

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Descripción del Perfil del Rango de Movimiento de la Extremidad Inferior en  
Ciclistas de Élite: Estudio Observacional.**

**AUTOR:** ARACIL PASTOR, MARÍA.

**Nº expediente.** 2108.

**TUTOR.** MORENO PÉREZ, VÍCTOR.

**Departamento de Patología y Cirugía – Área de Fisioterapia.**

**Curso Académico** 2019-2020

**Convocatoria de Junio.**



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE</b> .....	4
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	6
<b>3. MÉTODOS</b> .....	7
3.1 <i>PARTICIPANTES</i> .....	7
3.2 <i>PROCEDIMIENTO</i> .....	8
3.3 <i>MEDICIONES</i> .....	9
3.4 <i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</i> .....	10
<b>4. RESULTADOS</b> .....	11
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	12
<b>6. CONCLUSIÓN</b> .....	15
<b>8. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS</b> .....	21



## 1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

**INTRODUCCIÓN:** El ciclismo profesional es un deporte de gran exigencia cuyas demandas pueden generar adaptaciones específicas, como déficits en el rango de movimiento (ROM) y falta de flexibilidad, que pueden ser factores de riesgo para sufrir algunas lesiones.

**OBJETIVOS:** Describir el perfil de flexibilidad del miembro inferior y comparar la simetría entre extremidades inferiores en ciclistas de alto nivel.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Se realizó un estudio observacional en el que se midió el ROM de la flexión de cadera pasiva, la extensión, la rotación interna y externa, la flexión de rodilla pasiva y la flexión dorsal de tobillo a 121 ciclistas de carretera de élite pertenecientes a la selección nacional durante la pretemporada del año 2019.

**RESULTADOS:** El ROM de la flexión de cadera pasiva se mostró significativamente diferente entre el miembro dominante y el no dominante tanto en hombres ( $p = 0.009$ ) como en mujeres ( $p = 0.0026$ ). Además, se encontró que hombres y mujeres presentaban ROM restringidos para la flexión de rodilla pasiva del miembro dominante (hombres  $\approx 52\%$ ; mujeres  $\approx 43\%$ ) y del no dominante (hombres  $\approx 45\%$ ; mujeres  $\approx 39\%$ ) y para la flexión dorsal de tobillo del miembro dominante (hombres  $\approx 38\%$ ; mujeres  $\approx 31\%$ ) y del no dominante (hombres  $\approx 42\%$ ; mujeres  $\approx 43\%$ ).

**CONCLUSIONES:** Los resultados obtenidos en este estudio indican la necesidad de incluir ejercicios específicos destinados a mejorar la flexión de rodilla y la flexión dorsal de tobillo, cuyas alteraciones en el ROM podrían ser adaptaciones específicas del ciclismo.

**BACKGROUND:** Professional cycling is a highly demanding sport whose demands can generate specific adaptations, such as deficits in range of motion (ROM) and lack of flexibility, which can be risk factors for some injuries.

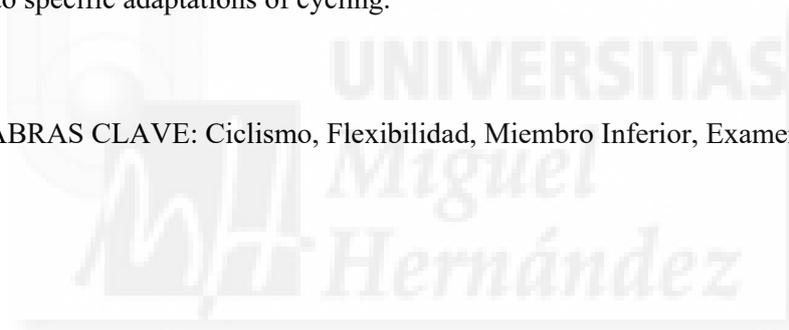
**OBJECTIVE:** To describe the lower limb range of motion profile and to compare the symmetry between the lower extremities in high level cyclists.

**METHODS:** An observational study was conducted and it was measured the passive hip flexion, extension, internal rotation and external rotation, passive knee flexion and ankle dorsiflexion in 121 elite road cyclists enrolled in the national team during the 2019 preseason.

**RESULTS:** Passive hip flexion ROM was shown significantly different between dominant limb and non-dominant limb in both males ( $p = 0.009$ ) and females ( $p = 0.026$ ). Furthermore, it was found that both males and females had restricted ROM measures for passive knee flexion in dominant limb (males  $\approx 52\%$ ; females  $\approx 43$ ) and in non-dominant limb (males  $\approx 45\%$ ; females  $\approx 39\%$ ) and for the ankle dorsiflexion in dominant limb (males  $\approx 38\%$ ; females  $\approx 31\%$ ) and in non-dominant limb (males  $\approx 42\%$ ; females  $\approx 43\%$ ).

**CONCLUSIONS:** The findings of this study indicate the necessity of include specific exercises aimed at improving both knee flexion and ankle dorsiflexion, whose alterations in ROM could be due to specific adaptations of cycling.

