

Revisión Sistemática

# Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática

Antonia Pérez<sup>1,\*</sup>, María José Hudson<sup>2</sup>, Johana Soto<sup>3</sup>, Ignacio Barra<sup>3</sup>, Josefina Izurieta<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Magíster en Medicina y Ciencias del Deporte, Escuela de Kinesiología, Universidad Mayor, Camino La Pirámide 5750, Huechuraba 8580000, Chile.

<sup>2</sup> Laboratorio integrativo de Biomecánica y Fisiología del esfuerzo, Universidad de Los Andes, Chile.

<sup>3</sup> Centro de Biomedicina, Laboratorio de Actividad Física, Ejercicio y Salud, Universidad Mayor, Camino La Pirámide 5750, Huechuraba 8580000, Chile.

\* Correspondencia: Dirección: Los Trigales 7435, Las Condes. Correo electrónico: antoniaperezreich@gmail.com. Teléfono: +56994620620.

## Resumen:

**Objetivo:** Sistematizar la evidencia respecto al comportamiento de la musculatura del piso pélvico (MPP) en mujeres durante la carrera a distintas velocidades, evaluando su actividad en presencia o ausencia de incontinencia urinaria (IU), permitiendo describir el comportamiento de la musculatura de piso pélvico respecto a las variables electromiográficas y cinemáticas.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda sistemática de artículos publicados antes del 01 de octubre de 2024, siguiendo la declaración PRISMA. Fueron considerados artículos de los últimos 10 años que analizaron la actividad electromiográfica y cinemática de la MPP. Las bases consideradas fueron Pubmed, ScienceDirect y Scopus. Los criterios de inclusión se determinaron utilizando el marco PICOS y se utilizó la escala Newcastle-Ottawa para evaluar la calidad metodológica. (Nº INPLASY2024120062).

**Resultados:** 7 de 110 artículos cumplieron con los criterios de elegibilidad, de estos, el 60% describió una preactivación de la MPP previo al contacto inicial, reflejando una actividad anticipatoria al aumento de las fuerzas de reacción del piso, donde mujeres continentes obtuvieron significativamente más intensidad electromiográfica (EMG) en bandas de alta frecuencia (110-200 Hz) previo al contacto inicial, mientras que mujeres incontinentes mostraron diferentes patrones de activación y de reclutamiento de fibras. Al analizar las variables cinemáticas, no se observan diferencias entre mujeres continentes e incontinentes. La principal limitación es el bajo número de artículos y su diseño observacional, aumentando el riesgo de sesgo.

**Conclusión:** existe una preactivación involuntaria de la MPP en la fase previa al contacto inicial, indicando una preparación del sistema muscular y tendinoso para la absorción de las fuerzas de impacto. La MPP se mantiene activa con menor energía hasta que el pie se acerca nuevamente al suelo.

**Palabras clave:** Incontinencia Urinaria; Diafragma Pélvico; Trote; Velocidad; Fenómenos Biomecánicos; Electromiografía.

Revista Archivos de la  
Sociedad Chilena de Medicina  
del Deporte.

ISSN: 0719-7322

DOI:

[10.5985/arch.soc.chil.med.dep.orte.v70i2.103](https://doi.org/10.5985/arch.soc.chil.med.dep.orte.v70i2.103)

Recibido:

26 de diciembre de 2024

Aceptado:

31 de agosto de 2025

Publicado:

31 de diciembre de 2025

Volumen 70 Número 2

## Abstract

**Objective:** To systematize the evidence regarding the behavior of the pelvic floor muscles (PFM) in women during running at different speeds, evaluating their activity in the presence or absence of urinary incontinence (UI). This review aims to describe PFM behavior in relation to electromyographic and kinematic variables.

**Revisión Sistemática***Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática*

**Methodology:** A systematic search was conducted for articles published before October 1, 2024, following PRISMA guidelines. Studies from the last 10 years analyzing the electromyographic and kinematic activity of the PFM were included. The databases consulted were PubMed, ScienceDirect, and Scopus. Inclusion criteria were established using the PICOS framework, and methodological quality was assessed with the Newcastle–Ottawa Scale (Registration No. INPLASY2024120062).

**Results:** Seven out of 110 articles met the eligibility criteria. Of these, 60% described PFM preactivation before initial foot contact, reflecting anticipatory activity in response to increased ground reaction forces. Continent women demonstrated significantly greater electromyographic (EMG) intensity in high-frequency bands (110–200 Hz) prior to initial contact, whereas incontinent women exhibited altered activation and fiber recruitment patterns. No significant differences were found in kinematic variables between continent and incontinent women. The main limitation of the evidence is the small number of studies and their observational design, which increases the risk of bias.

**Conclusion:** There is involuntary preactivation of the PFM during the phase preceding initial contact, suggesting muscular and tendon system preparation for impact force absorption. The PFM remain active with lower energy until the foot approaches the ground again.

**Keywords:** Urinary Incontinence; Pelvic Diaphragm; Jogging; Speed; Biomechanical Phenomena; Electromyography.

## 1. Introducción

El piso pélvico es un conjunto de estructuras que tiene como función soportar a los órganos pélvicos, mantener la continencia urinaria y fecal, además desempeña un papel importante en la función reproductiva y sexual (1). Esta estructura está conformada por elementos pasivos, tales como fascias, ligamentos y aponeurosis, mientras que los elementos activos se relacionan con la musculatura del piso pélvico (MPP). La actividad de la MPP contribuye a proteger el tejido conectivo de cargas excesivas, permitiendo liberar tensiones de la fascia endopélvica y tejido conectivo adyacente (2-4), por lo que su rápida contracción es fundamental para mantener la continencia en actividades repetitivas y situaciones que aumenten abruptamente la presión intraabdominal (5), tales como toser y realizar actividad física de alto impacto (6, 7). La práctica deportiva podría influir en la función de la MPP y provocar una disfunción de la misma, esto se puede evidenciar en los deportes de carrera, donde la prevalencia de incontinencia urinaria en atletas es del 44% (1) y sus causas son multifactoriales (8).

