



## Trabajo Fin de Grado

**Relación entre el dolor lumbar y la combinación de posiciones mantenidas en la bicicleta y su afectación en la bipedestación en ciclistas. Estudio piloto.**

**Relationship between low back pain and the combination of positions kept on the bicycle and its impact on standing in cyclist. Pilot Study.**

**Autor / a:** Carlota Juste Jiménez

**Director / es:** César Hidalgo García

Facultad de Ciencias de la  
Salud

2023/2024

## ÍNDICE

1. RESUMEN .....	3
2. INTRODUCCIÓN .....	5
3. MATERIAL Y MÉTODOS	
a. Diseño del estudio .....	7
b. Muestra .....	7
c. Variables del estudio .....	7
d. Procedimiento .....	8
e. Análisis estadístico .....	11
4. RESULTADOS .....	12
5. DISCUSIÓN .....	15
6. CONCLUSIONES .....	18
7. BIBLIOGRAFÍA .....	19
8. ANEXO I .....	21
9. ANEXO II .....	21

## 1. RESUMEN

**Introducción:** En los últimos años, el ciclismo ha ganado popularidad tanto en el ciclismo de montaña (MTB) como en el de ruta. Sin embargo, la posición de flexión mantenida del raquis y la pelvis requerida durante esta actividad puede causar molestias y dolor lumbar debido al estrés de compresión intervertebral y la afectación de estructuras viscoelásticas provocando un desequilibrio permanente de la activación de los músculos flexores/extensores de la columna y provocando altas tasas de fatiga muscular a nivel lumbar.

**Objetivo:** Describir y correlacionar la aparición de dolor lumbar con las variables posición pélvica, movilidad pélvica y flexión de la columna lumbar

**Metodología:** Se realizó un estudio descriptivo transversal en sujetos con dolor lumbar ( $n=10$ ) y en sujetos asintomáticos ( $n=10$ ). Se hicieron las mediciones en bipedestación y en la posición deportiva (bicicleta de carretera y de montaña). Las mediciones que se hicieron fueron: flexión lumbar, posición pélvica y movilidad pélvica.

**Resultados:** Se observó una inversión de la curvatura lumbar en ambos grupos al montar en bicicleta, pero no hubo diferencias significativas en la función pélvica entre ellos ni entre los tipos de bicicleta. Se encontraron correlaciones entre la función lumbopélvica y los tests de longitud muscular de las piernas, especialmente en sujetos con dolor lumbar. En sujetos sin dolor lumbar, se destacó una correlación fuerte entre la longitud del psoas y los grados de anteversión en posición de pie. En general, se observaron asociaciones significativas entre la función lumbopélvica y la posición en diferentes tipos de bicicleta y condiciones posturales.

**Discusión/conclusiones:** Los resultados indican que la longitud muscular de los músculos relacionados con la pelvis puede afectar la posición de la pelvis durante el ciclismo, tanto en personas con dolor lumbar como en aquellas sin él. No hay diferencias significativas entre los dos grupos.

**Palabras clave:** dolor lumbar, movilidad pélvica, ciclismo.

## ABSTRACT

**Introduction:** In recent years, cycling has gained popularity in both mountain biking (MTB) and road cycling. However, the sustained flexed position of the spine and pelvis required during this activity can cause discomfort and low back pain due to intervertebral compression stress and the involvement of viscoelastic structures, resulting in a permanent imbalance in the activation of flexor/extensor muscles of the spine and high rates of lumbar muscle fatigue.

**Objective:** To describe and correlate the occurrence of low back pain with pelvic position, pelvic mobility, and lumbar spine flexion variables.

**Methodology:** A descriptive cross-sectional study was conducted in subjects with low back pain (n=10) and asymptomatic subjects (n=10). Measurements were taken in standing and sports positions (road and mountain biking). The measurements included lumbar flexion, pelvic position, and pelvic mobility.

**Results:** An inversion of the lumbar curvature was observed in both groups while cycling, but there were no significant differences in pelvic function between them or between types of bicycles. Correlations were found between lumbopelvic function and leg muscle length tests, especially in subjects with low back pain. In subjects without low back pain, a strong correlation was noted between psoas length and degrees of standing anteversion. Overall, significant associations were observed between lumbopelvic function and position in different types of bicycles and postural conditions.

**Discussion/conclusions:** The results indicate that the muscle length of muscles related to the pelvis can affect pelvic position during cycling, both in people with low back pain and those without it. There were no significant differences between the two groups.

**Keywords:** low back pain, pelvic mobility, cycling.

## 2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el ciclismo ha experimentado un auge en su práctica, tanto en las categorías profesionales como en el ámbito recreativo (1).

Existen varios tipos de ciclismo dependiendo del tipo de bicicleta y terreno. Los dos más practicados son el MTB y el ciclismo de ruta. La bicicleta de ruta es utilizada para fines competitivos y recreativos, tiene características que permite altas velocidades de desplazamientos como mejor perfil aerodinámico, masa reducida y neumáticos estrechos. En cambio, las bicicletas de MTB, son de gran versatilidad por la adherencia de sus neumáticos, su sistema de amortiguación disminuyendo los impactos, protegiendo la estructura de la bicicleta y del cuerpo del sujeto. Utilizada principalmente en terreno desigual (2).

