

TRABAJO FINAL DE GRADO

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE

Año 2024

ROCHA, LENA.





RÍO NEGRO
UNIVERSIDAD NACIONAL

Efecto de la utilización del Foam Roller como método de recuperación de la fatiga muscular intra-competencia en corredores ciclistas.

Autora:

- Rocha, Lena.

Directora:

- Lic. Hren, Ana.

Agradecimientos

Principalmente agradezco a Dios por darme la vida y un propósito, por acompañarme cada día y mostrarme el camino a seguir.

Agradezco profundamente a cada una de las personas que estuvieron en este último tramo especialmente a mis papás Daniel y Laura, y a mi compañero de vida quien me alentó y apoyó cada día a seguir con este sueño.

A los corredores que fueron partícipes de ésta investigación tan linda, gracias por su predisposición, entusiasmo y actitud.

Este trabajo representa el cierre de una etapa universitaria con grandes logros, aprendizajes y experiencias maravillosas; y el comienzo de una nueva página en esta vida que nos sorprende a cada paso pero confiando que he elegido el camino correcto.

A mi familia, ¡Gracias por estar!.

Finalmente quiero agradecer a la directora de este trabajo Lic. Hren Ana quién me acompañó, guío y supo valorar cada punto de este escrito, muchas gracias por ser parte, por tú labor atenta y dedicada a pesar de la distancia, por la paciencia y contención para este último paso.

¡GRACIAS!

Tabla de Contenidos

CAPÍTULO I	4
I. Resumen	4
I.1 Tema de investigación y relevancia del trabajo	5
I.2 Problemática de investigación	6
I.3 Planteamiento de preguntas	6
I.4. Objetivos	7
I.5. Estado del Arte	7
I.6. Diseño metodológico	15
CAPÍTULO II	18
II. Marco teórico	18
II.1. Tejido muscular	18
II.2. Sistema fascial	19
II.3. Fatiga neuromuscular	23
II.4. Daño muscular inducido por el ejercicio (EIDM)	26
II.5. Liberación miofascial - Foam Roller	29
II.6. Estudios que documentan la fiabilidad y validez de la utilización del Test V Sit and Reach	34
CAPÍTULO III	36
III. 1. Plan de trabajo	36
III.2. Técnicas de recolección de datos	39
CAPÍTULO IV	41
Análisis y resultados	41
CONCLUSIONES	44
LIMITACIONES	45
RECOMENDACIONES	45
Bibliografía	47

CAPÍTULO I

I. Resumen

Una recuperación rápida en los deportistas se considera un aspecto fundamental para continuar entrenando y/o compitiendo a intensidades elevadas y conseguir el mayor rendimiento posible, especialmente en deportes como el ciclismo de ruta en el cual se compite por etapas predeterminadas por ciertas distancias durante varios días de forma consecutiva. Por lo tanto, se debe tener en cuenta la fatiga como un estado moderador de la actividad, ya que con su aparición se comienzan a observar cambios físicos y mentales dentro de las acciones que se están realizando, la fatiga también, puede ser causante de deficiencia en la técnica deportiva y crear mayor probabilidad de lesiones en los deportistas.

El Foam Roller (FR) se utiliza como una herramienta para la recuperación después de haber realizado una actividad física o un entrenamiento intenso. De acuerdo a Diéguez Cid (2018), los movimientos que sobre el Foam Roller se realicen tienen en consecuencia un efecto barrido haciendo una presión sobre el tejido, generando fricción y estiramiento. Esto ayuda a tener una adecuada recuperación ya que aumenta el rango de movimiento sin disminuir la función neuromuscular y puede contribuir a mantener el rendimiento físico.

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es identificar los efectos de la utilización del Foam Roller intra-competencia ciclística y cómo este influye respecto de la fatiga muscular que conllevan los días de competencia sobre el rendimiento, además, indagar acerca de la incidencia que posee la utilización de este elemento sobre la musculatura del miembro inferior.

Palabras Clave: Foam Roller - Fatiga Muscular - Ciclismo de ruta - Competencia - Rendimiento deportivo.

I.1 Tema de investigación y relevancia del trabajo

Una de las principales razones por la que resulta muy enriquecedor enfocar el trabajo de investigación presentado se debe a que dentro del ciclismo de ruta, especialmente el de carácter competitivo local/regional, no se llevan a cabo estrategias específicas y guiadas de recuperación post-ejercicio intra competencia teniendo en cuenta que son carreras que en su mayoría constan de más de 1 día de duración. Además, observar el proceso que desencadena la utilización del Foam Roller (FR de ahora en más) como herramienta frente a la fatiga muscular que se desarrolla y el rendimiento que se objetiva por parte de los ciclistas participantes.

Lograr una rápida recuperación muscular es uno de los objetivos prioritarios de los deportistas, especialmente en disciplinas que implican una intensidad de ejercicio elevada, y en este caso, que se repite tras días de competencia. Esta intensidad que se genera provoca rupturas de miofibrillas musculares, este daño a nivel muscular causa una fatiga sobre el mismo que limita el rendimiento de todo el conjunto de músculos involucrados, disminuyendo la fuerza, el pico de potencia, o la velocidad.

Para los deportistas ciclistas implementar el uso del FR puede ser provechoso ya que los movimientos que se realizan sobre el elemento, según lo manifiestan Cedeño Zambrano & Romero Bermeo (2023), tienen un efecto barrido que ejerce una presión sobre el tejido, generando fricción y estiramiento. De ésta forma, permite reducir la tensión muscular y, en consecuencia, reducir la rigidez de las arterias intramusculares. Al mismo tiempo, la presión del rodillo puede ayudar a producir óxido nítrico, un vasodilatador que puede ayudar a aumentar el flujo sanguíneo lo que favorece aún más una recuperación óptima muscular.

Es posible que este enfoque tenga un impacto positivo en la percepción y rendimiento del deportista al día siguiente después de su recuperación y descanso, ya que podría contribuir a un mejor desenvolvimiento en carrera y ayudar en la prevención de lesiones.

I.2 Problemática de investigación

Dentro del ciclismo de ruta particularmente, es posible observar cómo a lo largo de los días en que se van disputando las etapas de competencia se presenta comúnmente la fatiga muscular, ésta es considerada según Génesis Jazmín (2021) como el conjunto de varias manifestaciones producidas por el trabajo o ejercicio prolongado. En cuanto a Diéguez Cid (2018), está asociada a la incapacidad del músculo para producir fuerza y potencia. Disminuye la velocidad de contracción, es incapaz de mantener una intensidad determinada de ejercicio en un tiempo, haciendo de esta forma que haya una disminución en el rendimiento y desempeño del deportista en la competencia.

El FR, también conocido como rodillo de espuma, es un dispositivo utilizado para realizar automasaje sobre el tejido miofascial. Se ha propuesto como un método de recuperación de la fatiga muscular debido a su capacidad para aliviar la tensión muscular y mejorar la circulación sanguínea. Aunque existe cierta evidencia sobre su efectividad, es importante destacar que los resultados pueden variar según la población objeto y la situación específica en que se esté empleando. Algunos estudios han demostrado que el uso del FR después del ejercicio puede ayudar a reducir la percepción del dolor muscular y mejorar la amplitud de movimiento. Acorde a lo expuesto por Macdonald, Button, Drinkwater y Behm (2013) el FR es empleado como una herramienta de recuperación después de un periodo de actividad física o entrenamiento intenso.

Además, se ha observado que su uso puede disminuir la inflamación y acelerar la recuperación muscular. En conclusión, aunque hay evidencia preliminar que sugiere que el FR puede ser beneficioso para la recuperación de la fatiga muscular, se necesita tener en cuenta el estudio que se desea llevar a cabo y la población objeto del mismo para confirmar su eficacia y establecer pautas claras de uso para este determinado hecho.

I.3 Planteamiento de preguntas

- ¿Cuáles son los efectos de incluir la utilización del Foam Roller intra-competencia como método de recuperación de la fatiga muscular?
- Con la aplicación de Foam Roller ¿Disminuye la percepción de molestias intra-competencia por parte de los deportistas?

- ¿Influye la utilización del Foam Roller en la percepción subjetiva del esfuerzo?

I.4. Objetivos

Objetivo General:

- Establecer si los efectos derivados de la utilización del Foam Roller como método de recuperación son positivos frente a la fatiga muscular generada intra-competencia en corredores ciclistas.

Objetivo Específico:

- Determinar la eficacia de la implementación de un plan específico de intervención.
- Indagar sobre la influencia del Foam Roller intra competencia respecto de la fatiga muscular.
- Establecer el impacto que tiene la utilización del Foam Roller sobre la musculatura del miembro inferior y el resto del cuerpo mediante el test Sit and Reach.

I.5. Estado del Arte

Artículo 1

- Título. Autor y año. Editorial: Diéguez Cid, A. (2018). Métodos de recuperación de la fatiga deportiva (Bachelor's thesis).

- Propuesta de Intervención:

El estudio duró 6 semanas de las cuales las 3 primeras semanas solamente se le aplicaba al sujeto diferentes test para controlar la fatiga acumulada (Test de Borg, Wellness Questionnaire y CMJ), las 3 semanas posteriores se siguió aplicando los diferentes test de control de fatiga pero cada semana se le introdujeron los distintos métodos de recuperación (Suplementación Nutricional, Foam Roller e Inmersiones Agua Fría).

- Efectos/ Resultados:

En la aplicación de los diferentes métodos de recuperación se vio reflejado en los resultados que la primera semana donde se introduce la suplementación deportiva no hubo unos cambios muy significativos comparados con las semanas donde no se implementa ningún método de recuperación. A medida que se introdujo el foam roller y las inmersiones de agua fría los resultados mejoraron y la percepción de la fatiga disminuyó. Por lo tanto, la suplementación deportiva, ayudó menos en la recuperación del sujeto. Con la ayuda del foam roller el sujeto redujo un poco más la percepción de fatiga y fueron las inmersiones de agua fría en la última semana de estudio donde se notó un gran cambio y una notable disminución de fatiga en el sujeto.

- Conclusión:

Se concluyó que el test de Borg, Wellness questionnaire y CMJ son herramientas fiables y válidas para monitorear la percepción de fatiga del sujeto y los diferentes métodos de recuperación disminuyeron la fatiga e incrementaron el rendimiento en entrenamientos y competiciones posteriores.

Artículo 2

- Título. Autor y año. Editorial: Halson, S. (2013). Técnicas de recuperación para atletas. Sports science Exchange, 26 (120), 1-6.

- Propuesta de Intervención: Investigación sobre las diferentes intervenciones para la recuperación y sus efectos sobre la fatiga, lesiones musculares, recuperación y rendimiento.

- Efectos/ Resultados:

Como la investigación en la recuperación es un área relativamente nueva para los

científicos, muchas de las recomendaciones actuales sólo son guías generales. Es importante que los atletas experimenten con una variedad de estrategias y se logren identificar las opciones de recuperación que mejor le funcionen a cada individuo. Sin embargo, se sabe que la óptima recuperación del entrenamiento y la competencia puede aportar numerosos beneficios para el rendimiento del atleta.