**PALABRAS CLAVE:** Ciclismo, Flexibilidad, Miembro Inferior, Examen Clínico.



## 2. INTRODUCCIÓN

El ciclismo constituye uno de los principales métodos recreativos y formas de ejercicio entre la población, además de ser un medio de transporte muy común en ciudades metropolitanas (Engberg & Hendriksen, 2010). A nivel profesional, el ciclismo es considerado uno de los deportes físicos más duros. Según estudios previos, un ciclista profesional puede llegar a recorrer entre 35 000 y 40 000 kilómetros por año entre entrenamientos y competiciones (Rebeggiani & Tondani, 2006). Además, en una temporada pueden llegar a acumular alrededor de 100 días de competición, llegando en las grandes vueltas a competir durante 21 días seguidos (Rebeggiani & Tondani, 2006). Los ciclistas pueden sufrir lesiones agudas o lesiones por sobrecarga. De las primeras, las más comunes son traumatismos, laceraciones, contusiones y esguinces (Haeberle et al., 2016). De las fracturas que se producen de forma traumática, las más frecuentes son las de clavícula, radio-carpiana, mano, fémur, húmero y costillas (Haeberle et al., 2016). En cuanto a las lesiones por sobrecarga, las más prevalentes son el dolor patelofemoral y el dolor lumbar, y se estima que el 85% de los ciclistas puede desarrollar una lesión por sobrecarga a lo largo de su carrera (Bini & Di Alencar, 2014). Algunos autores han establecido relación entre el dolor patelofemoral y el aumento del ángulo de flexión de rodilla (Bini & Di Alencar, 2014; Holliday et al., 2017), por lo que todos aquellos factores que lo favorezcan como cambios en la altura del sillín o restricciones en la flexibilidad de cierta musculatura puede ser un factor de riesgo (Bini & Di Alencar, 2014). Acerca del dolor lumbar, se ha hipotetizado que su causa puede deberse a la sobreactivación de la musculatura extensora lumbar, deformación de ligamentos del tronco y/o isquemias en el disco intervertebral, así como asimetrías en la activación e inadecuada flexibilidad muscular (Streisfeld et al., 2017). Además, los ciclistas adoptan sobre la bicicleta una posición de inclinación anterior del tronco flexionando la columna, en especial la zona lumbar, y manteniendo la pelvis en anteversión para alcanzar el manillar (Schwellnus & Marsden, 2010; Muyor & Zabala, 2016). Es la anteversión pélvica la que permite adoptar esta posición. Requiere de movilidad lumbopélvica y de la columna y extensibilidad de las estructuras neuromusculares y ligamentosas posteriores de la cadera y el muslo, pudiéndose ver limitada por musculatura, como los

isquiosurales, nervios y estructuras cápsulo-ligamentosas, considerándose una adaptación específica del deporte (McEvoy et al., 2007).

Por otro lado, el ciclismo es un deporte donde la fuerza ejercida durante el pedaleo se realiza de forma predominantemente concéntrica, donde la musculatura trabaja en longitudes cortas. Durante la acción del pedaleo, la cadera se mantiene básicamente en flexión y la rodilla se extiende repetidamente pero no en su rango articular completo (Brughelli et al., 2010)

Varios autores han estudiado la relación entre la extensibilidad de los isquiosurales con la postura adoptada por los ciclistas tanto sobre la bicicleta como bajo de ella (Muyor & Zabala, 2016; Muyor et al., 2011; Muyor et al., 2012; Muyor et al., 2013; McEvoy et al., 2007; Brughelli et al., 2010; Muyor et al., 2011), sin embargo, no se ha examinado el perfil de flexibilidad de los ciclistas en otros grupos musculares, cuya información se cree necesaria para conocer si la postura que adoptan sobre la bicicleta, en la cual permanecen y recorren un número considerable de horas y kilómetros, puede alterar su rango de movimiento articular, fruto de adaptaciones específicas del deporte.

Por tanto, los objetivos del presente estudio consistieron en describir el perfil de flexibilidad del miembro inferior y comparar la simetría entre extremidades inferiores en ciclistas de alto nivel.

### **3. MÉTODOS**

#### *3.1 PARTICIPANTES*

En este estudio participaron de forma voluntaria 121 ciclistas de élite, 60 hombres y 61 mujeres [Tabla 1. Características descriptivas (media  $\pm$  desviación estándar) para ciclistas de carretera de élite].

Los deportistas incluidos en el estudio no debían estar en un régimen de toma de medicamentos ni presentar sintomatología dolorosa o dolencia muscular y/o articular en el momento del estudio. Dado que todos los deportistas cumplían los requisitos de inclusión, ninguno fue excluido del estudio. Previamente a la realización del estudio, todos los participantes fueron informados sobre los riesgos potenciales y firmaron un consentimiento para ceder los datos recogidos en el estudio.

Los participantes fueron completamente informados previamente a realizar las mediciones. El procedimiento experimental de este estudio está de acuerdo con la última Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad.

### *3.2. PROCEDIMIENTO*

El estudio fue llevado a cabo durante la pretemporada (Noviembre) del año 2019. Previamente a la realización de las mediciones, se les explicó a los participantes las pruebas que se iban a llevar a cabo. Seguidamente, los ciclistas fueron medidos y pesados y a continuación se registraron las lesiones que los ciclistas habían padecido basándonos en el trabajo de clasificación de Timpka et al. (2014) para conocer que todos eran aptos para la realización de las pruebas.