El ciclismo se desarrolla a través del movimiento cílico sincrónico de las extremidades inferiores caracterizado por ser un movimiento de cadena cinética cerrada y angular que se realiza en sentido horario (3).

El ciclismo es una disciplina deportiva cuyo entrenamiento implica una posición de sedestación prolongada, con una flexión mantenida del raquis y la pelvis para apoyar las manos en el manillar. Para reducir las resistencias aerodinámicas, los ciclistas adoptan, con frecuencia, posiciones más flexionadas de la pelvis y el raquis con el objetivo de lograr una posición más horizontal del tronco que reduzca la superficie frontal del cuerpo expuesta al aire y, con ello, aumentar el rendimiento (4). Si bien estas posturas son aerodinámicamente eficientes, mantenerlas a lo largo del tiempo puede provocar dolor o molestias en la región lumbar, (3) ya que esta posición, coloca al raquis lumbar en una posición invertida (1).

La flexión lumbar sostenida o repetida aumenta el estrés de compresión intervertebral que puede explicarse por la deformación de las estructuras viscoelásticas y la influencia mecánica de la columna vertebral como resultado de la carga constante en la zona generando un desequilibrio permanente de la activación de los músculos flexores/extensores de la columna y provocando altas tasas de fatiga muscular a nivel lumbar. (3)

Esta posición además de afectar a la columna lumbar también afecta a la pelvis. La pelvis es considerada como la base de la columna vertebral y su

grado de inclinación afecta a las curvas sagitales del raquis. Si hay un déficit de flexibilidad en la cadera, esto afectará los movimientos de la pelvis y la columna lumbar (1).

Debido al aumento del número de ciclistas, ha aumentado directamente las lesiones relacionadas a su práctica. Entre todas las lesiones por uso excesivo relacionadas con el ciclismo, las tasas de prevalencia más altas se han encontrado en la rodilla (23%) y la zona lumbar. (3). En este contexto, hasta el 60% de los ciclistas sufren de dolores persistentes especialmente en el cuello y región lumbar, siendo la más prevalente la lumbalgia (3).

De acuerdo con lo anteriormente señalado, es fundamental identificar y comprender las variables que influyen y determinan la aparición de lesiones relacionadas al ciclismo (3). No obstante, pocos estudios se han centrado en evaluar las curvas raquídeas en posturas adoptadas en los gestos deportivos específicos. Así también, la mayor parte de los estudios no han analizado la postura de la pelvis, teniendo en cuenta que su posición influye, de forma directa, en la curva lumbar.

Por ello, el objetivo principal de este estudio es describir y correlacionar la aparición de dolor lumbar con las variables posición pélvica, movilidad pélvica y flexión de la columna lumbar. Los objetivos secundarios fueron comparar la movilidad pélvica y la posición del complejo lumbopélvico en las posiciones de bipedestación y en la bicicleta y; comparar la movilidad y posición lumbopélvica en ambas bicicletas. Por lo tanto, la hipótesis del estudio es que los ciclistas con dolor lumbar, presentarán una función lumbopélvica y un rango de movimiento disminuido.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño del estudio**

Se trata de un estudio de carácter observacional, no experimental y de finalidad descriptiva y comparativa que se llevó a cabo en la Universidad de Zaragoza.

El estudio obtuvo la aprobación del Comité de ética de la Comunidad de Aragón y por la Unidad de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza.

#### **3.2 Muestra**

Cada participante recibió una explicación verbal y escrita detallada sobre el trabajo de investigación y llenaron el consentimiento informado.

En este estudio participaron ciclistas federados de la modalidad de ruta y montaña pertenecientes a los clubes: Club ciclista Turiaso y Club ciclista Utebo. La muestra del estudio se dividió en dos grupos, 1) participantes con dolor lumbar y 2) sin dolor lumbar.

Se establecieron como criterios de inclusión que los deportistas fueran mayores de 18 años, tuvieran bici de carretera o de montaña, llevarán un mínimo de 1 año de entrenamiento y que entrenaran entre 3-4 días por semana y una media de 6-7h por semana. Como criterios de inclusión para ciclista con dolor lumbar, la aparición del dolor tiene que estar presente desde hace mínimo un año, dolor difuso, aparece al mantener posturas durante un tiempo prolongado o durante la práctica deportiva.

Como criterios de exclusión, presentar una patología relacionada con los miembros inferiores o columna vertebral, presentar escoliosis o una operación previa de columna vertebral.

#### **3.3 Variables del estudio**

La recogida de variables se llevó a cabo con una plantilla de Excel. Las variables fueron de dos tipos:

Variables sociodemográficas: edad (años) y sexo (mujer/hombre).

### Variables de evaluación:

- Para formar los dos tipos de población se formuló la pregunta concreta de si habían tenido dolor en la región lumbar en el rango de tiempo establecido. Con respuesta dicotómica SÍ/NO.
- Años de entrenamiento y días de entrenamiento a la semana.
- El nivel de actividad física, aplicando el cuestionario IPAQ (versión corta) (5). Interpretamos los resultados del cuestionario como: nivel de actividad alta (NAA) si alcanza 3000 METS-min/semana, un nivel de actividad moderada (NAM) si comprende entre 600-1500 METS min/semana y un nivel de actividad bajo (NAB) si no está incluido en las categorías anteriores <600 METS-min/semana (5).
- Se midieron las curvas sagitales de la columna lumbar. Se utilizó un inclinómetro digital integrado en un dispositivo.
- Se valoró la movilidad pélvica en la posición de bipedestación y sobre la bicicleta (carretera y montaña). Se midió la posición de reposo, los grados de anteversión y los grados de retroversión.