Para el estudio y análisis del comportamiento de la MPP, la electromiografía (EMG) es una herramienta útil para medir la actividad eléctrica y el reclutamiento de las fibras musculares, permitiendo cuantificar e identificar su comportamiento durante actividades estáticas o dinámicas, estas últimas reportan alteraciones en actividades como la carrera (9, 10). Actualmente existen algunas investigaciones que mencionan el uso de la EMG en el estudio de la MPP al enfrentarse a distintas velocidades de carrera, lo que podría entregar información relevante para comprender las variaciones de actividad mioeléctrica de esta musculatura en disfunciones de piso pélvico, contribuyendo a explicar el comportamiento alterado de la MPP, lo que resulta en un factor importante en la pérdida de orina durante la carrera.

Otra técnica que aporta información sobre la MPP es la cinemática, que describe los movimientos de las articulaciones o segmentos corporales que se producen durante la carrera, permitiendo evaluar los patrones de movimiento independientemente de las fuerzas asociadas a esta (11, 12). La práctica del running es una actividad de fácil acceso e involucra el reclutamiento de toda la musculatura del cuerpo (13). Específicamente al correr a 6 km/h, las fuerzas de reacción del piso oscilan entre 2,0 y 2,9 veces el peso corporal (PC), cifra que varía entre 1,5 a 3 veces la fuerza de

**Revisión Sistemática***Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática*

impacto vertical y aumenta a velocidades de carrera más rápidas (14, 15). La musculatura de piso pélvico es modulada por el sistema nervioso central acorde a las fuerzas reactivas del piso, aumentando su actividad previa al impacto con la superficie, por lo cual esta actividad refleja y anticipatoria cumple un rol fundamental para garantizar la continencia al correr (6). Esta anticipación se define en la fase previa al contacto inicial (feed-forward), con una consiguiente actividad refleja que permite preparar el sistema muscular y tendinoso para la absorción de las fuerzas de impacto (16).

La mayoría de los programas de entrenamiento de la MPP se centran en su contracción voluntaria, sin considerar la actividad involuntaria o refleja (16). Así mismo, se observa limitada información con respecto a las variaciones cinemáticas que existen al enfrentarse a esta actividad y la influencia que podrían implicar estos cambios en el desempeño de la MPP. Sin embargo, las variables involucradas en la incontinencia urinaria durante diferentes velocidades de la carrera han sido estudiadas de forma aislada, a raíz de lo anterior el objetivo de esta revisión es sistematizar la evidencia respecto al comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres durante la carrera a distintas velocidades, evaluando su actividad en presencia o ausencia de incontinencia urinaria, permitiendo describir el comportamiento de la musculatura de piso pélvico respecto a las variables electromiográficas y cinemáticas.

## 2. Metodología

### 2.1 Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda sistemática de artículos publicados antes del 01 de octubre de 2024, siguiendo los criterios de la declaración PRISMA (17) y se utilizó el acrónimo PICOS para buscar estudios en los motores de búsqueda Pubmed, ScienceDirect y Scopus (Tabla 1).

La estrategia de búsqueda incluyó las palabras claves utilizando términos MESH (Medical Subject Heading) y operadores booleanos AND y OR. Las palabras claves utilizadas fueron Urinary Incontinence, Running, Pelvic floor y Speed. La ecuación con la que se realizó la búsqueda fue la siguiente: ("urinary incontinence"[MeSH Terms] OR ("urinary"[All Fields] AND "incontinence"[All Fields]) OR "urinary incontinence"[All Fields]) AND ("runner\*"[All Fields] OR "running"[MeSH Terms] OR "running\*"[All Fields]) AND ("pelvic floor"[MeSH Terms] OR ("pelvic"[All Fields] AND "floor"[All Fields] AND ("muscle\*"[All Fields] OR "muscles"[MeSH Terms])) AND ("speed\*"[All Fields] OR "velocity\*"[All Fields]). Se utilizó un diagrama de flujo de PRISMA para mostrar los pasos de la estrategia de búsqueda para esta revisión sistemática.

### 2.2 Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión se determinaron utilizando el modelo PICOS (población, intervención, comparación, resultados y diseño de estudio). Se incluyeron artículos desde el año 2010 hasta la actualidad. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Modelo PICOS para la determinación de los criterios de inclusión.

| Componente |                   | Criterio   |
|------------|-------------------|--|
| P          | Población         | Mujeres corredoras de 18 a 50 años   |
| I          | Intervención      | Velocidad de carrera   |
| C          | Comparación       | Mujeres continentes e incontinentes  |
| O          | Resultado         | Evaluación del comportamiento de la musculatura de piso pélvico respecto a las variables electromiográficas y cinemáticas durante diferentes velocidades de carrera                            |
| S          | Diseño de estudio | Estudios originales de los últimos diez años (estudios observacionales transversales, exploratorios y pilotos), escritos en inglés o español, disponibles para los autores como texto completo |

<sup>1</sup> Ítems para incluir en la publicación de una revisión sistemática según el modelo PRISMA, permitiendo reconocer los diferentes componentes a estudiar.

Los criterios de exclusión fueron (a) Mujeres con antecedente de cirugía uroginecológica y/o abdominal previa; (b) Infección urinaria aguda, prolапso de órganos pélvicos e incontinencia fecal; (c) Test de embarazo positivo; (d) Al menos 12 meses de postparto.