Se midieron los rangos de movimiento de la flexión pasiva de cadera, la extensión pasiva de cadera, de la rotación interna y externa pasivas de cadera y de la flexión pasiva de rodilla del miembro dominante y del miembro no dominante siguiendo las indicaciones metodológicas descritas en estudios anteriores (Cejudo et al., 2015; Moreno-Pérez et al., 2016). También se midió el rango de movimiento de la flexión dorsal de tobillo tanto del miembro dominante como del no dominante según la metodología descrita en estudios previos (Calatayud et al., 2015).

Para el rango de movimiento de la cadera y la rodilla, se realizaron primero las mediciones de la extensión pasiva de cadera, la flexión pasiva de cadera y la flexión pasiva de rodilla con los participantes en decúbito supino sobre la camilla y después las mediciones de la rotación interna y la rotación externa pasivas de la cadera con los participantes en decúbito prono sobre la camilla.

Los rangos de movimiento de la cadera y la rodilla fueron medidos por los mismos fisioterapeutas (uno de ellos se encargaba de realizar las mediciones mientras que el otro

aseguraba la posición correcta de los participantes) y el rango de movimiento de la flexión dorsal de tobillo fue medido por otro fisioterapeuta. El miembro dominante fue definido como la pierna con la que los participantes chutarían una pelota (Ellenbecker et al., 2007). Todas las mediciones se realizaron en las mismas condiciones y los participantes fueron examinados con pantalones deportivos cortos y sin zapatillas.

### 3.3. MEDICIONES

Se empleó un inclinómetro ISOMED (Portland, Oregón) con brazo telescópico para medir los rangos de movimiento de la cadera y la rodilla (Cejudo et al., 2015; Moreno-Pérez et al., 2016). El inclinómetro fue colocado sobre el trocánter mayor del fémur para la extensión de cadera, sobre el maléolo externo para la flexión de cadera, sobre la cabeza del peroné para la flexión de rodilla y sobre el punto medio del extremo distal de la tibia para la rotación externa e interna de cadera. El brazo telescópico del inclinómetro se alineó paralelamente a la bisectriz imaginaria del miembro.

Para garantizar la estabilidad de la pelvis durante las mediciones de los rangos de movimiento de la cadera y la rodilla, un fisioterapeuta se encargó de fijarla de forma adecuada para medir cada uno de los rangos de movimiento. Los criterios que marcaban el final de la medición eran: báscula de la pelvis palpable por el fisioterapeuta, sensación fuerte pero tolerable de estiramiento por parte del paciente previa a la sensación de dolor y la sensación de resistencia firme por parte del examinador.

Para medir el rango de movimiento de la flexión dorsal del tobillo se empleó el *LegMotion System test* (LegMotion, Check your Motion, Albacete, España). Los participantes permanecían de pie con el pie del miembro a medir colocado sobre la plataforma de medición, en el centro de la línea longitudinal y detrás de la línea transversal. El pie del miembro contralateral quedaba fuera de la plataforma, por detrás, con los dedos al borde de la misma. Ambas manos se colocaban apoyadas en las caderas. Desde esta posición, se instruía a los participantes para que flexionasen la rodilla adelantada para intentar tocar la varilla metálica, sin despegar los tobillos del suelo ni

inclinarse el tronco hacia adelante. Cuando los participantes alcanzaban la distancia máxima, el fisioterapeuta colocaba la varilla metálica en contacto con la rodilla y la distancia alcanzada se registraba (Calatayud et al., 2015).

Se realizaron tres mediciones del miembro dominante y tres mediciones del miembro no dominante, la media de las cuales fue empleada en el análisis estadístico.

### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Previamente a la realización del análisis estadístico, la distribución del conjunto de datos se verificó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los análisis estadísticos fueron realizados usando el Statistical Package for Social Sciences (SPSS, v. 25 para Windows; SPSS Inc, Chicago) y el nivel de significancia se estableció en un  $p < 0.05$ . Estadísticas descriptivas incluyendo medias y desviaciones típicas se calcularon para el rango de movimiento de la flexión de cadera, la extensión, la rotación interna y la rotación externa, la flexión de rodilla y la flexión dorsal de tobillo de forma separada para cada miembro (dominante y no dominante) y sexo (hombres y mujeres). El análisis estadístico que diferenciaba la extremidad dominante de la no dominante fue realizado mediante una *t-Student*. Cada rango de movimiento fue categorizado como normal o restrictivo de acuerdo con valores de referencia reportados previamente, así como con aquellos mostrados por la población general. De esta forma, se consideraron los siguientes valores de corte:  $<80^\circ$  para la flexión de cadera pasiva (Peterson-Kendall et al., 2005),  $<0^\circ$  para la extensión de cadera pasiva (Young et al., 2014),  $<25^\circ$  para la rotación interna de cadera pasiva (Roach et al., 2013) y  $<35^\circ$  para la rotación externa de cadera pasiva (Roach et al., 2013),  $<114^\circ$  para la flexión de rodilla pasiva (López-Valenciano et al., 2018) y  $<10$  centímetros para la flexión dorsal de tobillo (Calatayud et al., 2015).