### **3.4. Procedimiento**

Los sujetos fueron previamente informados sobre el procedimiento y cumplimentaron un consentimiento informado (Anexo 1). Además, se les pasó el cuestionario IPAQ para saber cuántas horas pasaba sentado a lo largo del día y la actividad física.

Los sujetos fueron examinados en ropa interior y descalzos. Las medidas se tomaron en una misma sesión.

Los sujetos no realizaron ningún tipo de calentamiento antes de las mediciones. Entre las mediciones de ambas bicicletas tuvieron un periodo de descanso de 10 minutos.

#### Valoración músculos flexores de cadera y rodilla

Para testar la capacidad de elongación o el rango de movimiento de cadera y de rodilla, se valoran los flexores de cadera y los flexores de rodilla porque son los que más intervienen en la práctica del ciclismo. En ambos test, se utiliza un goniómetro como instrumento de medición.

Se usa el test de Thomas modificado para los flexores de cadera (6)(7). El sujeto se coloca en decúbito supino con las rodillas por fuera del borde de la camilla. El sujeto flexiona la rodilla y la cadera y la mantiene en esa posición con ayuda de sus brazos. La pierna que queda estirada es la pierna donde se realizan las medidas tanto del psoas ilíaco como del recto anterior. La pierna tiene que estar relajada. Para el psoas ilíaco, colocamos el centro del goniómetro en la articulación de la cadera, la rama fija a lo largo del tronco y la rama móvil en dirección hacia el cóndilo. En la valoración del recto femoral, el centro del goniómetro se coloca en el cóndilo femoral, la rama móvil en dirección al maléolo externo y la fija, siguiendo la trayectoria del fémur. Como anteriormente, aquí también se realizan 3 mediciones.

El active Knee extensión test (AKET) (8)(9) se utiliza para valorar la longitud de los flexores de rodilla y extensores de cadera. El sujeto se coloca en decúbito supino con la pierna contralateral en extensión y se coloca una cincha para evitar la elevación de esa extremidad. También, se coloca una rodeando la pelvis para mantener la posición. La pierna que queda libre se flexiona hasta los 90º de cadera. El goniómetro se pone sobre el cóndilo femoral, la rama fija sobre el femur y la móvil alineada con los maléolos. Se le pide al sujeto que estire la rodilla lo máximo que pueda.

### Bipedestación

Previo a la valoración, se hicieron dos marcas sobre la piel que corresponden a las apófisis espinosas de T1 y L1.

Las mediciones de las curvas sagitales se hicieron con un inclinómetro ya que proporciona una reproducibilidad y validez, con una buena correlación con la medición radiográfica (10) (11).

Para la medición de las curvas, el ciclista se situaba en posición de reposo, brazos a los lados del cuerpo y pies bien apoyados. El sujeto no podrá variar esta postura durante las mediciones. Para medir la curvatura lumbar, previamente se colocó el inclinómetro en la espinosa de T1 donde se ponía el inclinómetro a 0º. Posteriormente, se colocó el inclinómetro en L1 (12).

Se realizaron 3 mediciones de la misma manera, de las cuales se hizo una media para sacar el valor. Valores negativos indicaron una curva lumbar de

concavidad posterior (lordosis), mientras que valores positivos indicaron concavidad anterior (inversión). En la zona dorsal, los valores positivos indicaron una curva de concavidad anterior (cifosis) y valores negativos indicaron una concavidad posterior (inversión).

Para las mediciones de la inclinación pélvica, se usó la fotometría. Se pusieron dos marcas a los sujetos, una en la espina iliaca postero superior (EIPS) y otra en la espina iliaca antero superior (EIAS). El trípode se colocó a una distancia de dos metros del sujeto. Con los brazos sobre el pecho, se le pidió al sujeto que hiciera anteversión y retroversión máxima sin modificar la posición de las rodillas ni del tronco. Posteriormente, se analizó con el programa Kinovea la posición de reposo, la de anteversión máxima y la de retroversión máxima. Previo a la medición se le enseñó al sujeto a hacer el movimiento.

#### Posición deportiva

Para que el estudio estuviera más centrado en ciclistas, se analizaron también las mediciones anteriores en la posición adquirida durante la práctica deportiva.

El material que se necesito fue: bicicleta propia del sujeto, ya sea de montaña, de carretera o ambas; rodillo, zapatillas habituales que se usan durante la actividad y culotte para mayor comodidad del sujeto.

Antes de realizar las mediciones, el deportista no realizó ningún tipo de calentamiento. Con el inclinómetro, se midió la curvatura lumbar de la misma manera que en bipedestación. La posición que adoptó el ciclista fue con las manos agarradas de las manetas del manillar, la posición más utilizada durante los entrenos. Las 3 mediciones que se realizaron, estuvieron separadas por menos de un minuto.