- Conclusión:

Las estrategias de recuperación como la hidroterapia, la recuperación activa de baja intensidad, el masaje, la ropa de compresión, los estiramientos o la combinación de varios de estos métodos puede tener algún mérito como estrategias de mejoría en la recuperación. También se debe dar importancia a la óptima nutrición post-ejercicio y al dormir adecuadamente para llevar al máximo la recuperación y reducir la fatiga del ejercicio.

Artículo 3

- Título. Autor y año. Editorial: MacDonald, G. Z. (2013). Foam rolling as a recovery tool following an intense bout of physical activity (Doctoral dissertation, Memorial University of Newfoundland).

- Propuesta de Intervención:

20 sujetos masculinos con más de 3 años de experiencia en entrenamiento de fuerza se dividieron en grupo de control (CON) (n=10) y de rodillos de espuma (FR) (n=10). Se propone mismo protocolo de prueba para ambos, la única diferencia entre los grupos es que el grupo FR realizó un protocolo de ejercicio de rodillo de espuma de 20 minutos al final de la sesión.

- Efectos/ Resultados:

FR redujo sustancialmente el dolor muscular en todos los puntos de tiempo mientras mejoraba sustancialmente la ROM.

- Conclusión:

Los hallazgos más importantes del presente estudio fueron que FR fue beneficioso para atenuar el dolor muscular mientras mejoraba la altura del salto vertical, la activación muscular y el ROM pasivo y dinámico en comparación con el grupo control.

Artículo 4

- Título. Autor y año. Editorial: Quinchanegua, J. E. M. (2017). La fatiga, tipos, causas y efectos. Revista Digital: Actividad Física y Deporte, 3(2).

- Propuesta de Intervención:

Tiene como fin conceptualizar la fatiga desde los estudios de varios artículos científicos, explicar sus causas y enmarcar los tipos de fatiga, pasando por experimentos sobre la fatiga y cómo actúa fisiológicamente el organismo.

- Efectos/ Resultados:

La fatiga en el ámbito de la actividad física y deportiva, interviene en el rendimiento al disminuir la intensidad o el nivel de actividad que se esté realizando, por ello, se hace necesario conocer cómo afecta en la actividad realizada.

- Conclusión:

Se logra definir que la fatiga es un estado que se genera después de una actividad física constante y que según su localización puede ser central o periférica, pero aunque se dan por distintas causas fisiológicas, una precede a la otra.

Artículo 5

- Título. Autor y año. Editorial: Cárdenas, D., Conde-González, J., & Perales, J. C. (2017). La fatiga como estado motivacional subjetivo. Revista andaluza de Medicina del Deporte, 10(1), 31-41.

- Propuesta de Intervención:

Los objetivos de esta revisión narrativa son analizar los diferentes enfoques existentes para el estudio y explicación de la fatiga, establecer el vínculo con el concepto de carga de entrenamiento y justificar la importancia de evaluar el impacto de la carga mental para lograr una adecuada planificación y proceso de entrenamiento. control.

- Efectos/ Resultados:

Es importante recordar la contribución de los procesos psicológicos al estado de fatiga y, como consecuencia, diseñar las actividades o tareas de entrenamiento táctico-técnico de tal forma que se estimule igualmente la capacidad adaptativa para afrontar situaciones percibidas como estresantes. La capacidad psicológica del deportista para soportar estados emocionales adversos es tan entrenable como la que permite correr más rápido o saltar más alto. Por todo ello, el modelado de las condiciones que generan estados emocionales que pueden afectar negativamente al rendimiento en competición debe programarse atendiendo igualmente a los principios fundamentales del entrenamiento.

- Conclusión:

Las tareas deberían contemplar las dosis adecuadas de estrés que estimularan la mejora de los mecanismos tanto fisiológicos como psicológicos del deportista. Obviamente, la programación de estas estrategias que se vinculan con el propio diseño de las tareas no resta importancia a las que tradicionalmente han formado parte del programa de entrenamiento que los psicólogos del deporte han desarrollado para la mejora de las habilidades psicológicas.

Artículo 6

- Título. Autor y año. Editorial: Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2015). The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International journal of sports physical therapy*, 10(6), 827.

- Propuesta de Intervención: El propósito de esta revisión fue evaluar críticamente la evidencia actual y responder las siguientes preguntas: (1) ¿La autoliberación miofascial con un rodillo de espuma o un masajeador de rodillos mejora el rango de movimiento articular (ADM) sin afectar el rendimiento muscular? (2) Después de una sesión intensa de ejercicio, ¿la autoliberación miofascial con un rodillo de espuma o un rodillo de masaje mejora la recuperación muscular posterior al ejercicio y reduce la aparición tardía del dolor muscular (DOMS)? (3) ¿La autoliberación miofascial con un rodillo de espuma o un masajeador con rodillos antes de la actividad afecta el rendimiento muscular?

- Efectos/ Resultados:

La autoliberación miofascial (SMR) con un rodillo de espuma o un masajeador con rodillos parece tener efectos a corto plazo sobre el aumento del ROM articular sin afectar negativamente el rendimiento muscular y puede ayudar a atenuar las disminuciones en el rendimiento muscular. Los episodios cortos de SMR antes del ejercicio no parecen afectar el rendimiento muscular.

- Conclusión:

Los resultados de este análisis sugieren que el rodillo de espuma y el masaje con rodillos pueden ser intervenciones efectivas para mejorar el ROM articular y el rendimiento muscular antes y después del ejercicio. Sin embargo, debido a la

heterogeneidad de los métodos entre los estudios, actualmente no hay consenso sobre el programa óptimo de SMR.

Artículo 7

- Título. Autor y año. Editorial: Ciematnieks, U., & Tomanoviča, E. (2020, May). Effect of Foam Roller and Static Stretching on Biomechanical Parameters of Muscle. In SOCIETY.INTEGRATION.EDUCATION. Proceedings of the International Scientific Conference (Vol. 6, pp. 150-157).

- Propuesta de Intervención: Conocer el método más eficaz para reducir la tensión muscular en las extremidades inferiores.

- Efectos/ Resultados:

El estudio identifica cambios en los parámetros biomecánicos del grupo de músculos isquiotibiales después de ejercicios generales de estiramiento y rodillo de espuma, utilizando la medición de parámetros biomecánicos Myoton PRO.

- Conclusión:

Los ejercicios con rodillos de espuma para la liberación miofascial son tan efectivos como los ejercicios de estiramiento estáticos.

Artículo 8

- Título. Autor y año. Editorial: Dębski, P., Białas, E., & Gnat, R. (2019). The parameters of foam rolling, self-myofascial release treatment: a review of the literature. Biomedical Human Kinetics, 11(1), 36-46.

- Propuesta de Intervención:

El propósito de esta revisión es seleccionar y evaluar críticamente la literatura actual y determinar los valores de los siguientes parámetros: (1) duración de la terapia, (2) volumen de presión aplicada, (3) velocidad y (4) frecuencia de giro, (5) tipo de rodillo, (6) la cantidad de aplicaciones de tratamiento durante una sesión, (7) la duración de los intervalos entre aplicaciones que arrojan los mejores resultados en términos de tejido blando.

- Efectos/ Resultados:

Por lo general, los pacientes pueden soportar una presión máxima tolerable durante 30 a 120 segundos, repetidos 1 a 3 veces, separados por 30 segundos de

descanso. La intensidad de un solo movimiento rodante debe ser moderada y el movimiento debe durar unos 3 segundos. Se recomienda mantener el rodillo en áreas particularmente sensibles para liberar la tensión y mejorar la perfusión sanguínea.

- Conclusión:

Actualmente, no hay consenso sobre un programa FR óptimo. Sin embargo, existe una tendencia a utilizar herramientas SMR con un método basado en la fisiología para mejorar la eficacia terapéutica.

Artículo 9

- Título. Autor y año. Editorial: Macgregor, L. J., Fairweather, M. M., Bennett, R. M., & Hunter, A. M. (2018). The effect of foam rolling for three consecutive days on muscular efficiency and range of motion. *Sports Medicine-Open*, 4, 1-9.

- Propuesta de Intervención:

Diseño cruzado aleatorizado, 16 hombres sanos y activos completaron 2 min de descanso o FR de los extensores de la rodilla en tres días consecutivos. Las propiedades mecánicas del vasto lateral (VL) y el recto femoral (RF) se evaluaron mediante tensiomiografía. También se evaluaron la contracción voluntaria máxima de extensión de rodilla (MVC) y el ROM de flexión de rodilla, y se registró la amplitud de la electromiografía de superficie (RMS) durante una contracción isométrica submáxima (50% de MVC). Las medidas se realizaron antes y después (0, 15 y 30 min) de FR o descanso.

- Efectos/ Resultados:

MVC se redujo en los días posteriores en la condición de reposo en comparación con FR; El ROM no fue diferente a través del tiempo o la condición. Las características de rigidez de la VL fueron diferentes al tercer día de FR. RMS se redujo estadísticamente 0, 15 y 30 min después de FR en comparación con el descanso.

- Conclusión:

Después de FR, MVC se elevó en comparación con el reposo y RMS se redujo transitoriamente durante una tarea submáxima. La eficiencia de excitación de los músculos involucrados puede haber sido mejorada por FR, que protegió contra la disminución de MVC que se observó con el reposo.

Artículo 10

- Título. Autor y año. Editorial: Capote Lavandero, G., Rendón Morales, P. A., Analuiza Analuiza, E. F., Guerrero González, E. S., Cáceres Sánchez, C. P., & Gibert ó Farril, A. R. (2017). Efectos de la autoliberación miofascial. Revisión sistemática. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 36(2), 271-283.

- Propuesta de Intervención:

Evaluar la evidencia existente en la bibliografía sobre este tipo de técnicas y sus efectos reales encontrados.

Métodos: se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos electrónicas Pubmed, ScienceDirect, SportDiscus y Scopus, incluyendo artículos hasta mayo de 2016. Las palabras de búsqueda utilizadas fueron "foam roller", "foam rolling", "self-myofascial", "effects" y "range of motion".

- Efectos/ Resultados:

La ALM parece tener efectos a corto plazo sobre el rango de movimiento, sin afectar al rendimiento muscular y favoreciendo la recuperación y disminuyendo la aparición de dolor muscular de aparición tardía.

- Conclusión:

La técnica de ALM es novedosa y de reciente aplicación en el ámbito deportivo, aunque existe escasa evidencia sobre su método de aplicación debido a la heterogeneidad de los métodos utilizados.

Artículo 11

- Título. Autor y año. Editorial: de Baranda, P. S., Ayala, F., Cejudo, A., & Santonja, F. (2012). Descripción y análisis de la utilidad de las pruebas sit-and-reach para la estimación de la flexibilidad de la musculatura isquiosural. Revista Española de Educación Física y Deportes, (396), 119-119.

- Propuesta de Intervención:

Describir la metodología de valoración de las pruebas sit-and-reach más empleadas en el ámbito escolar y físico deportivo; así como aportar valores de referencia que puedan ser utilizados por profesores de Educación Física, entrenadores y preparadores físico-deportivos.