#### 4. RESULTADOS

En las Tablas 2 [Tabla 2. Valores descriptivos masculinos sobre la diferencia entre lados para la flexión de cadera, extensión de cadera, rotación interna y externa de cadera, flexión de rodilla y flexión dorsal de tobillo (n = 60)] y 3 [Tabla 3. Valores descriptivos femeninos sobre la diferencia entre lados para la flexión de cadera, extensión de cadera, rotación interna y externa de cadera, flexión de rodilla y flexión dorsal de tobillo (n = 61)] se reflejan los valores descriptivos del rango de movimiento (media  $\pm$  DE) de la flexión de cadera, la extensión de cadera, la rotación interna de cadera y la rotación externa de cadera, la flexión de rodilla y la flexión dorsal de tobillo de los hombres y las mujeres.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en los valores de la flexión de cadera pasiva entre el miembro dominante y el miembro no dominante tanto en hombres ( $p = 0.009$ ) como en mujeres ( $p = 0.026$ ). Para el resto de rangos de movimiento no se encontraron diferencias entre el miembro dominante y el no dominante ni en hombres ni en mujeres.

Un porcentaje considerable de participantes mostraron una restricción significativa en el rango de movimiento de la flexión de rodilla pasiva del miembro dominante (hombres  $\approx 52\%$ ; mujeres  $\approx 43\%$ ) y del miembro no dominante (hombres  $\approx 45\%$ ; mujeres  $\approx 39\%$ ) así como en el rango de movimiento de la flexión dorsal de tobillo del miembro dominante (hombres  $\approx 38\%$ ; mujeres  $\approx 31\%$ ) y del miembro no dominante (hombres  $\approx 42\%$ ; mujeres  $\approx 43\%$ ) con respecto a los valores de referencia. Algunos participantes mostraron restricción en la flexión de cadera pasiva del miembro dominante (hombres  $\approx 17\%$ ; mujeres  $\approx 5\%$ ) y del miembro no dominante (hombres  $\approx 17\%$ ; mujeres  $\approx 7\%$ ) y en la extensión de cadera pasiva del miembro dominante (hombres  $\approx 18\%$ ; mujeres  $\approx 26\%$ ) y del no dominante (hombres  $\approx 18\%$ ; mujeres  $\approx 23\%$ ). Contrariamente, ninguno de los participantes mostró restricción en el rango de movimiento de la rotación interna y de la rotación externa, ni en el miembro dominante ni en el no dominante.

## 5. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio consistió en describir el perfil de flexibilidad del miembro inferior y comparar la simetría entre extremidades inferiores en ciclistas de alto nivel.

El principal resultado obtenido en el presente estudio reportó diferencias estadísticamente significativas para la flexión pasiva de cadera entre el miembro dominante (hombres  $\approx 17\%$ ; mujeres  $\approx 5\%$ ) y el no dominante (hombres  $\approx 17\%$ ; mujeres  $\approx 7\%$ ), tanto en hombres como en mujeres. Según nuestro conocimiento, estos resultados no pueden ser comparados por la falta de estudios sobre esta temática en ciclistas. Los resultados obtenidos en este estudio pueden explicarse por la asimetría originada en la producción de fuerza, el par de arranque, la producción de trabajo y/o la aplicación de potencia entre ambos miembros durante el pedaleo según argumenta Carpes et al. (2010). Los referentes autores (Carpes et al., 2010), estudiaron la asimetría bilateral entre el miembro dominante y el no dominante en el ciclismo y concluyeron que estas asimetrías estaban relacionadas con la preferencia del miembro y que el miembro dominante, identificado como aquél de preferencia para chutar un balón, contribuía en el pedaleo generando propulsión, más que en cambios en la cadencia. Por otro lado, Carpes et al. (2011), observaron que las asimetrías existentes en el pedaleo en favor del miembro dominante no están directamente relacionadas con la magnitud de la activación muscular al no encontrar diferencias en la misma analizando la actividad del vasto lateral y el bíceps femoral mediante test de esfuerzo incremental. A su vez, García-López et al. (2015) coinciden en la existencia de diferencias entre lados, sin embargo, las diferencias entre el miembro dominante y el no dominante son pequeñas (inferiores al 2%) y corresponden a la distinta contribución del miembro dominante y del no dominante en cuanto a la aplicación de fuerza al pedal. Decir también que, aunque las diferencias fueron pequeñas, no encontraron asimetrías cinemáticas en los movimientos de flexión y extensión de cadera, concluyendo que, desde el punto de vista cinemático, el ciclismo sí es un deporte simétrico. Por otro lado, Smak et al. (1999) concluyeron que, pese a que las asimetrías en el pedaleo en cuanto a la aplicación de fuerza al pedal están relacionadas con la dominancia del

miembro, son específicas de cada sujeto. Otro de sus hallazgos importantes fue que, en general, el miembro no dominante contribuía más que el miembro dominante con el trabajo de cadera, rodilla y tobillo. Una posible explicación de las asimetrías encontradas entre el miembro dominante y el no dominante en el ciclismo puede ser la localización de la cadena en la bicicleta, a la derecha, o a la dominancia general de la población del miembro derecho (García-López et al., 2015). Por tanto, el resultado obtenido en el presente estudio, que reportaba diferencias en la flexión de cadera pasiva entre miembros, puede ser considerado como una más de las asimetrías bilaterales descritas previamente entre el miembro dominante y el no dominante en ciclistas debido a los diferentes motivos argumentados.