### **2.3 Análisis de los artículos y extracción de datos**

Luego de realizar la búsqueda, se recopilaron y tabularon las características principales de los artículos y sus hallazgos, permitiendo realizar un análisis temático general de cada investigación. Posteriormente se profundizó el análisis de las publicaciones evaluando su calidad metodológica (Tabla 2).

El análisis de los estudios se llevó a cabo utilizando los criterios de inclusión y exclusión anteriormente mencionados basándose en los títulos, resumen y luego por el texto completo. Posteriormente se aplicó la escala *Newcastle-Ottawa Scale* adaptada (18) para la evaluación de calidad metodológica de estudios observacionales. Esta escala está conformada por 7 preguntas de selección múltiple que permiten categorizar los estudios según el puntaje obtenido del 0 al 10. Los estudios pesquisados en esta revisión obtuvieron un puntaje igual o mayor a 7.

**Tabla 2.** Detalle de la puntuación del análisis de calidad de los estudios observacionales. Escala “Newcastle-ottawa”.

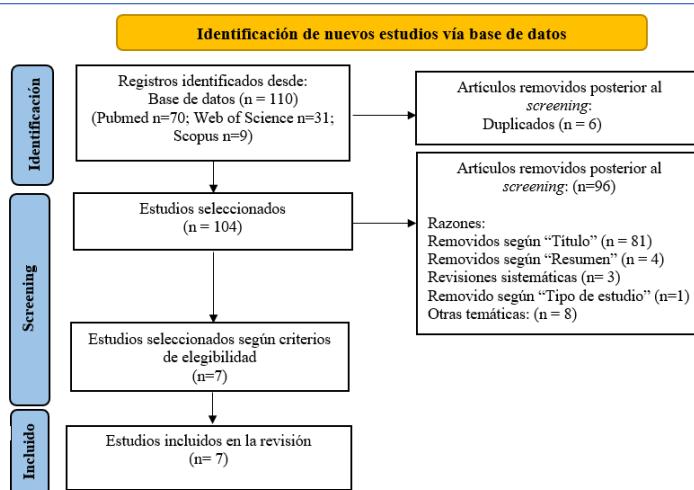
| Autor y año de publicación   | Selección                       |                      |                   | Determinación de la exposición (factor de riesgo) | Factores de confusión | Comparabilidad           |                    | Resultado |  | Puntuación (*) |
|------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|---|-----------------------|--------------------------|--------------------|-----------|--|----------------|
|                              | Representatividad de la muestra | Tamaño de la muestra | No responde dores |   |                       | Evaluación de resultados | Prueba estadística |           |  |                |
| Koenig et al. (2020)         | -                               | -                    | -                 | **  | **                    | **                       | *                  |           |  | 7              |
| Leitner et al. (2017)        | -                               | -                    | -                 | **  | **                    | **                       | *                  |           |  | 7              |
| Luginbuehl et al. (2015)     | -                               | -                    | -                 | **  | **                    | **                       | *                  |           |  | 7              |
| Niederauer et al. (2021)     | -                               | -                    | *                 | **  | **                    | **                       | *                  |           |  | 8              |
| De Melo Silva et.al (2019)   | -                               | *                    | *                 | **  | **                    | **                       | *                  |           |  | 9              |
| Porrón-Irigaray et.al (2024) | -                               | *                    | *                 | **  | -                     | **                       | *                  |           |  | 7              |
| De Mendoza et al. (2023)     | -                               | -                    | -                 | **  | **                    | **                       | *                  |           |  | 7              |

<sup>1</sup> La escala se compone de tres ítems y desarrolla un sistema de puntuación con estrellas, a señalar: \*: 1 punto; \*\*: 2 puntos; (-): 0 no reportado. Los estudios pueden recibir como máximo una o dos estrellas por cada elemento numerado dentro cada ítem o categoría. (Categorías: estudios muy buenos: 9-10 puntos; Buenos: 7-8 puntos; Satisfactorios: 5-6 puntos; Poco satisfactorios: 0-4 puntos).

El proceso de extracción de datos se llevó a cabo en dos etapas: (a) leer el título y el resumen y (b) leer el texto completo de los artículos incluidos en la fase anterior. Posteriormente dos autores (APR, MJHM) aplicaron la escala de calidad metodológica NOS para realizar una doble extracción de datos independiente de los estudios seleccionados para su inclusión, utilizando como referencia el protocolo realizado por Culleton-Quinn (19) en su revisión sistemática. Esta investigación fue registrada en <https://inplasty.com> (consultado el 15 de diciembre de 2024), número de registro INPLASY2024120062, DOI 10.37766/inplasty2024.12.0062.

### 3. Resultados

Se identificaron 110 artículos, de los cuales el 5% ( $n = 6$ ) estaban duplicados en las diferentes bases de datos. 96 artículos fueron excluidos por tratar otras temáticas o por no incluir resultados que permitieran analizar el comportamiento de la MPP. Los 7 artículos restantes se evaluaron mediante la escala NOS. El diagrama de flujo PRISMA (Figura 1) muestra los pasos de la estrategia de búsqueda y los 7 artículos considerados para esta revisión sistemática.