- Efectos/ Resultados:

La utilización de los test sit and reach original o el test toe touch.- Si se quiere valorar de forma unilateral se puede utilizar el test back-saver sit-and-reach test- Lo importante será utilizar el mismo test de referencia, con sus respectivos valores de referencia, con el objetivo de poder detectar los valores de flexibilidad y, en función de éstos, aportar una información que pueda ayudar al profesional a decidir si es necesario aplicar un programa de estiramientos o, en su caso, valorar la eficacia de los mismos.

- Conclusión:

Todas las pruebas de estimación de la flexibilidad isquiosural anteriormente descritas han sido ampliamente empleadas en la literatura científica como herramientas para (a) categorizar el estado de la musculatura isquiosural de un sujeto o grupo de ellos y (b) evaluar la eficacia de la respuesta ante programas de mejora de la flexibilidad isquiosural.

I.6. Diseño metodológico

Tipo de estudio

Estudio cuantitativo de tipo transversal con un diseño de carácter pre experimental el cual tiene por objeto determinar la efectividad de aplicación del Foam Roller en ciclistas de ruta intra-competencia respecto de la fatiga muscular producto de los largos períodos de competencia.

Localización y temporalidad

La presente investigación se lleva a cabo durante el desarrollo de la carrera ciclística por etapas “Vuelta al Valle” durante el mes de Noviembre-Diciembre en la localidad de Allen, durante el espacio de tiempo comprendido del año 2023.

Población y muestra

Población conformada por 6 ciclistas, de sexo masculino cuyo rango etario se extiende desde los 18-45 años de edad, que manifiestan fatiga muscular post carrera.

Criterios de Inclusión

- Sujetos que manifiestan haber sufrido cansancio muscular durante competiciones anteriores.
- Permanecer en competencia.
- Ciclistas de ruta.

Criterios de Exclusión

- Estar cursando con algún tipo de lesión que impide el poder realizar los diferentes ejercicios propuestos del programa.

I.7 Justificación

La presente investigación se enfoca en estudiar el efecto de la utilización del FR como método de recuperación de la fatiga muscular intra-competencia en corredores ciclistas.

Después de un largo período de ruta exigente, ya sea por distancia, desnivel acumulado o ambas, se debe procurar el descanso y la recuperación muscular en los ciclistas. De esta manera nos aseguraremos que los músculos reciben y asimilan aquellos nutrientes necesarios para una regeneración de las fibras musculares (lesionadas durante el esfuerzo físico) consiguiendo una mejora de su capacidad de resistencia.

La autoliberación miofascial es una técnica en la que se aplica presión a los músculos y tejidos blandos del cuerpo para liberar la tensión y los puntos de restricción. Se utiliza para promover la relajación muscular, mejorar la flexibilidad y aliviar los dolores musculares. Existen varias formas de practicar la autoliberación miofascial, es una técnica en la cual los sujetos utilizan su propia masa corporal sobre un elemento externo, en este caso el FR, cilindro de plástico sólido encerrado por una pequeña capa de espuma densa, que varía en densidad, forma y textura de la superficie, para ejercer presión sobre los tejidos blandos afectados.

La presión aplicada durante la autoliberación miofascial ayuda a deshacer las adherencias en los músculos y la fascia. El objetivo es mejorar la flexibilidad de los músculos y facilitar la circulación sanguínea, lo que a su vez aumenta la nutrición en esa área. Esto puede aliviar el dolor percibido tras largos kilómetros y prevenir

posibles lesiones musculares, contribuyendo asimismo sobre el rendimiento del deportista. El automasaje realizado con diferentes posiciones del cuerpo afecta tanto al músculo como al tejido conectivo circundante.

En conclusión, considero que el FR es una herramienta muy valiosa durante la competencia ya que es una forma de autoayuda para mantenerse en las mejores condiciones posibles.

CAPÍTULO II

II. Marco teórico

II.1. Tejido muscular

De acuerdo a Megías, Molist, Pombal (2023) el estudio del tejido muscular es de gran relevancia ya que constituye el 40% de los tejidos del cuerpo humano. Su principal función se basa en la capacidad contráctil que presentan sus células, denominadas también fibras musculares. Estas células producen el movimiento de órganos y sistemas mediante procesos de contracción debidos a la asociación entre miofilamentos de proteínas motoras presentes en su citoplasma (actina y miosina).

El músculo se considera un tejido dinámico implicado en el movimiento, la postura, la respiración, y en la termorregulación corporal.

Durante la competencia de ciclismo, se ven afectadas principalmente dos tipos de fibras musculares: las fibras de contracción rápida (tipo II) y las fibras de contracción lenta (tipo I).

Según lo exponen McArdle, I. Katch, L. Katch (2015) las fibras de contracción rápida (tipo II):

- Son fibras musculares que tienen una alta capacidad de generación de fuerza, pero se fatigan rápidamente.
- Durante la competencia en el ciclismo, se ven afectadas principalmente en los esfuerzos de alta intensidad, como los sprints o las subidas empinadas.
- Estas fibras dependen principalmente del sistema de fosfágeno y la glucólisis anaeróbica para generar energía rápidamente.

En cuanto a las fibras de contracción lenta (tipo I), estos mismos autores nos dicen qué:

- Estas fibras musculares tienen una alta capacidad de resistencia y se fatigan más lentamente que las fibras de contracción rápida.
- Durante la competencia en el ciclismo, se ven afectadas principalmente en los esfuerzos de larga duración y menor intensidad, como las etapas de larga distancia.

- Estas fibras dependen principalmente del metabolismo aeróbico para generar energía de manera continua.

II.2. Sistema fascial

En el escrito de Rios (2018) se dice que la fascia constituye un tejido conectivo con gran importancia en el movimiento corporal humano.

Definición:

Etimológicamente, la fascia es una palabra con raíz en el latín y puede ser traducida como banda, faja o venda. En cuanto a Stecco et al., (2018) lo definen como:

“El sistema fascial consiste en un continuo tridimensional mullido, laxo y denso tejido conectivo fibroso, que contiene colágeno y que se extiende por todo el cuerpo. El sistema fascial rodea, entreteje y se interpenetra entre los órganos, músculos, huesos y fibras nerviosas, dotando al cuerpo de una estructura funcional, y proporcionando un entorno que capacita a todos los sistemas corporales funcionar de manera integrada.”

Lo que nos dice este autor es que la fascia es una red fibrosa tridimensional de tejido conectivo que rodea cada nervio, músculo y vaso sanguíneo del cuerpo humano sirviendo de conexión entre huesos, músculos, órganos y sistemas como el vascular, músculoesquelético e incluso el sistema digestivo, además de desempeñar un papel imprescindible en la transmisión de fuerzas entre músculos. Esta red no es regular, teniendo diferentes concentraciones de colágeno que proporciona sostén, le da forma a la red y estabilidad, y elastina, que permite la flexibilidad.

Características

Pilat, Batuecas Suárez, González Nieto (2003) estos autores exponen que el sistema fascial del organismo forma una red ininterrumpida que, de diferentes modos, controla todos los componentes de nuestro cuerpo. No es posible mantener un cuerpo saludable sin que exista un sistema fascial saludable. Este sistema debiera encontrarse en un equilibrio funcional. La presencia de restricciones del

sistema fascial y de su estructura interna crea “incomodidades”. El sistema fascial puede encontrarse en una excesiva tensión o puede estar demasiado distendido; en ambas situaciones, la función corporal queda afectada.

Acorde a Tutusaus H., Potau G. (2015) el papel de las fascias en el organismo es realmente variado y determinante. Las funciones más destacadas son:

- Cubre todas las estructuras musculares y viscerales, dándoles protección y autonomía, conectándose entre sí.
- Adaptación a las fuerzas mecánicas, ya que las fibras que forman este tejido (colágeno, elastina y reticulina) se ordenan en la dirección de la fuerza que actúa sobre ellas.
- Integridad postural, pues se han observado un gran número de estructuras neurosensoriales mielinizadas, lo que le confiere un papel destacado en la propiocepción y en la recepción del dolor, por lo que la fascia es importante para el mantenimiento de la postura en bipedestación.
- Transmisión de movimientos tan importantes como la contracción cardíaca o la respiración diafragmática, se transmiten a modo de impulsos a través del tejido conectivo.
- Asegurar la vascularización e inervación, ya que envuelven los vasos sanguíneos y estructuras nerviosas, facilitando su llegada al órgano destino.

Pilat (2003) pone de manifiesto que la presencia de restricciones del sistema fascial y de su estructura interna crea adherencias que interfieren el desarrollo funcional óptimo de todos los sistemas corporales. Según su ubicación y profundidad asumen diferentes funciones como la protección, comunicación, soporte y transmisión de fuerzas (Ferreira, 2015).

Tortora & Derrickson (2011) argumentan que la fascia superficial (estrato subcutáneo o hipodermis), que separa al músculo de la piel, se compone de tejido conectivo areolar y tejido adiposo. Provee una vía de ingreso y egreso de nervios, vasos sanguíneos y vasos linfáticos al músculo.

Siguiendo con esto Ferreira (2015) destaca que la fascia profunda es un tejido conectivo denso e irregular que reviste las paredes del tronco y de los miembros, y mantiene juntos a los músculos con funciones similares. Esta fascia permite el libre movimiento de los músculos, transporta nervios, vasos sanguíneos y linfáticos y rellena el espacio libre entre ellos. Ambas fascias deben contar con

adecuados niveles de tensión y compresión que permitan un buen deslizamiento, disminuyendo la aparición de adherencias y restricciones que puedan comprometer su óptimo funcionamiento. Además, Tortora & Derrickson (2011) aportan que desde la fascia profunda se extienden tres capas de tejido conectivo para proteger y fortalecer el músculo esquelético (epimisio, perimisio y endomisio).

Anatomía y Biomecánica del Sistema Fascial

Pinzón, 2014 comunica que el el sistema fascial (SF) lo constituye una serie ininterrumpida de tejido conjuntivo fibroso de origen embrionario mesodérmico, formado por capas en dirección oblicua, transversal o circular dándole aspecto en espiral. Los enfoques topográficos y comparativos permiten distinguir tres tipos diferentes de fascias: la superficial, la profunda y la visceral. Conforme a Natale et al., 2015 el primero está más conectado a la piel, el segundo a los músculos y el tercero a las vísceras. Según Ferrer, 2011 y Rubio & Paredes, 2004 la microestructura del SF está comprendida por fibras, tejido de cohesión, células libres y sustancia fundamental:

- Fibras: principalmente formadas por colágeno (hasta 12 tipos diferentes en función la densidad y necesidades del tejido, que representan del 60-70% de la masa del SF), que le dan solidez y estructura; elastina (que son fibras largas y delgadas interconectadas entre sí) y reticulina (que son fibras de colágeno inmaduro que no están inmersas en la sustancia fundamental) que le dan elasticidad y ayuda a crear la base del tejido conjuntivo.
- Tejido de cohesión: formado por heparina, fibronectina y ácido hialurónico que ofrecen un substrato a las células del sistema nervioso, vascular y al epitelio.
- Células libres: como los fibroblastos, que serían los obreros del tejido conjuntivo, que segregan el colágeno necesario para renovar y reestructurar la red fascial, así como cerrar las heridas. También hay glóbulos blancos encargados de la defensa del cuerpo.
- Sustancia Fundamental: sustancia viscosa formada por agua y glucosaminoglicanos que permiten el intercambio celular dando diferentes propiedades al tejido.

