentamiento mejora el rendimiento en velocidad (Balilionis, Nepocatych, Ellis, Richardson, Neggers & Bishop, 2012; Neiva, Marques, Fernandes, Viana, Barbosa & Marinho, 2014; Samson, Button, Chaouachi & Behm, 2012), pero del mismo modo hay estudios que encuentran que el calentamiento afecta negativamente el rendimiento (Gelen, 2010; Nelson, Driscoll, Landin, Young & Schexnayder, 2005), y también hay estudios que no reportan un efecto del calentamiento sobre la velocidad; es decir, hay un efecto posiblemente entre trivial y nulo (Bishop & Middleton, 2013; Morouço, Marinho, Amaro, Pérez-Turpin, & Marques, 2012; Pearce, Latella & Kidgell, 2012).

En vista de dicha evidencia donde se observa una amplia variabilidad de resultados, nace la inquietud por conocer cuál es el efecto global que genera el calentamiento sobre las pruebas de velocidad, y además en caso de haber un efecto, cuáles podrían ser las variables que moderan, modifican o afectan ese efecto. Las investigaciones que reportan un efecto positivo del calentamiento en pruebas de velocidad, no profundizan en las características que debe tener el calentamiento para generar dicho efecto, por lo que analizar cuáles son las características del calentamiento que tiene mayor influencia en el rendimiento en velocidad se convierte en un análisis pertinente.

Fradkin et al. (2010), realizaron una revisión sistemática meta-analítica y proveen información específica y global acerca del efecto del calentamiento sobre el rendimiento deportivo, en la cual incluyen algunos estudios donde utilizaron como variable dependiente

la velocidad y en donde reportan que en la mayoría de estas investigaciones el calentamiento genera un efecto positivo sobre la velocidad; sin embargo, los resultados expuestos son en porcentajes de cambio y estos no son distintos de cero, por lo cual la información brindada es confusa y al no presentar tamaños de efecto (*TE*) posee un análisis estadístico incompleto.

Ampliar la información existente y conocer el efecto particular del calentamiento sobre la variable velocidad es pertinente, ya que no se ha encontrado un análisis de este tipo en la literatura. Hacer un análisis de los estudios permitirá definir el efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad. Así también es necesario conocer qué variables son las que moderan dicho efecto; por ejemplo, las características del ejercicio, las características de los sujetos, y el tipo de prueba, entre otras, para así brindar conocimiento científico global y específico en el área, que permita a su vez diseñar futuras investigaciones sustentadas en un estudio sólido.

1.3. Planteamiento del problema

El efecto que produce el calentamiento sobre las pruebas de velocidad es contradictorio, ya que los estudios realizados en esta área presentan diferentes resultados (Gelen 2010; Neiva et al. 2014; Taylor, Weston y Portas 2013). Fradkin et al. (2010), concluyeron en su revisión de literatura de forma muy general, dejando algunas interrogantes relevantes sin contestar, por lo cual es el presente estudio se plantean las siguientes preguntas.

1. ¿Cuál es el efecto del calentamiento en las pruebas de velocidad?
2. ¿Cuáles son las variables que influyen en el efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad?

1.4. Objetivos

En este estudio se plantean los siguientes objetivos:

a. Objetivo general:

Establecer el efecto del calentamiento en el rendimiento en las pruebas de velocidad.

b. Objetivo específico:

Identificar las variables que moderan el efecto del calentamiento en las pruebas de velocidad (i.e., análisis de variables moderadoras).

1.5. Hipótesis

Las hipótesis planteadas para este estudio son:

a. Hipótesis 1

H_0 = El calentamiento no presenta un tamaño de efecto significativo sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad.

H_i = El calentamiento presenta un tamaño de efecto significativo sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad.

b. Hipótesis 2

H_0 = No hay variables que moderen el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad.

H_i = Sí hay variables que moderan el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad.

CAPÍTULO 2

MARCO TEORICO

El marco teórico que se desarrolla a continuación permitirá comprender la base teórica que sustenta esta investigación. Inicialmente se definirán y clasificarán algunos conceptos necesarios para comprender a cabalidad en que consiste el tema. Seguidamente, se realizará un análisis de la información referente al tema de investigación, para conocer lo que se sabe hasta el momento de la temática. En la última parte, se explicará cuáles son los mecanismos fisiológicos que posiblemente expliquen el efecto a analizar.

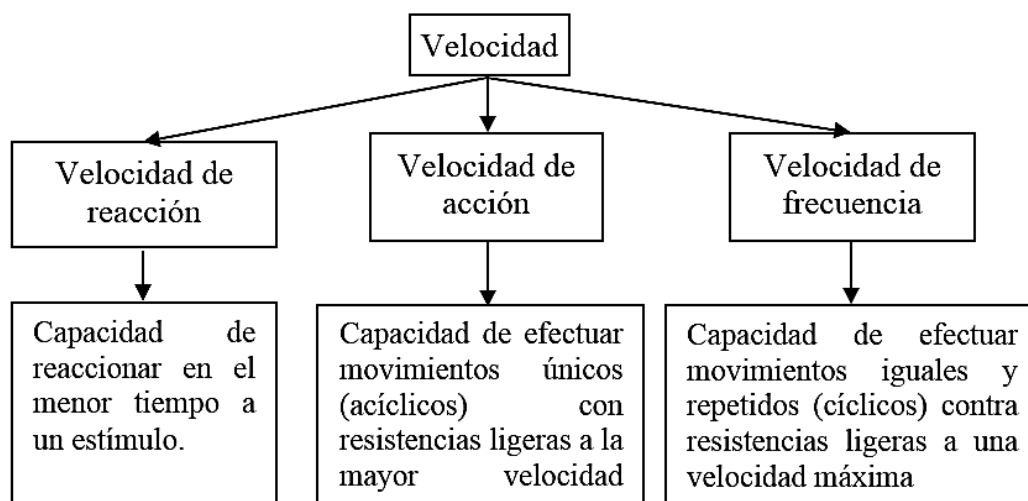
2.1. Definición y clasificación de velocidad

La velocidad, es una capacidad física que se pone de manifiesto en la mayoría de disciplinas deportivas, y que a través del tiempo se ha definido de diferentes maneras, encontrándose definiciones básicas como que es el desplazamiento que realiza un objeto en una unidad de tiempo determinada (Aguilar, 2000). También, se encuentran definiciones más asociadas al movimiento humano, como la que realiza Grosser (citado en Weineck, 2005), quien la define como la *“capacidad para obtener, basándose en los procesos cognitivos, en una fuerza de voluntad máxima, y en la funcionalidad del sistema neuromuscular, las máximas velocidades de reacción y de movimiento posibles en determinadas condiciones”* (p. 355). Así mismo, Martin, Carl, y Lehnertz (2001), la definen como la *“velocidad en los movimientos deportivos, capacidad de reaccionar con la mayor rapidez posible ante un*

estímulo o señal y/o ejecutar movimientos con la mayor velocidad posible ante resistencias escasas” (p. 174).

Esta capacidad antes definida ha sido clasificada según diversos parámetros y al igual que el concepto se pueden encontrar diferentes clasificaciones, las que permiten categorizar los diferentes tipos de pruebas de evaluación de la velocidad que se reportan en la literatura (Figura. 1).

Figura 1. Clasificación de la velocidad (Weineck, 2005).



2.2. Pruebas de velocidad

La velocidad en el deporte se manifiesta de diferentes maneras, tanto en una prueba en sí misma (e.g., competencia de 100 m lisos, 100 m estilo libre en natación, etc.), o como parte de la ejecución de un movimiento particular (e.g., conducción del balón en fútbol, carrera para atrapar una pelota en baseball). También, los tipos de velocidad se ponen de manifiesto en diferentes situaciones, como por ejemplo, la velocidad de reacción al batear en baseball,

la velocidad máxima en una carrera de 200 m lisos, o la velocidad máxima al correr para atrapar un pase en fútbol americano.

Las pruebas y equipo para medir la velocidad utilizadas en la literatura son variadas y se pueden diferenciar de manera general entre pruebas de campo y pruebas de laboratorio; estas pruebas a su vez están asociadas a la clasificación anteriormente mostrada, por lo que los test utilizados se pueden clasificar dentro de una categoría específica (González, Navarro, Delgado & García 2010). Como ejemplos de test o pruebas de velocidad que se pueden encontrar en la literatura se muestran los siguientes:

1. Pruebas de campo:

a) Velocidad de reacción:

- a. 10 m: consiste medir el tiempo que toma el desplazarse de un punto “A” a un punto “B” en línea recta ubicado a 10 m de distancia. También se realiza con una distancia entre los puntos “A” y “B” de 5 m (Sleivert y Taingahue, 2004).

b) Velocidad de acción (acíclicos):

- a. T- test: Consiste el realizar una serie de desplazamientos hacia el frente, lateralmente y hacia atrás, siguiendo un patrón establecido y delimitados por 4 conos, los cuales se ubican formando una “T” y ubicados a 5 m de distancia entre sí (McMillian, Moore, Hatler, & Taylor, 2006).

c) Velocidad de frecuencia (cíclicos):

- a. 30 m sin impulso: Consiste medir el tiempo que toma el desplazarse de un punto “A” a un punto “B” en línea recta ubicado a 30 m de distancia, iniciando

la medición a partir de brindar un estímulo visual o sonoro al ejecutor, a quien se le tomará el tiempo a partir del mismo.

- b. 30 m con impulso o lanzados (con 20 m lanzados): La única diferencia con el anterior, es que en este caso el ejecutor inicia su recorrido algunos metros antes del punto de inicio donde comenzará a tomar el tiempo que demora en recorrer los 30 m (Hernández, 2003).

Cabe mencionar que debido a la variabilidad en las mediciones con cronómetros manuales que existen en las pruebas de campo de velocidad de reacción y de frecuencia se utilizan equipos tecnológicos con mayor confiabilidad como las fotoceldas o cámaras especializadas para garantizar un resultado de medición más preciso (González, Navarro, Delgado & García 2010).

2. Pruebas de laboratorio:

a) Velocidad de reacción:

- a. El paso rápido: La prueba consiste en dar un paso lateral lo más rápido posible posterior a una señal visual, comenzando la prueba, parado con un pie sobre una almohadilla la cual está conectada a un cronómetro, el cual se activa al separar el pie de ella. A la señal visual se desplaza lo más rápido posible el pie hasta la almohadilla ubicada al lado a una separación cómoda de al menos 15 cm, en la cual al presionarla se detiene el tiempo (Martínez, 2002).

b) Velocidad de acción (acíclicos):

- a. Pruebas con uso de tecnología como monitores de velocidad, los cuales se usan para medir la velocidad específica en algún movimiento particular, como

ser el un golpeo con un palo de golf, un lanzamiento de una pelota, etc. (Coughlan, Taylor, & Jackson, 2018).

- c) Velocidad de frecuencia (cíclicos):
 - a. Test de Carrera que oscilan entre 20 m y 60 m: En laboratorio de pueden realizar las mismas pruebas de velocidad de frecuencia que se pueden hacer como pruebas de campo, solamente que el laboratorio de pueden usar herramientas tecnológicas que son difícil de utilizar en el campo.

2.3. Tipos de calentamiento

En la literatura existente se pueden encontrar diferentes clasificaciones del calentamiento:

1. Según tipo de actividad realizada:
 - a. Calentamiento general: se realizan actividades donde se involucren la mayor cantidad de músculos posibles, por ejemplo, trotar (MacAuley & Best, 2008; McNeely & Sandler, 2009).
 - b. Calentamiento específico: en este se realizan actividades específicas de cada disciplina deportiva, en las cuales se trata de simular algunos componentes técnicos específicos, por ejemplo, en fútbol se realizarían pases a diferentes distancias y tiros a marco, entre otros.
2. Según el medio utilizado para elevar la temperatura muscular y central:
 - a. Calentamiento activo:

- i. Busca la elevación de la temperatura muscular y central por medio de la realización de ejercicios físicos, normalmente de baja intensidad y de una duración corta a media (pedalear en una bicicleta estacionaria a una intensidad del 35% del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx)).
 - b. Calentamiento pasivo.
 - i. Consiste en elevar la temperatura corporal de los músculos y temperatura central por algún medio externo (e.g., ducha de agua caliente) (Bishop, 2003; Brunner-Ziegler, Strasser & Haber, 2011).
3. Calentamiento típico:
- a. Un calentamiento típico se refiere a que en la mayoría de los casos está compuesto por tres fases o elementos: 1) actividad aeróbica de baja-moderada intensidad, 2) estiramiento y 3) ejercicios específicos de cada disciplina (Pagaduan, Pojskić, Užičanin & Babajić, 2012.; Taylor, Weston & Portas, 2013; Young, 2007). Es necesario mencionar que es posible encontrar autores que consideran o reconocen que el calentamiento es la fase que busca elevar la temperatura muscular y que el estiramiento y otras actividades son elementos separados (MacAuley & Best, 2008).

2.4. Efectos del calentamiento

El efecto del calentamiento se ha estudiado en muchas variables respuesta o dependientes, como, por ejemplo, la fuerza, coordinación, flexibilidad, estabilidad, velocidad, salto vertical, y pruebas aeróbicas, entre otras (Andrejić, 2012; Barroso, Silva-

Batista, Tricoli, Roschel & Ugrinowitsch, 2013; Tsolakis & Bogdanis, 2012). No obstante, después de hacer una revisión de literatura preliminar se observa que una de las variables más estudiadas es la velocidad y que hay muchos estudios que han analizado el efecto del calentamiento sobre ésta, encontrándose diferentes protocolos de calentamiento y diferentes resultados (Cook, Holdcroft, Drawer & Kilduff, 2013; Faigenbaum, et al., 2006; Ingham, Fudge, Pringle & Jones, 2013; Pearce, Latella & Kidgell, 2012; Sander, Keiner, Schlumberger, Wirth & Schmidtbleicher, 2013).

2.4.1. Efectos positivos del calentamiento sobre la velocidad

En este apartado se presentan resultados en donde el calentamiento mejora significativamente el rendimiento deportivo en pruebas de velocidad (Balilionis, Nepocatyck, Ellis, Richardson, Neggers & Bishop, 2012; Little & Williams, 2006; McMillian, Moore, Hatler & Taylor, 2006; Neiva, Marques, Fernandes, Viana, Barbosa & Marinho, 2014; Pringle, Sealey, Sinclair & Bowman, 2013; Rahimi, 2007; Samson, Button, Chaouachi & Behm, 2012). Por ejemplo, en el estudio de Neiva et al. (2014), se reclutaron nadadores (Tabla 1), a quienes se les aplicó un test de 100 m estilo libre. Esto se llevó a cabo en dos sesiones y con aleatorización de los tratamientos: a) después de realizar un calentamiento de 1000 m de nado, y b) sin calentamiento (control).

Tabla 1. Características de la población participante del estudio (Neiva et al., 2014). Los valores representan la media \pm DE.

Sexo	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (kg)
Hombres (n = 10)	16.0 \pm 0.6	173 \pm 50.7	62.3 \pm 3.9
Mujeres (n = 10)	16.2 \pm 1.14	161 \pm 7.04	55.9 \pm 6.3

Los resultados indican que en la sesión con calentamiento el rendimiento en la prueba de nado de 100 m estilo libre fue mejor que en la condición sin calentamiento (67.15 ± 5.60 s vs. 68.10 ± 5.14 s, $p = 0.01$). De igual manera, Ingham, Fudge, Pringle y Jones (2013), investigaron el efecto de calentar o de no hacerlo sobre el rendimiento en 800 m de carrera. En ese estudio participaron 7 hombres y 4 mujeres (Edad = 20 ± 4 años; peso = 59.7 ± 8.9 kg; talla = 1.76 ± 0.07 m), quienes realizaron cada condición en días diferentes, las cuales fueron asignadas aleatoriamente. Los resultados indicaron que el rendimiento de 800 m fue mejor ($p < 0.05$) para la condición calentamiento (124.5 ± 8.3 s) que para la condición sin calentamiento (125.7 ± 8.7 s); sin embargo, cabe mencionar que en la condición sin calentamiento realizaron ejercicios ligeros antes de la prueba.

2.4.2. Efectos triviales del calentamiento sobre sobre la velocidad

Existen estudios en donde los resultados indican que no hay diferencias significativas en el rendimiento en velocidad entre diferentes protocolos de calentamiento comparado con un grupo control (Bishop & Middleton, 2013; Favero, Midgley & Bentley, 2009; Fletcher &

Jones, 2004; Vaz, Mendes & Brito, 2007; Moran, Whitehead, Guggenheimer, & Brinkert, 2014; Neiva, Morouço, Pereira & Marinho, 2012; Nepocatyck, Bishop, Balilionis, Richardson & Hubner, 2010; Pearce, Latella & Kidgell, 2012; Vetter, 2007; Wong, Chaouachi, Lau & Behm, 2011). Por ejemplo, en el estudio realizado por Lucas de Oliveira y López (2016), sometieron a 22 hombres sanos, con una edad promedio de 23.2 ± 5.0 años, seleccionados aleatoriamente de equipos deportivos locales, a dos condiciones de calentamiento. En una condición solamente realizaban un calentamiento de rutina durante 10 min, el cual estaba constituido por los siguientes ejercicios:

- a. Trotar durante 1 min
- b. Alternancia de brazos con salto durante 30 s
- c. Carrera con rodillas arriba por 30 s
- d. Talones a los glúteos con desplazamiento 30 s
- e. Desplazamiento lateral 30 s
- f. Trote alterno con sentadilla 1 min
- g. trotar hacia delante / atrás durante 2 mi
- h. caminar durante 1 min
- i. desplazarse delante / atrás durante 1 min
- j. caminar durante 1 min y rotar el tronco 1 min

En la segunda rutina de calentamiento realizaban la primera rutina, luego descansaban 2 min y realizaban una rutina de estiramiento estático que estaba constituida por los siguientes ejercicios:

- a. Estiramiento de la pantorrilla, manos contra la pared

- b. Estiramiento del cuádriceps de pie
- c. Estiramiento de pie de la espalda
- d. Sentado tocar una pierna
- e. Tobillo en la rodilla opuesta

Al culminar las condiciones descansaban 2 min y se sometían a dos pruebas (salto contra-movimiento y 20 m sprint). En lo que respecta a la prueba de sprint de 20 m, los resultados indican que no se encuentran diferencias significativas entre las condiciones. En la condición calentamiento más estiramiento el rendimiento fue de 6.12 ± 0.32 s en sprint de 20 m y el rendimiento en la condición con calentamiento fue de 6.08 ± 0.33 s en sprint de 20 metros ($p = 0.368$).

Taylor, Weston y Portas (2013), investigaron a jugadores de fútbol sub-élite (edad = 24 ± 3 años; talla = 181 ± 5 cm; peso = 73.2 ± 4.7 kg). Los participantes realizaron tres tratamientos en días diferentes:

- a. fase cardiovascular + tarea específica
- b. fase cardiovascular + estiramiento estático + tarea específica
- c. fase cardiovascular + estiramiento dinámico + tarea específica

Cada participante realizaba un sprint de 40 m, 60 s mínimo después de cada calentamiento. Después de analizar los datos, no se encontraron diferencias significativas entre los tipos de calentamiento.

Del mismo modo, Vaz, Mendes, y Brito (2007), investigaron el efecto de calentar y no calentar sobre el rendimiento en 100 m planos. En el estudio participaron 14 hombres adolescentes entre 15 y 17 años de edad, los cuales tenían que realizar un sprint máximo de

100 m después de calentar y no calentar. La condición de calentar estaba compuesta por una fase aeróbica, seguida de una de flexibilidad y continuamente algunos ejercicios específicos de carrera, seguido de una prueba de 100 m planos. En la condición de no calentamiento realizaban la prueba de 100 m planos sin ejercicios previos. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias significativas entre la condición de calentar (13.72 ± 0.62 s) y no calentar (13.59 ± 0.67 s) en la prueba de 100 m planos.

2.4.3. Efectos negativos del calentamiento sobre la velocidad

Los efectos negativos del calentamiento sobre la velocidad son menos frecuentes de encontrar en la literatura (Gelen, 2010; Nelson, Driscoll, Landin, Young & Schexnayder 2005), dado que para afirmar que existe dicho efecto tendría que existir un grupo control, o en los diseños intra-sujetos, un pre-test, en el cual los sujetos no deben haber calentado, y los estudios en esta área no presentan estas características metodológicas frecuentemente.

Lo que es más frecuente encontrar son artículos donde se observa que algún tipo de calentamiento muestra menor rendimiento que otros calentamientos, y se observa por lo general que aquellos calentamientos que incluyen estiramiento son los que afectan negativamente la velocidad (Andrejić, Tošić & Knežević, 2012; Ayala & de Baranda, 2010; Chatzopoulos, Yiannakos, Kotzamanidou, & Bassa, 2015; Siatras, Papadopoulos, Mameletzi, Gerodimos & Kellis, 2003; Pojskić, Pagaduan, Babajić, Užičanin, Muratović, & Tomljanović, 2015; Washif, Kok, Chen-Soon, & Tan, 2015).

Uno de los estudios donde usan grupo control y se observan efectos negativos del calentamiento es el realizado por Gelen (2010), quien contó con la participación de 26

hombres sanos (edad = 23.3 ± 3.2 años; talla = 178.2 ± 6.1 cm; peso = 73.0 ± 6.5 kg), jugadores profesionales de la tercera categoría de fútbol de Turquía, quienes ejecutaron cuatro diferentes calentamientos en días diferentes y ordenados aleatoriamente. Todos los calentamientos incluían una fase inicial de 5 min de trote a baja intensidad, seguido de 2 min de relajación activa antes de aplicar cualquiera de los diferentes tratamientos, los cuales eran: a) control (solamente tenían un reposo de 5 min y realizaban la prueba de sprint de 30 m), b) estiramiento estático (realizaban 2 series de 5 ejercicios con una duración de 20 s cada ejercicio y 10 s de pausa entre ejercicio), c) ejercicios dinámicos (realizaban 2 series de 12 ejercicios dinámicos con una pausa de 10 s entre ejercicios), d) método combinado (combinaban los tratamientos 2 y 3).

Posterior al análisis de varianza y post-hoc realizado, los resultados indican que en la ejecución del tratamiento 2, los sujetos fueron menos rápidos en velocidad en 30 m (4.97 ± 0.3 s) en comparación con el grupo control (4.58 ± 0.2 s), evidenciando que al realizar calentamiento con estiramientos estáticos obtuvieron resultados significativamente negativos en velocidad en 30 m ($p < 0.05$). Estos resultados coinciden con los encontrados previamente por Nelson, Driscoll, Landin, Young y Schexnayder (2005).

Existen estudios en los cuales se observa que calentar y estirar afecta negativamente la velocidad al ser comparados con un grupo que solo hace calentamiento y/o con un grupo control (sin calentamiento) (Andrejić, Tošić & Knežević, 2012; Ayala & de Baranda, 2010; Wallmann, Christensen, Perry & Hoover, 2012). Siatras, Papadopoulos, Mameletzi, Gerodimos y Kellis (2003), realizaron un estudio en el que participaron 11 niños (edad = 9.8

± 0.8 años; peso = 28.1 ± 4.4 kg; talla = 130.1 ± 4.5 cm), quienes realizaron tres condiciones de calentamiento:

- a. Calentamiento, saltos y sprints.
- b. Calentamiento 1 y estiramientos estáticos.
- c. Calentamiento 1 y estiramientos dinámicos.

Los resultados muestran que al realizar el calentamiento 2 empeoró el rendimiento en la prueba de 15 m de velocidad en comparación con el grupo 1 ($p < 0.01$).

2.4.4. Efectos del calentamiento pasivo sobre la velocidad

Es poco frecuente encontrar investigaciones donde se analice el efecto del calentamiento pasivo sobre el rendimiento en velocidad, pero en las investigaciones que se han analizado parece coincidir en que no tiene un efecto positivo sobre la velocidad (Arazi, Asadi & Hoseini, 2012; Arabaci, 2008; Bullock, Martin, Ross, Rosemond, Jordan & Marino, 2009; Kar & Alok, 2013).