Otro de los resultados obtenidos en el presente estudio reportó un elevado porcentaje de restricciones en el rango de movimiento de la flexión pasiva de rodilla (hombres =  $115.23 \pm 16.57^\circ$ , 52%; mujeres =  $119.63 \pm 18.08^\circ$ , 43%) y la flexión dorsal de tobillo (hombres =  $10.46 \pm 3.48^\circ$ , 38%; mujeres =  $11.60 \pm 2.97^\circ$ , 31%) en hombres y mujeres, respectivamente. No se tiene constancia de estudios previos que hayan reportado resultados similares en cuanto a restricciones en el rango de movimiento de la flexión pasiva de rodilla y la flexión dorsal de tobillo en ciclistas. Los resultados obtenidos en el presente estudio pueden deberse a que el ciclismo es un deporte donde la fuerza ejercida en el gesto del pedaleo se aplica de forma concéntrica y donde la musculatura trabaja en longitudes cortas, haciendo que los rangos de movimiento de las articulaciones varíen entre los  $45^\circ$  de flexión de cadera, los  $75^\circ$  de flexión de rodilla y los  $20^\circ$  de flexión dorsal de tobillo (Carpes et al., 2014). Los ciclistas producen el par máximo de fuerzas a unos  $60^\circ$  durante la extensión de rodilla; es decir, producen la máxima tensión con longitudes musculares cortas (Brughelli et al., 2010). Bini et al. (2012) observaron que, durante la práctica deportiva, los ciclistas varían la posición sobre el sillín, adoptando posiciones más posteriores en las subidas y más anteriores en los esprints o contrarrelojes. Explican que esta posición más anterior sobre el sillín está relacionada con una reducción en el rango de movimiento de la cadera y, por tanto, una reducción de la longitud de la musculatura anterior del muslo, para producir más fuerza. Tashiro et al. (2016) encontraron que los ciclistas presentaban poca flexibilidad de la

musculatura anterior del muslo y gran flexibilidad de la posterior, sin diferencias entre miembros, además de una anteversión de la pelvis fruto de descompensaciones entre grupos musculares del tronco y los miembros inferiores. Asimismo, la articulación del tobillo también juega un papel importante en el pedaleo, al ser el nexo de unión entre el ciclista y la bicicleta. Bini et al. (2012) observaron que, en esfuerzos máximos, el rango de movimiento del tobillo aumenta, lo que sugiere que para mantener el trabajo mecánico se necesita una mayor velocidad de contracción de los flexores plantares. Este cambio en el patrón de activación muscular se asocia a la fatiga, que propicia el reclutamiento de la musculatura del tobillo para mantener su rigidez (Carpes et al., 2014). Como apuntan los estudios mencionados, el gesto deportivo del ciclismo requiere que la musculatura trabaje a longitudes cortas aplicando la fuerza a los pedales de forma concéntrica. Este gesto, repetido continuamente, puede conducir a acortamientos de algunos grupos musculares tales como los responsables de la flexión de rodilla y la flexión dorsal de tobillo, como se ha encontrado en el presente estudio.

Este estudio proporciona información sobre el perfil de flexibilidad del miembro inferior de ciclistas de élite, pero se deben tener en cuenta algunas limitaciones que presenta. Los valores presentados en el estudio son solo aplicables para la modalidad de ciclismo en carretera. Además, dentro de esta modalidad, los valores hacen referencia a ciclistas de élite. Por ello no se deberían extrapolar los valores ni los resultados obtenidos del presente estudio a otras modalidades y/o categorías de ciclismo. Debido a esto, podría resultar de interés relacionar variables como la carga de kilómetros, que difiere entre modalidades y categorías, con las restricciones que presentan los deportistas.

## 6. CONCLUSIÓN

El presente estudio conforma un perfil de flexibilidad del miembro inferior de ciclistas de alto nivel, aportando datos de la flexión y la extensión pasivas de cadera, la rotación interna y la rotación externa pasivas de cadera, la flexión pasiva de rodilla y la flexión dorsal de tobillo. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la flexión pasiva de cadera entre el miembro dominante y el no dominante tanto en hombres como en mujeres. Además, se encontró un elevado porcentaje de participantes que presentaron restricciones en el rango de movimiento de la flexión pasiva de rodilla y la flexión dorsal de tobillo. Estos datos indican la necesidad de incluir ejercicios específicos destinados a mejorar el rango de movimiento de la flexión de rodilla y la flexión dorsal de tobillo, tanto en hombres como en mujeres, pues el gesto deportivo del ciclismo repetido constantemente y la posición adoptada sobre la bicicleta de manera prolongada pueden generar adaptaciones específicas del deporte, como acortamientos en algunos grupos musculares provocando desequilibrios musculares y siendo posibles factores de riesgo para algunas lesiones.

La aplicación práctica del presente estudio es un protocolo de estiramientos destinado a mantener y mejorar la flexibilidad de la musculatura que se ha encontrado con un rango de movimiento deficitario. Por tanto, se recomienda incluir o incrementar la práctica actual de ejercicios de estiramientos en sesiones independientes del entrenamiento de ciclismo, dos veces por semana.