Pinzón, 2014 también nos dice que su microestructura coloide posee propiedades derivadas de la mecanorregulación dada por las características de la tensegridad (propiedad del tejido que le da soporte y rigidez en los elementos estructurales, capaces de actuar conjuntamente bajo esfuerzos intrínsecos -tracción y compresión- propiciando resistencia y estabilidad), donde existen células musculares lisas propias y receptores de Golgi, corpúsculos de Paccini (atribuyendo sensibilidad a la vibración), órganos de Ruffini (siendo capaz de responder a impulsos lentos y presiones sostenidas) y terminaciones nerviosas libres de fibras sensitivas tipo III y tipo IV así como receptores del dolor. También existen mecanorreceptores de bajo umbral que responden a un estímulo mecánico extremadamente suave que puede generar una respuesta autónoma.

Por su parte, Ingber, 2008 alega que las moléculas, las células, los tejidos, los órganos y nuestros cuerpos enteros usan la arquitectura de la "tensegridad" para estabilizar mecánicamente su forma e integrar perfectamente la estructura y la función en todas las escalas de tamaño. Mediante el uso de este sistema de construcción dependiente de la tensión, las fuerzas mecánicas aplicadas en la macroescala producen cambios en la bioquímica y la expresión génica dentro de las células vivas individuales.

Se ha mostrado que el SF posee propiedades mecánicas de transmisión de energía como lo comprobó el estudio de Carvalhais y colaboradores en 2013, que evidenció una transmisión de tensión entre el músculo Latísimo del Dorso que modificó las variables pasivas del glúteo mayor en la cadera, proporcionando evidencia de transmisión de fuerza miofascial in vivo (Carvalhais et al., 2013).

Para un apropiado intercambio de los líquidos corporales, Rubio & Paredes, 2004 argumentan que debe haber una correcta movilidad de los tejidos para que no se altere la microcirculación y por tanto el equilibrio de Starling (equilibrio en la dinámica capilar, cuando las fuerzas que intercambian los fluidos entre los espacios intravasales e intersticiales -hidrostática y coloidosmótica- son iguales). Se producen reacciones con endurecimiento de la sustancia fundamental y acumulación de toxinas al tiempo que no se garantiza una adecuada nutrición de los tejidos; provocando producción excesiva de colágeno que fibrosa el tejido y da lugar a la formación de áreas de atrapamiento y compromiso vascular de las estructuras contráctiles (contracción isquémica dolorosa debido a la estimulación de receptores vaniloides). En este mecanismo las terminaciones sensitivas libres son atrapadas

causando hipersensibilidad local; llevando a un fenómeno de “sensibilización central” que facilita las reacciones referidas al segmento espinal, dando como respuesta una hipertonía en los músculos paravertebrales en el mismo nivel. La instauración de varios puntos de atrapamiento miofascial provoca daño celular, liberación de ATP y manifestación dolorosa por estimulación de receptores purinérgicos.

Continuando con el tema, lo que provoca la autoliberación miofascial (SMR) argumenta Mike Robertson 2008, mediante el FR es posible gracias a la principio conocido como inhibición autógena. El protagonista aquí es el órgano tendinoso de Golgi (GTO), es el ingrediente clave que hace que el FR sea efectivo. El GTO es un mecanorreceptor que se encuentra en la unión músculo-tendón; a falta de una mejor descripción, nos muestra el nivel de tensión dentro del grupo de músculo/tendón.

Cuando la tensión aumenta hasta el punto de alto riesgo de lesión (por ejemplo, rotura del tendón), el GTO estimula los husos musculares para relajar el músculo en cuestión. Esta relajación refleja es autógena. La contracción muscular que precede al estiramiento pasivo estimula el GTO, que a su vez causa relajación que facilita este estiramiento pasivo y permite un mayor rango de movimiento. Con el FR se puede simular esta tensión muscular, provocando así que el GTO relaje al músculo.

Básicamente, se obtienen muchos de los beneficios del estiramiento y más. También está bastante aceptado que los músculos no sólo deben ser fuertes, sino también flexibles, es importante tener fuerza y función óptima a través de un rango completo de movimiento. Mientras que el estiramiento mejora la longitud del músculo, la SMR y masajes ajustan también el tono del músculo.

II.3. Fatiga neuromuscular

Según Urdampilleta et al., (2014), y como también se citó en Diéguez Cid (2018) una de las principales prioridades de los deportistas es conseguir una recuperación muscular lo antes posible. El daño muscular es provocado por realizar deporte de una forma intensa o no habitual. Este produce una fatiga que limita el rendimiento muscular, limitando así la fuerza, la potencia o la velocidad. También las caídas y golpes que se puedan realizar en el deporte practicado provocan un aumento de la fatiga muscular. Se emplean diferentes métodos de recuperación después del ejercicio.

Cárdenas et al., (2017) asumen que se podría definir a la fatiga como un fallo funcional del organismo que se ve reflejado en una disminución del rendimiento y que se va a originar generalmente por un excesivo gasto de energía o por el decrecimiento de elementos necesarios para la generación de ésta. La fatiga puede ser el resultado de una alteración de cualquier proceso que dependa de una contracción muscular y que aparece como consecuencia de una alteración simultánea de varios de estos procesos.

Existen varias teorías, de acuerdo a Isabella, Pablo (2013), que pretenden encontrar el origen de la fatiga muscular, una de ellas sostiene que cuando se finaliza una sesión de trabajo, en la que se va a distinguir una elevada intensidad y una prolongada duración de ejercicio, se producen cambios iónicos en la membrana miolema, lo que contribuye a la aparición de lesiones en el tejido muscular .

Para Quinchanagua (2017) se debe tener en cuenta que la fatiga muscular puede ser un estado moderador de una actividad, porque ésta aparece cuando se empiezan a generar cambios físicos y a su vez mentales dentro del ejercicio que estamos realizando, también puede ser causada por alguna deficiencia en la técnica deportiva la cual puede crear una mayor probabilidad de lesiones deportivas.

Encontramos varios problemas al investigar la fatiga, a causa de su complejidad en la cantidad de factores que influyen para que ésta surja y como se manifiesta, se ha propuesto por diversos autores que depende el origen del cual se derive la fatiga, puede ser determinada como fatiga central o fatiga periférica. La fatiga central se refiere a las acciones que afectan neuronalmente la contracción muscular y la fatiga periférica, cuando se presenta un deterioro de los procesos bioquímicos de la contracción muscular (Santos, Dezan, Sarraf, 2003).

Entonces, ¿Por qué ocurre la fatiga muscular?

Enoka, R & Duchateau, J (2008) postulan que la fatiga muscular aparece cuando se perturba alguno de los tantos procesos fisiológicos que permiten a las proteínas contráctiles generar fuerza.

Gandevia, S. (2001) y Hohmann, A., Lames, M. y Letzeier, M. (2005) nos dicen que estos procesos pueden ser de índole metabólico (fatiga muscular periférica), implicando a los sistemas energéticos y la producción de energía para la

contracción, o del orden neuronal (fatiga muscular central), relacionándose con la conducción de los estímulos a través del sistema nervioso y hasta los músculos.

Además, conforme a Wilmore, J. & Costill, D. (2004), la fatiga puede ser también el resultado de la alteración de la homeostasis debido a la tensión ambiental.

Mahdavi, N. et al., (2020) exponen que la naturaleza multidimensional de la fatiga permite clasificarla de acuerdo a su duración en:

- Fatiga muscular de corto plazo: En estos casos se produce un descenso en la capacidad para aplicar fuerza muscular y se reducen los niveles de control motor, debido a una fatiga de índole localizada.
- Fatiga muscular de largo plazo: Aquí pueden presentarse desórdenes musculoesqueléticos, síndrome de fatiga crónico, e incluso una disminución en el rendimiento del sistema inmune, debido a una fatiga mayormente de tipo central.

Fatiga muscular y tensión ambiental

Existe una continua y dinámica interacción entre los individuos y el ambiente, generando así la necesidad de mencionar una serie de factores que pueden tener influencia sobre la fatiga:

Temperatura ambiental: el escrito de Enoka, R & Duchateau, J (2008) manifiesta también que la exposición del cuerpo humano a distintas temperaturas (en general extremas) provocan una mayor tensión que se denomina estrés termal, el cual puede aumentar los niveles de fatiga muscular.

Altitud: Ruggiero, L. et al., (2020) plantean que la hipoxia provocada en condiciones de mayor altura con respecto al nivel del mar durante el entrenamiento genera un incremento de la fatiga muscular.

Características demográficas: La edad, el sexo e incluso las características antropométricas son cuestiones que también podrían determinar la capacidad para tolerar y acumular fatiga muscular.

Estado psicológico: Un aumento en el estrés debido a temas relacionados con las condiciones psíquicas individuales (ej. problemas de feedback con el entrenador o ansiedad generada por la competencia), pueden incidir sobre los niveles de fatiga muscular.

Se ha demostrado que una recuperación adecuada resulta en la restauración de procesos fisiológicos y psicológicos, por lo que el atleta puede competir o entrenar otra vez a un nivel apropiado. La recuperación del entrenamiento y de las competencias es complejo y típicamente dependiente de la naturaleza del ejercicio desarrollado así como de otros factores estresantes externos. El rendimiento atlético es afectado por numerosos aspectos, y por lo tanto, una adecuada recuperación debe también considerar tales factores, Halson (2013).

II.4. Daño muscular inducido por el ejercicio (EIDM)

El ejercicio físico extenuante en un músculo provoca una lesión, especialmente cuando ese ejercicio es intenso, prolongado o incluye contracciones excéntricas. Dicha lesión recibe el nombre de DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness: Dolor Muscular de Inicio Retardado). Las áreas de unión músculo-tendinosas, son las principales zonas de dolor y fragilidad.

Tal y como lo exponen Klingler et al. (2014) el dolor muscular y la inflamación pueden no ser las únicas causas de daño en el tejido fascial, la alta tensión mecánica ejercida sobre las miofibrillas, más comúnmente observada durante el ejercicio excéntrico, daña el tejido muscular y el tejido conectivo, desencadenando una respuesta inflamatoria aguda que consiste en edema e infiltración de células inflamatorias que conduce a una pérdida de la homeostasis celular, particularmente debido a las altas concentraciones de calcio intracelular. El daño de los sarcómeros, la acumulación de calcio, la degradación de proteínas y la presión osmótica se combinan para sensibilizar a los nociceptores y otros receptores del dolor, lo que provoca la sensación del DOMS. Este es considerado como una distensión muscular de tipo I que produce sensibilidad o rigidez ante la palpación y el movimiento, Extremiana, M. & Tejada, I. (2001) argumentan que estos suelen aparecer de 8 a 10 horas después del esfuerzo, alcanzando su pico más alto tras 24-48 horas y decreciendo progresivamente, hasta su total extinción después de 3 ó 4 días, pudiendo limitar la actividad física o provocar dolor desalentando a las personas de continuar su rutina de ejercicio.