Por ejemplo, Kar y Alok (2013), estudiaron el efecto de varios tipos de calentamiento, entre los cuales incluían no calentar (NWU), realizar calentamiento activo no relacionado (AUR), activo relacionado (AR), baño sauna (SB) y masaje (MAS). La muestra estuvo compuesta de 52 personas con edades entre 20 y 25 años, las cuales se dividieron en dos grupos de 26 sujetos cada uno y que se diferenciaban por ser un grupo de atletas entrenados y otro por ser físicamente activos. Los resultados muestran que, para el grupo de atletas entrenados, las condiciones MAS y NWU afectaron negativamente el rendimiento al compararlas con la condición AR. Para el grupo físicamente activo, se encontró que la

condición de no calentar mostró un rendimiento más bajo comparado con las condiciones AR y SB. Se evidencia para ambos grupos que la condición de no calentar afectó negativa y significativamente el rendimiento, así mismo que el calentamiento pasivo no mejora el rendimiento.

Arazi, Asadi y Hoseini, (2012), compararon los efectos de dos técnicas de calentamiento diferentes: a) masaje suizo y b) estiramiento estático. En el estudio participaron 20 atletas universitarios masculinos de tres disciplinas deportivas, fútbol sala, voleibol y baloncesto. Los participantes tenían promedios de edad = 25.1 ± 9.1 años, talla = 179.2 ± 6.1 cm, y peso = 66.2 ± 2.3 kg, y fueron aleatoriamente asignados a tres grupos: a) masaje (MG; n = 7), b) estiramiento estático (static stretching) (SSG; n = 7), y c) control (CG; n = 6). Los participantes en el SSG realizaron estiramientos estáticos para calentar, los del MG recibieron un masaje para el calentamiento y los del CG tuvieron reposo pasivo. Antes (pre-test) y después (post-test) de que cada grupo ejecutara su condición de tratamiento, se midió el tiempo en un sprint de 30 m. El grupo SSG y MG mostraron una disminución del rendimiento en la prueba de velocidad ($p < 0.05$) a diferencia del grupo control, el cual no mostró cambios. Estos resultados mantienen la inconsistencia del efecto que produce el calentamiento en el rendimiento en velocidad.

2.4.5. Efecto del calentamiento sobre la velocidad en tareas manipulativas

Se encuentran diferentes investigaciones en las cuales se analiza el efecto del calentamiento sobre la velocidad al ejecutar tareas manipulativas, como por ejemplo en el saque en tenis, bateo en baseball, golpeo de balón con el pie en fútbol, entre otras (Huang,

Pietrosimone, Ingersoll, Weltman & Saliba, 2011; Reyes & Dolny, 2009; Szymanski, et al., 2012; Higuchi, Nagami, Mizuguchi & Anderson, 2013; Wilson, et al., 2013; Yoichi, Yasumitsu, Sachi, & Hiroki, 2014).

Un estudio que analiza el efecto de diferentes calentamientos sobre el rendimiento en una destreza manipulativa, fue el realizado por Higuchi et al. (2013). Los investigadores examinaron los cambios en la velocidad de bateo luego de realizar uno de tres tipos de calentamiento: a) 5 swings con bate estándar (SBS), b) 5 swings con un bate con peso agregado (WBS) y, c) 5 s de una contracción isométrica máxima (ISO). Los resultados indicaron que no hubo diferencias entre pre-test y post-test en el grupo (SBS), aunque se encontró diferencias significativas en el grupo (WBS), quienes en el post-test empeoraron el rendimiento ($p < 0.05$). El grupo (ISO) mejoró su rendimiento en el post-test ($p < 0.05$).

Por la variedad de estudios que se encuentran en esta área, se realizó un intento por condensar la información existente al respecto. Fradkin, Zazryn y Smoliga (2010), desarrollaron una revisión de literatura con meta-análisis acerca del efecto del calentamiento sobre el rendimiento deportivo. En el estudio incluyeron 32 investigaciones de diferentes áreas como la natación, el ciclismo, la carrera, el salto de longitud, salto vertical, y lanzamiento, entre otros. En los estudios incluían dos actividades en el calentamiento (i.e., fase aeróbica y estiramiento), y excluyeron todos aquellos protocolos de calentamiento que solamente tuvieran una actividad de estiramiento o más de dos actividades. Del mismo modo, la revisión presenta debilidad en la amplitud de la búsqueda de artículos realizada, ya que se buscaron artículos únicamente en tres bases de datos.

Otra de las debilidades presentes en esa revisión fue que el análisis estadístico utilizado no corresponde a una técnica meta-analítica y no muestran resultados globales de las variables independientes. Tampoco muestran resultados específicos en términos de TE, pues solamente reportan porcentajes del efecto del calentamiento y exponen que el 79% de los estudios mostraron una mejoría en el rendimiento posterior a la realización de calentamiento, en 3% no encontraron diferencias entre calentar y no hacerlo, y un 17 % reflejó un efecto negativo del calentamiento.

Sin embargo, es importante mencionar que el estudio realiza un esfuerzo y un acercamiento hacia el posible efecto del calentamiento sobre algunas variables de rendimiento, y permite observar algunos resultados que despiertan curiosidad por realizar una revisión extensa y con mayor cantidad de estudios para así poder brindar resultados fidedignos acerca del efecto del calentamiento sobre algunas variables de rendimiento, especialmente en pruebas de velocidad.

2.5. Mecanismos que podrían explicar los beneficios del calentamiento

Un calentamiento podría producir un mejor rendimiento deportivo o físico, y la mayoría de estos beneficios, según Bishop (2003), se le atribuyen al aumento de la temperatura corporal, que ocurre al realizar dicha actividad y que genera cambios fisiológicos que permiten alcanzar un mejor rendimiento físico. Entre los supuestos cambios que produce el calentamiento se encuentran:

- a. Disminución de la rigidez muscular (Wright, 1973).

- b. Aumento de la tasa de conducción nerviosa (Barcroft & Edholm, 1943; Karvonen, 1992).
- c. Incremento del aporte de oxígeno a los músculos (Febbraio, Carey & Snow, 1996).
- d. Aumento del metabolismo anaeróbico (Karvonen, 1992).
- e. Aumento en el funcionamiento del sistema termorregulador (Kozlowski et al. 1985).

También se han mencionado una serie de mecanismos que no están asociados al aumento de la temperatura corporal, como, por ejemplo:

- a. Incremento del flujo sanguíneo a los músculos (Boning et al. 1991).
- b. La elevación del consumo de oxígeno basal (Ingjer & Stromme, 1979).
- c. Aumento de potenciación post-activación (Vandervoort, Quinlan & McComas, 1983).
- d. Efectos psicológicos (De Vries, 1959).

La literatura hasta el momento es ambigua, encontrándose estudios que muestran un efecto positivo del calentamiento sobre el rendimiento en velocidad. De igual manera se encuentran estudios donde el efecto del calentamiento sobre la velocidad es negativo. Por lo cual se justifica frente a dicha ambigüedad realizar un estudio que permita condensar la información existente y determinar cómo afecta el calentamiento el rendimiento en pruebas de velocidad.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

El presente capítulo tiene por objetivo detallar los procedimientos seguidos para llegar a los resultados del estudio. Como guía para el desarrollo de este apartado se siguió el trabajo de Thomas y Nelson (2007), quienes propusieron una serie de pasos para el desarrollo de un meta-análisis. En general, los pasos que se abordan y se detallan en este capítulo son: a) el proceso de búsqueda sistemática de literatura, b) la revisión de los trabajos identificados para determinar su inclusión o exclusión, c) identificación y codificación las características importantes de cada estudio, y d) el cálculo del tamaño de efecto y análisis de los datos.

También se siguieron los lineamientos establecidos por PRISMA (Liberati et al., 2009):

- a. Criterios de elegibilidad
- b. Revisión de literatura
- c. Selección de estudios
- d. Codificación de la información
- e. Cálculo del tamaño de efecto individual intra y entre-grupos
- f. Cálculo del tamaño de efecto global
- g. Análisis de heterogeneidad y sesgo
- h. Análisis de variables moderadoras
- i. Análisis de datos

Para una mejor comprensión de los pasos, a continuación, se describe cada uno de ellos.

3.1. Criterios de elegibilidad

Se determinaron las características generales, estadísticas y de calidad que debían tener los estudios para ser incluidos en el meta-análisis. Dentro de esos requisitos se tuvieron:

- a. De los Participantes: debían ser seres humanos (no se incluyeron estudios que utilizaran modelos animales), no hubo criterio de exclusión por características de los participantes, por ejemplo: edad, sexo, condiciones especiales, o si eran deportistas, con experiencia en la tarea o no, entre otros.
- b. De la intervención del estudio: los estudios debían tener como variable independiente uno o más tipos de calentamiento.
- c. De la comparación a realizar: para este estudio se incluyeron estudios que compararon una medición inicial (pre-test) contra una medición final (post-test).
- d. Del objetivo: los estudios debían medir como variable dependiente la velocidad, por medio de alguna prueba o test.
- e. Del tipo de estudio: los estudios debían presentar un diseño experimental, cuasi experimental o pre experimental.
- f. Otros criterios: no hubo criterio de exclusión en lo que respecta al año de publicación, ni al tipo de revista donde estaban publicados los estudios. Solamente se incluyeron estudios en idioma inglés, español o portugués. Se excluyeron los que no tenían un pre-test y un post-test y los que no reportaban información de estadística descriptiva necesaria para calcular el TE (promedios, desviación estándar y tamaños de muestra de cada grupo). No se excluyeron por la prueba aplicada, o si fueron realizados en el campo o en un laboratorio.

3.2. Revisión de literatura

Para garantizar un proceso de búsqueda sistemática y objetiva, se desarrollaron los siguientes procesos. Se consultó las siguientes bases de datos:

- a. EBSCOhost (incluye Academic Search Complete, Education Research Complete, ERIC, Fuente Académica Premier, MEDLINE with Full Text, SPORTDiscus with Full Text)
- b. Google Académico
- c. Sciencedirect
- d. SpringerLink

También se consultaron las fuentes físicas del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica:

- a. Biblioteca Luis Demetrio Tinoco
- b. Biblioteca Carlos Monge
- c. Biblioteca de la Escuela de Educación Física y Deportes

En las bases de datos se utilizaron palabras claves para la búsqueda de literatura, en español, en inglés y portugués (Tabla 2):

Tabla 2. Palabras claves utilizadas en la búsqueda de literatura.

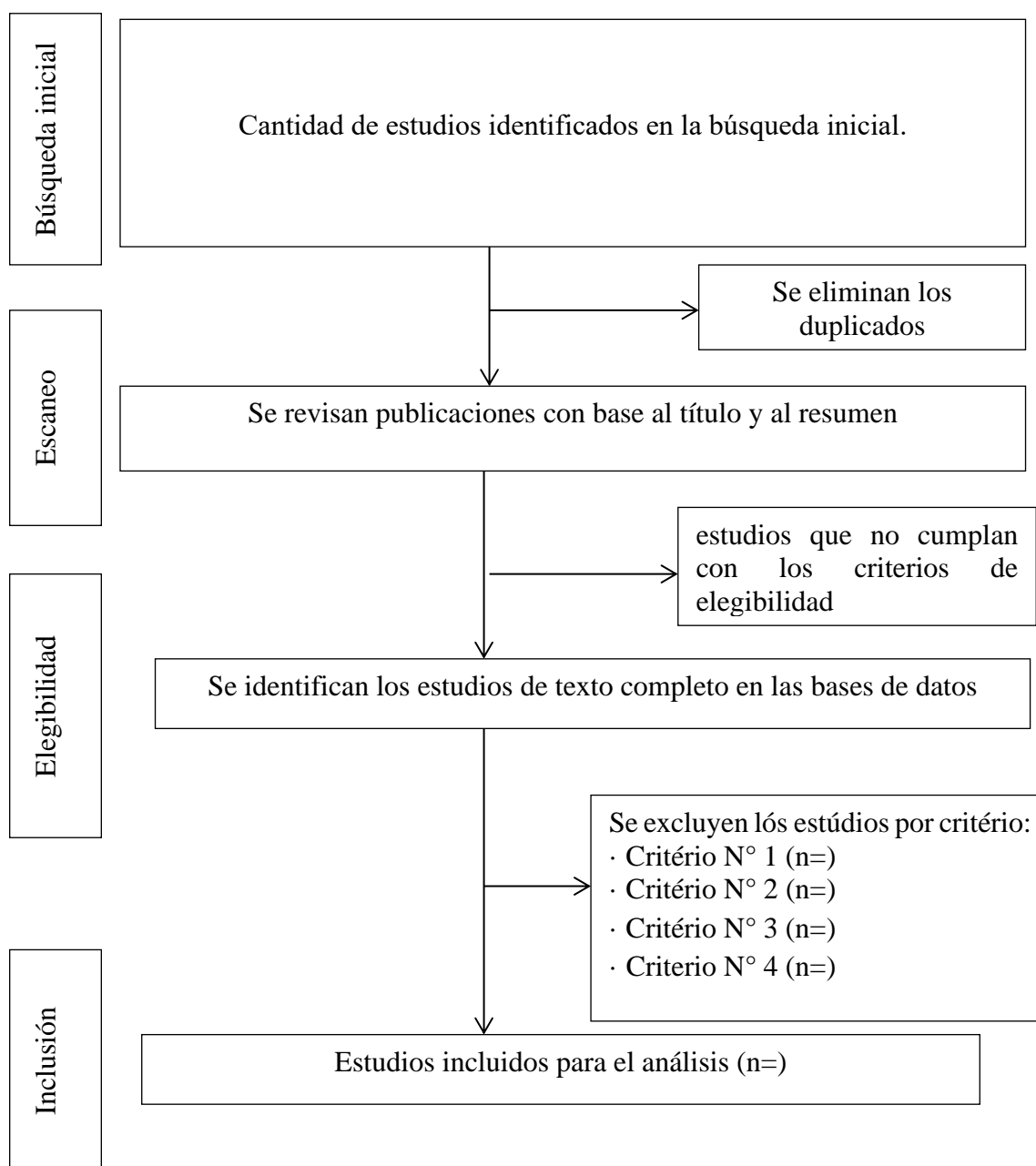
Palabras claves en español (inglés y portugués)
Calentamiento (<i>warm-up</i>) (<i>Aquecimento</i>)
Calentando (<i>warming-up</i>) (<i>Aquecendo</i>)
Rendimiento (<i>performance</i>) (<i>performance</i>)
Rapidez (<i>speed</i>) (<i>rapidamente</i>)
Velocidad (<i>velocity</i>) (<i>velocidade</i>)
Carrera de velocidad (<i>sprint</i>) (<i>corrida de velocidade</i>)
Potenciación post activación (<i>post activation potentiation</i>) (<i>potenciação pós-ativação</i>)

A partir de la definición de las palabras claves se obtuvo la siguiente frase booleana: (TX warm up OR TX warming up) AND (TX velocity OR TX performance OR TX sprint OR TX speed,), NOT (TX animals), la cual se utilizó para la búsqueda en las bases de datos.

3.3. Selección de estudios

Inicialmente se realizó una revisión preliminar y se seleccionó los estudios por título y resumen; además se eliminaron los duplicados. Posteriormente se revisó y selecciono los estudios en texto completo, siguiendo los criterios de elegibilidad. Los procedimientos a seguir se detallan en el siguiente flujograma (Figura 2).

Figura 2. Flujograma de procedimientos a seguir para la selección de los artículos, según lineamientos PRISMA (Liberati et al., 2009).



Para determinar la permanencia de los estudios en función de su calidad, se codificaron características de la calidad y se realizó el análisis de los estudios elegidos (análisis de correlación entre los *TE* y la calidad de los estudios).

3.4. Cálculos de tamaño de efecto individuales intra-grupos.

El *TE* es la unidad principal de un meta-análisis que indica la diferencia entre la medición pre-test y post-test (intra-sujetos). Es decir, es un puntaje que indica en qué medida se diferencia un puntaje de una medición respecto a la otra (Sánchez y Botella, 2010). Se calcula con el objetivo de determinar diferencias entre dos mediciones del mismo grupo.

Por la naturaleza en esta área se determinó que los cálculos de *TE* individuales se realizaron en el diseño intra-grupos, dado que dicho diseño era el que permitiría responder acerca del efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad. El proceso seguido para la obtención del *TE* intra-grupos se describe en el Anexo 1. El cálculo de los *TE* en el presente meta-análisis se desarrollaron para determinar el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad por medio de la fórmula propuesta por Glass (Thomas y French, 1986):

$$TE = \frac{M_2 - M_1}{DE_1}$$

En la fórmula, M_1 =media aritmética pre-test; M_2 =media aritmética post-test; DE_1 =desviación estándar del pre-test.

3.4.1. Corrección del *TE*

Al calcular los *TE* promedio, se multiplicaron por la fórmula de corrección (Marín y Sánchez, 1996), ya que el *TE* está positivamente sesgado. La necesidad de corregir los *TE* se justifica, dado que los estudios con muestras pequeñas podrían no estimar el verdadero efecto de un tratamiento, por lo que el promedio no estaría manifestando el efecto verdadero (Sánchez y Botella, 2010):

$$c = 1 - \frac{3}{4m-1}$$

En la fórmula, $m = n \text{ grupo} - 1$

Previo a la ejecución de la corrección, se verificó el signo algebraico del *TE* individual, para que existiera una consistencia en el significado. En el presente estudio, un *TE* positivo indica una mejoría en la prueba de velocidad ejecutada y un *TE* negativo indica una disminución del rendimiento en la prueba de velocidad ejecutada.

3.5. Cálculo del tamaño de efecto global

Dentro de los cálculos realizados en el meta-análisis, se encuentran los *TE* globales, también llamados *TE* medio. Este permite obtener un único valor del efecto de los diferentes estudios; es decir, resume la magnitud de los efectos individuales. Para ello, se aplicó el procedimiento para calcular el *TE* global para efectos aleatorios (Anexo 2). Este se obtuvo calculando la media ponderada por el inverso de la varianza de cada *TE* individual (Marín y Sánchez, 1996), por lo que el primer procedimiento consistió en calcular la varianza de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VarTE_1 = \frac{N_1+N_2}{N_1 N_2} + \frac{TE^2}{2(N_1+N_2)}$$

En la fórmula, N es el tamaño de la muestra.

Una vez calculada la varianza de cada TE (V_g), se calculó el inverso de la varianza para cada estudio (w) utilizando la siguiente fórmula:

$$V_g = c^2 * var TE_1$$

Seguidamente, se calculó el valor de T^2 :

$$T^2 = \frac{Q - (k - 1)}{\sum w - \left(\frac{\sum w^2}{\sum w}\right)}$$

en donde Q se obtuvo de la fórmula:

$$Q = \sum (w * TE^2) - \frac{[\sum (w * TE)]^2}{\sum w}$$

y en donde k equivale a la cantidad de TE individuales incluidos en el estudio. Y en donde w se obtuvo de la fórmula:

$$w = \frac{1}{V_g}$$

Estas fórmulas se aplicaron siguiendo un modelo de efectos aleatorios (Borenstein et al., 2009). Después de haber obtenido el valor T^2 , se calculó w^* con la fórmula:

$$w^* = \frac{1}{var TE + T^2}$$

Luego se sustituyeron los valores para obtener el TE global con la fórmula:

$$\overline{TE} = \frac{[\sum (w^* * TE^2)]}{\sum w^*}$$

3.5.1. Intervalo de Confianza (IC95%)

El intervalo de confianza es la expresión que establece la significancia estadística, y se calcula por medio de la z meta-analítica, con intervalos de confianza a un 95% (IC95%). En este estudio se empleó el IC95% para determinar si el TE era diferente de 0, lo que permite conocer la verdadera magnitud del efecto. A la varianza se le aplicó la raíz cuadrada para obtener el intervalo de confianza. Ese resultado se multiplicó por el valor z para el nivel de confianza de 95%, por lo que $z = 1.96$. Luego al TE se le restó el resultado para obtener el límite inferior y se sumó para obtener el límite superior:

$$IC = TE - 1,96 * \sqrt{V_g}$$

Para el cálculo del intervalo de confianza del TE global, se obtuvo la varianza y el TE se sustituye por el TE global y w^* :

$$varTE = \frac{1}{\sum w^*}$$

3.5.2. Forest Plot

El forest plot es un gráfico de dispersión, que se utilizó para observar cuáles estudios presentaban un TE estadísticamente significativo o no. Este gráfico se realizó para los TE individuales y el TE global y se presentan con su respectivo IC95%.

3.6. Análisis estadístico

3.6.1. Análisis de heterogeneidad y sesgo

3.6.1.1. Test de heterogeneidad del tamaño de efecto (Q , I^2)

Como parte de los análisis de heterogeneidad se realizó las pruebas Q e I^2 , cálculos necesarios para conocer en qué medida los TE son heterogéneos (Thomas & Nelson, 2007). La prueba de heterogeneidad de Cochran sugerida por Borenstein et al. (2009), se aplicó con el objetivo de determinar la semejanza de los TE . En dicha prueba el valor Q es sometido a una prueba de hipótesis donde se identifica si los TE individuales son heterogéneos.

Como complemento a la prueba Q se calculó el índice I^2 (Borenstein et al. 2009):

$$I^2 = \frac{Q - gl}{Q} * 100$$

El índice I^2 estadísticamente representa en qué porcentaje los TE son inconsistentes. Así también permite conocer las inconsistencias de los TE individuales. El índice I^2 representa en qué porcentaje los TE individuales son inconsistentes, un valor 25%, 50% y 75% indican inconsistencia baja, moderado y alta, respectivamente.

La interpretación de los TE se realizó en base a la propuesta de Cohen (1994), quien señala que valores menores a 0.20, no presentan efecto; entre 0.21 a 0.49 tienen efecto pequeño; de 0.50 a 0.70 un efecto moderado; e iguales o superiores a 0.80 presentan un efecto grande.

3.6.2. Cálculo de análisis de sesgo

Se realizaron pruebas de sesgo, por medio del gráfico de embudo y la prueba de Egger. Estas pruebas son complementarias (Sedgwick & Marston, 2015) y permiten determinar en términos generales si hay sesgo o no en la inclusión de los estudios. El gráfico de embudo es un gráfico de dispersión que permite apreciar subjetivamente la distribución de los estudios, la cual puede ser simétrica o asimétrica. De ser asimétrica se concluiría que hay sesgo; sin embargo, como análisis complementario, la regresión de Egger permite evaluar la simetría de manera objetiva. Así mismo como análisis de heterogeneidad complementarios se obtuvo el gráfico Doi y el índice LFK. El gráfico Doi es similar al gráfico de embudo, el cual evalúa de forma subjetiva el sesgo, tomando como parámetro el área debajo de la curva y comparando si estas, a partir de la línea vertical son similares o no. Como prueba objetiva se obtuvo el índice LFK, donde los resultados que se encontraron entre -1 y 1 se definieron como simétricos, los resultados entre ± 1 y ± 2 se definieron con poca simetría y los resultados mayores a ± 2 se definieron como asimétricos (Furuya-Kanamori et al., 2018).

Para analizar el efecto de trabajos archivados se aplicó la fórmula de Thomas y Nelson (2007):

$$K_0 = \frac{K(d_1 - d_2)}{d_2}$$

en donde K_0 es el número de TE individuales necesarios para reducir el TE global del meta-análisis a un TE global pequeño y probablemente no significativo. En la fórmula el valor K es la cantidad de TE incluidos en el meta-análisis d_1 es la media de todos los TE del meta-análisis y d_2 es el valor de un TE probablemente no significativo.

3.7. Análisis de variables moderadoras

Se realizó el análisis de cada variable moderadora, para el cual se siguió una serie de pasos: a) se identificó la escala de medición de la variable, b) se estableció la técnica estadística adecuada para cada variable, y c) se indicó la significancia de cada categoría de la variable.

a. Análisis de variables continuas

Para las variables continuas se utilizó la técnica de meta-regresión. Con el objetivo de conocer si existía una relación entre los *TE* calculados y la variable moderadora.

b. Análisis de variables categóricas

Para las variables categóricas, se comparan los *TE* de cada categoría de la variable, utilizando un análisis subgrupo, en donde se determinó si el *TE* promedio de cada categoría era diferente de cero.