**Figura 1.** Diagrama de flujo PRISMA.

El 57% de los artículos incluidos en esta revisión describen el comportamiento de la MPP mediante electromiografía transvaginal, mientras que el otro 40% hace referencia a variables cinemáticas. Luginbuehl et al. (20) y de Melo Silva (11) mencionaron el grado de inclinación de la trotadora, utilizando un 1% de pendiente. Por otro lado, solo dos estudios estandarizaron el tipo de calzado utilizado (Adidas, Duramo 6). 5 artículos evaluaron a mujeres continentes e incontinentes, mientras Luginbuehl et al. (20) y Porrón-Irigaray et. al (21) evaluaron solo a mujeres continentes. Los resultados se organizaron en base a las variables electromiográficas y cinemáticas. La descripción general de las variables seleccionadas se muestra en la Tabla 2, mientras que el análisis general de los artículos seleccionados se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Descripción general de las variables seleccionadas.

| Variable                | Subvariables                            | Definición   |
|-------------------------|---|--|
| <b>Cinemática</b>       |   | Estudio de variables temporo-espaciales que influyen en el movimiento (22)                                     |
|                         | Desplazamiento vertical o cráneo-caudal | Desplazamiento traslacional de la sonda vaginal luego del CI en relación al eje lateral (medida en milímetros) |
|                         | Desplazamiento anteroposterior          | Desplazamiento rotacional de la sonda vaginal en relación al eje lateral (medida en milímetros)                |
|                         | Velocidad de desplazamiento             | Magnitud que indica la rapidez con la que un objeto cambia de posición respecto al tiempo                      |
|                         | Ángulo de movimiento articular          | Ángulo formado entre la separación o acercamiento de dos caras o superficies de un segmento corporal           |
| <b>Electromiografía</b> |   | Suma de los Potenciales de Acción de la Unidad Motora muscular (23)  |
|                         | Reclutamiento de fibras                 | Amplitud o frecuencia de descarga de la unidad motora  |
|                         | Patrones de activación                  | Orden en el que se activan los distintos músculos  |
| <b>Velocidad</b>        |   | Desplazamiento en un tiempo determinado (24)   |

**Revisión Sistemática***Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática***Tabla 4.** Análisis general de los artículos seleccionados

| <b>Autor y<br/>Año de<br/>publicación</b> | <b>Edad</b> | <b>Características<br/>de la muestra</b> | <b>Objetivos</b>  | <b>Variable<br/>analizada</b> | <b>Velocidad<br/>evaluada</b> | <b>Resultados</b>   | <b>Conclusión</b>   |
|---|-------------|--|---|-------------------------------|-------------------------------|---|---|
| Koenig et al.<br>(2020)                   | 18 – 60     | N= 28 MC<br>N= 21 MI                     | Comparar los cambios de espectro de potencia en la fase de pre y post CI  | EMG                           | 7, 11, 15                     | MC presentaron mayor intensidad promedio de la señal EMG en las bandas de alta frecuencia (110-200 Hz) antes del CI vs después del CI para todas las velocidades ( $P = 0,00$ ).<br><br>MI mostraron más intensidad antes del CI que entre 30-90 ms después del CI al correr a 7 Km/h (110-200 Hz; $P = 0,00$ a 0,04)<br><br>A 11 km/h, mostraron más intensidad antes del CI que entre 0 y 150 ms después del CI (80–200 Hz; $P = 0,00$ a 0,03)<br><br>A los 15 km/h, mostraron intensidades más altas en la fase de contacto previo que entre 30- 150 ms después del CI (140–200 Hz; $P = 0,00$ a 0,04) | El análisis Morse Wavelets permitió identificar diferencias específicas en los patrones de activación de la MPP y su actividad refleja previa al contacto inicial. MI mostraron diferentes patrones de activación y una menor intensidad EMG en las bandas de alta frecuencia |
| Luginbuehl<br>et al. (2015)               | 20 – 35     | N=10 MC                                  | Realizar prueba de confiabilidad de seis variables de EMG durante tres diferentes velocidades de carrera                        | EMG                           | 7,9,11                        | Las medias de EMG aumentaron desde la preatividad (75,4–91,6 %EMG) hasta los 30-60 ms (84,9–106,1 %EMG) y luego disminuyeron hasta 120–150 ms (67,6–70,3 %EMG). Este aumento y disminución fue significativo solo para 11 km/h ( $P=0,001$ )  | Se obtuvo una buena fiabilidad de las pruebas intrasesión de EMG de superficie en mujeres sanas durante la carrera  |
| De Mendoca<br>et al. (2023)               | 18 – 50     | N=8 MI<br>N=6 MC                         | Verificar el efecto agudo de correr media maratón sobre la función de la MPP y la actividad EMG                                 | EMG                           | 7,11,15                       | MC mostraron una reducción en la función de la MPP en términos de fuerza ( $P= 0,00$ ), resistencia ( $P= 0,02$ ) y en las repeticiones realizadas luego de la carrera ( $P=0,03$ ). También hubo un aumento significativo en el reclutamiento de la MPP medido por la frecuencia media de la actividad EMG ( $P= 0,02$ )<br><br>MI vieron reducida la fuerza ( $P= 0,05$ ) y la repetición ( $P= 0,01$ ) luego de la media maratón   | No existieron diferencias sobre la función de la MPP y EMG entre grupos respecto a los efectos agudos de la media maratón   |
| Porrón-<br>Irigaray et.al<br>(2024)       | 18 – 42     | N=10 MC                                  | Comparar la activación de la MPP y Glúteo medio (GM) durante la marcha y la carrera en corredoras nulíparas físicamente activas | EMG                           | 5,7,9,11                      | El ratio entre (GM/MPP) fue de 9/1 al correr a 9 y 11 km/h. No se encontraron relaciones estadísticamente significativas ( $P > 0,050$ ) entre ellos en ninguna de las pruebas  | A medida que aumenta la velocidad de la marcha o la carrera, la coactivación de la MPP y glúteo medio aumentan correspondientemente, sugiriendo que estos músculos trabajan juntos para proporcionar la estabilidad y el apoyo necesarios a velocidades de marcha más altas   |