Para la movilidad pélvica, se le pidió al paciente que, manteniendo la posición, hiciera anteversión y retroversión máxima en la fase de máxima flexión de cadera y de máxima extensión durante el pedaleo. La fase de máxima flexión de cadera coincide cuando el pedal está en la posición de 0° y la de máxima extensión de cadera, en la posición de 180°.

En el caso de los pacientes que tuvieron la opción de realizar el estudio con ambas bicicletas, hubo un descanso de mínimo 10 minutos entre las dos valoraciones.

### **3.5 Análisis estadístico**

Todos los análisis se realizaron con el software estadístico IBM SPSS statistics 25.0 (IBM, Armonk, NY, USA). Se estableció un nivel de significación de  $p<0,05$ .

#### Análisis descriptivo

Para determinar si las variables seguían una distribución normal se realizaron las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk.

En el estudio descriptivo de los datos sociodemográficos de las variables cuantitativas, se calculó la media y desviación estándar (DS) para los datos paramétricos, y la mediana y rango intercuartílico para datos no paramétricos. Para todos los datos se aportó el máximo y mínimo.

#### Análisis comparativo

El análisis comparativo de muestras independientes se realizó en función de los resultados de las pruebas de normalidad mediante test paramétricos o no paramétricos. Así, se utilizó la prueba t de Student en las paramétricas y la prueba de Mann-Whitney en las no paramétricas.

#### Análisis de correlaciones

Con el fin de analizar la relación entre las diversas variables de función lumbopélvica en los grupos de dolor y no dolor lumbar se utilizó, el coeficiente de correlación de Pearson (variables paramétricas) o de Spearman (variables no paramétricas). Utilizando los siguientes valores para evaluar el grado de correlación: 0,00-0,25, sin correlación o correlación pobre; 0,25-0,5, correlación baja o moderada; 0,5-0,75, relación moderada a alta; y mayor de 0,75, relación excelente

## 4. RESULTADOS

Se realizó el estudio con una muestra de 20 sujetos, 18 hombres y 2 mujeres. La *tabla 1* recoge las características demográficas y antropométricas. En el grupo con dolor lumbar la edad cronológica comprendió entre los 18 y los 52 años; los años de práctica variaron entre el año y los 40 años; la media de horas a la semana de ciclismo y la que pasan sentados fue de  $8,70 \pm 2,45$  h,  $6,70 \pm 2,497$  h respectivamente. En el grupo sin dolor lumbar, la edad cronológica estaba también entre los 18 y los 52 años; los años de práctica están comprendidos entre los 2 y los 21 años; la media de horas a la semana de ciclismo y la que pasan sentados fue de  $9,60 \pm 2,63$ ,  $7,90 \pm 2,37$  respectivamente.

**Tabla 1.** Características sociodemográficas y antropométricas

	Grupo dolor lumbar (n=10)	Grupo sin dolor lumbar (n=10)
Edad (años)*	22/24 (18/52)	19/27 (18/52)
Años de práctica*	6,5/22 (1/40)	4/5 (2/21)
Horas/semana	$8,70 \pm 2,45$ (6/13)	$9,60 \pm 2,63$ (6/13)
Horas sentado según cuestionario IPAQ	$6,70 \pm 2,497$ (3/10)	$7,90 \pm 2,37$ (3/11)

\*mediana/rango intercuartil (min/max)

En las siguientes tablas (tabla 2,3 y 4) se recoge la comparativa entre sujetos con dolor lumbar y sin dolor lumbar en bipedestación, en bicicleta de carretera y en bicicleta de montaña, respectivamente. No se observa ninguna relación con  $p < 0,05$ , por lo que no se consideran significativas. Si observamos los valores de flexión lumbar, tanto en el grupo con dolor como en el grupo sin dolor, se puede observar una inversión de la curvatura en ambas bicicletas. En cuanto a la función pélvica no hay diferencias significativas entre los dos grupos ni entre los dos tipos de bicicletas.

**Tabla 2.** Análisis comparativo de las variables de función lumbopélvica en bipedestación

	DOLOR LUMBAR SI		DOLOR LUMBAR NO		Valor de p	
	DRCH	IZQ	DRCH	IZQ	DRCH	IZQ
Flexión lumbar	$-2,3970 \pm 5,64305$		$-3,7530 \pm 3,32731$		0,521	
MP	Pos. pélvica	$9,6650 \pm 5,55398$	$10,770 \pm 7,1057$	$8,4400 \pm 4,88994$	$9,860 \pm 3,2932$	0,607 0,719
	Anteversión	$7,6330 \pm 2,21260$	$7,6150 \pm 4,16076$	$8,3720 \pm 3,19787$	$9,0640 \pm 3,07043$	0,555 0,387
	Retroversión	$3,4030 \pm 3,45846$	$5,9860 \pm 6,12642$	$4,8870 \pm 2,20161$	$4,5780 \pm 1,85626$	0,267 0,912

MP, movilidad pélvica; Pos.pélvica, posición pélvica; DRCH, derecha; IZQ, izquierda