3.8. Cálculo del tamaño de efecto global para diseño entre-grupos

Como un análisis complementario, se calcularon los *TE* globales para un diseño entre-grupos. Donde el *TE* positivo indica una mejoría en el rendimiento en velocidad y un *TE* negativo indica una disminución en del rendimiento en velocidad. Dicho análisis se hizo comparando los post-test del grupo que realizó calentamiento, contra los post-test del grupo que no lo realizó (i.e., control), definiendo que el control en estos casos puede significar que los sujetos realizaron el calentamiento acostumbrado o típico o que no realizaron ninguna actividad.

Los análisis realizados para este diseño, al ser una comparación entre-grupo con calentamiento contra grupo control, define cuál de los grupos tiene un mejor rendimiento en pruebas de velocidad, pero no saber si el sujeto mejoró o no.

Para los cálculos de TE se siguió el modelo de efectos aleatorios antes descrito. El proceso seguido para la obtención del TE entre-grupos se describe en el anexo 3. El TE se calculó con el objetivo, de determinar las diferencias entre dos grupos.

Inicialmente se calculó el TE con la fórmula propuesta por Hedges en 1981, para obtener el índice d (Thomas & French, 1986).

$$TE_1 = \frac{M_1 - M_2}{s_{combinada}}$$

Donde M_1 =media aritmética grupo experimental; M_2 =media aritmética grupo control; $s_{combinada}$ = desviación estándar combinada de ambos grupos.

Posterior al cálculo del TE se calculó la desviación estándar combinada con la siguiente fórmula:

$$s_{combinada} = \sqrt{\frac{s_1(n_1 - 1) + s_2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Donde n = muestra para cada grupo; s = varianza de la muestra de cada grupo.

Posterior al cálculo de TE y desviación estándar combinada y a partir del cálculo del factor de corrección c , se aplicaron las mismas fórmulas descritas en el modelo de efectos aleatorios intra-grupos antes descrito.

También se realizaron los respectivos análisis de heterogeneidad y sesgo. En el apartado de anexos se presentarán los resultados globales de dicho análisis, como también el forest plot, el gráfico de embudo, la regresión de Egger, el gráfico Doi y el puntaje LFK.

3.9. Análisis de los datos

Los datos obtenidos de los estudios fueron procesados utilizando diferentes herramientas tecnológicas, según los análisis o cálculos a realizar en ambos diseños, tanto para el intra-grupos, como para el cálculo entre-grupos.

- a. Haciendo uso de una hoja de datos digital en Microsoft Excel 2013, se organizó la información de cada estudio.
- b. Se calcularon los *TE* global, individual, forest plot, IC95%, análisis subgrupos para variables categóricas, análisis de meta-regresión para variables continuas, pruebas de heterogeneidad y sesgo de publicación, utilizando el programa Open MEE y MetaXL.
- c. El programa RStudio se usó para la creación del gráfico de embudo y la regresión de Egger.
- d. Se usó el paquete de Excel 2013 MetaXL, para la creación de gráfico Doi y obtención del puntaje LFK.

CAPITULO 4

RESULTADOS

4.1. Características generales de los estudios incluidos

A continuación, se presenta el proceso de la selección de los estudios incluidos en el presente meta-análisis, mostrado en la figura (3), como también las características de cada uno de los estudios incluidos, descrita en la tabla (3).

Figura 3. Flujograma de selección de los artículos, según lineamientos PRISMA (Liberati et al., 2009).

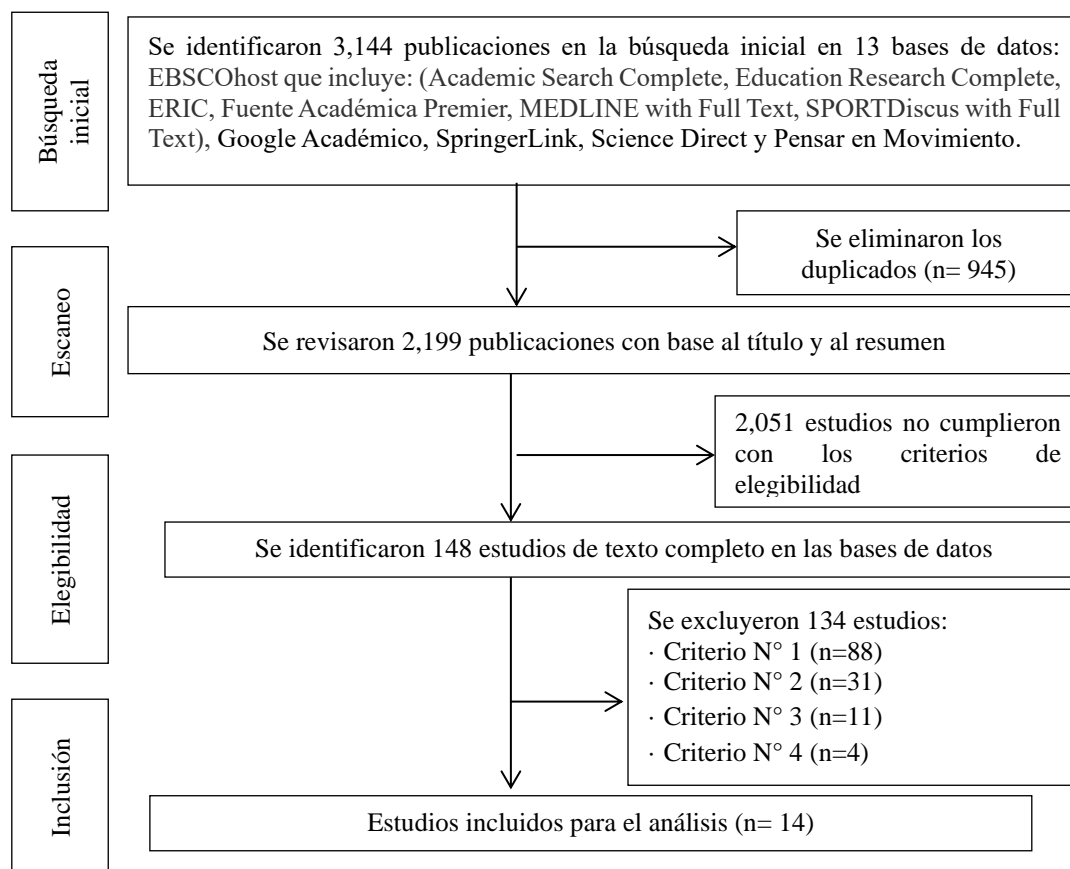


Tabla 3. Características generales de los estudios incluidos en el meta-análisis.

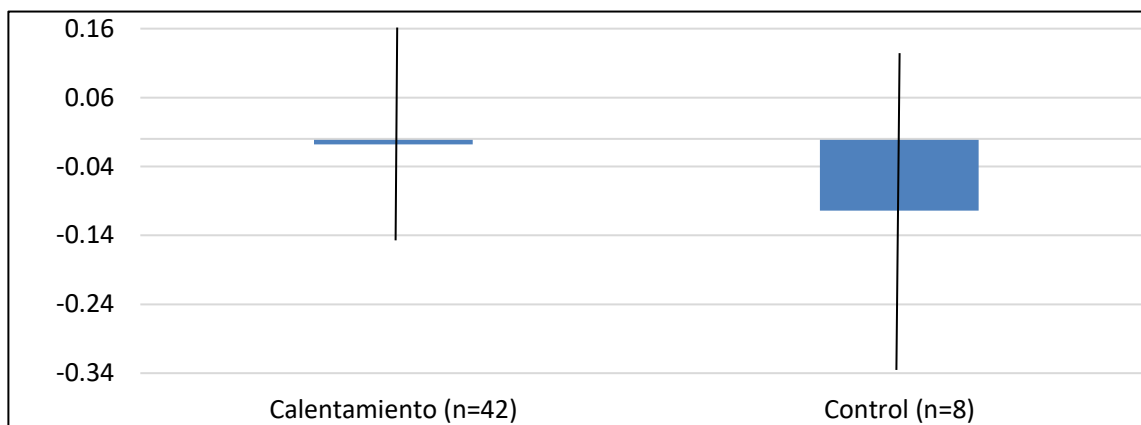
Estudio	<i>n</i>	# de TE	Calentamiento	Prueba aplicada	control	Condiciones	Mejoría en velocidad
Amiri-Khorasani et. al, 2013	12	2	Combinaciones de EST	Velocidad de pateo en fútbol	No	2	Si
Romaratezabala et. al, 2018	18	4	CAL + EST + específico	15 m sprint	No	2	No
Yanci et. al, 2019	15	6	CAL + EST + específico	20 m sprint y CODA 505	No	3	20 m = si en condición 15 y 85 min y MATF en condición 15 min
Takatoshi et. al, 2013	24	3	AE + EST + específicos	Velocidad de bateo	No	3	Si en la condición ISO
Wallmann et. al, 2012	25	4	Caminata + otras actividades	40 yardas sprint	Si	4	Si en la condición no estiramiento
Turki et. al, 2012	16	3	AE + EST	20 m sprint	No	3	Si en la condición 16 y 21 min
Nikerson et. al, 2018	12	3	AE + ejercicios dinámicos + fuerza	20 m sprint	No	3	Si en la condición con 30 s squat
Chang et. al, 2019	16	2	Plataforma de vibración	10 m sprint y LTR	No	1	No
Cohchrane. 2013	26	4	AE + EST + sprint +vibraciones	5 m y RAT	No	2	No
Dallas et. al, 2019	9	10	AE + EST dinámicos	20 m sprint y T test	Si	5	Si en las condiciones con 20, 30 y 40 s de estiramiento dinámico
Gerakkaki et. al, 2013	24	2	AE + EST +vibraciones	60 m	Si	2	
Perdeiro et. al, 2017	12	2	AE + específicos	20 m sprint y MAT	No	1	No
Isuka-satoshi, et. al, 2016	18	1	Ejercicios de tronco	Salida hasta 5 m	No	1	No
Chad et. al, 2014	15	4	AE + contra resistencia	40 yardas	Si	4	No

Nota: CAL = Calentamiento, EST = Estiramiento, AE = Aeróbico, MATF= Prueba de agilidad modificada gratis, ISO= Condición de contracción isométrica, CODA= capacidad de cambiar de dirección, LTR= tiempo de reacción de la estocada, RAT= Reacción máxima de agilidad, MAT=Test de agilidad modificada.

4.2. Resultados globales intra-grupos

El resultado de la codificación de los 14 estudios generó un total de 50 *TE* individuales, siendo 8 del grupo control y 42 del grupo de calentamiento. Se obtuvo un total de 242 sujetos y un *TE* negativo no significativo en el grupo calentamiento, que indica que el calentamiento no produce ningún efecto en las pruebas de velocidad. Para el grupo control se obtuvo un total de 8 *TE* que representan 73 sujetos, este fue negativo no significativo, comportándose de la misma forma que el grupo con calentamiento, estos resultados se exponen en el gráfico 1.

Gráfico 1. Tamaño del efecto global para el grupo control (-0.10) y grupo calentamiento (-0.01). No existe diferencia significativa entre los grupos con calentamiento y control.



El grupo control tuvo un *TE* global de -0.10 ($n = 8$), y el grupo de calentamiento de -0.01 ($n = 42$), el cual no fue significativo. En la tabla 4 se presentan los datos resumidos con su respectivo *IC95%*, los análisis de heterogeneidad (Q , I^2), y además se indica la cantidad de *TE* individuales incluidos en el análisis (n).

Tabla 4. Información global obtenida de la variable dependiente meta-analizada.

Variable	n	n	TE		Q	I ²	
	estudios	TE	global	ICinf			ICsup
Calentamiento	14	42	-0.01	-0.16	0.15	83.34	50.80
Control	4	8	-0.10	-0.34	0.14	10.44	32.93

Nota: n estudios = cantidad de estudios encontrados para la variable, n TE = cantidad de TE encontrados para la categoría, TE global = TE global para la variable, ICinf = intervalo de confianza inferior, ICsup = intervalo de confianza superior, Q = varianza global, I² = porcentaje de variabilidad de los datos.

Por medio de los gráficos forest plot, se muestra la dispersión del TE individual para el grupo control (Gráfico 2) y para el grupo de calentamiento (Gráfico 3).

Gráfico 2. Tamaño de efecto con su intervalo de confianza al 95%, entre la medición del pre-test y el post-test en el grupo control. Nota: TE = Tamaño de efecto; ICinf= Intervalo de confianza inferior; ICsup= Intervalo de confianza superior.

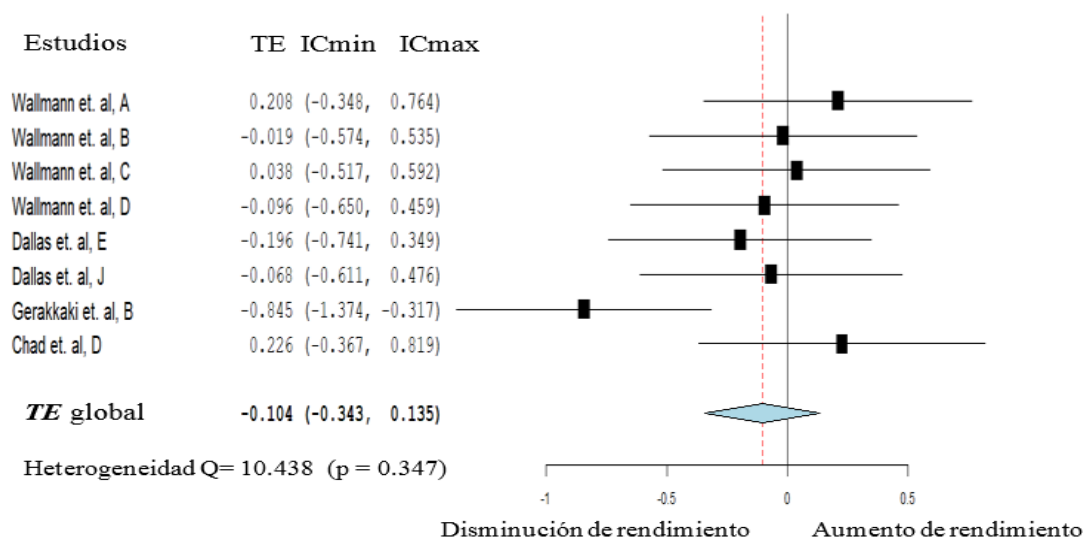
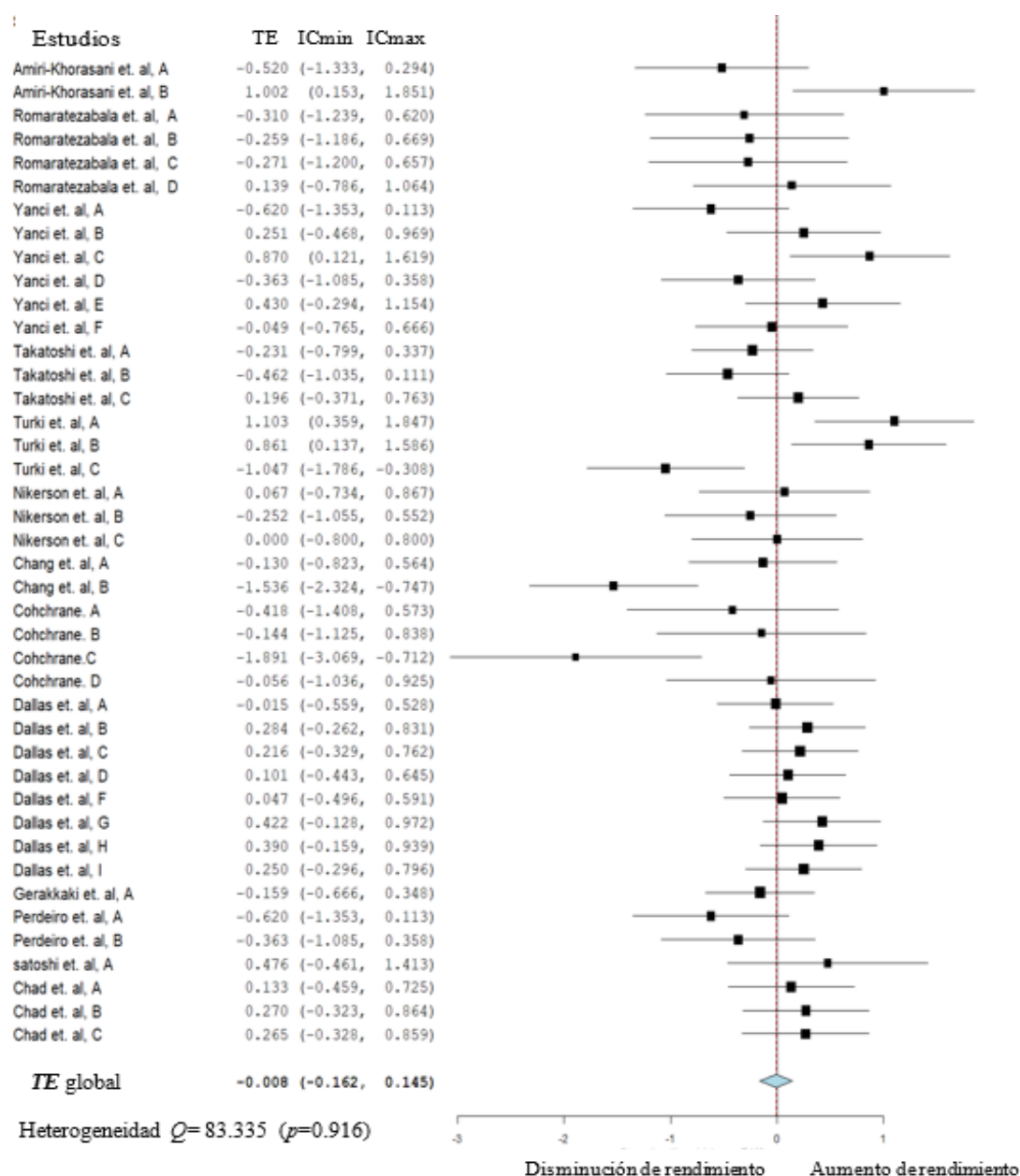


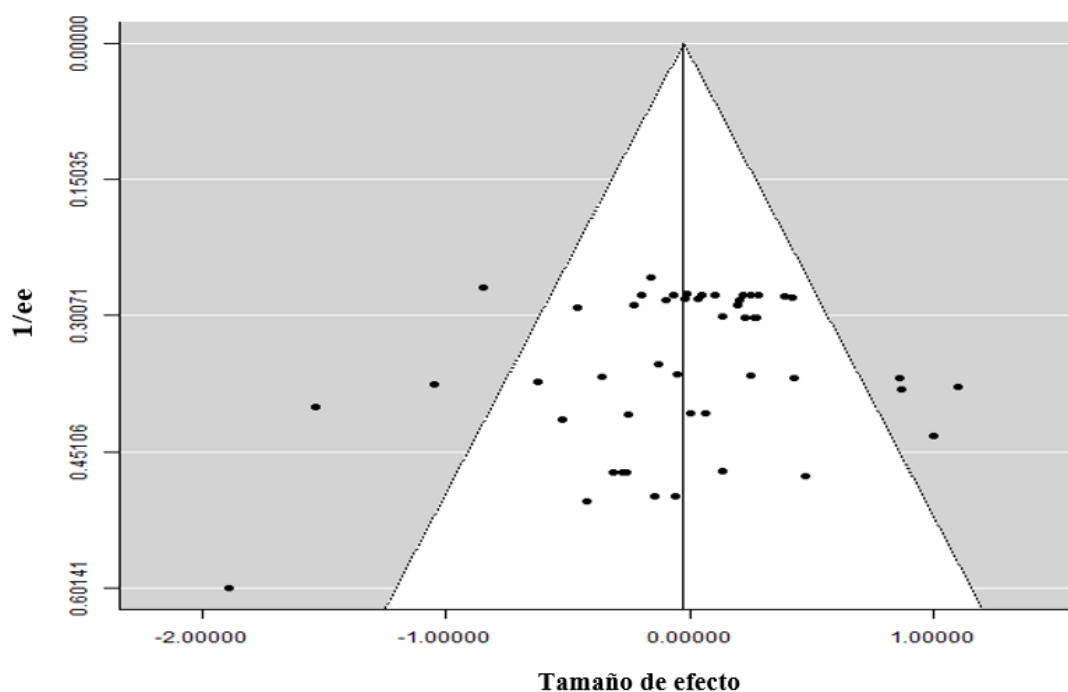
Gráfico 3. Tamaño de efecto con su intervalo de confianza al 95%, entre la medición del pre-test y el post-test para el grupo de calentamiento. Nota: *TE* = Tamaño de efecto; *ICinf*= Intervalo de confianza inferior; *ICsup*= Intervalo de confianza superior. Heterogeneidad $Q=83.34$, $p=0.916$, $IC95\% = -0.16, 0.15$.



También se evaluó el sesgo de manera subjetiva por medio del gráfico de embudo y de manera objetiva realizando la regresión de Egger (Sedgwick y Marston, 2015).

En el gráfico 4, se observa una distribución simétrica, que se confirma con la regresión de Egger ($t = -1.11$, g.l. = 48; $p = 0.272$), lo que confirma que no hay sesgo en los resultados.

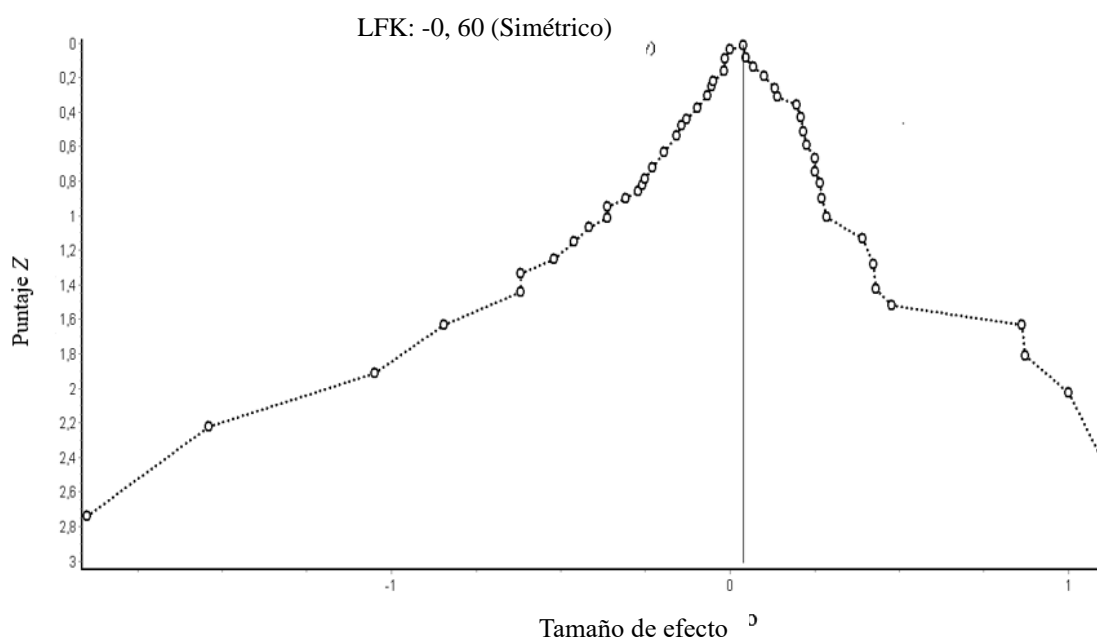
Gráfico 4. Gráfico de embudo para los tamaños de efecto calculados. En el eje “Y” se encuentra el inverso del error estándar (ee). En el eje “X” se encuentran los *TE*.



Como análisis complementarios y comparativos de sesgo se obtuvo el gráfico Doi (Gráfico 5), que es similar al gráfico de embudo que evalúa de manera subjetiva el sesgo, y de manera objetiva se obtuvo el puntaje LFK. Dichos análisis concuerdan con los resultados obtenidos en el gráfico de embudo y la regresión de Egger. Se observó simetría en el gráfico

Doi y se confirmó con el puntaje LFK = -0.60, lo que indica que no hay sesgo en los resultados.

Gráfico 5. Gráfico Doi para los tamaños de efecto calculados. El valor LFK indica que no existe asimetría.



4.3. Resultados de las variables moderadoras

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las variables moderadoras. En las tablas 5 y 6, donde se observa el cálculo del IC95% para las variables moderadoras en cada uno de sus niveles para establecer la significancia de los *TE* calculados.