**Revisión Sistemática** *Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática*

|                             |                     |                    |  |            |  |  |   |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--|------------|--|--|---|
| Leitner et al. (2017)       | 18 – 60             | N=19 MI<br>N=27 MC | Investigar y comparar la cinemática de la MPP durante la carrera. Analizaron el desplazamiento traslacional y rotacional de la vagina mediante una sonda vaginal | Cinemática | 7,11,15  | <p>La traslación máxima en dirección craneal fue de <math>16,0 \pm 10,5</math> mm y <math>7,6 \pm 6,7</math> mm en dirección caudal. <math>7,9^\circ \pm 7,0</math> para la rotación hacia atrás y <math>7,0^\circ \pm 5,6</math> para la rotación hacia adelante, sin encontrar diferencias significativas entre grupos para las tres velocidades</p> <p>El análisis de los desplazamientos máximos mostró diferencias cada vez más significativas entre las velocidades (<math>P &lt; 0,012</math>)</p>  | La función dinámica de la MPP fue similar entre MC y MI   |
| Niederauer et al. (2021)    | 18 años en adelante | N=10 MI<br>N=7 MC  | Presentar un nuevo método para evaluar la frecuencia vibratoria de la pelvis e investigar la utilidad potencial de este enfoque                                  | Cinemática | 7 y 10   | <p>Existieron diferencias significativas en el desplazamiento entre las mujeres nulíparas y las que habían tenido hijos cuando corrían a 7 y 10 km/h (<math>\alpha=0.05</math>)</p> <p>No se observaron diferencias en el desplazamiento relativo del piso pélvico entre MC y MI, sin embargo, el amortiguamiento en MC al correr a 7 km/h fue significativamente mayor que el valor obtenido en MI (<math>\mu = 2.61</math> s-1 (<math>\sigma = 0.44</math>) <math>P=0.003</math>). Lo mismo ocurrió a 10 km/h (<math>\mu = 1.94</math> s-1 (<math>\sigma = 0.44</math>) <math>P &lt; 0.001</math>)</p> <p>Las ondas 4 a 13 abarcaron el rango de frecuencia de 25 a 42 Hz, donde la amortiguación se vio afectada significativamente por la paridad (<math>P = 0,009</math>)</p> <p>Las wavelets 39-43 abarcaron frecuencias de 4,5 a 5,5 Hz, donde hubo una interacción significativa entre la velocidad de carrera (<math>&lt;0,001</math>), el estado de continencia (0,004) y un efecto significativo del tiempo (0,021)</p> | <p>La amortiguación se vio afectada por factores como el tiempo, velocidad de carrera, la paridad y el estado de continencia. El movimiento macroscópico de la pelvis puede no contribuir a los mecanismos de continencia</p> |
| De Melo Silva et al. (2019) | Sobre 18 años       | N=11 MI<br>N=17 MC | Investigar la relación entre la función de la MPP y correlacionar la pérdida de orina con variables cinemáticas de la carrera                                    | Cinemática | 75% de la Velocidad máxima obtenida por el participante en la prueba de velocidad máxima | <p>La presión de compresión vaginal medida con perineómetro fue mayor en MC pero la diferencia no fue estadísticamente significativa (<math>p = 0.66</math>).</p> <p>No se encontraron correlaciones ni diferencias significativas entre la pérdida urinaria y las variables cinemáticas estudiadas. Sin embargo, existió una asociación positiva entre la pérdida de orina durante la carrera y la distancia semanal recorrida. MI corrieron más distancia (media= 45 km/semana, DE= 15,95)</p>   | No se encontraron asociaciones entre el funcionamiento de la MPP y las variables cinemáticas estudiadas   |

1. Abreviaciones: Mujeres incontinentes (MI); Mujeres continentas (MC); Contacto inicial (CI). Electromiografía (EMG)

2. Unidades de medida: Edad (Años); Velocidad (Km/h)

#### 4. Discusión

En relación al comportamiento de la MPP, cerca del 60% de los artículos seleccionados hacen referencia a una preactivación de esta musculatura en la fase previa al contacto inicial, la cual podría indicar un feed-forward del sistema muscular y tendinoso para la absorción de las fuerzas de impacto (13, 16). Luginbuehl et.al (20) reportaron que los valores de EMG previos al contacto inicial a 7 y 9 km/h se encontraban entre 67,6 y 88,4% de la contracción voluntaria máxima (CVM) respectivamente, mientras que a 11 km/h los valores ascendían hasta 106,1% de la CVM, sugiriendo un aumento en la actividad muscular anticipatoria al aumento de las fuerzas de reacción del piso e impacto al correr a una mayor velocidad. Porrón-Irigaray et. al (21) obtuvieron resultados similares con valores que varían entre 37 y 63% del promedio de EMG y 59 – 119% del peak de EMG. Similar a estos hallazgos, Koenig et.al (16) describieron cambios de los espectros de potencia hacia frecuencias más altas (140-200 Hz) 30 ms previos al contacto inicial, indicando una preparación muscular para las fuerzas de reacción del suelo.

El estudio de Koenig et.al (25) realizado en mujeres continentes e incontinentes, evidenció que mujeres continentes obtuvieron mayor intensidad EMG en bandas de alta frecuencia (110 – 200 Hz) previo al contacto inicial versus después de este para tres velocidades (7, 11, 15 Km/h), mientras que mujeres incontinentes mostraron diferentes patrones de activación y una menor intensidad EMG en las bandas de alta frecuencia y más intensidad en las frecuencias bajas, las cuales se pueden deber a diferentes patrones de reclutamiento de tipos de fibras. Luginbuehl et. al (20) encontraron que se requiere de una activación involuntaria y refleja de la MPP dentro de los primeros 60 ms después del impacto del talón para mantener la continencia, por lo tanto se podría requerir de un mayor reclutamiento de fibras de tipo II. Complementando nuestros resultados, Koenig et.al (16) mencionan que específicamente al correr a 15 km/h, se puede deducir un retraso en la activación muscular en el grupo de incontinentes, ya que la intensidad más alta en la banda de frecuencia entre 110 y 140 Hz no se observó en la fase previa al contacto inicial sino en la ventana de tiempo desde el contacto inicial hasta 30 ms después del mismo, por lo que se hace referencia a que este retraso se ajusta a la sospecha de pérdida de orina debido al cambio estructural e histoquímico de la proporción de fibras tipo I y tipo II en mujeres con incontinencia urinaria de esfuerzo, similar a lo reportado por Zhuo et al. (26).