También refieren que algunos de los indicadores más importantes del dolor muscular, son la elevación de la concentración de Creatin Kinasa, de la

concentración de Mioglobina, y la disminución en la fuerza de contracción máxima voluntaria.

En resumen, el DOMS favorece la lesión muscular (que produce a su vez, una respuesta inflamatoria) y la fatiga muscular, provocando una pérdida en la fuerza del músculo afectado.

Mecanismos productores

En el apartado de Alonso Extremera, M. & Uribe Tejada, I. (2001) se expone que si bien sabemos que el dolor muscular de aparición tardía se da ante grandes esfuerzos físicos no habituales, desconocidos, de alta fuerza o intensidad y precipitado por contracciones excéntricas, no se conoce exactamente cuál es la fisiopatología del DOMS, existen varias hipótesis relacionadas entre sí de cuáles pueden ser los mecanismos que lo desencadenan, y de acuerdo a ARMSTRONG, R (1984) estas son factores mecánicos, metabólicos y alteración de la microcirculación.

Factores mecánicos

El estrés mecánico es uno de los factores que produce dolor muscular durante el ejercicio, ya que el dolor tiene lugar en el aparato contráctil, el mismo se da con mayor rapidez en la actividad excéntrica que en la concéntrica. La intensidad y duración del ejercicio también son factores mecánicos importantes en la aparición de DOMS. Las contracciones excéntricas son las que producen contracción activa mientras el músculo se alarga, esto hace que se reclute menos unidades motoras dando lugar a que las fibras reclutadas tengan un estrés mecánico más alto produciendo dolor y pérdida de fuerza en los siguientes días. Esta alta tensión mecánica ejercida sobre las miofibrillas, daña el tejido muscular y el tejido conectivo, desencadenando una respuesta inflamatoria aguda, edema e infiltración de células inflamatorias que conduce a una pérdida de la homeostasis celular.

Alteración de la microcirculación

Debido a la inflamación producida por el daño en las fibras musculares y tejido conectivo durante el ejercicio conlleva a un incremento de la presión del tejido con la consiguiente isquemia y alteración de la microcirculación.

Factores metabólicos

Como consecuencia del estrés mecánico y la isquemia desencadenada en el tejido muscular por el ejercicio, produce un aumento en la acumulación intracelular de calcio desencadenando una respuesta inflamatoria con reclutamiento de sustancias inflamatorias como Histamina, Serotonina, Acetilcolina y Prostaglandina como la más importante, ya que tiene un rol clave en la sensibilización de las fibras aferentes del tejido conjuntivo muscular responsables de la transmisión del dolor al sistema nervioso central.

Precisamente la acumulación de calcio, la degradación de proteínas y la presión osmótica se combinan para sensibilizar a los nociceptores y otros receptores del dolor, causando la sensación de DOMS que potencian las terminaciones nerviosas y la percepción del dolor. La aparición de CK (creatina quinasa) en sangre es un marcador indirecto de daño muscular e inflamación en los músculos esqueléticos que podría afectar el rendimiento y la recuperación.

En 1984 Armstrong concluyó que “la inflamación muscular es el resultado de daños en el propio músculo, generalmente en las fibras musculares y posiblemente en el sarcolema” y propuso una secuencia de acontecimientos para la inflamación donde primero se generaba una elevada tensión en el sistema contráctil de los músculos dando como resultado lesiones estructurales en ellos y en los retículos sarcoplasmáticos. Estas lesiones alteran la homeostasis del calcio produciendo necrosis que llega a su punto máximo a las 48 horas luego del ejercicio. En consecuencia aumenta la acumulación de sustancias inflamatorias en las células estimulando terminaciones nerviosas libres de los músculos y transmitiendo el dolor.

De acuerdo a MacDonald (2013) en el rendimiento deportivo, el dolor muscular de inicio retardado repercute negativamente, ya que daña la musculatura y el tejido conectivo, alterando la función muscular, siendo esto más evidente durante la realización de ejercicios de sprint, potencia y salto, y alterando la propiocepción

articular.

II.5. Liberación miofascial - Foam Roller

¿QUÉ ES?

La técnica consiste en la auto-liberación miofascial (ALM), que utiliza rodillos de espuma para enrollar y comprimir tejidos musculares específicos. Es una técnica muy empleada en la actualidad como medio de mejora de la recuperación muscular, flexibilidad, movilidad articular y mejora del rendimiento deportivo. (Génesis Jazmín, V 2021). Además, no requiere de la presencia de un otro que trate al deportista. Se comenzó a popularizar hace unos 20 años y esto se produjo cuando el fisioterapeuta Mike Clark ideó la herramienta por excelencia para realizar el auto-masaje, el Foam Roller o rodillo de espuma.

Para Maldonado (2019), esta es una técnica de tratamiento de efectos sistemáticos que facilita una mejor calidad de vida en los pacientes. Los efectos de la liberación miofascial son la eliminación de adherencias fibrosas al aplicar acción mecánica; favorecer la circulación; incrementar el abastecimiento de sangre tisular; así como aumento del Rango de movimiento (ROM) en el sistema musculoesquelético, subsecuentes a la eliminación de puntos de gatillos latentes, mejorando la elasticidad del tejido.

Mecanismo de acción

La manipulación de los tejidos fasciales se rige por 2 fenómenos básicos: la mecanotransducción y la piezoelectricidad. Mediante estos dos aspectos podemos interpretar que los estímulos mecánicos que intervienen en el tejido conectivo y sus fuerzas tensegríticas, desencadenan respuestas celulares secundarias sobre los tejidos fasciales, facilitando la comunicación celular para una interacción constante. Gracias a estos dos fenómenos, tendrán lugar los mecanismos de transmisión de señales vía corpúsculos de Ruffini, corpúsculos de Paccini, terminaciones nerviosas y órganos tendinosos de Golgi (Ferreira, 2015).

En acuerdo con Fernández-Lázaro et al., (2023) para afrontar los desórdenes musculares y fasciales inducidos por las tensiones psicofísicas, derivadas del

ejercicio extenuante e intenso, y recuperar adecuadamente los deportistas emplean procesos de prevención, tratamiento y readaptación. Esas técnicas favorecen la restauración del comportamiento mecánico y fisiológico musculoesquelético. En el contexto de todo este proceso, la intervención sobre el tejido miofascial, permitiría, potencialmente, la tolerancia a la actividad deportiva intensa, modulando la adaptación muscular. El rodillo de espuma o FR (Figura 1) es un instrumento que permite implementar la liberación miofascial autoinducida, en la que el propio deportista usa el FR para aplicar presión de forma directa sobre la musculatura diana. FR es un cilindro cuyo interior puede ser hueco o no, recubierto de espuma y con diferentes tamaños y densidades (Tabla 1). El FR permite realizar presión, que depende directamente del peso corporal que se deja reposar sobre él, y hacerlo rodar sobre la musculatura diana a tratar, considerando que la presión directa puede cambiar las propiedades viscoelásticas del tejido miofascial. Se puede variar la posición del cuerpo y aislar una región específica de un área afectada. Esta técnica ha demostrado ser óptima en el alivio del dolor debido a varias respuestas fisiológicas. Entre ellas destacan el aumento de la dilatación del sistema arterial, vasodilatación y aumento de flujo sanguíneo en las fascias, ayuda a la restauración de tejidos blandos y al aumento de dióxido de nitrógeno. La herramienta del FR por su laminado de espuma compresiva, tiene la capacidad de recuperación. La fricción generada durante el movimiento de balanceo hará que la temperatura de la fascia aumente, cambiando a un estado más fluido, rompiendo así las adherencias fibrosas de diferentes capas de la fascia y restaurando la ductilidad del tejido blando (Lavandero et al., 2017).

Actualmente, el FR es un instrumento ampliamente empleado como terapia de simulación de liberación miofascial utilizado por deportistas de élite y recreacionales, aunque desde finales de la década de los 80 del siglo XX se han utilizado como herramientas de auto-masaje.

Figura 1. Tipos de Foam Roller.



Tabla 1. Características y recomendaciones de uso.

<i>Tipos de Roller Foam</i>	<i>Características y recomendaciones de uso</i>
<i>Baja densidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ligeros y suaves al contacto con el cuerpo. Permiten su uso sin sentir una presión muy intensa. - Aplicación recomendada en zonas musculares con gran rigidez muscular; zonas delicadas o dolorosas. - Para grupos musculares como la parte lateral del muslo (vasto externo del cuádriceps y tensor de la fascia lata), la zona de la espalda, evitando clavarnos las apófisis vertebrales.
<i>Densidad firme</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Son duros al contacto con el cuerpo, pudiendo incluso resultar doloroso por la elevada presión. - Aplicación recomendada para recuperar rápidamente, debido a que produce masaje muy profundo con descarga muscular más efectiva, equivaliendo a días de recuperación y sesiones específicas de masoterapia. - Para grupos musculares más difíciles de masajear siendo necesaria la profundidad, como pueden ser los sóleos, isquiotibiales y/o tibial anterior.
<i>Con relieve</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Poseen protuberancias moderadas que distribuyen la presión ejercida a lo largo del FR. Son bastante agradables dado que tienen una densidad intermedia. - Aplicación recomendada de uso diario en los entrenamientos por su bajo peso y tamaño reducido. - Permiten liberar el tejido fascial y en concreto incidir más sobre determinados puntos gatillo.

Fuente: Adaptado de Fernández-Lázaro et al., (2023).

¿Cómo usar el foam roller?

En efecto con los escritos de Asurmendi I. (2017) y Ferreira L. (2015) el tejido fascial posee una gran cantidad de receptores que van a ser de vital importancia a la hora del empleo del foam roller. Entre ellos encontramos: órganos tendinosos de Golgi (OTG), corpúsculos de Ruffini, corpúsculos de Paccini y terminaciones nerviosas.

Así pues destacan entre las principales técnicas de liberación miofascial: el estiramiento directo, la presión-deslizamiento (presión progresiva con deslizamiento sobre los puntos o zonas de restricción fascial) y la presión-inhibición (presión progresiva y continuada sobre un punto de restricción fascial).

Para el uso del foam roller, se emplean las 2 últimas y según su forma de aplicación, incidiremos sobre unos aspectos u otros. Mediante la técnica de presión-deslizamiento, incidiremos sobre todos esos receptores mencionados anteriormente. Sin embargo, con la técnica de presión-inhibición, incidiremos de manera más directa sobre los OTG, mediante la inhibición del reflejo miotático o también llamada inhibición autógena.

Lewis-McCormmick I. (2013) y Fama B, Buetti D. (2011) agregan que ésta se produce cuando hay una tensión excesiva en el tendón y se envía una señal a la médula espinal, donde se produce una respuesta inhibitoria a la neurona motora, provocando la relajación del músculo para protegerlo. Otro aspecto mediante el cual actúa el foam roller es el mecanismo del gate control.