Tabla 5. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras continuas.

Variable moderadora	<i>n</i>	<i>Beta</i>	<i>IC inf</i>	<i>IC sup</i>	<i>Inter (TE)</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Características de la muestra							
Edad	28	0.110	-0.218	0.200	-2.340	0.31	0.142
Peso	31	-0.010	-0.214	0.164	0.722	0.27	0.226
Estatura	31	-0.022	-0.214	0.164	3.852	0.39	0.086
Experiencia en la actividad	8	0.070	-0.157	0.702	-0.187	0.00	0.521
Características del tratamiento							
Cantidad de ejercicios de estiramiento	20	0.226	-0.274	0.263	-0.908	0.56	0.018*
Tiempo total de calentamiento	16	-0.010	-0.449	0.246	0.092	0.00	0.572
Características de la medición							
Tiempo de reposo antes de la prueba	20	0.064	-0.274	0.263	-0.251	0.25	0.149

Nota: *n de TE* = cantidad de *TE* encontrados para esa categoría, *TE global* = *TE global* para cada variable, *ICinf* = intervalo de confianza inferior, *ICsup* = intervalo de confianza superior, *Beta* = Valor beta, *p* = significancia, *Inter* = Intercepto de *TE* y *r* = correlación de Pearson.

Tabla 6. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras categóricas.

Variable moderadora	<i>n</i>	<i>TE</i>	<i>IC inf</i>	<i>IC sup</i>	<i>p</i>
Características de la muestra					
Sexo					
Masculino	27	-0.071	-0.293	0.150	0.528
Femenino	12	0.091	-0.132	0.313	0.423
Mixto	3	0.223	-0.120	0.565	0.202

Nota: *n* = cantidad de *TE* encontrados para esa categoría, *TE global* = *TE global* para cada variable, *ICinf* = intervalo de confianza inferior, *ICsup* = intervalo de confianza superior, *p* = representa el grado de significancia de *TE* obtenido. Continúa...

Continuación...

Tabla 6. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras categóricas.

Variable moderadora	<i>n</i>	<i>TE</i>	<i>IC inf</i>	<i>IC sup</i>	<i>p</i>
Madurez					
Adulto	37	0.053	0.102	0.208	0.504
Joven	2	-0.82	-2.198	0.558	0.244
Nivel de actividad practicada					
Deporte profesional	8	-0.339	-0.712	0.034	0.075
Deporte Elite	5	-0.145	-1.131	0.842	0.774
Actividad física para la salud	3	0.223	-0.120	0.565	0.202
Deporte universitario	6	-0.129	-0.397	0.139	0.345
Deportista amateur	10	-0.036	-0.334	0.261	0.810
Deporte Escolar	2	0.236	-1.255	1.728	0.756
Mixto	8	0.211	0.018	0.404	0.032*
Tipo de deporte					
Individual	15	0.096	-0.097	0.290	0.330
Conjunto	27	-0.082	-0.306	0.142	0.472
Características del tratamiento					
Combinación de actividades en el calentamiento					
Actividad aeróbico y estiramiento	9	0.017	-0.218	0.252	0.889
Actividad aeróbica, estiramiento y actividad especial	24	-0.117	-0.389	0.156	0.401
Actividad aeróbica y especial	9	0.164	-0.016	0.344	0.075
Tipo de estiramiento realizado					
Estáticos	5	-0.259	-0.662	0.144	0.207
Dinámicos	17	0.119	-0.138	0.377	0.364
Mixto	6	0.083	-0.346	0.513	0.704
Características de la medición					
Tipo de prueba realizada					
De frecuencia o Cíclica	8	-0.104	-0.343	0.135	0.393
De acción o Acíclica	0				NA
Tipo pre-test					
Activo	2	-0.319	-1.368	0.731	0.552
Pasivo	6	-0.024	-0.249	0.201	0.837

Nota: n = cantidad de TE encontrados para esa categoría, TE global = TE global para cada variable, IC_{inf} = intervalo de confianza inferior, IC_{sup} = intervalo de confianza superior, p = representa el grado de significancia de TE obtenido.

En resumen, se observa que dos de las variables moderadoras, nivel de actividad física practicado, en el nivel otro y cantidad de ejercicios de estiramiento, resultaron estadísticamente significativas, hallazgos inesperados que no tienen un respaldo consistente con los resultados globales, el análisis de estas variables significativas se desarrollara más en profundidad en el capítulo de discusión.

En los anexos 4, 5 y 6 se presentan los gráficos de meta-regresión de las variables moderadoras continuas y los gráficos de las variables moderadoras categóricas, como también las tablas de los resultados de las variables moderadoras para el grupo control.

Como un análisis complementario se desarrolló un análisis entre-grupos el cual se presenta en el anexo 7.

CAPITULO 5

DISCUSIÓN

Por medio de la implementación de un diseño meta-analítico intra-grupos y con el objetivo de examinar el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad, se evaluó el cambio en el desempeño entre mediciones (pre-test y post-test) de los grupos que realizaron calentamiento y los grupos controles. También se realizó un análisis de variables moderadoras, buscando identificar factores que potencialmente podían influir en el resultado global.

A continuación, se discutirán inicialmente los resultados globales encontrados y se analizarán en base a los estudios previos. Posteriormente, se desarrolla el análisis con las variables moderadoras.

5.1. Tamaño de efecto global

Se encontró que el calentamiento no influye en el rendimiento en pruebas de velocidad según las mediciones entre pre-test y post-test. El grupo control también siguió el mismo comportamiento.

Tener en cuenta que en el análisis del calentamiento se incluyeron 14 estudios que produjeron 42 *TE*, frente a 4 estudios que se incluyeron en el análisis del control, que produjeron 8 *TE*, por lo tanto, las conclusiones deben ser interpretadas con cautela tomando en cuenta la cantidad de tamaños de efecto de cada análisis.

Algunos meta-análisis realizados han comparado algún tipo de actividad previa sobre la velocidad, encontrando mejoras significativas en el rendimiento en las pruebas de velocidad. Por ejemplo, de Oliveira et al. (2017), meta analizaron el efecto de la potenciación post-activación (PAP) sobre el sprint de corta distancia, presentan los resultados de los análisis entre-grupos en 4 distancias diferentes, entre 0 y 10 metros, entre 11 y 20 metros, entre 21-30 metros y entre 31 y 40 metros. En el estudio incluyeron 15 investigaciones y un total de 197 participantes. Aunque no reportan el total de *TE* individuales, encontraron que PAP mejora significativamente el rendimiento en pruebas de velocidad en comparación con el control, de 0 a 10 metros (diferencia media ponderada (DMP = -0,031 segundos, IC del 95%: -0,050, -0,012, $P = 0,001$), 11 a 20 metros (DMP = -0,048 segundos, IC del 95%: -0,089, -0,007, $p = 0,021$), 21 a 30 metros (DMP = -0,060 segundos, IC del 95%: -0,094, -0,026; $p < 0,001$) y de 31 a 40 metros (DMP = -0,109 segundos, IC del 95% = -0,141, -0,077; $p < 0,001$).

Esos resultados difieren de los encontrados en el presente estudio, lo cual posiblemente se explica por la especificidad del tratamiento y las pruebas seleccionadas. Mencionar que dicho estudio se realizó con un diseño entre-grupos, por lo que sus resultados sugieren que al realizar PAP en pruebas de distancia corta se obtienen mejores resultados en comparación con el control; sin embargo, no se examinó el efecto de pre-test vs post-test.

Fradkin et al. (2010), realizaron una revisión de literatura con meta-análisis acerca del efecto del calentamiento sobre el rendimiento deportivo. En el estudio incluyen 32 investigaciones en las cuales la variable independiente era calentamiento con al menos

dos elementos; es decir, los estudios donde solo realizaban una sola actividad (e.g., estiramiento) como tratamiento eran excluidos. También mencionar que los estudios que medían velocidad de carrera fueron pocos ($n = 4$). Los resultados reportados muestran contradicciones, pues afirman que en el 79% de los estudios el calentamiento mejora el rendimiento en velocidad; sin embargo, al revisar los datos se observa que la mayoría de los estudios no encuentran mejoría estadísticamente significativa, además de que no presentan los *TE* globales ni individuales.

Garita. (2014) meta-analizó el efecto del estiramiento sobre el rendimiento motor, se incluyeron 42 estudios, que produjeron 462 *TE*. Dentro de las variables dependientes meta-analizadas se incluyó la velocidad, para dicha variable se incluyeron 6 estudios que produjeron 13 *TE* ($\bar{X}=-0.208$) para el grupo experimental y 2 *TE* ($\bar{X}=-0.020$) para el grupo control, los resultados indican que el estiramiento no afecta el rendimiento en pruebas motoras de velocidad.

Por lo tanto, los meta-análisis previos en esta temática presentan información variada y con vacíos metodológicos como la utilización de un diseño adecuado, análisis de los datos y exposición de resultados conforme a un meta-análisis, estos se logran superar en el presente estudio, en la Tabla 7 se presenta un resumen de los estudios meta analíticos descritos.

Tabla 7. Resumen de los estudios meta analíticos.

Estudio	$\bar{X}TE$	n <i>TE estudios</i>	n <i>estudios</i>	n <i>sujetos</i>	Diseño	V. Moderadoras	Conclusión
de Oliveira et al. (2017)	- 0.031 - 0.048 - 0.060 - 0.109	23	15	197	Entre-grupos	NP	PAP mejora el rendimiento en pruebas de velocidad < 40 m
Fradkin et al. (2010)	NP	NP	32	1174	NP	NP	79 % de los estudios el calentamiento mejoro la velocidad
Garita. (2014)	-0.208 - 0.020	15	42	462	Intra-grupos	Si presentaron por variable dependiente	El estiramiento no afecta el rendimiento motor en velocidad.

Nota: NP = no presentaron.

Los hallazgos del presente estudio aclaran el efecto del calentamiento al aplicar el diseño pre-test vs. post-test y son coincidentes con Garita (2014), al encontrar que no hay un efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad, sin importar el tipo de calentamiento realizado o la prueba utilizada para la medición de la velocidad. Así mismo, el análisis entre-grupos realizado coincide con el resultado intra-grupos, evidenciando que indistintamente

del diseño utilizado, el calentamiento no produce ningún efecto sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad, estos resultados son consistentes al no encontrarse sesgo, ni una alta heterogeneidad en ambos diseños.

En el estudio del efecto del calentamiento sobre la velocidad se encuentran en la literatura diversas investigaciones con resultados variados, hay estudios donde se demuestra que el calentamiento generaba una mejoría en el rendimiento de la velocidad (Balilionis, Nepocaty, Ellis, Richardson, Neggers & Bishop, 2012), estudios donde el calentamiento perjudica el rendimiento en velocidad (Gelen, 2010; Nelson, Driscoll, Landin, Young & Schexnayder, 2005) y estudios donde el calentamiento no produce ningún efecto sobre la velocidad (Bishop & Middleton 2013; Pearce, Latella & Kidgell, 2012). Por ejemplo, Vaz, Mendes, y Brito (2007), investigaron el efecto de calentar y no calentar sobre el rendimiento en una carrera de 100 m planos. Los resultados muestran que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la condición de calentar (13.72 ± 0.62 s) y no calentar (13.59 ± 0.67 s), atribuyendo la falta de resultados a la ejecución de estiramientos estáticos durante el calentamiento. Estos resultados son compatibles con los encontrados en el presente estudio y también queda demostrado que no es el tipo de estiramiento realizado el que genera dicho efecto.

Otros estudios se refieren al efecto positivo del calentamiento sobre el rendimiento en velocidad. Por ejemplo, Turki et al. (2012), estudiaron el efecto de la inclusión de estiramientos dinámicos en el calentamiento sobre la velocidad y determinaron que el incluir estiramientos dinámicos en el calentamiento mejora el rendimiento en un sprint de 20 m; sin

embargo, el estudio no incluyó un grupo control, por lo que los resultados no son completamente claros.

Parderiro y Yanci (2017), estudiaron los efectos de un protocolo de calentamiento de 25 min en el rendimiento en una prueba de sprint de 20 m. En el estudio participaron 15 jugadores de fútbol, quienes realizaron su calentamiento estándar de 25 min antes de comenzar el juego. Posteriormente realizaron un pre-test, y después de los estiramientos dinámicos el post-test. Encontró que el calentamiento empeoró el rendimiento en la capacidad de correr una distancia de 20 m ($p < 0.05$). Los investigadores justifican sus resultados en que la posible fatiga generada por el calentamiento podía haber producido dicho rendimiento. La ausencia de un grupo control resta validez a sus afirmaciones. Además, en el presente estudio se contempló la duración del calentamiento como variable moderadora y no se encontraron *TE* significativos, concluyendo que el tiempo de calentamiento no ejerce ningún tipo de efecto sobre la velocidad.

Frente a la variabilidad de resultados, condiciones, características que presentan los diferentes estudios en el área del calentamiento sobre la velocidad, es precisamente donde el desarrollo del presente estudio proporciona una conclusión científica que permite determinar el efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad y brindar una posición condensada de la literatura existente e incluida en este estudio, en el que se determina que el calentamiento no afecta el rendimiento sobre las pruebas de velocidad.

5.2. Análisis de posibles mecanismos

Bishop (2003), menciona varios mecanismos potenciales relacionados a los efectos positivos del calentamiento sobre el rendimiento físico y especifica que la mayoría de ellos están relacionados al aumento de la temperatura corporal. Sin embargo, la comprobación de que estos mecanismos se relacionan directamente con el rendimiento en pruebas de velocidad no es clara, ya que solamente hace referencia a los posibles cambios fisiológicos que manifiesta el cuerpo humano al realizar un calentamiento y se asume que eso favorecería el rendimiento físico. Independientemente de los mecanismos propuestos por Bishop (2003), queda evidenciado que no hay un efecto del calentamiento en pruebas de velocidad, por lo que buscar mecanismos que expliquen el efecto positivo del calentamiento en el rendimiento deportivo es en sí mismo una contradicción, dado que se está asumiendo que existe un efecto positivo sin antes comprobarlo empíricamente. Vaz. et al. (2007) estudiaron el efecto del calentamiento en el rendimiento en 100 metros planos, en adolescentes físicamente activos, participaron 14 sujetos con un promedio de edad de 15.61 ± 0.76 años, quienes realizaron una prueba de 100 metros planos en dos ocasiones, con y sin calentamiento previo. A los sujetos se les midió la temperatura corporal antes y después de realizar cada condición. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la temperatura corporal (antes del calentamiento $36.8 \pm 0.5^\circ\text{C}$, después del calentamiento $37.8 \pm 0.4^\circ\text{C}$), no se reportan diferencias en el rendimiento en la prueba de 100 metros planos, entre la condición calentamiento ($13.59 \pm 0.67\text{s}$) y no calentamiento ($13.72 \pm 0.62\text{s}$), Los resultados indican que la realización de calentamiento si aumenta la temperatura corporal, pero esto no mejora el rendimiento en la prueba de velocidad.

Mark, H & Scott S. (1998), proponen como mecanismo el aumento del reflejo H, exponiendo que posterior a la activación muscular o calentamiento se genera una disminución del reflejo H, que interviene en la capacidad contráctil del músculo, pero que es de corta duración y posterior a ello hay un aumento del reflejo mismo, lo que produce un aumento del reclutamiento de unidades motoras, generando una mayor capacidad de contracción, lo que eventualmente se podría traducir a un mejor rendimiento físico. Mencionan que la magnitud del reflejo H es proporcional a la magnitud de la activación del músculo, por lo tanto, una mayor activación del músculo da como resultado una mayor potenciación a través del reflejo H, esto se explica debido a que una mayor activación del músculo da como resultado tasas de calcio aumentadas y prolongadas, lo que resulta en una mayor fosforilación (esta propuesta de estos autores es teórica, dado que no respaldan su hipótesis con datos).

Guellich, & Schmidtbleiche. (1996), investigaron el efecto del PAP sobre el reflejo H, midieron con electromiografía los impulsos eléctricos de los músculos de la pierna (soleo y gastronemio) antes y después de realizar 5 contracciones máximas voluntarias, los resultados reflejan diferencias estadísticamente significativas en el reflejo H, el cual aumento entre los 4 y 11 minutos después de las máximas contracciones voluntarias.

Estos resultados no coinciden con los encontrados en el presente estudio, hay que tomar en cuenta que el estudio realizado por (Guellich, & Schmidtbleiche. 1996), solamente se evalúa el reflejo H en un músculo, por lo cual, aunque los resultados indican que el PAP estimula e incrementa el reflejo H, no precisamente este incremento en el reflejo H se tendría

que traducir a un mayor rendimiento en velocidad. Sin embargo Guellich, & Schmidtbleiche (1996) dentro del mismo estudio, evaluaron el efecto de realizar máximas contracciones voluntarias sobre el rendimiento en salto contra movimiento.

En ese estudio los sujetos recibieron primero la condición control (A) y posteriormente la condición experimental (B). Al ser un diseño de medidas repetidas debió aleatorizarse el orden de las dos condiciones, de no ser así esto expone a que los datos estén contaminados ya sea por el aprendizaje de las pruebas o por el cansancio físico.

Hay algunos elementos a describir como parte del estudio expuesto anteriormente, el protocolo seguido no es habitual, inicialmente realizaban un calentamiento, el cual incluía 10 minutos de trote más 10 minutos de estiramiento, posterior al calentamiento realizaban 8 saltos contra movimiento separados por 20 segundos, como medición pre-test. Para la condición control descansaban 3 minutos y realizaban nuevamente 8 saltos (post-test). Para la condición experimental, antes del post-test realizaban 3 máximas contracciones voluntarias de 5 segundos (flexión plantar), después descansaban entre 3 y 5,20 minutos y realizaban el post-test. Como resultado inicialmente no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre pre y post-test para la condición control, sin embargo, si encontraron diferencias estadísticamente significativas para la condición experimental ($p < .05$), definiendo que las máximas contracciones voluntarias aumentan el rendimiento en la prueba de saltos repetidos. Otro de los hallazgos reportados es que si encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los saltos, tanto para el pre-test y post-test en ambas condiciones. Los resultados de este estudio no coinciden con los entrados en el

presente meta-análisis, en el cual indistintamente del tratamiento realizado, el calentamiento no produce ningún efecto sobre el rendimiento en velocidad.

Cabe mencionar, que si bien es cierto que el estudio de Guellich, & Schmidtbleiche, buscaba estudiar en primera instancia el efecto de las máximas contracciones voluntarias sobre el rendimiento en pruebas de salto y que este meta-análisis valora el efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad, existe en primera instancia una relación entre las pruebas de salto y las de velocidad, por lo que se podría considerar la posibilidad que estos resultados podrían comportarse de la misma manera en pruebas de velocidad. En segundo lugar, Guellich, & Schmidtbleiche encontraron diferencias significativas en la repetición de las pruebas, observándose una mejoría entre los primeros saltos y los últimos, tanto en el pre-test como en el post-test, lo que sugiere la posibilidad de incluir como parte de un calentamiento la repetición de la prueba a evaluar y que es probable que esta dinámica favorezca el rendimiento en la prueba final.

5.3. Análisis de variables moderadoras

5.3.1. Características de la muestra

Las variables continuas pertenecientes a esta clasificación presentan particular facilidad para ser analizadas, debido a que no se encontró ningún estudio individual en el que se analizara alguna de estas variables de manera aislada y los resultados encontrados en el presente estudio definen que independientemente de la edad, peso o la talla de los

participantes, el calentamiento no provoca ningún efecto sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad.

Sin embargo, dentro de las variables categóricas se encuentran algunos estudios donde analizaron directa o indirectamente alguna de estas individualmente. Por ejemplo, Dalamitros et al. (2018), realizaron un estudio con 10 hombres y 9 mujeres, quienes completaron dos tratamientos de calentamiento diferentes; uno donde realizaban ejercicios de potencia, y otro, donde realizaban ejercicios de estiramiento. En ambas condiciones, los ejercicios eran realizados luego de haber ejecutado 1000 m de nado y seguidamente realizaban una prueba de velocidad de 50 m de nado estilo libre (“crawl”). Dicho estudio contó con condición control de estiramiento, en donde realizaban 1000 m de nado y luego una prueba de velocidad de 50 m estilo libre. Los resultados fueron reportados por sexo, y se encontró que en ninguna persona los resultados en las condiciones con calentamiento fueron diferentes de la condición control. Esto coincide con los resultados encontrados en este estudio, en donde no se encontraron diferencias significativas por sexo.

Se analizaron las variables categóricas de madurez, la que se clasifica en adultos y jóvenes; y la variable nivel de actividad que practicaban, la que se clasifica en diferentes categorías en las que practicaban el deporte o actividad física (e.g., nivel profesional, amateur, universitario, recreativo y mixto). Los resultados indican que no hay un efecto diferente que produzca el calentamiento sobre el rendimiento en alguna prueba de velocidad, independientemente de si son jóvenes o adultos, sin embargo, se encontró que en la variable nivel de actividad física, en la categoría mixto, el calentamiento generó un tamaño de efecto significativo pequeño positivo sobre las pruebas de velocidad, $TE=0.211$, $p=0.032$. Al

analizar los estudios que generan este tamaño de efecto, se identificó que los resultados provienen de un estudio en el cual se analizó el efecto del calentamiento en diferentes sujetos que practicaban gimnasia en distintos niveles (profesionales, recreativos y amateur) quienes fueron sometidos a diferentes duraciones de estiramientos dinámicos como parte del calentamiento y quienes obtuvieron un mejor rendimiento en la pruebas de velocidad de 20 y 30 m al realizar estiramientos dinámicos durante 20 y 30 segundos en comparación con realizarlos durante 10 segundos o no realizarlos (Dallas, et al. 2019). Es complejo analizar esta variable (nivel de actividad física que practicaban) debido a la escasez de estudios que la analizan y que el *TE* obtenido hace referencia a un solo estudio, el cual poseen una población variada en cuanto a la actividad física que practican, por lo que es recomendable realizar mayores análisis en esta área.

5.3.2. Características del tratamiento

Estas características son las que brindan la información específica sobre los elementos que debe poseer un calentamiento para favorecer el rendimiento. Sin embargo, se observó que independientemente de las características del calentamiento no se encontraron efectos sobre la velocidad.

Sin embargo, uno de los hallazgos inesperados, carente de una clara explicación se presenta al analizar la variable cantidad de ejercicios de estiramiento, donde se reporta un tamaño de efecto significativo, que en primera instancia indica que existe una relación positiva significativa entre la cantidad de ejercicios de estiramiento y el rendimiento en pruebas de velocidad. Sin embargo, al analizar en profundidad este resultado proviene de lo

reportado en seis de todos los estudios incluidos en el meta-análisis, de los cuales cinco de ellos reportaron cinco o menos estiramientos y solamente un estudio reportó quince estiramientos, lo que explica por qué se detectó la relación significativa, esto se considera un valor atípico (outlier) estadísticamente. Complementariamente, ninguna otra variable moderadora en la que se analizó el efecto del tipo de estiramiento o la inclusión de los mismos como parte del calentamiento, resultó significativa, por lo que la interpretación del resultado en relación con la cantidad de ejercicios de estiramiento no es clara y no posee respaldo de alguna otra variable. Del mismo modo no se encuentran estudios individuales que analicen la cantidad de ejercicios de estiramiento y su efecto sobre pruebas de velocidad que permita hacer alguna comparación, por el contrario, si se encuentra literatura donde la realización de estiramientos como parte del calentamiento afecta negativamente el rendimiento en velocidad (Wallmann et al, 2012). Otro aspecto al tener en cuenta es que los estudios que reportaron la cantidad de estiramientos, no todos reportan el tipo de estiramiento realizado, lo que dificulta aún más la interpretación del resultado.