En cuanto a las variables cinemáticas, Leitner et.al (13) analizaron el desplazamiento de la MPP mediante el uso de una sonda vaginal, describiendo una traslación caudal y una rotación hacia delante de la sonda previo al impacto de talón, mientras que luego del impacto se encontró una traslación craneal y rotación hacia atrás. Se plantea que a los 30 ms después del impacto del talón, aumentan los valores de EMG lo que permite suponer una acción muscular concéntrica y que el contacto inicial del pie parece ser el punto donde se pone fin al desplazamiento caudal. Para las ventanas de tiempo 30 – 150 ms luego del impacto de talón, el desplazamiento craneal aumentó ligeramente, reportando una disminución en la actividad EMG, por lo que se especula que los músculos del piso pélvico se mantienen activos con menor energía hasta el nuevo contacto inicial. Sin embargo, el desplazamiento de la sonda no obtuvo diferencias significativas entre mujeres continentes e incontinentes, similar a los resultados reportados por Niederauer et.al (27). Por otro lado, de Melo Silva et.al (11) no encontraron correlaciones ni diferencias significativas entre la pérdida urinaria y variables cinemáticas de distintas articulaciones al correr, pero hubo una asociación positiva entre la pérdida de orina durante la carrera y la distancia semanal recorrida. Contrario a estos resultados, García-Arrabé et.al (28) demostró que el uso de calzado minimalista aumentó el rango de movimiento de la cadera y rodilla en el plano sagital, modificando la técnica de carrera y favoreciendo una mayor absorción de energía de las fuerzas de impacto en los miembros inferiores mientras se corre. Esto puede beneficiar u optimizar la capacidad de continencia urinaria como mecanismo preventivo del impacto, sin embargo, el efecto del tipo de calzado no fue

**Revisión Sistemática***Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática*

significativo en general por lo que se requieren investigaciones futuras que confirmen estos hallazgos.

Niederauer et.al (27) examinó las propiedades biomecánicas del piso pélvico durante la carrera buscando cuantificar la respuesta de los tejidos blandos a la carga de impacto. Dentro de los resultados obtenidos, el amortiguamiento en mujeres continentes fue significativamente mayor cuando corrían a 7 km/h versus al correr a 10 km/h, mientras que el amortiguamiento en mujeres continentes al correr a 7 km/h fue significativamente mayor que el valor obtenido en mujeres incontinentes que corrían la misma velocidad. Se muestra además que en el rango de frecuencia de 4,5 a 5,5 Hz hubo una interacción significativa entre la velocidad de carrera y el estado de continencia, donde cambios en la amortiguación podrían estar asociados con las propiedades de la fascia y tejidos conectivos, lo cual puede indicar una alteración en la capacidad neuromuscular de la MPP al correr a diferentes velocidades o podría estar causado por cambios en las propiedades de los tejidos relacionado a la incontinencia urinaria de esfuerzo, permitiendo orientar o reflejar información importante para comprender los mecanismos de las disfunciones de piso pélvico asociados con el ejercicio. Por último, se menciona que la amortiguación en frecuencias más altas de 25 a 42 Hz podría estar asociado con la acción del tejido ligamentoso y tendinoso, donde la amortiguación se vio afectada significativamente por la paridad. Esto resalta la necesidad de diseñar estrategias específicas para mujeres multíparas, entendiendo que los cambios en las estructuras del tejido conectivo podrían comprometer la capacidad de absorción de impacto.

Se cree también que la musculatura sinergista alrededor de la pelvis puede contribuir a la actividad de los músculos del piso pélvico y viceversa (13, 29). Porrón-Irigaray et. al (21) registró la actividad de los MPP y glúteo medio en mujeres al correr a 9 y 11 km/h. A medida que aumentaba la velocidad de carrera, la coactivación de ambos grupos musculares aumentó correspondientemente, sugiriendo que estos músculos trabajan juntos para proporcionar la estabilidad y el apoyo necesarios a velocidades de marcha más altas, a pesar de que no se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre ambos para ninguna de las pruebas evaluadas, se muestra una tendencia al aumento de la coactivación en función de la velocidad. Así también, estudios mencionan diferencias al correr con distintos tipos de calzado, donde se reporta que la activación de los músculos oblicuos internos fue menor al correr con calzado minimalista versus otros (30). Estos investigadores sugieren que correr con este tipo de calzado podría ser un mecanismo eficaz para reducir la fatiga muscular y puede ser un factor preventivo para la disfunción por sobrecarga de MPP como sobreentrenamiento o incontinencia urinaria relacionada con la fatiga, destacando la importancia de considerar la velocidad de carrera en los programas de entrenamiento dirigidos a la región abdominolumbopélvica (31). Una de las limitaciones de esta revisión es el bajo número de artículos utilizados y su diseño observacional (estudios transversales), aumentando el riesgo de sesgo. A pesar de obtener altas puntuaciones en la evaluación de la calidad de Newcastle-Ottawa, los estudios fueron heterogéneos respecto a los hallazgos, lo que no permitió realizar un metanálisis. Por lo que parece necesario unificar criterios de evaluación en corredoras continentes e incontinentes para que luego de encontrar de manera objetiva, significativa y reproducible las posibles causas de pérdida de orina en esta actividad, se puedan establecer parámetros de entrenamiento que tributen de forma directa a las causas subyacentes de las alteraciones de este grupo muscular.