Para explicarlo de manera sencilla, cuando varios estímulos se dirigen al mismo nivel (dolor y presión), se produce un conflicto en la entrada y salida de información por parte de los nociceptores, de forma que se produce una inhibición del dolor de manera temporal. Dentro de las formas de aplicación, no se establece un consenso en la literatura científica sobre su uso.

En la siguiente tabla podemos observar bases para el empleo del foam roller según lo revisado en la evidencia científica actual (tabla 2).

Bases para el uso del foam roller	
Técnicas	Presión-deslizamiento Presión-inhibición
Duración	Series de entre 30 y 120 segundos (depende del objetivo) De 2 a 5 series 10-20 min de tratamiento total (depende del número de músculos) Tratamiento de al menos 90-120 seg según Barnes; tratamiento de al menos 3 min según Ercole
Cadencia	Para activación, cadencias más rápidas: 1-2 seg Para relajación, cadencias más lentas: 3-4 seg
Dirección	De forma transversal a la musculatura es más efectivo
Fuerza aplicada	Ejercida con el propio peso corporal Algunos estudios establecen la máxima tolerable Otros estudios hablan de una presión medio-alta (27-28/21)
Tipos de material	Foam roller, rodillos manuales, pelotas de tenis, etc Materiales de diferentes densidades
Densidad del rodillo	Materiales más densos: actúan en menor superficie pero más profundo Materiales menos densos: actúan en mayor superficie pero más superficial
Uso	Uso diario (1-2 veces al día) Tanto como parte del calentamiento y de la vuelta a la calma

Tabla adaptada de Asurmendi I. (2017); Barnes MF. (1997) - Cheatham S, et al., (2015); Bushell JE, Dawson SM, Webster MM. (2015); Monteiro E, et al., (2017).

En lo que respecta a este trabajo de investigación se llevará a cabo el siguiente protocolo teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente sobre las bases de la utilización del FR que se proponen en la literatura actual en relación a los diversos autores de la Tabla 2:

- Técnicas: Presión-deslizamiento.
- Duración: 2-3 series, 10/15' de tratamiento total.
- Cadencia: Más lentas, de relajación 3-4".
- Fuerza aplicada: Ejercida con el propio peso corporal.
- Tipo de material: Foam Roller.
- Frecuencia: 1 vez por día de competencia.

II.6. Estudios que documentan la fiabilidad y validez de la utilización del Test V Sit and Reach

De acuerdo a los estudios realizados por Santonja, Ferrer & Martínez (1995) la exploración clínica de la extensibilidad de la musculatura isquiosural ha sido origen de controversia, por las diferentes maniobras utilizadas y por el establecimiento de los límites entre la normalidad y grado de cortedad. Las pruebas de valoración basadas en medidas longitudinales, comúnmente conocidas como pruebas “distancia dedos planta” o “sit-and reach”, son las que con mayor frecuencia, profesores de Educación Física, entrenadores y preparadores físico-deportivos emplean para estimar la flexibilidad de la musculatura isquiosural según los análisis de Holt, Pelham & Burke (1999) y López et. al (2007). De hecho, el Australian Council for Health Physical Education and Recreation (ACHPER) nos dice que estas pruebas han sido incluidas en numerosas baterías de tests de valoración de la condición física.

La razón principal de su gran popularidad reside en la sencillez y rapidez de su proceso de administración, pues consisten en la medición de la distancia existente entre la punta de los dedos de la mano y el suelo o la tangente a la planta de los pies al realizar la máxima flexión del tronco activa con rodilla/as extendida/as.

En tanto que, no existe unanimidad al fijar los límites de normalidad y cortedad de los test sit and reach. Hay que tener en cuenta, que sería necesario conocer qué valores de referencia se pueden utilizar como indicadores de “buena” flexibilidad o “mala” flexibilidad, con el objetivo de determinar el nivel de flexibilidad de una persona y determinar si es necesario introducir un programa de estiramientos que mejore esos valores. Con relación a la musculatura isquiosural, Santonja et al. (1995) presenta que existen dos grados de cortedad. El grado I, la más frecuente, y la marcada o grado II, que en una altísima proporción produce repercusiones sobre el raquis lumbar y en ocasiones sobre el raquis dorsal.

Para el test sit-and-reach, Santonja et al. (1995) consideran que en adolescentes y adultos son normales los valores de +5 cm, la cortedad moderada la marcaría el rango entre -6 y -15 y la cortedad marcada a partir de -15 cm. Cornbleet y Woolsey, así como la AAHPERD20 indican que el valor mínimo aceptable para pasar el test SR es de al menos 2 cm más allá de la tangente de la planta de los

pies, para todas las edades y sexos, sin diferenciar grados de cortedad.

En el presente estudio es posible posicionar a la mayoría de los ciclistas participantes entonces dentro de valores normales teniendo en cuenta el protocolo de trabajo y los días de competición que se han realizado, demostrando solo 2 de la totalidad de los ciclistas quienes registran valores de cortedad moderada.

Valoración subjetiva del deportista: escalas de esfuerzo percibido

La segunda vía en la que está centrado este trabajo, para la evaluación de la intensidad, es la estimación subjetiva del propio deportista, del esfuerzo que ha realizado en cada etapa de competencia.

Universalmente se acepta a la frecuencia cardiaca (FC) como recurso para determinar la intensidad del esfuerzo y efectuar el control de las cargas, pero surgió la necesidad de conocer la opinión del atleta, es decir, cómo valora la repercusión de ésta sobre su organismo (Borg, 1970; en Barrios Duarte, 2002). De ahí la estimación del esfuerzo que tuvo que realizar para cumplir con las tareas encomendadas. La valoración en cuestión es una descripción del conjunto de sensaciones que se producen, y que parten de señales fisiológicas periféricas, cardiorrespiratorias y metabólicas: tensión en músculos y articulaciones, estado de los sistemas energéticos, concentración percibida del lactato, etc. (Arruza, 1996; en Barrios Duarte, 2002). Se trata de una dimensión nueva, de carácter psicofisiológico pero subjetiva, que complementa y enriquece la información del proceso de entrenamiento. Ella ayuda a la toma de decisiones para favorecer la adaptación.

En el entrenamiento en general, y en los que la fatiga tenga una importancia especial, como son los de resistencia, la percepción de la fatiga debe ser controlada de manera concreta. Se ha demostrado que los factores fisiológicos tienen una mayor influencia sobre la percepción de la fatiga que los psicológicos (Borg, 1982; en Osorio Lozano, 2001).

Es muy posible, como piensa Borg (1970) en Barrios Duarte (2002), que todas estas sensaciones se vean integradas en una determinada estructura con el objeto de percibir las como una sensación total; lo que ha podido ser comprobado con los valores arrojados por cada uno de los deportistas al finalizar cada día de competencia que tuvo la vuelta al Valle.

CAPÍTULO III

III. 1. Plan de trabajo

Descripción de competencia

Teniendo en cuenta que el ciclismo de ruta, deporte sociomotriz de cooperación y oposición en el que existe incertidumbre con el medio, el adversario y con el compañero; cabe aclarar en este punto que la red de interacción de marca en conjunto y contrarreloj individual y por equipos concluye luego de haber cumplido cierta distancia en el menor tiempo posible.

El desarrollo en cuestión se realizó sobre la totalidad de ciclistas pertenecientes a un mismo equipo, es posible citar aquí a Hernández Moreno, 1994 este nos dice qué:

“Cuanto más amplio sea el espacio deportivo, el tiempo empleado en la realización de una conducta estratégica será mayor...”.

El mismo autor señala que la estrategia requiere una organización rítmica en su desarrollo y que dicho ritmo viene marcado por las conductas estratégicas personales y grupales.

En este deporte sociomotriz en particular, los participantes son todos corredores por igual que pueden cumplir diversas funciones de acuerdo al plan estratégico que se tenga. Es decir, entonces, que se destacan tanto a la actuación individual y colectiva ya que cada una de ellas desprende funciones, modos y variantes que hacen del comportamiento estratégico que se pretenda.

La estrategia motriz debe ser considerada desde una doble perspectiva, en cuanto comportamiento del ciclista que puede elegir entre las diversas posibilidades que le ofrecen los distintos parámetros que configuran la acción de juego y en cuanto al equipo, ya que en éste se dan situaciones en las que el ciclista debe necesariamente adecuar su comportamiento estratégico al del equipo.

Protocolo de Intervención

Se llevaron a cabo un total de 4 encuentros en el que participaron 6 ciclistas conformantes del equipo categoría elite “AllenPro” quienes disputaban la carrera ciclista Vuelta al Valle.

Estos fueron citados los 4 días en un mismo lugar, en instalaciones de espacio verde de ambiente confortable para poder ejecutar el programa de intervención. Los encuentros comenzaron cada que culminaban las etapas luego de un break que se tomaba cada uno de ellos como vuelta a calma, cambio de vestimenta e hidratación. El tiempo estimado de cada uno fue de entre 45 y 55 minutos reloj.

Inicialmente, y como un primer acercamiento a la población objeto el primer

día, se planteó la temática con una charla de conceptos básicos y el tipo de procedimiento a utilizar. Se procede con la evaluación de los grupos musculares ejecutando el Test V-Sit and Reach, luego de haber registrado los datos obtenidos se efectúa una demostración de los ejercicios que se muestran en la Tabla 3 y el elemento a utilizar, posteriormente se aplicó la autoliberación miofascial (ALM) mediante FR; cada corredor recibió un FR para poder trabajar de forma continuada y fluida sin interrupciones.

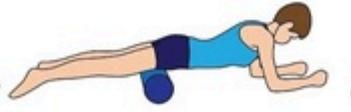
El diseño consta de un total de 10 ejercicios que involucran columna vertebral y miembros inferiores. Estos serán ejecutados con un orden determinado partiendo desde la columna vertebral. Además, se tiene en cuenta la conciencia corporal y la respiración al momento de llevar adelante el programa.

Al finalizar con lo antes mencionado se registraron los datos sobre el esfuerzo percibido tras la etapa del día.

Este proceso se repitió los días restantes de competencia de igual manera.

Tabla 3. Ejercicios a desarrollar con la utilización del Foam Roller.