En tanto al resto de las variables moderadoras analizadas en esta categoría, existe evidencia acerca del efecto de algunas de estas variables, intentado determinar si es alguna en particular la que afecta la velocidad. Yanci et al. (2019), estudiaron el efecto de la duración del calentamiento sobre el rendimiento en un sprint de 20 m. Para ello, seleccionaron una serie de ejercicios, los cuales fueron ejecutados durante un periodo establecido según la condición de duración del calentamiento, las cuales se dividieron según la duración total del calentamiento: a) 8 min, b) 15 min, y c) 25 min. En todas las condiciones se realizó pre-test

y post-test, y se encontraron diferencias significativas en la condición de 8 min de calentamiento de pre-test a post-test. Del mismo modo, se encontraron diferencias significativas en la condición de 25 min, encontrándose una disminución del rendimiento en la prueba de sprint de 20 m. Cabe mencionar que en la condición de 8 min se encontraron diferencias en relación con las otras dos condiciones; sin embargo, el estudio no poseía condición control ni se menciona si hubo aleatorización, lo que no permite confiar completamente en la solidez de los resultados. Esos hallazgos difieren de los resultados encontrados en el presente estudio, en donde no se encontraron diferencias significativas en la variable duración del calentamiento, lo que indica que independiente de la duración del calentamiento este no afectara el rendimiento en pruebas de velocidad.

Una de las variables más estudiadas en la temática del presente estudio, es el tipo de ejercicios que se combinan en un calentamiento. Wallmann et al. (2012), estudiaron el efecto de diferentes tipos de estiramientos como fuente de calentamiento, los cuales fueron: a) no estirar (i.e., control), b) estiramiento estático, c) estiramiento dinámico, y d) estiramiento balístico. En el estudio participaron 25 personas y todos los protocolos tuvieron un pre-test y un post-test que consistía en un sprint de 36.6 m (40 yardas). En todos los protocolos, previo al pre-test, se realizó una caminata ligera de 10 min, luego se ejecutó la condición de estiramiento asignada, y posteriormente el post-test. Se encontró que la única condición en la que se observó una diferencia significativa entre pre-test (5.85 ± 0.53 s) y post-test (5.74 ± 0.51 s) fue en el no estiramiento ($p < 0.0005$), concluyendo que incluir estiramientos como parte del calentamiento, puede no tener ningún efecto o afectar negativamente el

rendimiento en la prueba de velocidad de 36.6m y que el no realizar estiramientos afecta positivamente el rendimiento en la prueba de 36.6m de velocidad.

Estos resultados coinciden con los encontrados en el presente estudio, en donde se define que el calentamiento no produce un efecto en la velocidad, indistintamente de la combinación de los ejercicios de calentamiento empleada, como también otros estudios no reportan diferencias significativas indistintamente de la combinación de actividades en el calentamiento (Romaratezabala et. al, 2018; Chang et al, 2019; Cohchrane. 2013).

Por otra parte, se ha investigado el efecto de la combinación de diferentes actividades en el calentamiento sobre la velocidad. Fortes et al. (2018), analizaron el rendimiento de 19 hombres jugadores de baloncesto, en una prueba de velocidad de 20m. Los participantes ejecutaron 5 diferentes condiciones de calentamiento, cada una separada por 24 horas y organizadas aleatoriamente, a) ejercicios aeróbicos más entrenamiento de resistencia, b) ejercicios aeróbicos más ejercicios específicos de saltos, c) ejercicios específicos de saltos más entrenamiento de resistencia, d) ejercicios específicos de saltos, e) condición control. Como parte del estudio en la primera sesión experimental se realizó una prueba inicial para establecer una línea base en la prueba de 20 m. Se encontraron diferencias significativas entre todos los protocolos al compararlo con la línea base y la condición control, estos resultados sugieren que cualquier combinación de actividades en el calentamiento, mejoraría el rendimiento en velocidad en 20m. Así mismo en la condición ejercicios específicos de salto más entrenamiento de resistencia, se encontraron diferencias significativas respecto a los

demás protocolos, lo que sugiere que esa combinación de actividades en el calentamiento es la que produce el mejor rendimiento en la prueba de velocidad de 20m. Los resultados encontrados en el estudio, hay que tomarlos con cautela, ya que las comparaciones del rendimiento en la prueba de 20m posterior a cada tratamiento, fueron realizadas contra una línea base, lo que hace perder solidez a los resultados, ya que no fueron comparados contra un pre-test realizado el mismo día previo a la aplicación del tratamiento.

Los resultados no coinciden con los encontrados en el presente estudio, en donde se concluye que indistintamente de la combinación de actividades en el calentamiento, se produce un efecto sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad estudiadas.

5.3.3. Características de la medición

Este apartado se refiere a las características de las pruebas de velocidad, dentro de las cuales se pueden mencionar el tipo de prueba realizada (e.g., prueba de reacción, prueba de frecuencia, prueba de acción). Este tipo de variable permite identificar si el calentamiento genera un efecto diferente según el tipo de velocidad que se mide.

Gelen (2010), desarrolló una investigación con 26 participantes, a los cuales midieron con tres pruebas de velocidad: a) sprint de 30 m, b) carrera en zigzag, y c) velocidad de pateo. Los participantes realizaron cuatro condiciones de calentamiento diferentes; todas incluían 5 minutos de trote continuo, y luego se realizó un estiramiento estático, estiramiento dinámico o combinación de estiramiento estático y dinámico, y la condición de no estirar. Todas las pruebas fueron evaluadas después de la realización de la condición de calentamiento. Los resultados indican que la condición de estiramiento estático fue la que mostró menor

rendimiento en todas las pruebas en comparación con la condición de no estirar. Además, la condición de estiramiento dinámico mostró el mejor rendimiento en todas las pruebas en comparación con la condición de no estirar. Sin embargo, estos resultados son reservados, porque el estudio no contó con pre-test ni con grupo control. Así mismo, cabe mencionar que no hubo diferencias según el tipo de prueba; es decir, los resultados se comportaron de la misma manera indistintamente de la prueba. Esos hallazgos coinciden en alguna medida con los resultados observados en el presente estudio, en donde se encontró que el calentamiento no produce un efecto sobre la velocidad, indistintamente de la prueba de velocidad evaluada.

5.3.4. Características de los estudios

Anteriormente se comentó acerca de algunas debilidades metodológicas presentes en los estudios individuales en el área de calentamiento, ya sea por presentar diseños sin pre-test o sin grupo control.

Chang et al. (2019) realizó un estudio en el cual no incluyó grupo control y los resultados fueron similares a los encontrados por Gerakaki et al. (2013) quienes, si incluyeron grupo control en su estudio, en ambos casos no se reportan diferencias significativas entre pre-test y post-test al realizar calentamiento y medirse en una prueba de velocidad. Al meta analizar los estudios que presentan pre-test y grupo control no se encontraron diferencias significativas independientemente de la calidad de los estudios. En el análisis global se observó que no hay diferencias entre pre-test y post-test indistintamente de si era grupo control o con calentamiento, dejando al descubierto que la calidad de los estudios no es una variable que modificaría el resultado global.

5.3.5. Implicaciones de los resultados

Los resultados en el presente estudio son concisos; el TE global del diseño intra-grupos y del diseño entre-grupos, son claros y consistentes al indicar que el calentamiento no genera efectos sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad. Este hallazgo estadísticamente solamente está siendo moderado por 2 variables que ya fueron discutidas anteriormente y para las cuales se sugiere mayor análisis.

Por lo tanto, estos resultados ofrecen a nivel deportivo, a entrenadores, atletas, y preparadores físicos, entre otros, un conocimiento científico y puntual. Independientemente del calentamiento que realicen, no obtendrán beneficios en el rendimiento en las pruebas de velocidad. Por lo tanto, la información proporcionada en torno a los efectos del calentamiento sobre las pruebas de velocidad es objetiva y clara y se debe hacer énfasis en los procesos de entrenamiento, de los cuales si se ha comprobado sus beneficios sobre la velocidad (Lockie et al, 2012). Sumado a estas aseveraciones encontramos otro metaanálisis afines al área del calentamiento, Garita, (2014) realizó un metaanálisis donde analizó el efecto del estiramiento sobre el rendimiento motor, una de las variables dependientes fue el salto vertical, una prueba que está relacionada con el rendimiento en velocidad, en este variable concluye que el estiramiento independientemente de sus características siempre afecta negativamente el rendimiento en salto vertical ($TE=-0.165$; $p>0.05$), resultados que coinciden con los encontrados en el presente estudio, en el sentido de que los supuestos efectos positivos del calentamiento o estiramiento no se encuentran. Del mismo modo los resultados encontrados dan respuesta a algunas incógnitas existentes, pues se encontraron estudios con diferentes

resultados en las pruebas de velocidad luego de realizar un calentamiento, quedando establecido que independientemente del calentamiento realizado, el rendimiento en pruebas de velocidad estudiadas no se verá alterado. Así, se aporta un conocimiento útil para futuras investigaciones, pues se podrá utilizar en la aplicación de nuevos estudios que contemplen pruebas de velocidad, en los que se considerará válido no calentar previo a la ejecución de una prueba de velocidad de las estudiadas en el presente meta-análisis y tener la certeza de que no habrá duda respecto al rendimiento mostrado.

El calentamiento es una actividad previa a la actividad principal y es concebida básicamente con dos propósitos; primero, mejorar el rendimiento físico (Bishop, 2003), propósito que se descarta a raíz de los hallazgos del presente estudio para pruebas de velocidad; y segundo, la prevención de lesiones (Fradkin, Zazryn & Smoliga 2010; MacAuley & Best, 2008). Por lo tanto, poder ampliar el conocimiento en estas dos áreas es determinante; en primer lugar, al determinar el efecto del calentamiento en otras capacidades físicas o áreas del rendimiento físico deportivo, así como también determinar el efecto del calentamiento sobre la prevención de lesiones en las pruebas de velocidad.

Las diferentes áreas en las que se realiza ejercicio físico como el deporte, la actividad física orientada a la salud, el deporte recreativo, el ejercicio contra resistencia, entre otros, han contemplado de forma generalizada la realización de un calentamiento previo para mejorar el rendimiento físico, sin embargo los resultados en el presente estudio definen que en la capacidad de la velocidad, el calentamiento no tiene ningún efecto, estos resultados son a priori concretos, pero aplican en primera instancia para las pruebas analizadas y con los protocolos de calentamiento aplicados en los estudios individuales incluidos y en segundo

lugar mencionar una de las críticas realizadas en esta área del conocimiento, donde se encontraron muchos estudios que pudieron ser incluidos, pero debido a que no incluían la información necesaria o no poseían el diseño adecuado no pudieron ser incluidos.

5.4. Fortalezas y limitaciones del estudio

5.4.1. Fortalezas

El presente meta-análisis ofrece la posibilidad de condensar la información existente sobre el efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad y se desarrolló de forma sistemática siguiendo una metodología estructurada (Liberati et al., 2009), mostrando el estado de la materia con sus fortalezas y debilidades y a partir de la cual se pueden realizar estudios comprobatorios que fortalezcan científicamente el área de conocimiento.

Se desarrollaron análisis que permiten tener una percepción más amplia respecto al tema estudiado, mostrando los resultados desde el diseño entre-grupos y desde el diseño intra-grupos, permitiendo así que las conclusiones planteadas tengan una base sólida en que apoyarse, dado que se hace una validación cruzada.

No se encontró un estudio meta-analítico previo que estudiara el efecto del calentamiento sobre las pruebas de velocidad, lo que permite sentar un precedente, proveer un avance científico en el área del conocimiento estudiado y ser un punto de partida para futuros estudios en el área investigada, basados en los resultados obtenidos.

5.4.2. Limitaciones

Se observa que muchos estudios presenten debilidades en los diseños utilizados principalmente en la ausencia de un grupo control y en la carencia del pre-test respectivo, por lo que es aconsejable que los futuros estudios que examinen el efecto del calentamiento sobre la velocidad incluyan grupo control y pre-test, para tener resultados más válidos.

La mayoría de los estudios que incluyeron un pre-test y que analizan el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad, incluyen previo a esta medición una actividad física que podría estar afectando el rendimiento en la prueba inicial y podría estar afectando los resultados, es por ello que es aconsejable que el pre-test se realice sin ninguna actividad previa y así poder valorar realmente si el calentamiento genera o no un efecto sobre el rendimiento en velocidad.

Debido a que pocos estudios cumplieron los criterios para poder ser incluidos en el meta-análisis, se reconoce que hay muchas variables que no se pudieron analizar (intensidad del calentamiento, años de experiencia en la actividad practicada, tiempo de pausa entre ejercicios), lo que abre la posibilidad de que exista alguna variable que modere el efecto del calentamiento sobre la velocidad en alguna medida, por lo que se propone que al realizar estudios se tomen en cuenta todas las medidas para garantizar un estudio sólido y proveer toda la información estadística necesaria para ser considerados para futuros meta-análisis.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Las conclusiones con respecto a las hipótesis planteadas inicialmente para el modelo intra-grupos son:

- a. El calentamiento no presenta un efecto significativo en el rendimiento en las pruebas de velocidad.
- b. El control no presenta un efecto significativo en el rendimiento en pruebas de velocidad.
- c. En la variable categórica características del tratamiento en el nivel cantidad de ejercicios de estiramiento presenta un efecto positivo, pequeño y significativo.
- d. En la variable categórica tipo de actividad física practicada, en el nivel mixto, presenta un efecto positivo, pequeño y significativo.

Posterior a los análisis realizados, cálculos de *TE*, análisis de heterogeneidad y sesgo, se observa consistencia al encontrar que el calentamiento no afecta el rendimiento en las pruebas de velocidad y que no hay alta heterogeneidad, ni sesgo que afecte dichos resultados, indistintamente si el análisis es entre-grupos o intra-grupos.

6.2. Recomendaciones

Este estudio demostró que el calentamiento no genera efectos sobre el rendimiento en las pruebas de velocidad. Sin embargo, una de las principales debilidades observadas en la literatura meta analizada fue que los estudios presentaban importantes deficiencias metodológicas, por lo que de manera general se recomienda realizar estudios comprobatorios post meta analíticos con diseños sólidos que incluyan pre-test y un grupo control, y que centren su objetivo en una variable en particular. Esto será de gran importancia, primero, para comprobar los resultados obtenidos en este meta-análisis, y segundo, para realizar otro meta-análisis en un futuro con mayor cantidad de estudios que contengan los criterios de inclusión necesarios para ser contemplados.

En cuanto a las variables moderadoras significativas y su falta de claridad para analizarlas, se recomienda hacer estudios individuales que analicen dichas variables para aclarar los resultados encontrados.

Se recomienda también exponer detalladamente la información de los protocolos de investigación utilizados, dado que los estudios normalmente no reportan toda la información o lo hacen de manera escueta, y para generar un análisis futuro de variables moderadoras es determinante contar con la información y comprobar si el efecto del calentamiento está siendo moderado por alguna variable. La variable moderadora que estuvo cerca de presentar diferencias estadísticamente significativas fue el nivel de actividad practicada; específicamente, en la categoría de deporte profesional para la variable nivel de actividad

practicada. Por lo tanto, se recomienda explorar más estas áreas y desarrollar estudios donde se compare el rendimiento en velocidad posterior a la realización de calentamiento en grupos de sujetos que practiquen actividad física o deportiva de distintos niveles, o comparar la cantidad de ejercicios de estiramientos incluidos en el calentamiento, para observar si en estas variables se modifican los resultados obtenidos en el presente meta-análisis.

El desarrollo de este estudio nos permite tener resultados concluyentes, ofreciendo una posición definida sobre que el calentamiento no afecta el rendimiento en pruebas de velocidad, lo que permite redirigir las investigaciones futuras hacia otros análisis en los que aún no se haya determinado con claridad su funcionalidad.

Finalmente, se recomienda realizar estudios de sujeto único, estudios experimentales y revisiones sistemáticas o meta-análisis que evalúen el efecto del calentamiento en la ocurrencia de lesiones al ejecutar pruebas de velocidad. Con esto se podrá determinar el papel que juega el calentamiento sobre la velocidad en sus dos objetivos principales y esclarecer los mitos de ejecutar actividades de velocidad y las posibilidades de lesionarse si el deportista no realiza un calentamiento previo.

Referencias

- Aguilar, M. (2000). *Biomecánica: la física y la fisiología*. Madrid: EBCOMP S.A.
- Andrejić, O., Tošić, S. a., & Knežević, O. (2012). Acute effects of low- and high-volume stretching on fitness performance in young basketball players. *Serbian Journal of Sports Sciences, 1*, 11-16.
- Arabaci, R. (2008). Acute effects of pre-event lower limb massage on explosive and high speed motor capacities and flexibility. *Journal of Sports Science & Medicine, 7*(4), 549–555.
- Arazi, H., Asadi, A., & Hoseini, K. (2012). Comparison of two different warm-ups (static-stretching and massage): effects on flexibility and explosive power. *Acta Kinesiologica, 6*(1), 55-59.
- Ayala, F., & de Baranda, P. S. (2010). Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 6*(18), 1-12
- Balilionis, G., Nepocatych, S., Ellis, C. M., Richardson, M. T., Neggers, Y. H., & Bishop, P. A. (2012). Effects of different types of warm-up on swimming performance, reaction time, and dive distance. *Journal of Strength & Conditioning Research, 26*(12), 3297-3303.
- Barcroft, H., & Edholm, O. G. (1943). The effect of temperature on blood flow and deep temperature in the human forearm. *The Journal of physiology, 102*(1), 5.
- Barroso, R., Silva-Batista, C., Tricoli, V., Roschel, H., & Ugrinowitsch, C. (2013). The effects

- of different intensities and durations of the general warm-up on leg press 1rm. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1009–1013.
- Bishop, D. (2003). Warm up I: Potential Mechanisms and the Effects of Passive Warm Upon Exercise Performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454.
- Bishop, D., & Middleton, G. (2013). Effects of static stretching following a dynamic warm-up on speed, agility and power. *Journal of Human Sport & Exercise*, 8(2), S391-S400.
- Bishop, D., Bonetti, D., & Dawson, B. (2001). The effect of three different warm-up intensities on kayak ergometer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6), 1026-1032.
- Böning, D., Hollnagel, C., Boecker, A., & Göke, S. (1991). Bohr shift by lactic acid and the supply of O₂ to skeletal muscle. *Respiration physiology*, 85(2), 231-243.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Brunner-Ziegler, S., Strasser, B., & Haber, P. (2011). Comparison of metabolic and biomechanical responses to active vs. passive warm-up procedures before physical exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(4), 909-914.
- Bullock, N., Martin, D. T., Ross, A., Rosemond, D., Jordan, M. J., & Marino, F. E. (2009). An acute bout of whole-body vibration on skeleton start and 30-m sprint performance. *European Journal of Sport Science*, 9(1), 35-39.
- Chandler, T. J., & Brown, L. E. (2008). *Conditioning for strength and human performance*.

Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.

- Chang, C. Y., Hung, M. H., Ho, C. S., & Lin, K. C. (2019). The Acute Effects of Whole-Body Vibration on Fencers' Special Abilities. *Perceptual and motor skills*, 126(5), 973–985. <https://doi.org/10.1177/0031512519863573>
- Chatzopoulos, D. E., Yiannakos, A., Kotzamanidou, M., & Bassa, E. (2015). Warm-up protocols for high school students. *Perceptual & Motor Skills*, 121(1), 1-13.
- Cochrane D. (2013). The sports performance application of vibration exercise for warm-up, flexibility and sprint speed. *European journal of sport science*, 13(3), 256–271. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.606837>
- Cohen J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. (2nd ed.). Hillsdale: Erlbaum.
- Cohen, J. (1994). The earth is round ($p < .05$). *American Psychologist*, 49(12), 997–1003.
- Cook, C., Holdcroft, D., Drawer, S., & Kilduff, L. P. (2013). Designing a Warm-Up Protocol for Elite Bob-Skeleton Athletes. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 8(2), 213-215.
- Coughlan, D., Taylor, M. J., & Jackson, J. (2018). The impact of warm-up on youth golfer clubhead speed and self-reported shot quality. *International journal of sports physical therapy*, 13(5), 828–834.
- Dalamitros, A. A., Vagios, A., Toubekis, A. G., Tsalis, G., clemente-suarez, V. J., & Manou, V. (2018). The Effect of Two Additional Dry-Land Active Warm-Up Protocols on the 50-M Front-Crawl Swimming Performance. *Human Movement*, 19(3), 75–81.

- Dallas, G., Theodorou, A., & Paradisis, G. (2019). The effect of different duration of dynamic stretching on sprint run and agility test on female gymnast. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 268-272.
- de Oliveira, J. J., Crisp, A. H., Reis Barbosa, C. G., de Souza e. Silva, A., Baganha, R. J., & Verlengia, R. (2017). Effect of Postactivation Potentiation on Short Sprint Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Asian Journal of Sports Medicine*, 8(4), 1–8.
- De Vries, H. A. (1959). Effects of various warm-up procedures on 100-yard times of competitive swimmers. *Research Quarterly*, 30(1), 11-20.
- Dimitrić, G., Smajić, M., & Agbaba, Đ. (2012). Influence of duration and intensity of warm-up sessions on the performance among short distance swimmers. *Exercise and Quality of Life*, 4(2), 31-39.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Schwerdtman, J. A., Ratamess, N. A., Jie, K., & Hoffman, J. R. (2006). Dynamic Warm-Up Protocols, With and Without a Weighted Vest, and Fitness Performance in High School Female Athletes. *Journal of Athletic Training*, 41(4), 357-363.
- Favero, J. P., Midgley, A. W., & Bentley, D. J. (2009). Effects of an Acute Bout of Static Stretching on 40 m Sprint Performance: Influence of Baseline Flexibility. *Research in Sports Medicine*, 17(1), 50-60.
- Febbraio, M. A., Carey, M. F., Snow, R. J., Stathis, C. G., & Hargreaves, M. (1996). Influence of elevated muscle temperature on metabolism during intense, dynamic exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and*

Comparative Physiology, 271(5), 1251-1255.

Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 885-888.

Fortes, Leonardo & Paes, Pedro & Mortatti, Arnaldo & Perez, Anselmo & Cyrino, Edilson & de Lima-Junior, Dalton & Moreira, Alexandre. (2018). Effect of different warm-up strategies on countermovement jump and sprint performance in basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 26. 1-7.

Fradkin, A. Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 140-148

Furuya-Kanamori, L., Barendregt, J. J., & Doi, S. A. (2018). A new improved graphical and quantitative method for detecting bias in meta-analysis. *International journal of evidence-based healthcare*, 16(4), 195-203.

Garita, E. (2014). Meta-álisis: efecto del estiramiento sobre el rendimiento motor. Universidad de Costa Rica.

Gelen, E. (2010). Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 950-956.

Gerakaki, M., Evangelidis, P., Tziortzis, S., & Paradisis, G. (2013). Acute effects of dynamic whole body vibration in well trained track & field sprinters. *Journal of Physical Education and Sport*, 13, 270-277.

- Gonzales, J., Navarro, F., Delgado, M., & García J. (2010). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Sevilla: Wanceulen editorial deportiva S. L.
- Guellich, Arne & Schmidtbleicher, Dietmar. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosiv force. *New Studies in Athletics*. 11. 67-84.
- Hedges, L. V. & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando, FL: Academic Press.
- Hernández, J. (2003) Efecto de tres tipos de entrenamiento para el tren inferior: una verificación del principio de especificidad. *Revista de Ciencias del Ejercicio y Salud*, 1(3), 11-25.
- Higuchi, T., Nagami, T., Mizuguchi, N., & Anderson, T. (2013). The acute and chronic effects of isometric contraction conditioning on baseball bat velocity. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 216-222.
- Huang, J. S., Pietrosimone, B. G., Ingersoll, C. D., Weltman, A. L., & Saliba, S. A. (2011). Sling exercise and traditional warm-up have similar effects on the velocity and accuracy of throwing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1673-1679.
- Iizuka, S., Imai, A., Koizumi, K., Okuno, K., & Kaneoka, K. (2016). Immediate effects of deep trunk muscle training on swimming start performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(7), 1048–1053.
- Ingham, S. A., Fudge, B. W., Pringle, J. S., & Jones, A. M. (2013). Improvement of 800-m Running Performance with Prior High-Intensity Exercise. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 8(1), 77-83.