**Tabla 3.** Análisis comparativo de las variables de función lumbopélvica en bicicleta de carretera

		DOLOR LUMBAR SI		DOLOR LUMBAR NO		Valor de p	
		DRCH	IZQ	DRCH	IZQ	DRCH	IZQ
Flexión lumbar		41,0980 ± 9,34436		43,4040 ± 8,31541		0,567	
MP 0°	Pos. pélvica	19,770 ± 10,6996	21,190 ± 9,47446	22,400 ± 6,2762	22,841 ± 9,05181	0,511	0,695
	Anteversión	4,9690 ± 3,90871	3,5390 ± 2,88096	5,1160 ± 3,38102	4,6770 ± 2,56607	0,929	0,363
	Retroversión	3,1367 ± 3,58224	1,8830 ± 1,80120	2,9170 ± 2,27214	2,4710 ± 2,14132	0,874	0,515
MP 180°	Pos. pélvica	24,590 ± 12,7801	24,080 ± 11,3523	23,900 ± 5,9225	25,570 ± 9,7643	0,879	0,757
	Anteversión	8,2730 ± 4,43726	7,5620 ± 4,27741	7,0370 ± 3,37299	7,1550 ± 3,44230	0,492	0,817
	Retroversión	4,6010 ± 4,09074	4,0710 ± 2,67252	5,2630 ± 4,25407	4,0680 ± 3,06018	0,727	0,998

MP, movilidad pélvica; Pos.pélvica, posición pélvica; DRCH, derecha; IZQ, izquierda

**Tabla 4.** Análisis comparativo de las variables de función lumbopélvica en bicicleta de montaña

		DOLOR LUMBAR SI		DOLOR LUMBAR NO		Valor de p	
		DRCH	IZQ	DRCH	IZQ	DRCH	IZQ
Flexión lumbar		30,7200 ± 10,34337		38,1100 ± 3,16643		0,302	
MP 0°	Pos. pélvica	21,100 ± 12,0926	14,800 ± 8,4077	16,667 ± 3,3531	11,200 ± 5,1730	1,000	0,562
	Anteversión	6,7067 ± 3,37143	7,4633 ± 1,85829	6,7100 ± 2,52929	7,1300 ± 2,05059	1,000	0,845
	Retroversión	2,9233 ± 3,27347	3,4233 ± 2,17914	4,4000 ± 2,68514	4,5000 ± 1,35277	0,700	0,507
MP 180°	Pos. Pélvica	27,300 ± 13,5636	18,500 ± 11,1808	19,000 ± 4,1761	14,567 ± 8,3169	0,368	0,651
	Anteversión	6,8500 ± 3,44548	9,2400 ± 5,38259	10,4200 ± 3,26049	8,2767 ± 2,16579	0,262	0,788
	Retroversión	6,4267 ± 5,27395	4,0667 ± 2,36775	7,7967 ± 5,46060	5,3333 ± 1,43117	0,770	0,472

MP, movilidad pélvica; Pos.pélvica, posición pélvica; DRCH, derecha; IZQ, izquierda

La **tabla 5** (anexo 2) correlaciona la función lumbopélvica derecha con los test de longitud muscular de la pierna derecha de los sujetos con dolor lumbar. En los resultados se observa una correlación significativa entre el AKE test y los grados de anteversión en bipedestación ( $p=0,004$ ) además de una asociación positiva fuerte ( $r=0,816$ ). También hay unas asociaciones completas entre el recto anterior y la retroversión pélvica en la bicicleta de montaña con el pedal a  $0^\circ$  ( $r=1,000$ ;  $p=0,002$ ) y; entre el tensor de la fascia lata y la posición pélvica en la bicicleta de montaña cuando el pedal está a  $180^\circ$  ( $r=1,000$ ;  $p=0,014$ ). Otras variables que tienen una gran correlación, pero una asociación moderada son el recto anterior y los grados de anteversión en bipedestación ( $p=0,013$ ;  $r=-0,746$ ) y; el tensor de la fascia lata y la posición pélvica en bipedestación ( $p=0,027$ ;  $r=0,692$ ).

La **tabla 6** (anexo 2) correlaciona la función lumbopélvica izquierda con los test de longitud muscular de la pierna izquierda de los sujetos con dolor lumbar. Hay una correlación fuerte entre el recto anterior y la posición pélvica en carretera cuando el pedal está a  $0^\circ$  ( $p=0,009$ ) y una asociación alta ( $r=0,772$ ). El recto anterior también muestra una asociación positiva

excelente entre la posición pélvica en la bicicleta de montaña con el pedal a  $0^\circ$  ( $r=0,999$ ) y unas asociaciones moderadas con los grados de retroversión ( $r=0,645$ ) y con la posición pélvica ( $r=0,688$ ) en la bicicleta de carretera con el pedal a  $180^\circ$ . Así, tensor de la fascia lata presenta una asociación negativa excelente con la posición pélvica en la bicicleta de montaña con el pedal a  $180^\circ$  ( $r=-0,998$ ). Además, existe una asociación moderada entre la retroversión pélvica en bipedestación y el tensor de la fascia lata ( $r=0,701$ ).