Para estirar la musculatura del cuádriceps se proponen tres ejercicios. El primero de ellos (Figura 1. Estiramiento cuádriceps 1) consiste en extender hacia atrás la pierna a estirar, flexionando la contraria hacia delante, activando el *core* y controlando la pelvis para aumentar la tensión. Para el segundo (Figura 2. Estiramiento cuádriceps 2), se ata una goma elástica a una mesa/cama, colocando el pie de la pierna a estirar dentro e inclinando el tronco hacia atrás para aumentar la tensión, activando el *core* y controlando la lordosis lumbar. El último (Figura 3. Estiramiento cuádriceps 3) consiste en colocarse de rodillas e inclinar el tronco hacia atrás para

aumentar la tensión. En todos los ejercicios se debe controlar la activación del *core*, la posición de la pelvis y la columna lumbar y las compensaciones.

Para estirar la musculatura del tríceps sural se ha de tener en cuenta la posición de la rodilla, pues con flexión de la misma se incide sobre el sóleo y con extensión sobre los gemelos. El primer ejercicio (Figura 4. Estiramiento tríceps sural 1) consiste en colocarse al borde de un escalón, con los talones fuera del mismo y realizar flexión dorsal de tobillo para tensar la musculatura. Para el segundo ejercicio (Figura 5. Estiramiento tríceps sural 2) se coloca a cierta distancia de una pared, con la pierna a estirar detrás y la contraria adelantada, inclinando el tronco hacia delante hasta tocar la pared, tensando la musculatura. El último ejercicio (Figura 6. Estiramiento tríceps sural 3) consiste en colocarse tumbado cerca de una pared, flexionando las caderas y apoyando los talones en ella y realizando flexión dorsal de tobillo para tensar la musculatura. Al igual que en los ejercicios anteriores, se ha de controlar la activación del *core*, la posición de la pelvis y el tronco y la flexión de la rodilla.

Se recomienda realizar 8 repeticiones de cada ejercicio, manteniendo la posición durante 20 segundos con una tensión de 8 sobre 10.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Bini RR, Di Alencar TA. Non-traumatic Injuries in Cycling. En: Carpes FP, editor. Biomechanics of Cycling. Switzerland: SIP; 2014. 55-62.

Bini RR, Senger D, Lanferdini F, Lopez AL. Joint kinematics assessment during cycling incremental test to exhaustion. *Isokinet Exerc Sci.* 2012; 20: 99-105.

Brughelli M, Cronn J, Nosaka K. Muscle Architecture and Optimum Angle of Knee Flexors and Extensors: A Comparison Between Cyclists and Australian Rules Football Players. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(3): 712-21.

Calatayud J, Martin F, Gargallo P, García-Redondo J, Colado JC, Marín PJ. The validity and reliability of a new instrumented device for measuring ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther.* 2015; 10(2): 197-202.

Carpes FP, Bini RR, Priego-Quesada JI. Joint Kinematics. En: Bini RR, editor. Biomechanics of Cycling. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Springer; 2014: 33-42.

Carpes FP, Diefenthaler F, Bini RR, Stefanyshyn DJ, Faria IE, Mota CB. Influence of leg preference on bilateral muscle activation during cycling. *J Sports Sci.* 2011; 29(2): 151-9.

Carpes FP, Mota CB, Faria IE. On the bilateral asymmetry during running and cycling – A review considering leg preference. *Phys Ther Sport.* 2010; 11: 136-42.

Cejudo A, Sainz de Baranda P, Ayala F, Santonja F. Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscles flexibility in futsal and handball players. *Phys Ther Sport.* 2015.

Ellenbecker TS, Ellenbecker GA, Roetert EP, Silva RT, Keuter G, Sperling F. Descriptive profile of hip rotation range of motion in elite tennis players and professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2007; 35(8): 1371-6.

Engberg L, Hendriksen I. Characteristics of a population of commuter cyclists in the Netherlands: perceived barriers and facilitators in the personal, social and physical environment. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010; 7(89).

García-López J, Díez-Leal S, Larrazabal J, Ogueta-Alday A. No bilateral asymmetry during pedaling in healthy cyclists of different performance levels.

Haerberle HS, Navarro SM, Power EJ, Schickendantz MS, Farrow LD, Ramkumar PN. Prevalence and Epidemiology of Injuries among Elite Cyclists in the Tour de France. *Orthop J Sports Med.* 2018; 6(9).

Holliday W, Fisher J, Theo R, Swart J. Static versus dynamic kinematics in cyclists: A comparison of goniometer, inclinometer and 3D motion capture. *Eur J Sport Sci.* 2017.

López-Valenciano A et al. Comprehensive profile of hip, knee and ankle ranges of motion in professional football players. *J Sport Med Phys Fit.* 2018; 58(0).

McEvoy M, Wilkie K, Williams M. Anterior pelvic tilt in elite cyclists: A comparative matched pairs study. *Phys Ther Sport.* 2007; 8: 22-9.

Moreno-Pérez V, Ayala F, Fernández-Fernández J, Vera-García FJ. Descriptive profile of hip range of motion in elite tennis players. *Phys Ther Sport.* 2016; 19: 43-8.

Muyor JM, Alacid F, López-Miñarro PA. Influence of Hamstring Muscle Extensibility on Spinal curvatures and Pelvic Tilt in Highly Trained Cyclists. *J Hum Kinet.* 2011; 29: 15-23.

Muyor JM, López-Miñarro PA, Alacid F. Influence of hamstring extensibility on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt inclination in athletes. *Int J Morphol.* 2012; 30(1): 176-81.