## 5. Conclusiones

Al sistematizar la evidencia respecto al comportamiento de la MPP en mujeres durante la carrera se observa que hay una preactivación involuntaria de la MPP en la fase previa al contacto inicial, indicando una preparación del sistema muscular y tendinoso para la absorción de las fuerzas de impacto. Se puede deducir de forma preliminar por los resultados de esta revisión que los músculos del piso pélvico se mantienen activos con menor energía hasta que el pie se acerca nuevamente al suelo. En relación a las disfunciones de piso pélvico, mujeres incontinentes

**Revisión Sistemática***Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática*

mostraron diferentes patrones de activación y una menor intensidad EMG que aquellas mujeres corredoras continentes, lo que puede deberse a alteraciones de patrones de reclutamiento de fibras musculares. Sin embargo, aún no está claro el mecanismo de activación de la MPP durante las actividades de impacto, por lo que se sugieren futuras investigaciones que analicen en profundidad los patrones de activación de esta musculatura durante las actividades desencadenantes de la incontinencia urinaria u otras disfunciones de piso pélvico.

**6. Conflictos de interés**

Uno de los autores de este trabajo corresponde a un miembro del comité editorial de la revista, sin embargo, el proceso de envío y revisión del artículo no contiene información identificadora de los autores debido a que es un trabajo doble ciego. Lo anterior permitió aceptar el documento según la calidad del trabajo expuesto y no por temas administrativos. Todos los autores están de acuerdo con el contenido del manuscrito y declaran no tener conflicto de interés, salvo el previamente declarado.

**7. Referencias**

1. de Mendonça HCS, Ferreira CWS, de Moura Filho AG, de Sousa Melo PV, Ribeiro AFM, de Amorim Cabral KD, et al. Acute Effect of a Half-Marathon over the Muscular Function and Electromyographic Activity of the Pelvic Floor in Female Runners with or without Urinary Incontinence: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2023 Apr 17;20(8):5535. doi: 10.3390/ijerph20085535.
2. Moser H, Leitner M, Baeyens JP, Radlinger L. Pelvic floor muscle activity during impact activities in continent and incontinent women: a systematic review. *Int Urogynecol J.* 2018 Feb;29(2):179-196. doi: 10.1007/s00192-017-3441-1. Epub 2017 Sep 7. PMID: 28884367.
3. Almeida MB, Barra AA, Saltiel F, Silva-Filho AL, Fonseca AM, Figueiredo EM. Urinary incontinence and other pelvic floor dysfunctions in female athletes in Brazil: A cross-sectional study. *Scand J Med Sci Sports.* 2016 Sep;26(9):1109-16. doi: 10.1111/sms.12546. Epub 2015 Sep 15.
4. Falah-Hassani K, Reeves J, Shiri R, Hickling D, McLean L. The pathophysiology of stress urinary incontinence: a systematic review and meta-analysis. *Int Urogynecol J.* 2021 Mar;32(3):501-552. doi: 10.1007/s00192-020-04622-9. Epub 2021 Jan 8. Erratum in: *Int Urogynecol J.* 2021 Jun;32(6):1607. doi: 10.1007/s00192-021-04794-y.
5. Dias N, Peng Y, Khavari R, Nakib NA, Sweet RM, Timm GW, et al. Pelvic floor dynamics during high-impact athletic activities: A computational modeling study. *Clin Biomech (Bristol).* 2017 Jan;41:20-27. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2016.11.003. Epub 2016 Nov 18.
6. Luginbuehl H, Greter C, Gruenenfelder D, Baeyens JP, Kuhn A, Radlinger L. Intra-session test-retest reliability of pelvic floor muscle electromyography during running. *Int Urogynecol J.* 2013 Sep;24(9):1515-22. doi: 10.1007/s00192-012-2034-2. Epub 2013 Jan 30.
7. Lynch SL, Hoch AZ. The female runner: gender specifics. *Clin Sports Med.* 2010 Jul;29(3):477-98. doi: 10.1016/j.csm.2010.03.003.
8. Todhunter-Brown A, Hazelton C, Campbell P, Elders A, Hagen S, McClurg D. Conservative interventions for treating urinary incontinence in women: an Overview of Cochrane systematic reviews. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2022, Issue 9. Art. No.: CD012337.