En la **tabla 7** (anexo 2) se muestra la correlación entre los test de longitud muscular de la pierna derecha con la función lumbopélvica derecha de los sujetos sin dolor lumbar. La correlación más fuerte se encuentra entre la longitud del psoas y los grados de anteversión en bipedestación ( $p=0,001$ ) y además presenta una asociación negativa excelente ( $r=-0,890$ ). Entre la longitud del tensor de la fascia lata y la anteversión y retroversión pélvica en la bicicleta de montaña con el pedal a  $0^\circ$  hay una excelente asociación negativa ( $r=-0,997$ ) y positiva ( $r=0,997$ ) respectivamente.

En la **tabla 8** (anexo 2) que muestra la correlación entre los test de longitud muscular de la pierna izquierda con la función lumbopélvica izquierda de los sujetos sin dolor lumbar se observa una gran correlación entre la longitud del recto anterior con la posición pélvica en la bicicleta de carretera tanto con el pedal a  $0^\circ$  ( $p=0,004$ ) como a  $180^\circ$  ( $p=0,010$ ) aunque, esta última presenta una menor asociación ( $r=0,763$ ). Entre la longitud del tensor de la fascia lata y la posición pélvica en la bicicleta de carretera con el pedal a  $180^\circ$  existe una correlación ( $p=0,048$ ) y una asociación negativa moderada ( $r=-0,636$ ).

## 5. DISCUSIÓN

El estudio realizado presenta resultados interesantes sobre la relación entre la función lumbopélvica y los test de longitud muscular en sujetos con y sin dolor lumbar que practican ciclismo. En general, se observa que hay no diferencias en la función lumbopélvica entre los grupos con y sin dolor lumbar, pero sí correlaciones significativas entre ciertos test de longitud muscular y la posición de la pelvis en diferentes condiciones.

En primer lugar, se destaca que, aunque no se encontraron diferencias significativas en las características demográficas y antropométricas entre los dos grupos, sí hubo diferencias en la función lumbopélvica. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas en las comparaciones entre sujetos con y sin dolor lumbar en bipedestación, bicicleta de carretera y bicicleta de montaña.

En cuanto a la posición del raquis lumbar sobre la bicicleta, se observó una inversión lumbar en los dos tipos de bicicleta analizados. Estos datos concuerdan con Usabiaga et al. (1997) que, tras valorar mediante radiografías a tres ciclistas profesionales sobre sus bicicletas, evidenciaron en todos ellos un raquis lumbar en inversión y el sacro en una posición más horizontal que en bipedestación (3). Un alto volumen de entrenamiento con el raquis lumbar en inversión podría generar adaptaciones raquídeas específicas que deriven en una disminución de la lordosis lumbar en bipedestación (1). Sin embargo, en el presente estudio, los ciclistas presentan una lordosis lumbar neutral en bipedestación. Las inversiones lumbares adoptadas durante un tiempo prolongado en deportistas no generan una disminución de la lordosis lumbar. Posiblemente, se deba a que los años de práctica deportiva (6,5 años en grupo dolor y 4 en grupo no dolor) son insuficientes para generar dicha adaptación.

La posición pélvica observada en este estudio es muy similar a la recogida en un estudio donde comparaban el raquis torácico, lumbar y la inclinación pélvica en ciclista élite y master 30. En el estudio obtenían unas angulaciones de  $27,62 \pm 5,84^\circ$  para ciclistas élites y  $26,93 \pm 6,53^\circ$  en ciclistas de la categoría máster 30. En nuestro estudio se obtuvieron los valores de  $24,590$

$\pm$  12,7801 (dolor lumbar derecha), 24,080  $\pm$  11,3523 (dolor lumbar izquierda), 23,900  $\pm$  5,9225 (no dolor lumbar derecha) y 25,570  $\pm$  9,7643 (no dolor lumbar izquierda).

Los trabajos de Brand et al. (2020), Muyor & Zabala (2015) y Zamiri et al. (2017) informaron sobre variaciones en la cinemática de columna en los ciclistas, donde se demostró que existieron cambios significativos en la inclinación anterior de tronco en relación con la posición inicial, viéndose afectada también la inclinación pélvica, lo cual conlleva a modificaciones a nivel de la columna torácica y lumbar, donde algunas alteraciones en estas curvaturas podrían influir en el desarrollo de dolor lumbar (3).

Zamiri et al. (2017) incluyó en su muestra a ciclistas con dolor lumbar donde los ciclistas registraron una restricción de la inclinación pélvica máxima anterior durante la flexión de tronco, lo que es producto de un nivel de acortamiento de la musculatura isquiotibial que se presenta en ciclistas experimentados, junto con lo anterior este acortamiento de los isquiotibiales tiene relación con la postura de tronco y pelvis adoptada por los ciclistas en la interacción con la bicicleta. (3) Al analizar la correlación entre los test de longitud muscular y la función lumbopélvica en sujetos con dolor lumbar, se observó una correlación significativa entre el AKE test y los grados de anteversión en bipedestación. Esto sugiere que la longitud de la musculatura isquiotibial influye en la posición de la pelvis durante la bipedestación en sujetos con dolor lumbar.