Muyor JM, López-Miñarro PA, Alacid F. Spinal posture of thoracic and lumbar spine and pelvic tilt in highly trained cyclists. *J Sport Sci Med.* 2011; 10: 355-61.

Muyor JM; López-Miñarro PA, Alacid F. The Relationship Between Hamstring Muscle Extensibility and Spinal Postures Varies With the Degree of Knee Extension. *J Appl Biomech.* 2013; 29: 678-86.

Muyor JM, Zabala M. Road Cycling and Mountain Biking Produces Adaptations on the Spine and Hamstring Extensibility. *Int J Sports Med.* 2016; 37: 43-9.

Peterson-Kendall F, Kendall-Mc Creary E, Geise-Provance P. Lower extremity. Muscles testing and function with posture and pain. 5 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

Rebeggiani L, Tondani D. Organisational forms in Professional Cycling: Efficiency Issues of the UCI Pro Tour. *Diskussionspapiere des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften; Universität Hannover.* 2006; 345.

Roach S, San Juan JG, Suprak DN, Lyda M. Concurrent validity of digital inclinometer and universal goniometer in assessing passive hip mobility in healthy subjects. *Int J Sports Phys Ther.* 2013; 8(5): 680-6.

Schwellnus M, Marsden M. Lower back pain in cyclists: a review of epidemiology, pathomechanics and risk factors. *Int Sportmed J.* 2010; 11(1): 216-25.

Smak W, Neptune RR, Hull ML. The influence of pedaling rate on bilateral asymmetry in cycling. *J Biomech.* 1999; 32: 899-906.

Streisfeld GM, Bartoszek C, Creran E, Inge B, McShane M, Jhonston T. Relationship Between Body Positioning, Muscle Activity and Spinal Kinematics in Cyclists With and Without Low Back Pain: A Systematic Review. *Phys Ther.* 2017; 9(1): 75-9.

Tashiro Y et al. Body Characteristics of Professional Japanese Keirin Cyclists: Flexibility, Pelvic Tilt and Muscle Strength. *J Sports Sci.* 2016; 4: 341-5.

Timpka T et al. Injury and illness definitions and data collection procedures for use in epidemiological studies in Athletics (track and field): Consensus statement. *Br J Sports Med.* 2014; 48(7): 483-90.

Young SW, Dakic J, Stroia K, Nguyen ML, Harris AH, Safran MR. Hip range of motion and association with injury in female professional tennis players. *Am J Sports Med.* 2014; 42(11): 2654-8.

## 8. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1. Características descriptivas (media  $\pm$  desviación estándar) para ciclistas de carretera de élite.

	<b>Hombres (n = 60)</b>	<b>Mujeres (n = 61)</b>
<b>Edad (años)</b>	22.36 $\pm$ 3.68	20.93 $\pm$ 4.3
<b>Peso corporal(kg)</b>	71.1 $\pm$ 6.38	61.21 $\pm$ 7.59
<b>Altura corporal (cm)</b>	185 $\pm$ 0.36	166.09 $\pm$ 7.43
<b>Años de práctica de ciclismo (años)</b>	10.45 $\pm$ 5.03	10.47 $\pm$ 5.63
<b>Exposición al entrenamiento de ciclismo (h/sem.)</b>	14.3 $\pm$ 5.36	14.95 $\pm$ 6.5

Los datos son media  $\pm$  desviación estándar para cada grupo.



Tabla 2. Valores descriptivos masculinos sobre la diferencia entre lados para la flexión de cadera, extensión de cadera, rotación interna y externa de cadera, flexión de rodilla y flexión dorsal de tobillo (n = 60).

Rango de movimiento (°)	Miembro dominante		Miembro no dominante		p
	Media ± DS	Resultado cualitativo	Media ± DS	Resultado cualitativo	
<b>Flexión cadera</b>	86.98 ± 9.48	(10)	85.08 ± 9.39	(10)	<b>0.009*</b>
<b>Extensión cadera</b>	6.21 ± 8.78	(11)	5.82 ± 7.87	(11)	0.503
<b>Rotación interna cadera</b>	53.73 ± 10.54	(0)	52.32 ± 10.34	(0)	0.182
<b>Rotación externa cadera</b>	59.73 ± 6.55	(0)	58.94 ± 7.88	(0)	0.309
<b>Flexión rodilla</b>	115.23 ± 16.57	(31)	115.91 ± 17.59	(27)	0.550
<b>Flexión dorsal tobillo</b>	10.46 ± 3.48	(23)	10.30 ± 3.51	(25)	0.366

Nomezclatura= °: grados.

p<0.05\*

Puntuación cualitativa del rango de movimiento promedio, entre paréntesis el número de sujetos con una puntuación de rango de movimiento restringido de acuerdo con las puntuaciones de corte publicadas previamente (ver la sección Análisis Estadístico)

Tabla 3. Valores descriptivos femeninos sobre la diferencia entre lados para la flexión de cadera, extensión de cadera, rotación interna y externa de cadera, flexión de rodilla y flexión dorsal de tobillo (n = 61).