<p>ZONA DORSAL ALTA</p> <p>Para trabajar esta zona colocaremos los brazos cruzados sobre el tórax, con las manos en el hombro contralateral (para realizar proyección de escápulas y concentrar el trabajo en romboides y trapecio). Podemos trabajar también el tejido muscular que recubre las escápulas, como redondos e infraespinoso, rotando un poco el tronco. Hay que prestar especial cuidado, puesto que el choque óseo con la escápula puede ocasionar molestias.</p>	
<p>ZONA DORSAL BAJA</p> <p>Sin apoyar la región glútea en el suelo, únicamente los pies, con las rodillas flexionadas. Se deben colocar los brazos paralelos al suelo para mejorar el equilibrio, ya que en esta postura no tenemos mucho control de core. Nos deslizamos hasta el borde inferior de la escápula.</p>	
<p>ZONA LUMBAR</p> <p>Con las rodillas semiflexionadas y los pies apoyados en el suelo, manos a la altura de cadera apoyadas en el suelo nos deslizamos a lo largo de la columna lumbar dejando caer el tronco y regresando a posición inicial con la ayuda de manos y pies.</p>	
<p>DORSAL ANCHO</p> <p>Trabajaremos sobre todo la porción axilar, pudiendo trabajar su extensión restante en las posiciones dorsales comentadas anteriormente con la variante de ligera rotación del tronco hacia el lado que queremos trabajar. En decúbito lateral con el brazo homolateral elevado y paralelo al suelo; la pierna contralateral permanecerá elevada. Será con la que nos ayudemos para deslizarnos sobre el rodillo.</p>	
<p>GLÚTEOS</p> <p>Se pueden trabajar conjuntamente con la cintilla iliotibial y músculo tensor de la fascia lata, aunque para focalizarse más en ellos no se debe rotar tanto el cuerpo a decúbito lateral. Ascender bien hasta la cresta ilíaca llegando hasta el trocánter y pasando por el pliegue glúteo.</p>	
<p>CUÁDRICEPS</p> <p>En decúbito prono apoyamos nuestros antebrazos en el suelo. Podemos apoyar las puntas de los pies para obtener mayor estabilidad y nos deslizamos llegando hasta la base de la rótula</p>	

<p>ascendiendo hasta la espina ilíaca anterosuperior. Se pueden trabajar todas las porciones simplemente rotando la cadera.</p>	
<p>ADUCTORES</p> <p>Con apertura de las piernas, subimos y bajamos la pelvis al suelo, dejando rodar la pierna con ambos brazos apoyados. Podemos apoyar ambos pies para conseguir una mayor estabilidad y concentrarnos solo en la zona aductora.</p>	
<p>ISQUIOTIBIALES</p> <p>En supino nos deslizamos llegando desde el isquion hasta la zona poplíteica. Con cadera en rotación externa trabajamos más la zona del bíceps femoral y en rotación interna el semimembranoso y semitendinoso.</p>	
<p>CINTILLA ILIOTIBIAL</p> <p>En decúbito lateral llegando hasta la cresta ilíaca para tocar el tensor de la fascia lata. Cruzamos la pierna contraria, manteniéndola apoyada en el suelo para obtener mayor estabilidad. Ambos brazos deben estar en apoyo.</p>	
<p>GEMELO</p> <p>En decúbito supino, con el único apoyo de las manos en el suelo a la altura de los hombros. Deslizamos dejando caer el peso del cuerpo. Con las caderas en rotación externa trabajaremos más el vientre externo pudiendo llegar incluso a trabajar los peroneos. En rotación interna trabajamos el vientre interno. Rodar desde el hueco poplíteo hasta el tendón de Aquiles.</p>	

III.2. Técnicas de recolección de datos

Teniendo en cuenta que se llevará a cabo el trabajo de investigación desde un enfoque cuantitativo y con un diseño pre-experimental de tipo ensayo clínico las técnicas de recolección de datos a ser empleadas son las siguientes:

- Test V- Sit and Reach.

Ayala et al., (2012) nos argumenta que el test v sit- and- reach es una

modificación del sit and reach test. Este consiste en una prueba sencilla utilizada, por diversos profesionales del mundo del entrenamiento y de la salud, para evaluar la flexibilidad de la musculatura isquiotibial.

Wood (2008) alega que para llevar a cabo la evaluación se debe trazar/marcar en el suelo una línea de base recta donde se colocan los talones, y otra línea de medición que cruza perpendicularmente sobre ella. Ésta última línea transcurre de forma paralela entre medio de las dos piernas.

La prueba se realiza con el sujeto sentado, con las rodillas extendidas y las piernas separadas a 30 cm formando una V. Desde esta posición, se motiva al sujeto a que flexione lenta y progresivamente de forma máxima el tronco, mientras las piernas y los brazos están extendidos con las manos juntas siguiendo la dirección de la línea de medición hacia adelante.

Luego de tres intentos de práctica, el evaluado mantiene el cuarto intento durante 2/3 segundos mientras se registra la distancia. El resultado de la prueba será la posición final alcanzada. Éste mismo dependerá del alcance entre los dedos de la extremidad superior y la línea de base. Será positivo aquél que la supere y negativo aquel que no lo haga.

- Utilización de la escala Borg.

Esta escala relaciona el esfuerzo percibido al hacer un esfuerzo físico con un valor numérico que va desde el 0 (mínimo esfuerzo) hasta el 10 (esfuerzo extremo). No requiere instrumentos de medición, dado que es una escala subjetiva, en la que cada persona evalúa el esfuerzo físico que está haciendo.

Toda esta información se considera importante, ya que podría influir sobre los resultados obtenidos pre y post evaluación de la flexibilidad así como también en la aplicación de la técnica de autoliberación miofascial intra-competencia.

CAPÍTULO IV

Análisis y resultados

La muestra se corresponde a 6 voluntarios ciclistas conformantes del equipo “Allen Pro” el cual participa de la 80° Vuelta al Valle realizada en la ciudad de Allen provincia de Río Negro, durante el mes de Noviembre-Diciembre del año 2023.

El trabajo inició el día Jueves 30 de Noviembre luego de haber transcurrido la primer etapa de competición la cual completó un total de 110 kilómetros de recorrido; los corredores fueron evaluados mediante el test de V Sit and Reach y el protocolo de intervención con la utilización del FR, por último expresaron su percepción al esfuerzo mediante la escala de Borg.

A continuación se muestran los datos obtenidos de la intervención:

Tabla 1. Valores Test V - Sit and Reach.

Ciclistas	1	2	3	4	5	6
<i>Día 1</i>	9	5	14	-6	8	-2
<i>Día 2</i>	7	2	12	-8	-	-
<i>Día 3</i>	-	2	13	-	6	-2
<i>Día 4</i>	11	5	16	-11	6	-6

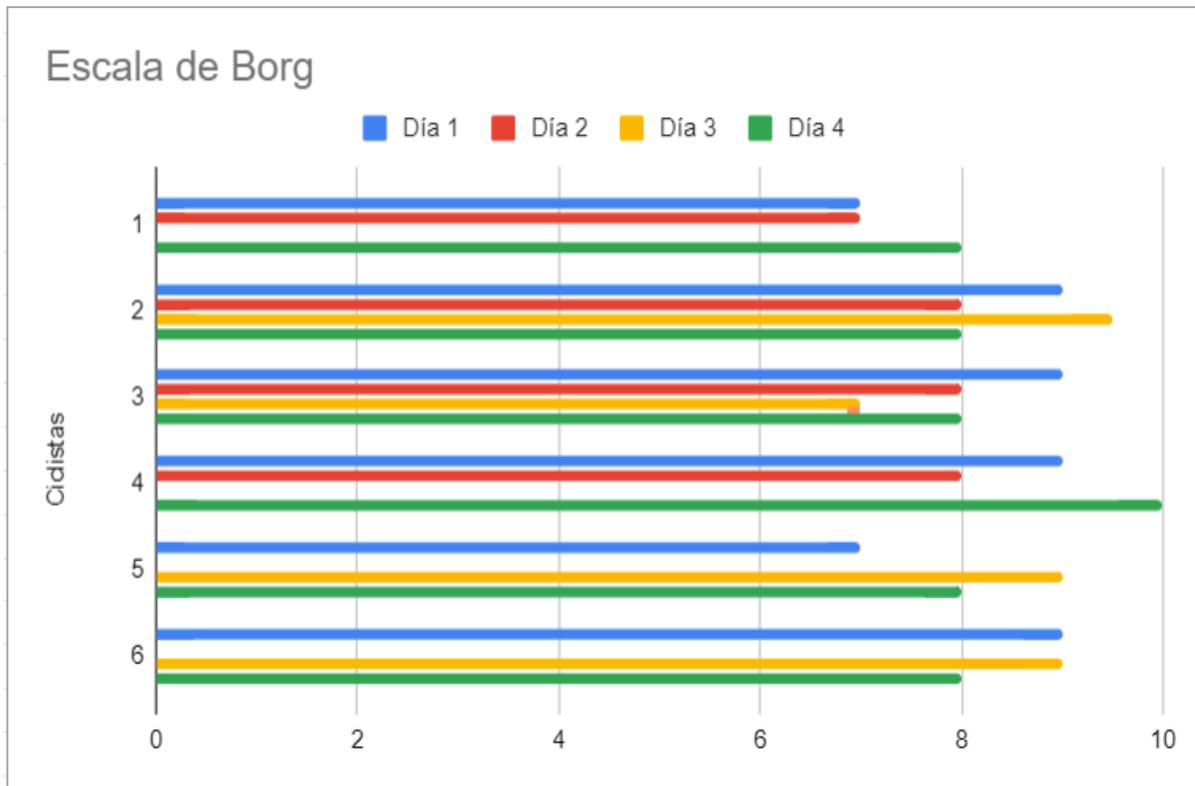
*El signo “-” representa aquellas ausencias de medición que hubo por caídas que sufrieron los corredores en esos días en particular.

Tabla 2. Escala de Borg - Percepción del esfuerzo.

Ciclistas	1	2	3	4	5	6
<i>Día 1</i>	7	9	9	9	7	9
<i>Día 2</i>	7	8	8	8	-	-
<i>Día 3</i>	-	9,5	7	-	9	9
<i>Día 4</i>	8	8	8	10	8	8

*El signo “-” representa aquellas ausencias de medición que hubo por caídas que sufrieron los corredores en esos días en particular.

Gráfico 2. Escala de Borg - Percepción del esfuerzo.



En este gráfico es posible visualizar que los resultados, según la percepción subjetiva del esfuerzo realizado por los ciclistas a lo largo de la vuelta, no se registran por debajo del valor numérico 7 por lo que se demuestra las altas intensidades de esfuerzos efectuadas y el nivel de cansancio percibido.

Se debe resaltar que sobre ésta oscilación que se observa en el gráfico interfieren los roles y las estrategias que se disponen sobre cada una de las etapas de competencia ya que éstas presentan diferentes recorridos y niveles de destreza, atendiendo además que, las caídas sufridas repercuten de igual manera sobre la percepción que cada uno de los ciclistas manifiesta.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados muestran que la aplicación de un plan de intervención terapéutica con la utilización del Foam Roller intra-competencia tiene influencia positiva sobre la fatiga muscular percibida en corredores ciclistas de ruta.

A su vez se observa que los sujetos participantes mantuvieron o mejoraron de forma considerable el ROM y la flexibilidad pre y post intervención.

Es interesante remarcar que en un tiempo relativamente breve en cuanto a la duración de la intervención se han logrado resultados considerablemente satisfactorios en las variables analizadas.

Por otro lado, el Gráfico 1 muestra una mejora general en la flexibilidad durante los 4 días de la competencia. A pesar de las dificultades durante los días 2 y 3, los participantes 2 y 3 demostraron resultados positivos consistentes, especialmente el ciclista número 3. Aunque los participantes 1 y 5 no siguieron estrictamente el plan de intervención, lograron una leve mejora o mantuvieron su flexibilidad, lo que también se considera como resultado positivo.