En cuanto a la posición de la pelvis sobre la bicicleta, los ciclistas mostraron una mayor inclinación pélvica en las bicicletas que en bipedestación. Esta modificación se debe a la necesidad de alcanzar el manillar de la bicicleta (1). En el estudio, en sujetos con dolor lumbar, se vio una relación entre el acortamiento de recto anterior y la movilidad pélvica. Cuanto más acortado estaba el recto anterior, la posición pélvica presentaba una mayor anteversión además de tener menor rango de movimiento hacia anteversión debido a la posición inicial. Esto es debido a que, para mantener una curvatura lumbar más alineada sobre la bicicleta, la pelvis debería estar en una mayor anteversión, pudiendo provocar dolor lumbar (1). Los ciclistas mostraron una

mayor inclinación pélvica en las dos bicicletas analizadas que en bipedestación.

### **5.1. Limitaciones del estudio**

1) la muestra puede no ser representativa de toda la población, 2) no se ha calculado el tamaño muestral estadísticamente, 3) la inclusión en el grupo con dolor lumbar se realizó de manera retrospectiva por lo que otras variables confusoras no fueron controladas y 4) respecto a la obtención de los valores angulares y la colocación del inclinómetro, no se contaba con un soporte externo de sujeción que pudiera garantizar una medición exacta.

## 6. CONCLUSIONES

Estos hallazgos sugieren que, tanto en sujetos con dolor lumbar como en aquellos sin dolor lumbar, la longitud de ciertos músculos de la pierna puede influir en la posición de la pelvis durante la práctica del ciclismo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este estudio tiene limitaciones, como el tamaño reducido de la muestra y la falta de control de otras variables que podrían influir en la función lumbopélvica. Por lo tanto, se necesitan más investigaciones para confirmar estos resultados y explorar más a fondo la relación entre la longitud muscular y la función lumbopélvica en ciclistas con y sin dolor lumbar.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Muyor Rodríguez J. M, López-Miñarro P. Á, Alacid Cárcel F. Valoración del raquis torácico, lumbar e inclinación pélvica en ciclistas de categoría élite y máster 30. *Apunts Educació Física y Deportes* [Internet]. 2012; (108):17-25.
2. Araya S, Loncomil K. Diferencias en el patrón de activación muscular en el pedaleo en posición tradicional y aerodinámica en ciclismo en triatlón. Universidad Santiago de Chile, editor. 31AD.
3. Fuentes, A., Martínez, L., Muñoz, E. A., Brito, C. J., Miarka, B., & Arriagada, D. A. (2022). ¿Existe alguna relación entre la posición del ciclismo y la aparición de dolor lumbar?: Una revisión sistematizada. *Retos digital*, 43, 651-659.
4. José María Muyor Rodríguez. Evaluación de morfotipo raquídeo en el plano sagital y grado de extensibilidad isquiosural del ciclista [Internet]. Dialnet. 2024
5. Cuestionario Internacional de actividad física. *Revista Enfermería del Trabajo*. 2017;49-54.
6. Neves, Ricardo & Oliveira, Diana & Fanasca, Matheus & Vechin, Felipe. (2022). Shortening of hip flexor muscles and chronic low-back pain among resistance training practitioners: applications of the modified Thomas test. *Sport Sciences for Health*. 19. 10.1007/s11332-022-00969-2.
7. Jason D. Peeler, Judy E. Anderson; Reliability Limits Of The Modified Thomas Test For Assessing Rectus Femoris Muscle Flexibility About The Knee Joint. *J Athl Train* 1 September 2008; 43 (5): 470-476. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.5.470>
8. E, Shepherd & S, Winter & S, Gordon. (2017). Comparing Hamstring Muscle Length Measurements of the Traditional Active Knee Extension Test and a Functional Hamstring Flexibility Test. *Journal of Physiotherapy & Physical Rehabilitation*. 02. 10.4172/2573-0312.1000125.

9. Norris, C. M., & Matthews, M. (2005). Inter-tester reliability of a self-monitored active knee extension test. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 9(4), 256–259. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2005.06.002>
10. de Baranda, P. S., Santonja, F., & Rodríguez-Iniesta, M. (2009). Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. (Assessment of the sagittal plane of the spine in trampoline gymnasts). *Revista internacional de ciencias del deporte*, 5(16), 21–33.
11. Mellin G. Measurement of thoracolumbar posture and mobility with a Myrin inclinometer. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1986 Sep;11(7):759-62. doi: 10.1097/00007632-198609000-00019. PMID: 3787350.
12. López-Miñarro P, Alacid Cáceres F, Muyor Rodríguez J. Comparación del morfotipo raquídeo y extensibilidad isquiosural entre piragüistas y corredores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte / International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport [Internet]*. 2009;9(36):379-392. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54222972003>
13. Wozniak Timmer CA. Cycling biomechanics: a literature review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;14(3):106-13. doi: 10.2519/jospt.1991.14.3.106. PMID: 18796820.

## ANEXO I

### DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título de la investigación:** TFG " Relación entre el dolor lumbar y la combinación de posiciones mantenidas en la bicicleta y su afectación en la bipedestación en ciclistas. Estudio descriptivo"

Yo, \_\_\_\_\_ (nombre y apellidos del/de la participante)

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.
- He hablado con: \_\_\_\_\_ (nombre del investigador/a)
- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
  - 1) cuando quiera
  - 2) sin tener que dar explicaciones
  - 3) sin que esto tenga ninguna repercusión para mí

Y, en consecuencia,

**Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.**

He recibido una copia de este Consentimiento Informado.