Rango de movimiento (°)	Miembro dominante		Miembro no dominante		p
	Media ± DS	Resultado cualitativo	Media ± DS	Resultado cualitativo	
<b>Flexión cadera</b>	95.82 ± 13.85	(3)	94.16 ± 13.71	(4)	<b>0.026*</b>
<b>Extensión cadera</b>	5.42 ± 9.83	(16)	5.76 ± 9.55	(14)	0.604
<b>Rotación interna cadera</b>	57.68 ± 9.53	(0)	56.72 ± 10.01	(0)	0.315
<b>Rotación externa cadera</b>	61.26 ± 6.41	(0)	61.26 ± 7.04	(0)	1.000
<b>Flexión rodilla</b>	119.63 ± 18.08	(26)	118.89 ± 16.82	(24)	0.382
<b>Flexión dorsal tobillo</b>	11.60 ± 2.97	(19)	11.60 ± 3.17	(21)	0.991

Nomezclatura= °: grados.

p<0.05\*

Puntuación cualitativa del rango de movimiento promedio, entre paréntesis el número de sujetos con una puntuación de rango de movimiento restringido de acuerdo con las puntuaciones de corte publicadas previamente (ver la sección Análisis Estadístico)

Figura 1. Estiramiento cuádriceps 1.



Figura 2. Estiramiento cuádriceps 2.

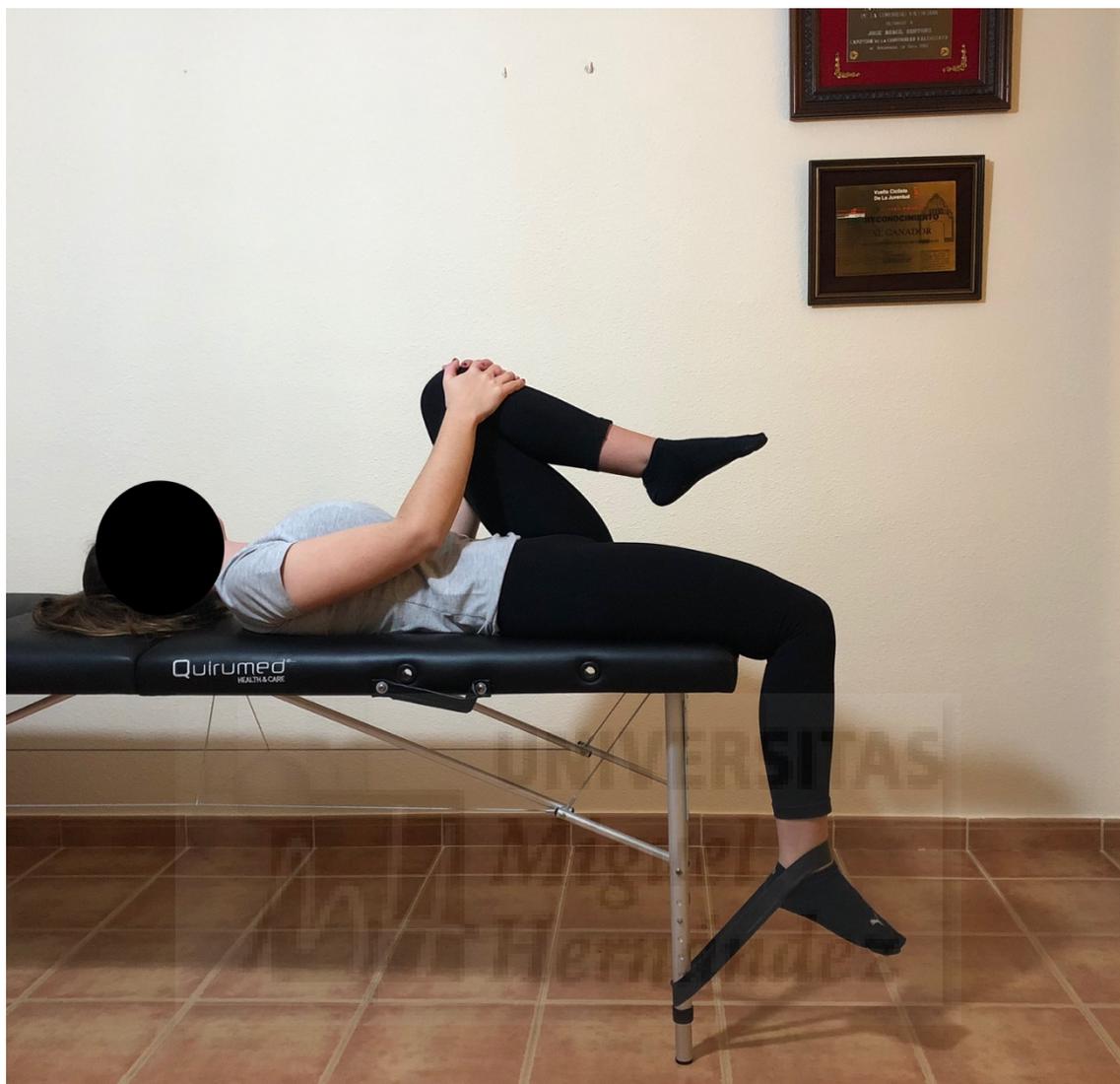


Figura 3. Estiramiento cuádriceps 3.



Figura 4. Estiramiento tríceps sural 1.



Figura 5. Estiramiento tríceps sural 2.



UNIVERSIAS  
Miguel  
Hernández

Figura 6. Estiramiento tríceps sural 3.



Miguel  
Hernández