- Ingjer, F., & Strømme, S. B. (1979). Effects of active, passive or no warm-up on the physiological response to heavy exercise. *European Journal of Applied Pphysiology and Occupational Physiology*, 40(4), 273-282.
- Kar, S., & Alok, K. (2013). Influence of active and passive warming up on motor performance of the athletes. *International Journal of Sports Sciences & Fitness*, 3(2), 216-234.
- Karvonen, J. (1992). Importance of warm-up and cool down on exercise performance. In Karvonen, J. (Ed. et al), *Medicine in sports training and coaching* (35, 189-214). Basel: S. Karger Publishers, Inc.
- Kozlowski, S., Brzezinska, Z., Kruk, B., Kaciuba-Uscilko, H., Greenleaf, J., & Nazar, K. (1985). Exercise hyperthermia as a factor limiting physical performance: temperature effect on muscle metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 59(3), 766-773.
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), W-65.
- Little, T., & Williams, A. G. (2006). Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 203-307.
- Lockie, R. G., Murphy, A. J., Schultz, A. B., Knight, T. J., & Janse de Jonge, X. A. (2012). The effects of different speed training protocols on sprint acceleration kinematics

and muscle strength and power in field sport athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 26(6), 1539–1550.

Lucas de Oliveira, F. C., & Lopes Rama, L. P. (2016). Static stretching does not reduce variability, jump and speed performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(2), 237-246.

MacAuley, D., & Best, T. (2008). *Evidence-based sports medicine (2nd Ed)*. Massachusetts, USA: John Blackbell Publishing.

Marín, F., & Sánchez, J. (1996). Estimadores de tamaño de efecto en meta-análisis: Un estudio Monte Carlo del sesgo y la eficiencia. *Psicología*, 17, 467-482.

Martin, M., Carl, K., & Lehnertz, K. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Martinez, E. (2002). Pruebas de aptitud física. Barcelona: Editorial Paidotribo.

McMillian, D. J., Moore, J. H., Hatler, B. S., & Taylor, D. C. (2006). Dynamic vs. Static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 492-499.

McNeely, E., & Sandler, D. (2009). *Power Plyometrics: The Complete Program*. Aachen, Germany: Meyer & Meyer Verlag.

Morán, M. P., Whitehead, J. R., Guggenheimer, J. D., & Brinkert, R. H. (2014). The Effects of Static Stretching Warm-up versus Dynamic Warm-up on Sprint Swim Performance. *Journal of Swimming Research*, 22(1), 1-9.

Morouço, P., Marinho, D., Amaro, N., Pérez-Turpin, J., & Marques, M. (2012). Effects of dry-land strength training on swimming performance a brief review. *Journal of*

Human Sport & Exercise, 7(2), 553-559.

Neiva, H. P., Marques, M. C., Fernandes, R. J., Viana, J. L., Barbosa, T. M., & Marinho, D.

A. (2014). Does Warm-Up Have a Beneficial Effect on 100-m Freestyle?

International Journal of Sports Physiology & Performance, 9(1), 145-150.

Neiva, H. P., Morouço, P. G., Pereira, F. M., & Marinho, D. A. (2012). The effect of warm-

up in 50 m swimming performance. *Motricidade*, 8, 13-18.

Nelson, A. G., Driscoll, N. M., Landin, D. K., Young, M. A., & Schexnayder, I. C. (2005).

Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of*

Sports Sciences, 23(5), 449-454.

Nepocatyč, S., Bishop, P. A., Balilionis, G., Richardson, M. T., & Hubner, P. J. (2010). Acute

effect of upper-body vibration on performance in master swimmers. *Journal of*

Strength and Conditioning Research, 24(12), 3396-3403.

Pagaduan, J. C., Pojskić, H., Užičanin, E., & Babajić, F. (2012). Effect of Various Warm-Up

Protocols on Jump Performance in College Football Players. *Journal of Human*

Kinetics, 35, 127-132.

Pardeiro, M.; Yanci, J. (2017). Warm-up effects on physical performance and psychological

perception in semiprofessional soccer players. RICYDE. *Revista Internacional*

de Ciencias del Deporte, 13(48), 104–116,

Pearce, A. J., Latella, C., & Kidgell, D. J. (2012). Secondary warm-up following stretching

on vertical jumping, change of direction, and straight line speed. *European*

Journal of Sport Science, 12(2), 103-112.

Pearce, A. J., Latella, C., & Kidgell, D. J. (2012) Secondary warm-up following stretching on

vertical jumping, change of direction, and straight line speed, *European Journal of Sport Science*, 12:2, 103-112, DOI: 10.1080/17461391.2010.551412

Plowman, S. A., & Smith, D. L. (2013). *Exercise physiology for health fitness and performance*. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins.

Pojškić, H., Pagaduan, J. C., Babajić, F., Užičanin, E., Muratović, M., & Tomljanović, M. (2015). Acute effects of prolonged intermittent low-intensity isometric warm-up schemes on jump, sprint, and agility performance in collegiate soccer players. *Biology of Sport*, 32(2), 129-134

Pringle, F. A., Sealey, R. M., Sinclair, W. H., & Bowman, P. W. (2013). Effect of different rugby league warm ups on performance and perceptions of readiness to perform. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 21(1), 57-60.

Rahimi, R. (2007). The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 5(2), 163-169

Reyes, G. F., & Dolny, D. (2009). Acute effects of various weighted bat warm-up protocols on bat velocity. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2114-2118.

Romaratezabala, E., Nakamura, F. Y., Castillo, D., Gorostegi-Anduaga, I., & Yanci, J. (2018). Influence of warm-up duration on physical performance and psychological perceptions in handball players. *Research in sports medicine (Print)*, 26(2), 230–243. <https://doi.org/10.1080/15438627.2018.1431536>

Samson, M., Button, D. C., Chaouachi, A., & Behm, D. G. (2012). Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm-up protocols. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 279-285.

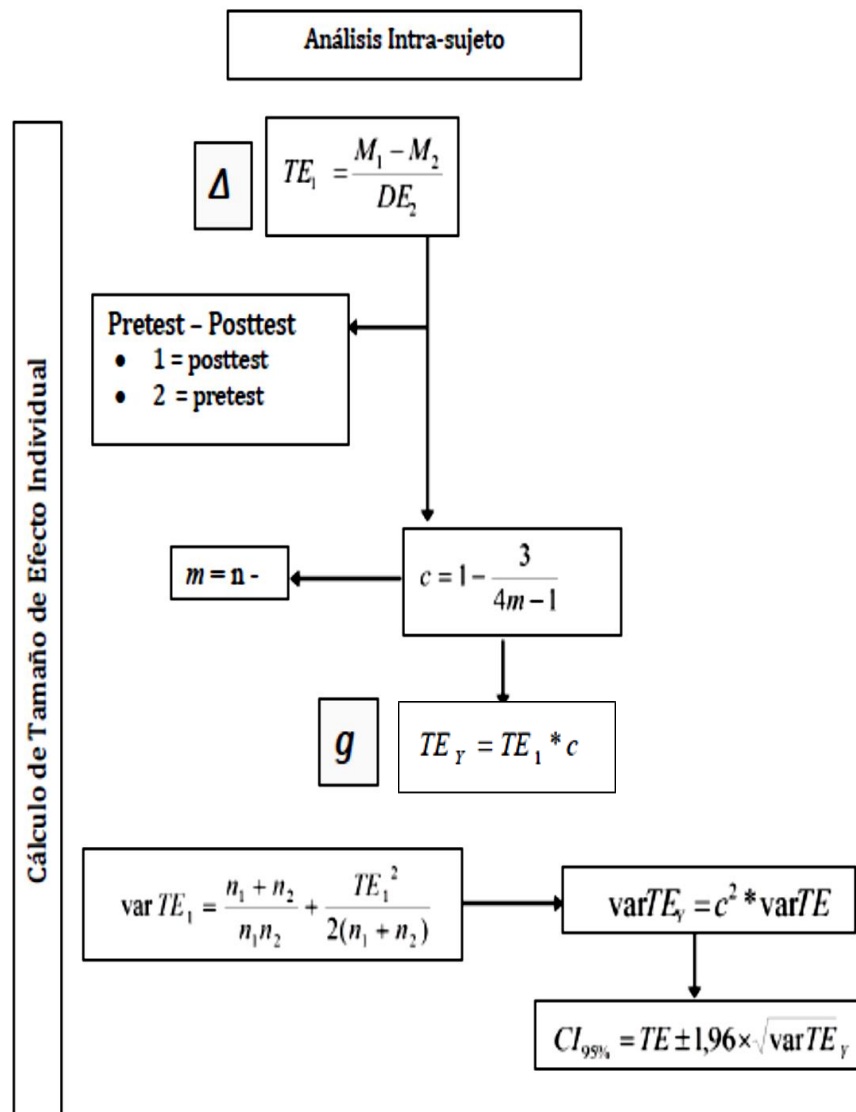
- Sánchez-Meca, J. & Botella, J. (2010). Revisiones sistemáticas y un meta-análisis. *Herramientas para la práctica profesional. Papeles de Psicología*, 31(1), 7–17.
- Sánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*, 38(2), 53–64.
- Sander, A., Keiner, M., Schlumberger, A., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2013). Effects of functional exercises in the warm-up on sprint performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 995-1001.
- Sedgwick, P., & Marston, L. (2015). How to read a funnel plot in a meta-analysis. *BMJ*, 351, h4718.
- Siatras, T., Papadopoulos, G., Mameletzi, D., Gerodimos, V., & Kellis, S. (2003). Static and Dynamic Acute Stretching Effect on Gymnasts' Speed in Vaulting. *Pediatric Exercise Science*, 15(4), 383-391.
- Sleivert, G., Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 46–52
- Smith, C., Hannon, J., McGladrey, B., Shultz, B., Eisenman, P., & Lyons, B. (2014). The effects of a postactivation potentiation warm-up on subsequent sprint performance. *Human Movement*, 15(1), 36-44.
- Szymanski, D. J., Bassett, K. E., Beiser, E. J., Till, M. E., Medlin, G. L., Beam, J. R., et al. (2012). Effect of various warm-up devices on bat velocity of intercollegiate softball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 199-205.
- Taylor, J. M., Weston, M., & Portas, M. D. (2013). The effect of a short practical warm-up

- protocol on repeated sprint performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 2034-2038.
- Thomas, J. R., & French, K. E. (1986). The use of meta-analysis in exercise and sport: a tutorial. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 57(3), 196-204.
- Thomas, J. R., & Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. España: Human Kinetics.
- Trimble, M. H., & Harp, S. S. (1998). Postexercise potentiation of the H-reflex in humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(6), 933–941.
<https://doi.org/10.1097/00005768-199806000-00024>
- Tsolakis, C., & Bogdanis, G. C. (2012). Acute effects of two different warm-up protocols on flexibility and lower limb explosive performance in male and female high level athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 669-675.
- Turki, O., Chaouachi, A., Behm, D. G., Chtara, H., Chtara, M., Bishop, D., & ... Amri, M. (2012). The effect of warm-ups incorporating different volumes of dynamic stretching on 10- and 20-m sprint performance in highly trained male athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 63–72.
- Turki, O., Dhahbi, W., Gueid, S., Hmaied, S., Souaifi, M., & Khalifa, R. (2020). Dynamic Warm-Up With a Weighted Vest: Improvement of Repeated Change-of-Direction Performance in Young Male Soccer Players, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(2), 196-203.
- Vandervoort, A. A., Quinlan, J., & McComas, A. J. (1983). Twitch potentiation after voluntary contraction. *Experimental Neurology*, 81(1), 141-152.

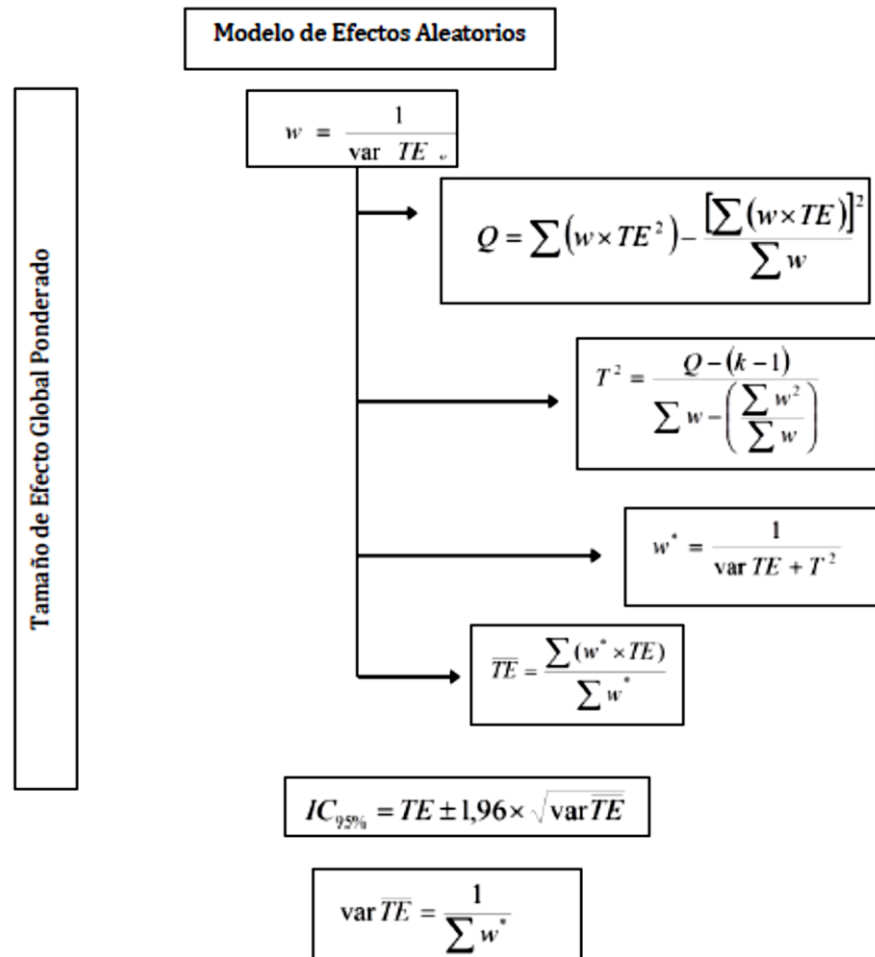
- Vaz, A. D., Mendes, E. L., & Brito, C. J. (2007). Effect of warm-up in performance of active adolescents in 100 meters dash race. *Fitness & Performance Journal*, 6(3), 167-171.
- Vetter, R. E. (2007). Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 819-823.
- Wallmann, H. W., Christensen, S. D., Perry, C., & Hoover, D. L. (2012). The acute effects of various types of stretching static, dynamic, ballistic, and no stretch of the iliopsoas on 40-yard sprint times in recreational runners. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(5), 540-547.
- Washif, J., Kok, L., Chen-Soon, C., & Tan, E. H. (2015). Effects of static, dynamic, and combined static-dynamic stretching on sprint performance, reaction time, and power production in sprinters. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, 23(3), 9-15.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento Total*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Wilson, E. E., McKeever, T. M., Lobb, C., Sherriff, T., Gupta, L., Hearson, G., et al. (2013). Respiratory muscle specific warm-up and elite swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 26(9), 2317-2323.
- Wong, D. P., Chaouachi, A., Lau, W. C., & Behm, D. G. (2011). Short durations of static stretching when combined with dynamic stretching do not impair repeated sprints and agility. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(2), 408-416.
- Wright V. (1973). Stiffness: a review of it's measurement and physiological importance. *Physiotherapy*, 59, 59-111.

- Yanci, J., Iturri, J., Castillo, D., Pardeiro, M., & Nakamura, F. Y. (2019). Influence of warm-up duration on perceived exertion and subsequent physical performance of soccer players. *Biology of Sport*, *36*(2), 125–131.
- Yoichi, O., Yasumitsu, I., Sachi, I., & Hiroki, N. (2014). Warm-up with weighted bat and adjustment of upper limb muscle activity in bat swinging under movement correction conditions. *Perceptual & Motor Skills*, *118*(1), 96-11
- Young, W. B. (2007). The Use of Static Stretching in Warm-Up for Training and Competition. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, *2*(2), 212-216.

Anexos

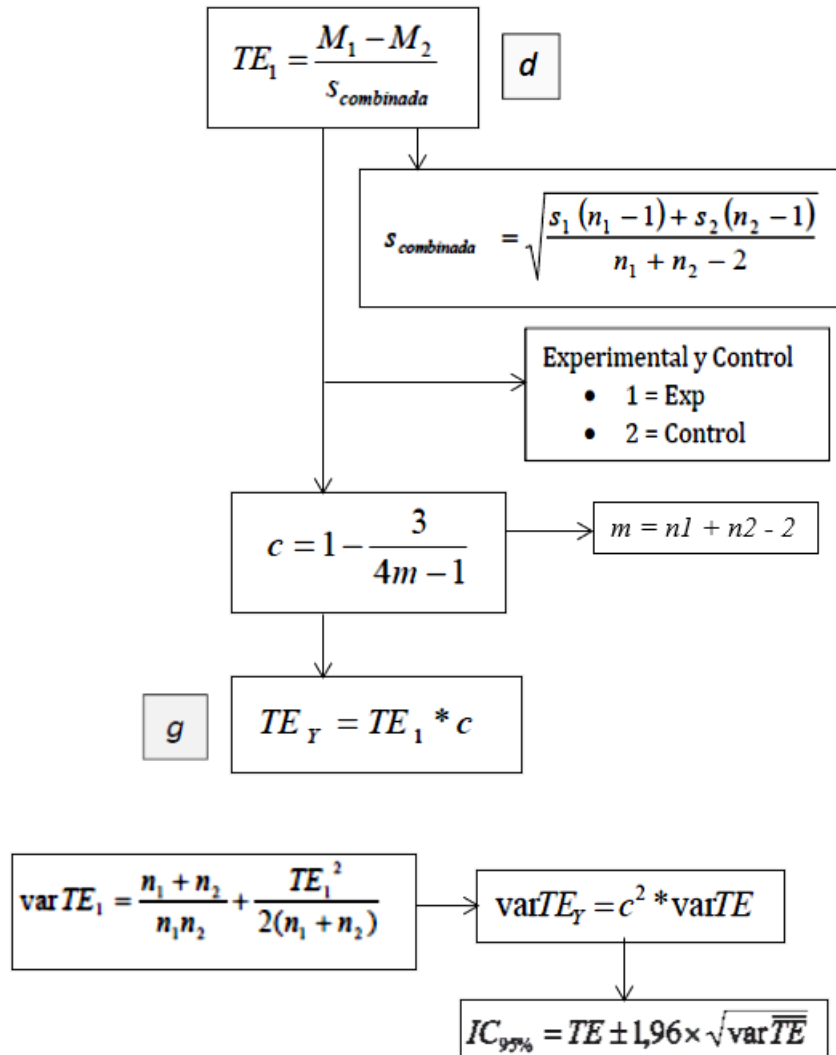
Anexo 1. Diagramas de procedimiento para calcular el *TE* individual.

Anexo 2. Diagrama de procedimiento para calcular el TE global en efectos aleatorios.



Anexo 3. Diagramas de procedimiento para calcular el TE individual.

Cálculos de tamaño de efecto individual entre grupos.

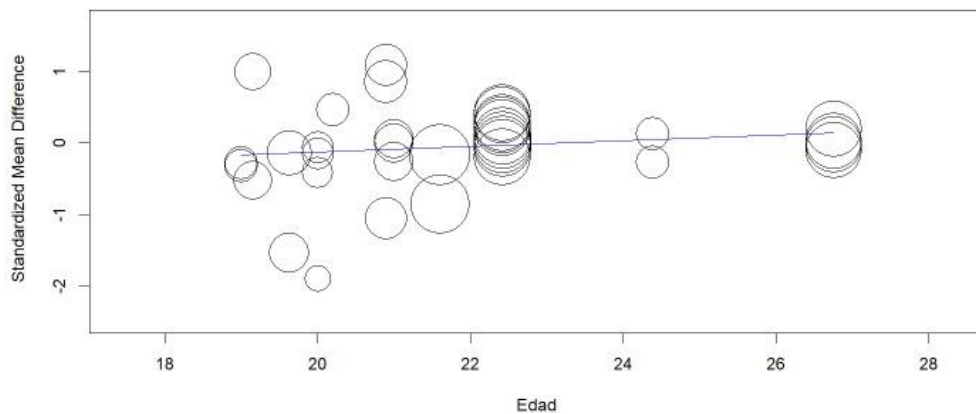


Anexo 4. Análisis de variables moderadoras continuas

Edad

El gráfico 6 muestra la correlación de los valores de *TE* calculado con la edad promedio de los participantes para cada estudio (n=35). Existe una correlación no significativa entre la edad y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

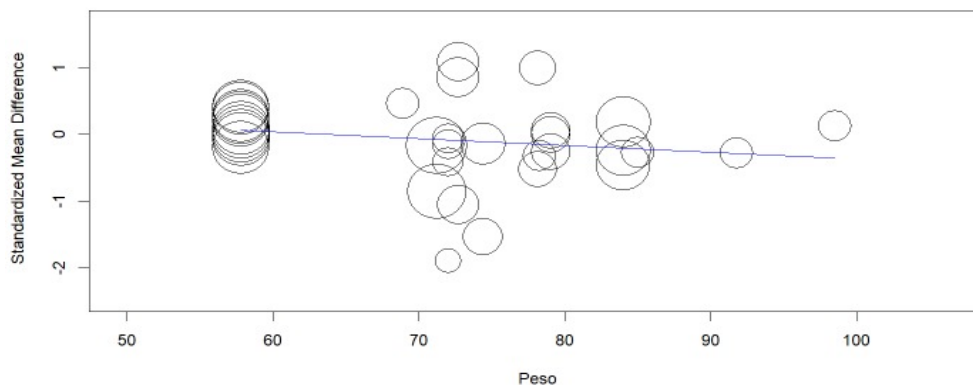
Gráfico 6. Meta-regresión entre la edad de los participantes y el tamaño de efecto. $B= 0.041$ $r=0.00$ ($p = 0.298$)



Peso

El gráfico 7 muestra la correlación de los valores del *TE* calculado con el peso promedio de los participantes para cada estudio (n=34). Existe una correlación no significativa entre el peso y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

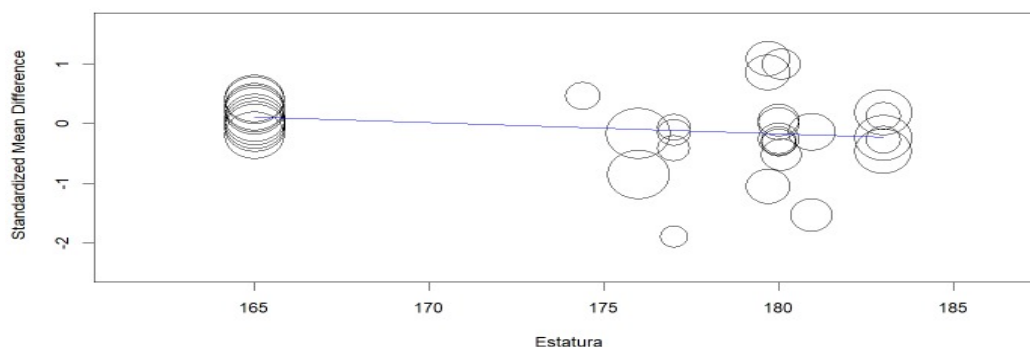
Gráfico 7. Meta-regresión entre el peso y el tamaño de efecto $B= -0.010$ $r=0.23$ ($p=0.215$)



Estatura

El gráfico 8 muestra la correlación de los valores del *TE* calculando la estatura promedio de los participantes para cada estudio (n=34). Existe una correlación no significativa entre el peso y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

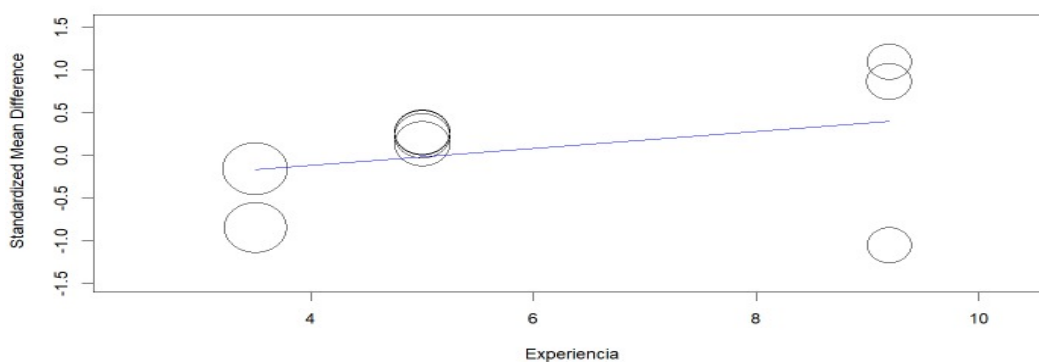
Gráfico 8. Meta-regresión entre la estatura y el tamaño de efecto. $B=-0.019$ $r=0.30$ ($p=0.124$)