Mientras que, en el Gráfico 2 se visualiza según la percepción subjetiva del esfuerzo, los ciclistas no calificaron su esfuerzo por debajo de 7, lo que indica altas intensidades de esfuerzo y un nivel percibido de cansancio significativo a lo largo de la vuelta.

No obstante es importante resaltar que, más allá de la falta de continuidad por caídas y cuestiones propias de la competencia, los resultados han sido favorables y que quizás si este aspecto se hubiese dado de otra manera los resultados podrían haber sido aún mejores.

En cuanto a los ejercicios específicos planificados estos fueron de elección en acuerdo a los objetivos de investigación por lo que pueden ser modificados, como así también, aumentar/disminuir las cantidades de los mismos para futuras investigaciones.

A su vez intuyo por los resultados obtenidos que un aumento en la duración de las sesiones, su frecuencia y cantidad planificada hubiesen arrojado datos positivos aún mayores que los obtenidos.

LIMITACIONES

La principal limitación encontrada fueron los hábitos de las rutinas de competencia de los participantes; el poder citarlos para realizar las sesiones luego de la carrera del día se hizo complejo debido a que, si bien forman un equipo, no suelen concentrar todos en un mismo sitio por costos, auxilios que emplean, etc.

A pesar de que este condicionante se tuvo en cuenta para poder pactar los horarios de encuentro, la muestra comprendió un total de 6 participantes de los cuales 4 de ellos cumplieron el total de sesiones, mientras que los 2 restantes solo pudieron asistir a las sesiones programadas irregularmente.

RECOMENDACIONES

- Realizar sesiones de movilidad y flexibilidad como parte del entrenamiento, éstos parámetros resultan de gran importancia en la prevención de lesiones relacionadas con la disciplina además de tensiones musculares y desequilibrios que se desencadenan durante la competencia propiamente.

- Se recomienda, en futuras investigaciones sobre el tema, que la muestra de participantes sea más significativa de forma que puedan obtenerse resultados más provechosos.

Bibliografía

- Alonso Extremera, M., Uribe Tejada, I. Dolor Muscular de Aparición Retardada. DOMS [Internet]. 2001. Vol. 36(136):514. Disponible en: <https://www.apunts.org/enpdfX0213371701058028>
- Arce, E., (2015) Mecanismos fisiológicos de la fatiga neuromuscular. Revista medicina de Costa Rica y Centroamérica, LXXIII (615), 461-464
- ARMSTRONG, R. B.. Mechanisms of exerciseinduced delayed onset muscular soreness: a brief review. Mechanisms of exerciseinduced delayed onset muscular soreness [Internet]. 1984. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6392811/>
- Asurmendi I. (2017). Efectos de la liberación miofascial con foam roller. Lecturas: Educación Física Deportes. 21(225).
- Barnes MF. (1997). The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. J Bodyw Mov Ther. 1(4):231-8.
- Bushell JE, Dawson SM, Webster MM. (2015). Clinical Relevance of Foam Rolling on Hip Extension Angle in a Functional Lunge Position. Journal of strength and conditioning research. 29(9):2397-403.
- Capote Lavandero, G., Rendón Morales, P. A., Analuiza Analuiza, E. F., Guerrero González, E. S., Cáceres Sánchez, C. P., & Gibert ó Farril, A. R. (2017). Efectos de la autoliberación miofascial. Revisión sistemática. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 36(2), 271-283.
- Carvalhais, V., Ocarino, J., Araújo, V., Souza, T., Silva, P., & Fonseca, S. (2013). Myofascial force transmission between the latissimus dorsi and gluteus maximus muscles: an in vivo experiment. Journal of Biomechanics, , 46(5), 1003-1007.
- Cedeño Zambrano, F. F., & Romero Bermeo, A. S. (2023). Efectos de la técnica Foam Roller en deportistas con contracturas isquiotibiales (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo).
- Cfr., Australian Council for Health Physical Education and Recreation (ACHPER): Handbook for the Australian Fitness Education Award manual, South Australia, ACHPER Publications, 1996; Ca-nadian Society for Exercise Physiology (CSEP): The Canadian Physical Activity, Fitness & Lifestyle Approach (CPAFLA): CSEP-Health & Fitness Program's Health-Related

- Appraisal and Counselling Strategy, Ottawa, CSEP, 2003; Cooper Institute for Aerobics Research: The Prudential Fitnessgram: Test administration manual. Champaign, IL, Human Kinetics, 2004; Council of Europe Committee for the Development of Sport. EUROFIT: Handbook for the EUROFIT Tests of Physical Fitness, Strasbourg, Council of Europe, 1993.; The President's Council on Physical Fitness and Sports. The President's Challenge: The Health Fitness Test www.presidentschallenge.org; 2007.
- Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. (2015). The Effects of Self-Myofascial Release Using a Foam Roll or Roller Massager on Joint Range of Motion, Muscle Recovery, and Performance: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther.* 10(6):827-38.
 - Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Delayed Onset Muscle Soreness [Internet].* 2003. 33(2):14564. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.2165/0000725620033302000005>
 - Diéguez Cid, A. (2018). Métodos de recuperación de la fatiga deportiva (Bachelor's thesis).
 - dos Santos, M. G., Dezan, V. H., & Sarraf, T. A. (2003). Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Revista brasileira de ciência e movimento*, 11(1), 7-12.
 - Enoka, R. M. y Duchateau, J. (2008). Muscle Fatigue: what, why and how it influences muscle function. *Journal of Physiology*, 586(1), 11-23.
 - Extremiana, M. A., & Tejada, I. U. (2001). DOMS: Dolor Muscular de Inicio Retardado. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 36(136), 5-13.
 - Fama B, Bueti D. (2011). The acute effect of self-myofascial on lower extremity plyometric performance. Dissertation.
 - Fernández-Lázaro, D., Fernandez-Lazaro, C. I., Santamaría, G., & Seco-Calvo, J. (2023). Efectos del rodillo de espuma o foam roller sobre el rango de movimiento, la flexibilidad, la fuerza y el dolor muscular de inicio retardado en deportistas de alto rendimiento. *Arch. med. deporte*, 145-154.
 - Ferreira, L. (2015). Influencia de la autoliberación miofascial versus estiramientos estáticos en un programa de entrenamiento de fuerza en miembros inferiores. Tesis Doctoral.

- Ferreira L. (2015). Influencia de la autoliberación miofascial versus estiramientos estáticos en un programa de entrenamiento de fuerza en miembros inferiores. Tesis Doctoral.
- Gandevia, S. (2001). Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue. *Physiological reviews*, 81, 1725-89. <https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.4.1725>.
- Génesis Jazmín, V. B. (2021). Foam Roller en la recuperación de la fatiga muscular (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo).
- Halson, S. (2013). Técnicas de recuperación para atletas. *Sports science Exchange*, 26
- Hohmann, A., Lames, M. y Letzeier, M. (2005). Introducción a la Ciencia del Entrenamiento. Madrid, España: Paidotribo.
- Holt, L.E., Pelham, T.W., & Burke, D.G: "Modifications to the standard Sit-and-Reach flexibility protocol", *Journal of Athletic Training*, nº34, (1999), pp. 43-47.5
- Howatson G, van Someren KA. The prevention and treatment of exerciseinduced muscle damage. [Internet] 2008. 38(6):483503. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.2165/0000725620083806000004>
- Ingber, D. (2008). Tensegrity and mechanotransduction. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, , 12(3), 198-200.
- Lewis-McCormick I. (2013). Foam Roller Workout. ACSM Health & Fitness Summit.
- Lopez, P.A., Sainz de Baranda, P., Rodríguez, P.L., & Ortega, E: "A comparison of the spine posture across several sit-and-teach test protocols", *Journal of Science and Medicine in Sport*, nº 10, (2007), pp. 456-462.6
- Mahdavi, N., Dianat, I., Heidarimoghadam, R., Khotanlou, H., & Faradmal, J. (2020). A review of work environment risk factors influencing muscle fatigue. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 80, 103028. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103028>.
- Maldonado, T. (2019). Aplicación de la técnica de liberación miofascial instrumental en pacientes con contractura muscular del trapecio, que asisten al área de Terapia Física en el Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo (IESS). Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Fisiología del ejercicio: Nutrición, rendimiento y salud. Wolters Kluwer.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). Fisiologia do exercicio. Wolters Kluwer Health.
- Megías M, Molist P, Pombal MA. Atlas de histología vegetal y animal. <http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>.
- Monteiro ER, Cavanaugh MT, Frost DM, Novaes JD. (2017). Is self-massage an effective joint range-of-motion strategy? A pilot study. J Bodyw Mov Ther. 21(1):223-6.
- Morales, J. M. M. (2004). La percepción subjetiva del esfuerzo como parte de la evaluación de la intensidad del entrenamiento. Lecturas EF y deportes, 10(73), 1-7.
- Natale, G., Condino, S., Stecco, A., Soldani, P., M., M., & Gesi, M. (2015). Is the cervical fascia an anatomical proteus? . Surgical and Radiologic Anatomy,, 1-10.
- Pinzón, I. (2014). Actualización en Fibromialgia: implicaciones neurofisiológicas y biomecánicas útiles para el abordaje fisioterapéutico. . Revista Colombiana de Rehabilitación, , 13, 96-102.
- Pilat, A., Batuecas Suárez, A., & González Nieto, J. L. (2003). Terapias miofasciales: Inducción miofascial. McGraw-hill interamericana.
- Rubio, J., & Paredes, J. (2004). Una aproximación fascial a la Fibromialgia. Capítulo II En: FIBROMIALGIA Propuesta de modelo fisiopatológico fascial.
- Rios, I. D. P. (2018). Sistema Fascial: Anatomía, biomecánica y su importancia en la fisioterapia. Movimiento científico, 12(2), 2-12.
- Robert Wood, (2008). Prueba de flexibilidad de alcance V-Sit. Topend Sports Website, 2008. <https://www.topendsports.com/testing/tests/v-sit.htm>
- Ruggiero, L., Hoiland, R. L., Hansen, A. B., Ainslie, P. N., & McNeil, C. J. (2020). High-Altitude Acclimatization Improves Recovery from Muscle Fatigue. Medicine and Science in Sports and Exercise. 52(1),161-169. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002100>.
- Santonja, F., Ferrer, V., & Martínez, I: “Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos”, Selección, nº4, (1995), pp. 81-91.4

- Stecco, C., Adstrum, S., Hedley, G., Schleip, R., & Yucesoy, C. A. (2018). Update on fascial nomenclature. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(2), 354.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2011). *Principles of anatomy and physiology: volume 1, organization, support and movement, and control systems of the human body* (No. Ed. 13). John Wiley & Sons.
- Tutusaus Homs, R., & Potau Ginés, J. M. (2015). *Sistema Fascial. Anatomía, valoración y tratamiento*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Wilmore, J. H. y Costill, D. L. (2004). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. Badalona, España: Paidotribo.