**Revisión Sistemática***Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática*

9. Moretti E, de Moura Filho AG, de Almeida JC, Araujo CM, Lemos A. Electromyographic assessment of women's pelvic floor: What is the best place for a superficial sensor? *Neurourol Urodyn.* 2017 Sep;36(7):1917-1923. doi: 10.1002/nau.23212. Epub 2017 Feb 21.
10. Gazendam MG, Hof AL. Averaged EMG profiles in jogging and running at different speeds. *Gait Posture.* 2007 Apr;25(4):604-14. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.06.013. Epub 2006 Aug 2.
11. de Melo Silva R, Rodrigues MES, Puga GM, Dionisio VC, Baldon VSP, Resende APM. The relationship between running kinematics and the pelvic floor muscle function of female runners. *Int Urogynecol J.* 2020 Jan;31(1):155-163. doi: 10.1007/s00192-019-03968-z. Epub 2019 May 18.
12. Novacheck T. The biomechanics of running. *Gait Posture.* 1998;7(1):77–95.
13. Leitner M, Moser H, Eichelberger P, Kuhn A, Baeyens JP, Radlinger L. Evaluation of pelvic floor kinematics in continent and incontinent women during running: An exploratory study. *Neurourol Urodyn.* 2018 Feb;37(2):609-618. doi: 10.1002/nau.23340. Epub 2017 Jul 4.
14. Nilsson J, Thorstensson A. Ground reaction forces at different speeds of human walking and running. *Acta Physiol Scand.* 1989 Jun;136(2):217-27. doi: 10.1111/j.1748-1716.1989.tb08655.x.
15. Jiang X, Bíró I, Sárosi J, Fang Y, Gu Y. Comparison of ground reaction forces as running speed increases between male and female runners. *Front Bioeng Biotechnol.* 2024 Jul 29;12:1378284. doi: 10.3389/fbioe.2024.1378284.
16. Koenig I, Eichelberger P, Luginbuehl H, Kuhn A, Lehmann C, Taeymans J, et al. Activation patterns of pelvic floor muscles in women with incontinence while running: a randomized controlled trial. *Int Urogynecol J.* 2021 Feb;32(2):335-343. doi: 10.1007/s00192-020-04334-0. Epub 2020 May 29.
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. *J Clin Epidemiol.* 2021 Jun;134:103-112. doi: 10.1016/j.jclinepi.2021.02.003. Epub 2021 Feb 9.
18. Wells GA, O'Connell, Shea B, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. *Nursing Intervention.* 2000.
19. Culleton-Quinn E, Bø K, Fleming N, Mockler D, Cusack C, Daly D. Elite female athletes' experiences of symptoms of pelvic floor dysfunction: A systematic review. *Int Urogynecol J.* 2022 Oct;33(10):2681-2711. doi: 10.1007/s00192-022-05302-6. Epub 2022 Aug 30.
20. Luginbuehl H, Naeff R, Zahnd A, Baeyens JP, Kuhn A, Radlinger L. Pelvic floor muscle electromyography during different running speeds: an exploratory and reliability study. *Arch Gynecol Obstet.* 2016 Jan;293(1):117-124. doi: 10.1007/s00404-015-3816-9. Epub 2015 Jul 21.
21. Porrón-Irigaray A, Rodríguez-López ES, Acevedo-Gómez MB, Ojeda-Martín C, Benito-de-Pedro M. Coactivation of the Pelvic Floor and Gluteus Medius Muscles While Walking and Running in Female Runners. *Sensors (Basel).* 2024 Feb 20;24(5):1356. doi: 10.3390/s24051356.
22. Cámara J. Análisis de la marcha: sus fases y variables espacio-temporales. *Scielo.* 2011; 7(1): 160-173.
23. Guzmán-Muñoz E, Méndez-Rebolledo G. Electromiografía en las Ciencias de la Rehabilitación. *Salud Barranquilla.* 2018. 34 (3): 753-765.

**Revisión Sistemática***Comportamiento de la musculatura del piso pélvico en mujeres corredoras entre 18 y 50 años a distintas velocidades de carrera: Revisión sistemática*

24. Zapata Cuaspa MA, Ayala Vega KP, Quintanilla Ayala LX. Influencia de la capacidad física de velocidad en la potencia de salto del voleibol escolar. Rev Podium. 2021; 16(2): 553-563.
25. Koenig I, Eichelberger P, Leitner M, Moser H, Kuhn A, Taeymans J, et al. Pelvic floor muscle activity patterns in women with and without stress urinary incontinence while running. Ann Phys Rehabil Med. 2020 Nov;63(6):495-499. doi: 10.1016/j.rehab.2019.09.013. Epub 2019 Nov 13.
26. Zhuo Z, Ye Z, Zhang J, Yu H. Correlation between three-dimensional transperineal ultrasound and pelvic floor electromyography in women with stress urinary incontinence. Ginekol Pol. 2023;94(1):25-32. doi: 10.5603/GP.a2022.0117.
27. Niederauer S, Bérubé MÈ, Brennan A, McLean L, Hitchcock R. Pelvic floor tissue damping during running using an intra-vaginal accelerometry approach. Clin Biomech (Bristol). 2022 Feb;92:105554. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2021.105554. Epub 2021 Dec 29.
28. García-Arrabe M, García-Fernández P, Ruiz-Ruiz B, Del Prado-Álvarez R, Romero-Morales C, Díaz-Arribas MJ. Effects of minimalist shoes on pelvic floor activity in nulliparous women during running at different velocities: a randomized cross-over clinical trial. Sci Rep. 2022 Dec 8;12(1):21218. doi: 10.1038/s41598-022-25344-6.
29. Ferla L, Darski C, Paiva LL, Sbruzzi G, Vieira A. Synergism between abdominal and pelvic floor muscles in healthy women: a systematic review of observational studies. Fisioter mov [Internet]. 2016 Apr;29(2):399–410. doi:10.1590/0103-5150.029.002.AO19
30. García-Arrabé M, García-Fernandez P, Díaz-Arribas MJ, López-Marcos JJ, González-de-la-Flor Á, Estrada-Barranco C, et al. Electromyographic Activity of the Pelvic Floor Muscles and Internal Oblique Muscles in Women during Running with Traditional and Minimalist Shoes: A Cross-Over Clinical Trial. Sensors (Basel). 2023 Jul 18;23(14):6496. doi: 10.3390/s23146496.
31. García-Arrabé M, de la Plaza San Frutos M, Bermejo-Franco A, Del Prado-Álvarez R, López-Ruiz J, Del-Blanco-Muñiz JA, Giménez MJ. Effects of Minimalist vs. Traditional Running Shoes on Abdominal Lumbopelvic Muscle Activity in Women Running at Different Speeds: A Randomized Cross-Over Clinical Trial. Sensors (Basel). 2024 Jan 5;24(2):310. doi: 10.3390/s24020310.