Experiencia en la actividad

El gráfico 9 muestra la comparación de los valores del *TE* calculando la experiencia promedio de los participantes para cada estudio (n=9). Existe una correlación no significativa entre la experiencia en la actividad y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

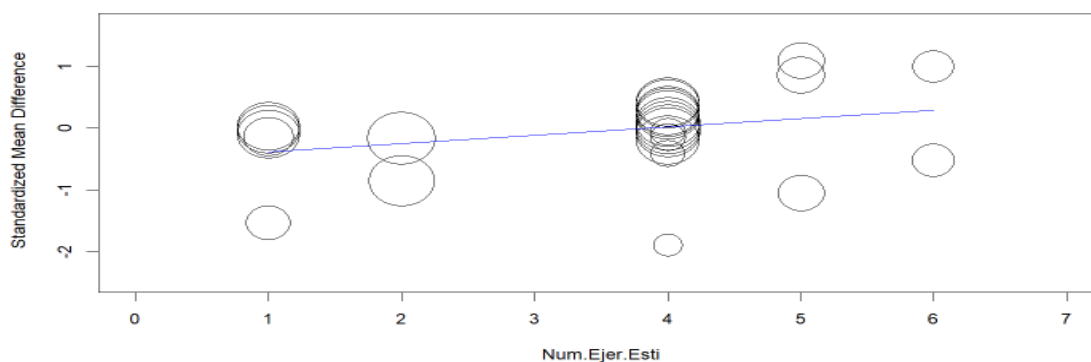
Gráfico 9. Meta-regresión entre la experiencia en la actividad y el tamaño de efecto. $B=-0.099$ $r=0.12$ ($p=0.316$)



Cantidad de ejercicios de estiramiento

El gráfico 10 muestra la relación entre los valores de TE y el número de ejercicios de estiramiento promedio realizados por participantes en cada estudio ($n=26$). Existe una correlación no significativa entre la cantidad de ejercicios de estiramiento realizada en el estudio y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

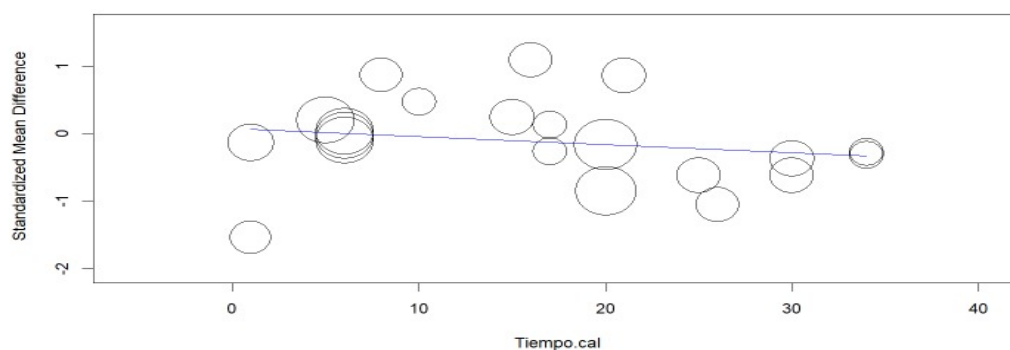
Gráfico 10. Meta-regresión entre la cantidad de ejercicios de estiramiento y el tamaño de efecto $B=0.135$ $r=0.41$ ($p=0.058$).



Tiempo total de calentamiento

El gráfico 11 muestra la relación de los valores de TE calculando el tiempo total de calentamiento promedio en los estudios ($n=21$). Existe una correlación no significativa entre la cantidad total de sesiones realizadas en el estudio y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

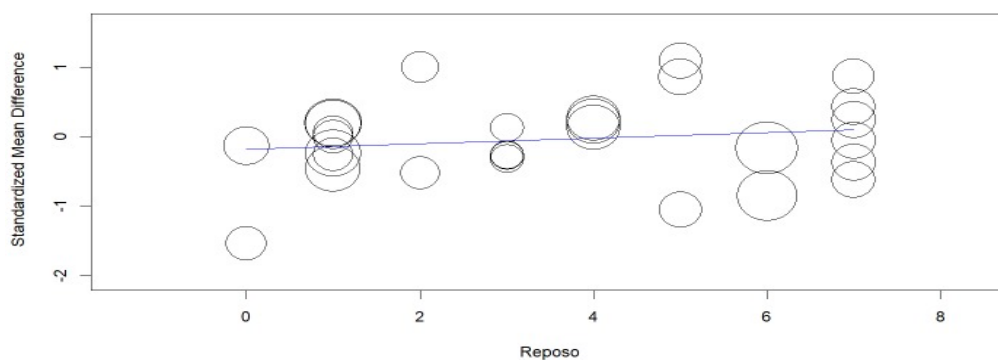
Gráfico 11. Meta-regresión entre el tiempo total de calentamiento y el tamaño de efecto $B=-0.012$ $r=0.00$ ($p=0.378$)



Tiempo Reposo antes de la prueba

El gráfico 12 muestra la relación de los valores del TE calculando el tiempo de reposo promedio antes de la prueba de los participantes para cada estudio ($n=30$). Existe una correlación no significativa entre el tiempo de reposo antes de la prueba y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

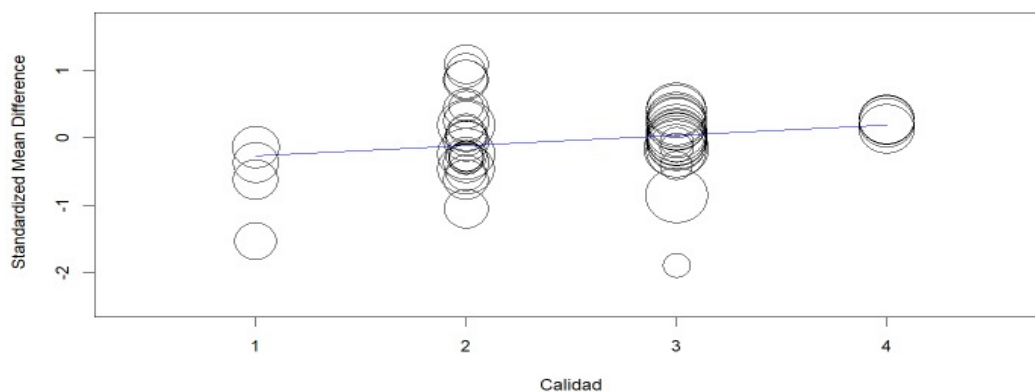
Gráfico 12. Meta-regresión entre el tiempo de reposo antes de la prueba y el tamaño de efecto. $B= 0.041$ $r=0.00$ ($p=0.349$)



Calidad del estudio

El gráfico 13 muestra la relación de los valores del TE calculando la calidad del estudio promedio ($n=50$). Existe una correlación no significativa la calidad del estudio y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad

Gráfico 13. Meta-regresión entre la calidad del estudio y el tamaño de efecto. $B= 0.153$ $r=0.36$, ($p=0.070$)

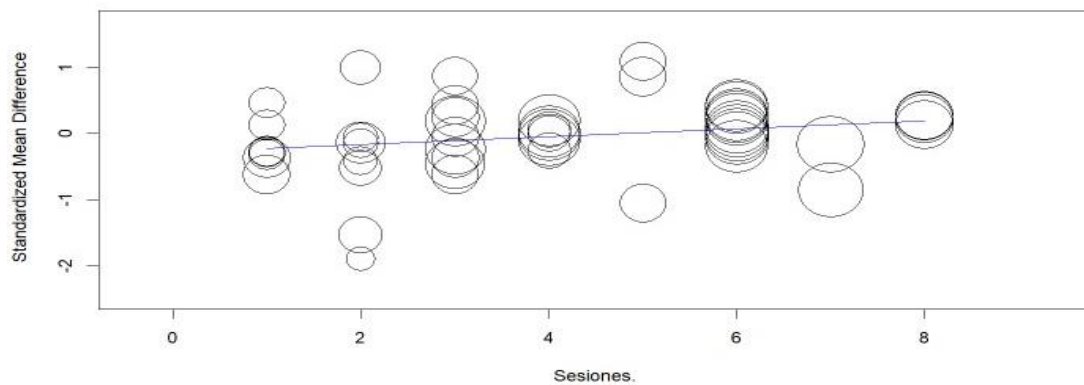


Cantidad total de sesiones

El gráfico 14 muestra la relación de los valores del *TE* calculando la cantidad total de sesiones promedio realizadas en los estudios ($n=50$). Existe una correlación no significativa entre la cantidad total de sesiones realizadas en el estudio y el efecto del calentamiento sobre el rendimiento en pruebas de velocidad.

Gráfico 14. Meta-regresión entre la cantidad total de sesiones y el tamaño de efecto $B=0.059$

$r=0.31$ ($p=0.057$)

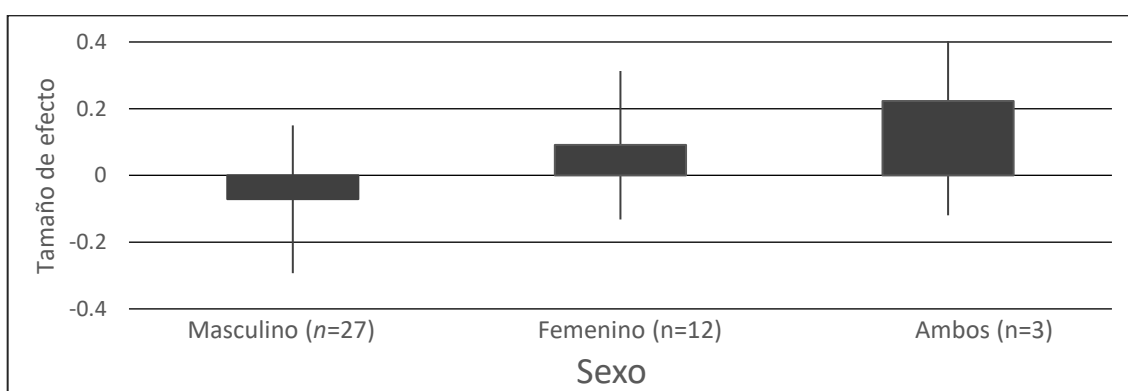


Anexo 5. Análisis de variables moderadoras categóricas

Sexo

El gráfico 15 muestra la comparación de los valores del TE cuando participaron hombres ($TE = -0.071$; $n = 27$), mujeres ($TE = 0.091$; $n = 12$) y hombres y mujeres ($TE = 0.223$; $n = 3$). No existen diferencias estadísticamente significativas.

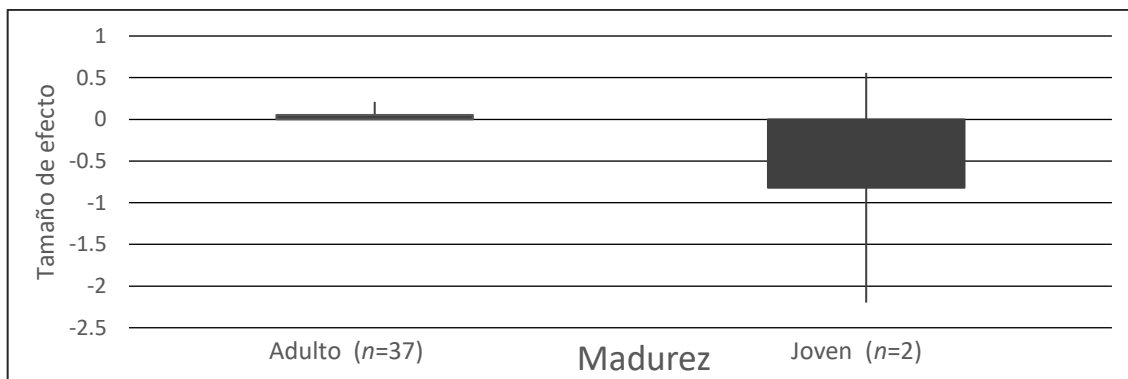
Gráfico 15. Tamaño del efecto global según el sexo de los participantes. Masculino (IC95% = -0.293, 0.150; $p = 0.528$), Femenino (IC95% = -0.132, 0.313; $p = 0.423$) y ambos (IC95% = -0.120, 0.565; $p = 0.202$).



Madurez

El gráfico 16 muestra la comparación de los valores del TE cuando participaron personas adultas ($TE = 0.053$; $n = 37$) y jóvenes ($TE = -0.820$; $n = 2$). No existen diferencias estadísticamente significativas.

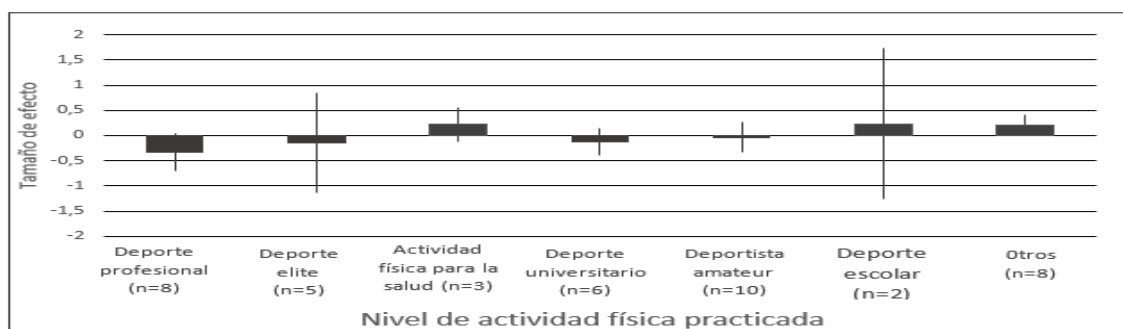
Gráfico 16. Tamaño del efecto global según la madurez de los participantes. Adultos (IC95% = 0.102, 0.208; $p = 0.504$), y jóvenes (IC95% = -2.198, 0.558; $p = 0.244$).



Nivel de práctica deportiva

El gráfico 17 muestra la comparación de los valores del *TE* cuando los participantes practicaban deporte profesional ($TE = -0.339$; $n = 8$), deportistas de élite ($TE = -0.145$ $n = 5$), actividad física para la salud ($TE = 0.223$; $n = 3$), deporte universitario ($TE = -0.129$; $n = 6$), deporte amateur ($TE = -0.036$; $n = 10$), deporte escolar ($TE = 0.236$; $n = 2$) y otros ($TE = 0.211$; $n = 8$). No existen diferencias estadísticamente significativas.

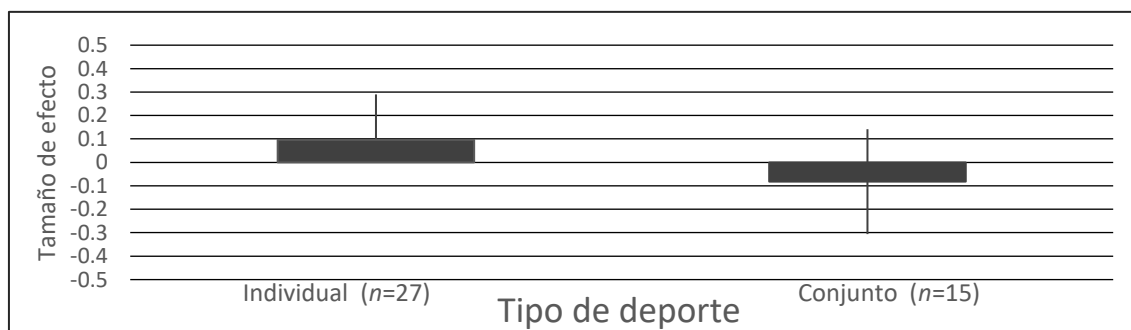
Gráfico 17. Tamaño del efecto global según el nivel de actividad deportiva de los participantes. Deporte profesional (IC95% = -0.71, 0.03; $p = 0.075$), deporte de élite (IC95% = -1.13, 0.84; $p = 0.774$), actividad física para la salud (IC95% = -0.07, 0.52; $p = 0.140$), deporte universitario (IC95% = -0.40, 0.14; $p = 0.345$), deporte amateur (IC95% = -0.44, 0.19; $p = 0.443$), deporte escolar (IC95% = -1.26, 1.73; $p = 0.756$) y otros deportes (IC95% = -0.04, 0.26; $p = 0.136$).



Tipo de deporte

El gráfico 18 muestra la comparación de los valores del *TE* cuando participaron sujetos que practicaban deporte individual ($TE = 0.330$; $n = 15$) y deporte de conjunto ($TE = 0.472$; $n=27$). No existen diferencias estadísticamente significativas.

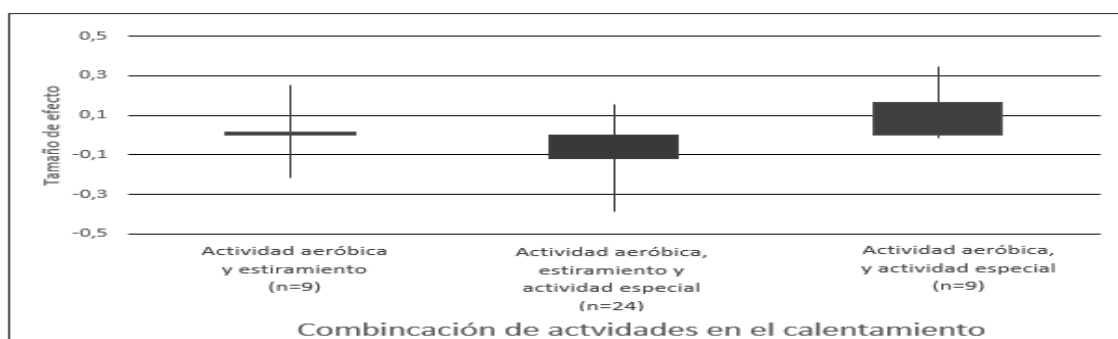
Gráfico 18. Tamaño del efecto global según tipo se deporte practicado por los participantes. De conjunto (IC95% = -0.31, 0.14; $p = 0.472$), individual (IC95% = -0.13, 0.18; $p = 0.767$).



Combinación de calentamiento

El gráfico 19 muestra la comparación de los valores de TE cuando los que participaron realizaban calentamientos con actividad aeróbica y estiramiento ($TE = 0.017$; $n = 9$), combinación de actividades Aeróbica, estiramiento y especial ($TE = -0.117$; $n = 24$), y actividad aeróbica y especial ($TE = 0.164$; $n = 9$). No existen diferencias estadísticamente significativas.

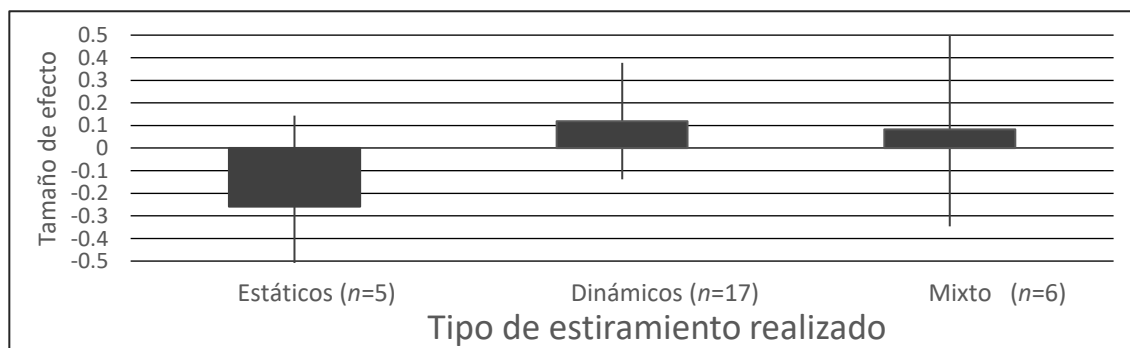
Gráfico 19. Tamaño del efecto global según la combinación de actividades realizadas en el calentamiento. Aeróbica y estiramiento (IC95% = -0.218, 0.252; $p = 0.889$), aeróbica, estiramiento y especial (IC95% = -0.389, 0.156; $p = 0.401$) y aeróbica y especial (IC95% = -0.016, 0.344; $p = 0.075$).



Tipo de Estiramiento

El gráfico 20 muestra la comparación de los valores de TE cuando los que participaron realizaban estiramientos estáticos ($TE = -0.259$; $n = 5$), dinámico ($TE = 0.119$; $n = 17$) o mixto ($TE = 0.083$; $n = 6$). No existen diferencias estadísticamente significativas.

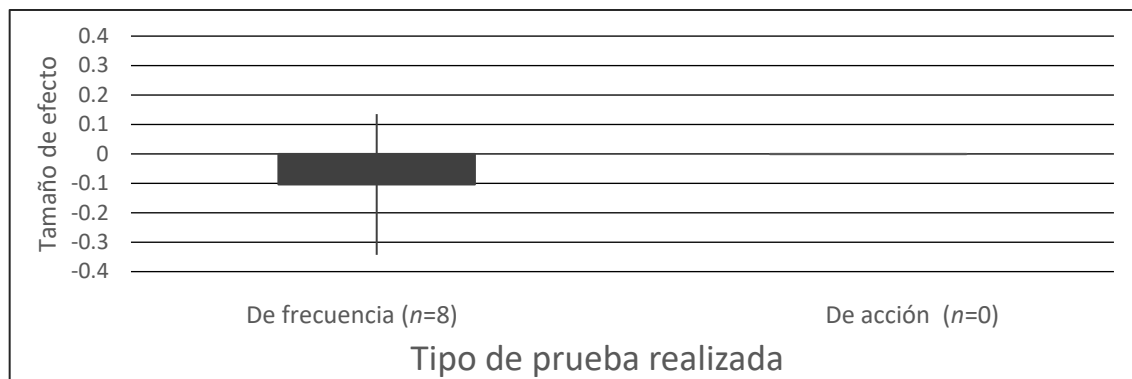
Gráfico 20. Tamaño del efecto global según el tipo de estiramiento realizado por los participantes. Estático (IC95% = -0.662, 0.144; $p = 0.207$), Dinámico (IC95% = -0.138, 0.377; $p = 0.364$) y mixto (IC95% = -0.3465, 0.513; $p = 0.704$).



Tipo de Prueba

El gráfico 21 muestra la comparación de los valores del TE cuando los que participaron fueron evaluados en una prueba de velocidad de acción ($TE = -0.104$; $n = 8$), de frecuencia ($TE = 0$; $n = 0$). No existen diferencias estadísticamente significativas.

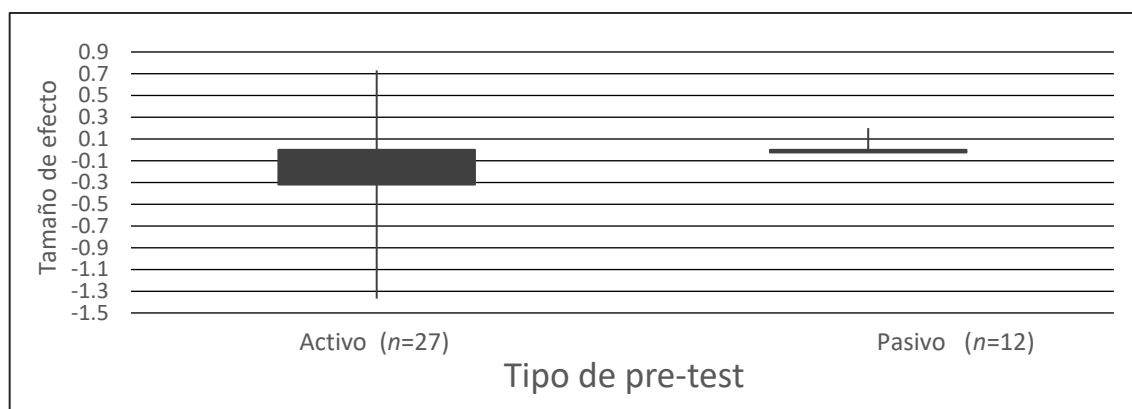
Gráfico 21. Tamaño del efecto global según el tipo de prueba realizada por los participantes. De acción (IC95% = -0.343, 0.135; $p = 0.393$), de frecuencia (IC95% = 0, 0; $p = 0.0$).



Tipo de pre-test

El gráfico 22 muestra la comparación de los valores de TE cuando los participantes realizaban un pre-test activo ($TE = -0.319$; $n = 2$), o pasivo ($TE = -0.024$; $n = 6$). No existen diferencias estadísticamente significativas.

Gráfico 22. Tamaño del efecto global según el tipo de pre-test que realizaron los participantes. Activo (IC95% = -1.368, 0.731; $p = 0.552$), pasivo (IC95% = -0.249, 0.201; $p = 0.837$).



Anexo 6. Resultados de las variables moderadoras para el grupo control

Tabla 8. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras continuas del grupo control

Variable moderadora	<i>n</i>	<i>TE</i>	<i>IC inf</i>	<i>IC sup</i>	<i>p</i>	<i>Intercep</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Características de la muestra								
Edad	7	0.099	-0.401	0.108	0.030	-2.595	1	0.030
Peso	3	0.870	-0.805	0.102	0.032	-19.64	1	0.032
Estatura	3	-0.065	-0.805	0.102	0.032	10.60	1	0.032
Características del tratamiento								
Cantidad de ejercicios de estiramiento	6	-0.022	-0.472	0.063	0.846	-0.155	0.00	0.846
Tiempo total de calentamiento	5	-0.062	-0.516	0.218	0.003	0.393	1	0.003
Características de la medición								
Tiempo de reposo antes de la prueba	3	-0.195	-0.858	0.567	0.180	0.571	0.61	0.180

Nota: *n* de *TE* = cantidad de *TE* encontrados para esa categoría, *TE* global = *TE* global para cada variable, *ICinf*= intervalo de confianza inferior, *ICsup*= intervalo de confianza superior, *Beta* = Valor beta, *p*= significancia, *Inter*= Intercepción de *TE* y *r* = correlación de Pearson.

Tabla 9. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras categóricas del grupo control

Variable moderadora	<i>n</i>	<i>TE</i>	<i>IC inf</i>	<i>IC sup</i>	<i>p</i>
Características de la muestra					
Sexo					
Masculino	5	-0.132	-0.517	0.253	0.502
Femenino	1	-0.845	-0.517	0.253	NA
Mixto	2	0.067	-0.184	0.319	0.600

Nota: *n* = cantidad de *TE* encontrados para esa categoría, *TE* global = *TE* global para cada variable, *ICinf*= intervalo de confianza inferior, *ICsup* = intervalo de confianza superior, *p* = representa el grado de significancia de *TE* obtenido.

Continúa...

Continuación...

Tabla 9. Información de la significancia de los tamaños de efecto calculados para las variables moderadoras categóricas del grupo control

Variable moderadora	<i>n</i>	<i>TE</i>	<i>IC inf</i>	<i>IC sup</i>	<i>p</i>
Madurez					
Adulto	8	-0.104	-0.343	0.135	0.393
Joven					NA
Nivel de actividad practicada					
Actividad física para la salud	1	0.226	-0.367	0.819	NA
Deportista amateur	1	-0.845	-1.374	0.317	NA
Mixtos	6	-0.024	-0.249	0.201	0.837
Tipo de deporte					
Individual	8	-0.104	-0.343	0.145	0.393
Conjunto					NA
Características del tratamiento					
Combinación de actividades en el calentamiento					
Actividad aeróbico y estiramiento	6	-0.204	-0.472	0.063	0.135
Actividad aeróbica, estiramiento y actividad especial	1	0.208	-0.348	0.764	NA
Actividad aeróbica y especial	1	0.226	-0.367	0.819	NA
Tipo de estiramiento realizado					
Estáticos	1	-0.019	-0.574	0.535	NA
Dinámicos	6	-0.240	-0.555	0.075	0.136
Características de la medición					
Tipo de prueba realizada					
De frecuencia o Cíclica	8	-0.104	-0.343	0.135	0.393
De acción o Acíclica	0				NA
Tipo pre-test					
Activo	2	-0.319	-1.368	0.731	0.552
Pasivo	6	-0.024	-0.249	0.201	0.837

Nota: *n* = cantidad de *TE* encontrados para esa categoría, *TE* global = *TE* global para cada variable, *ICinf* = intervalo de confianza inferior, *ICsup* = intervalo de confianza superior, *p* = representa el grado de significancia de *TE* obtenido.

Anexo 7. Análisis entre-grupos

Resultados globales entre-grupos.

Como análisis complementario se estructuró una base de datos entre-grupos en la cual se incluyeron aquellos artículos que median velocidad posterior a la realización de un calentamiento, pero que no poseían una medición inicial y que solamente comparaban el o los tratamientos entre sí en mediciones post-test. Se organizaron sistemáticamente y se tomaron en cuenta los artículos cuyo diseño contara con un grupo control y que presentaran la estadística necesaria para poder calcular el *TE*.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos globales obtenidos de dicho análisis, inicialmente se presenta el *TE* global (Tabla 10), seguidamente el gráfico de forest plot (Gráfico 23), como también el gráfico de embudo (Gráfico 24) y el resultado del cálculo de la regresión de Egger.

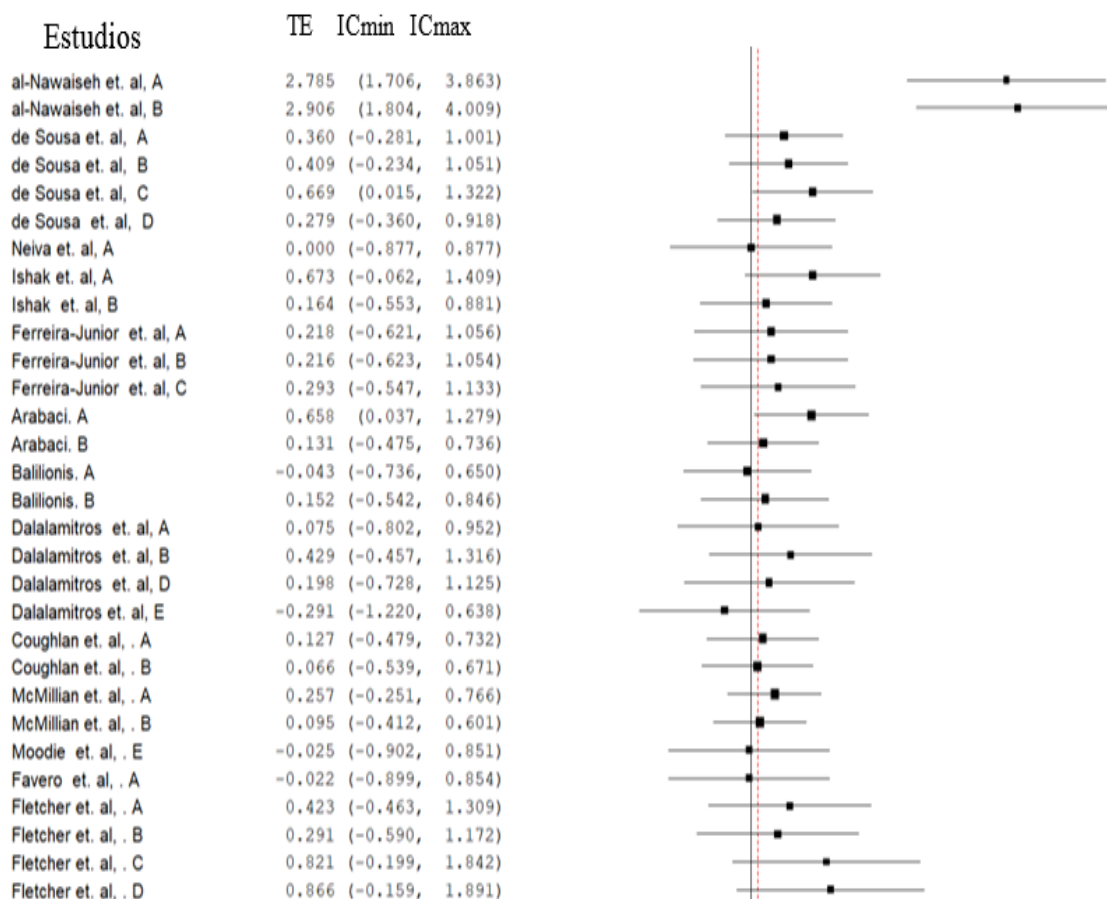
Tabla 10. Información global obtenida de la variable dependiente meta-analizada.

Variable	n estudios	n TE	TE global	ICinf	ICsup	Q	I ²
Calentamiento	45	121	0.07	-0.012	0.165	252.139	52.407

Nota: n estudios = cantidad de estudios encontrados para la variable, n TE = cantidad de TE encontrados para la categoría, TE global = TE global para la variable, ICinf = intervalo de confianza inferior, ICsup = intervalo de confianza superior, Q = varianza global, I² = porcentaje de variabilidad de los datos.

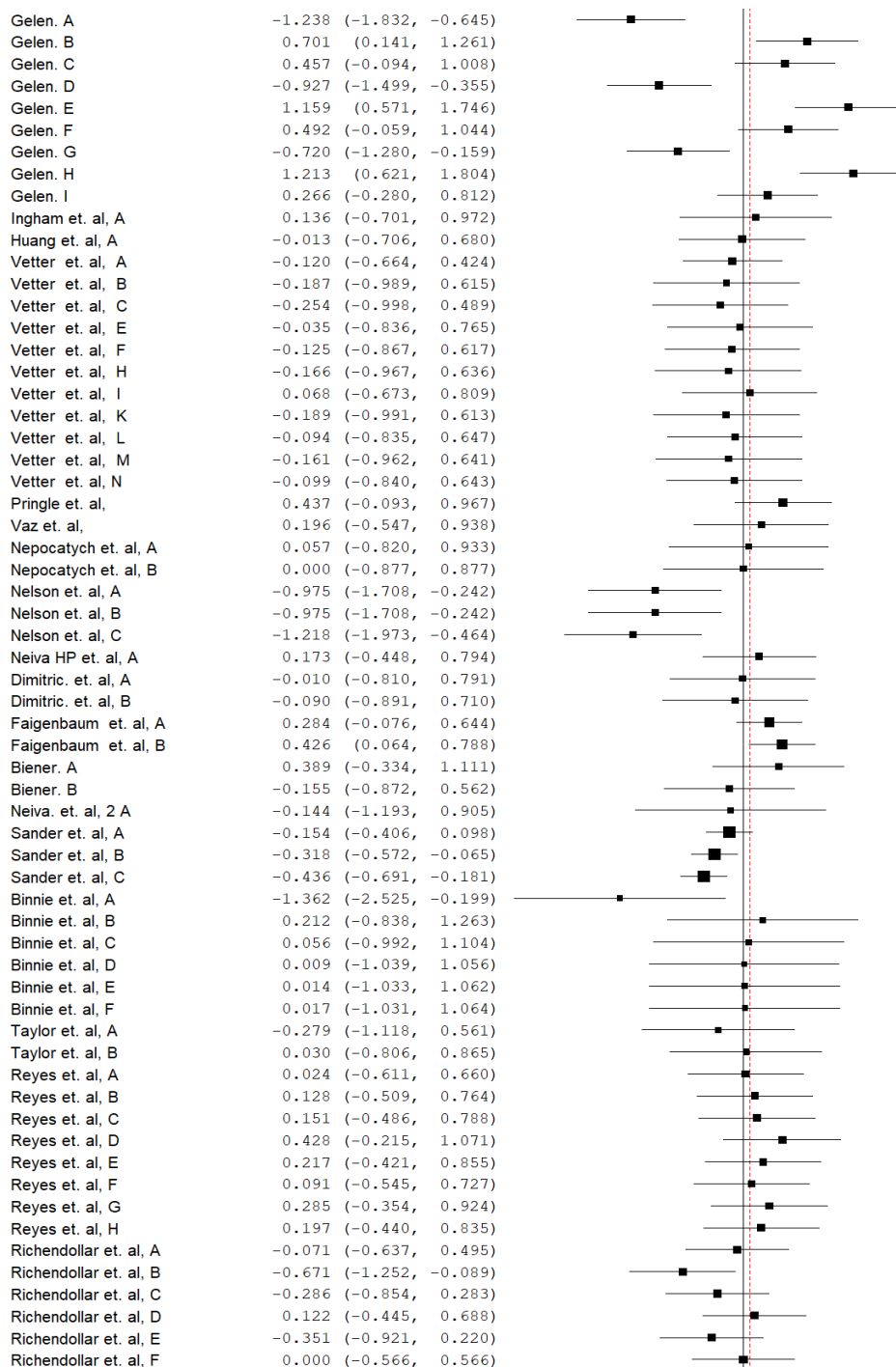
Por medio del gráfico forest plot, se muestra la dispersión del *TE* individual para la condición con calentamiento (Gráfico 23).

Gráfico 23. Tamaño de efecto con su intervalo de confianza al 95%, entre la medición post-test del calentamiento y el post-test del control. Nota: *TE* = Tamaño de efecto; *ICinf* =



Intervalo de confianza inferior; *ICsup*= Intervalo de confianza superior. Heterogeneidad $Q=252.139$, $p = 0.092$, $IC95\% = -0.012, 0.165$.

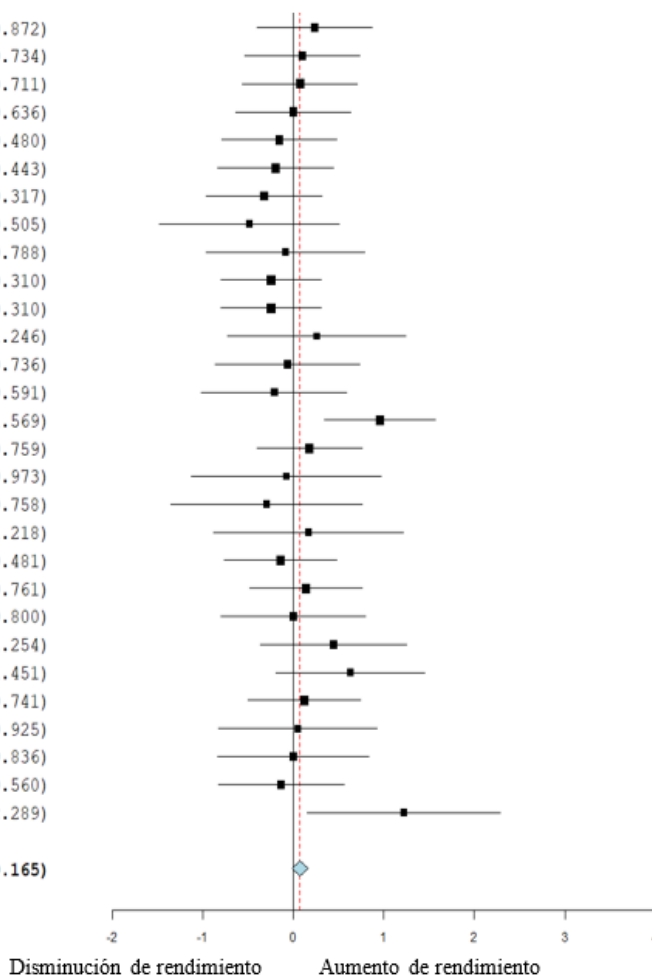
Continúa...

Continuación... *Gráfico 23.*

Continúa...

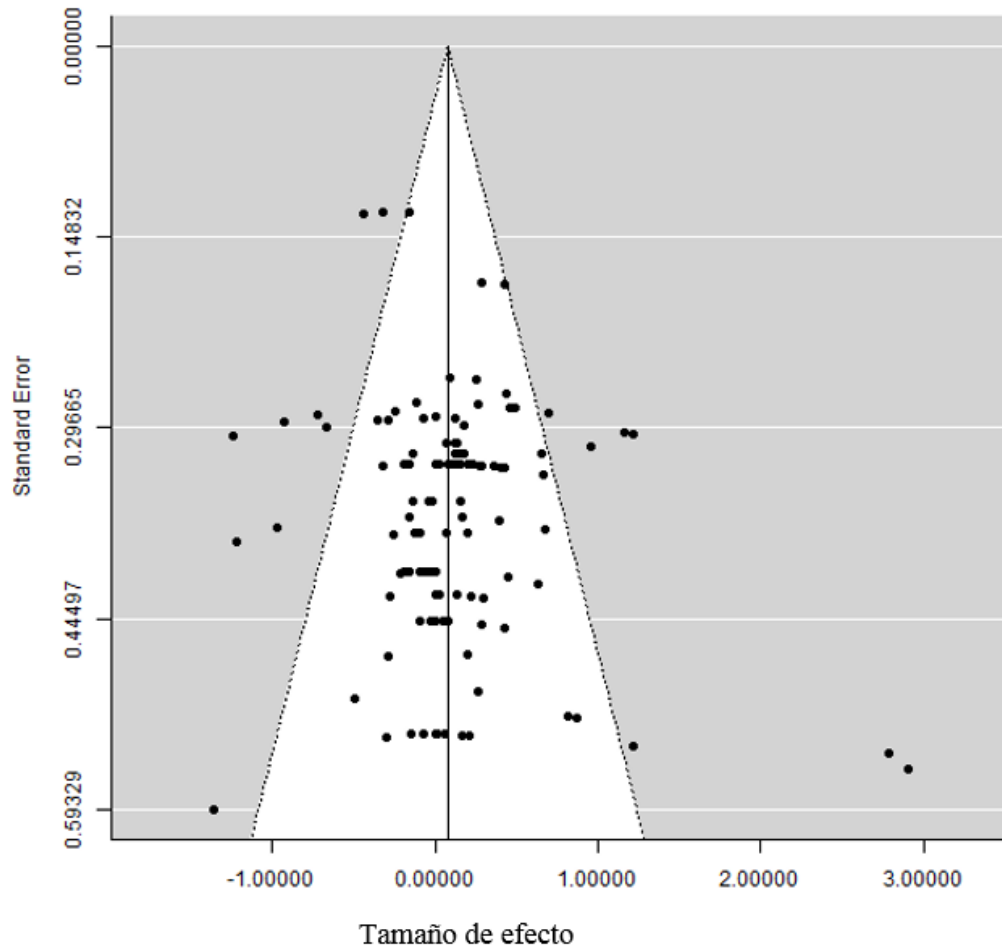
Continuación... *Gráfico 23.*

Szymanski et. al, A	0.234	(-0.404, 0.872)
Szymanski et. al, B	0.098	(-0.538, 0.734)
Szymanski et. al, C	0.074	(-0.562, 0.711)
Szymanski et. al, F	0.000	(-0.636, 0.636)
Szymanski et. al, G	-0.156	(-0.793, 0.480)
Szymanski et. al, H	-0.195	(-0.832, 0.443)
Szymanski et. al, I	-0.323	(-0.963, 0.317)
West et. al,	-0.489	(-1.484, 0.505)
Zochowski et. al,	-0.089	(-0.966, 0.788)
Wong et. al, A	-0.246	(-0.803, 0.310)
Wong et. al, B	-0.246	(-0.803, 0.310)
Bogerd et. al, A	0.262	(-0.722, 1.246)
Nikerson et. al, A	-0.064	(-0.865, 0.736)
Nikerson et. al, B	-0.211	(-1.013, 0.591)
Bingul et. al, A	0.959	(0.349, 1.569)
Bingul et. al, B	0.180	(-0.399, 0.759)
Germano et. al, A	-0.075	(-1.123, 0.973)
Germano et. al, B	-0.295	(-1.348, 0.758)
Germano et. al, C	0.169	(-0.881, 1.218)
Kurt et. al, A	-0.140	(-0.761, 0.481)
Kurt et. al, B	0.140	(-0.481, 0.761)
Lim et. al, G	0.000	(-0.800, 0.800)
Lim et. al, H	0.444	(-0.366, 1.254)
Lim et. al, I	0.631	(-0.189, 1.451)
Oliveira et. al,	0.121	(-0.500, 0.741)
McGowam et. al,	0.048	(-0.828, 0.925)
Roberts et. al,	0.000	(-0.836, 0.836)
sanchez-sanchez et. al, A	-0.134	(-0.827, 0.560)
sanchez-sanchez et. al, B	1.221	(0.154, 2.289)
TE global	0.077	(-0.012, 0.165)
Heterogeneidad $Q=252.139$ ($p=0.092$)		



También se evaluó el sesgo de manera subjetiva por medio del gráfico de embudo y de manera objetiva realizando la regresión de Egger (Sedgwick y Marston, 2015). En el gráfico 24, se observa una distribución simétrica, que se confirma con la regresión de Egger ($t = 1.0238$, g.l. = 119; $p = 0.308$), indicando que no existe sesgo en los resultados.

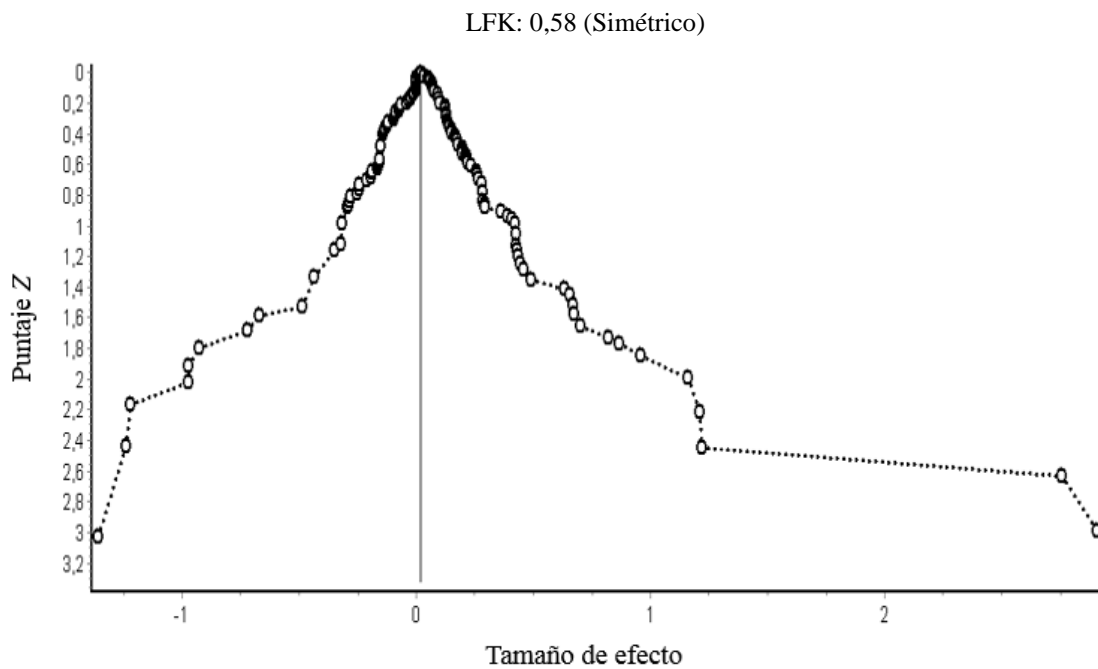
Gráfico 24. Gráfico de embudo para los tamaños de efecto calculados. En el eje “Y” se encuentra el error estándar. En el eje “X” se encuentran los *TE*.



Como análisis complementarios y comparativos de sesgo se calculó el gráfico Doi (Gráfico 25), que es similar al gráfico de embudo que evalúa de manera subjetiva el sesgo, y de manera objetiva se obtuvo el puntaje LFK. Dichos análisis concuerdan con los resultados obtenidos en el gráfico de embudo y la regresión de Egger. Se observó que no existió

asimetría con el gráfico Doi y se confirmó con el puntaje LFK = 0.58, lo que indica que hay simetría y que no hay sesgo en los resultados.

Gráfico 25. Gráfico Doi para los tamaños de efecto calculados. El valor LFK indica que no existe asimetría.



Se observa que los resultados obtenidos en los análisis globales para un modelo entre-grupos donde se comparó el grupo con calentamiento con el grupo control, presenta similitudes con el modelo intra-grupos, ambos sin encontrar diferencias respecto al control.

La conclusión respecto al modelo entre-grupos es que el rendimiento en velocidad es igual entre el grupo de calentamiento y el grupo control.