Firma del/de la participante:

Fecha: .....

.....

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio a la persona participante.

Firma del investigador/a:

Fecha: .....

.....

## ANEXO II

**Tabla 5.** Correlación entre test longitud muscular y movilidad pélvica en sujetos con **dolor lumbar y pierna derecha**

		TEST DE THOMAS								AKE TEST			
		Psoas		Recto anterior		Tensor fascia lata							
		p	r	p	r	p	r	p	r				
BIPEDESTACIÓN n=10	Pos. pélvica	0,584	-0,198	0,478	0,254	<b>0,027</b>	<b>0,692</b>	0,242	-0,048				
	Anteversión	0,063	-0,607	<b>0,013</b>	<b>-0,746</b>	0,510	-0,237	<b>0,004</b>	<b>0,816</b>				
	Retroversión	0,609	0,185	0,874	0,058	0,977	0,010	0,578	-0,201				
CARRETERA n=10	MP 0°	Pos. pélvica	0,634	0,172	0,857	-0,066	0,550	-0,215	0,920	0,037			
		Anteversión	0,773	-0,105	0,644	-0,168	0,619	-0,180	0,727	0,127			
		Retroversión	0,353	0,352	0,992	0,004	0,526	-0,244	0,921	-0,039			
	MP 180°	Pos. pélvica	0,605	0,187	0,864	0,062	0,755	-0,114	0,741	-0,120			
		Anteversión	0,947	-0,024	0,581	-0,199	0,419	-0,289	0,942	-0,026			
		Retroversión	0,404	-0,297	0,761	0,111	0,260	0,394	0,113	-0,532			
MONTAÑA n=3	MP 0°	Pos. pélvica	0,382	0,825	0,582	0,611	0,315	-0,880	0,917	-0,129			
		Anteversión	0,799	0,310	0,600	0,588	0,867	-0,208	0,264	-0,915			
		Retroversión	0,197	-0,952	<b>0,002</b>	<b>-1,000</b>	0,265	0,915	0,338	0,863			
	MP 180°	Pos. Pélvica	0,081	0,992	0,281	0,904	<b>0,014</b>	-1,000	0,616	-0,567			
		Anteversión	0,727	-0,416	0,926	-0,116	0,510	0,510	0,738	-0,400			
		Retroversión	0,464	-0,746	0,663	-0,505	0,396	0,813	0,999	0,002			

MP, movilidad pélvica; Pos.pélvica, posición pélvica; Si p<0,05, hay una relación significativa; r<0,25, sin correlación o correlación pobre; 0,25>r<0,5, correlación baja o moderada; 0,5>r<0,75, relación moderada a alta; y r>0,75, relación excelente

**Tabla 6.** Correlación entre test longitud muscular y movilidad pélvica en sujetos con **dolor lumbar y pierna izquierda**

		TEST DE THOMAS								AKE TEST			
		Psoas		Recto anterior		Tensor fascia lata							
		p	r	p	r	p	r	p	r				
BIPEDESTACIÓN n=10	Pos. pélvica	0,516	0,234	0,478	0,254	0,203	0,440	0,431	-0,282				
	Anteversión	0,280	0,379	0,275	0,383	0,624	-0,177	0,178	0,463				
	Retroversión	0,984	-0,007	0,240	-0,410	<b>0,024</b>	<b>0,701</b>	0,385	0,309				
CARRETERA n=10	MP 0°	Pos. pélvica	0,245	0,405	<b>0,009</b>	<b>0,772</b>	0,348	-0,333	0,137	-0,505			
		Anteversión	0,461	0,264	0,687	0,146	0,520	-0,231	0,341	0,337			
		Retroversión	0,173	0,468	0,207	0,437	0,953	0,021	0,959	0,019			
	MP 180°	Pos. pélvica	0,538	0,222	<b>0,028</b>	<b>0,688</b>	0,466	-0,261	0,094	-0,558			
		Anteversión	0,809	-0,088	0,475	0,256	0,922	-0,036	0,455	-0,268			
		Retroversión	0,337	0,340	<b>0,044</b>	<b>0,645</b>	0,577	0,202	0,335	-0,341			
MONTAÑA n=3	MP 0°	Pos. pélvica	0,911	-0,139	<b>0,033</b>	<b>0,999</b>	0,094	-0,989	0,250	-0,924			
		Anteversión	0,653	0,519	0,403	0,806	0,530	-0,673	0,686	-0,473			
		Retroversión	0,998	0,004	0,053	-0,997	0,181	0,960	0,336	0,864			
	MP 180°	Pos. Pélvica	0,859	-0,220	0,086	0,991	<b>0,042</b>	<b>-0,998</b>	0,198	-0,952			
		Anteversión	0,160	-0,968	0,784	0,333	0,657	-0,514	0,501	-0,706			
		Retroversión	0,970	-0,046	0,085	-0,991	0,2123	0,945	0,368	0,837			

MP, movilidad pélvica; Pos.pélvica, posición pélvica; Si p<0,05, hay una relación significativa; r<0,25, sin correlación o correlación pobre; 0,25>r<0,5, correlación baja o moderada; 0,5>r<0,75, relación moderada a alta; y r>0,75, relación excelente

**Tabla 7.** Correlación entre test longitud muscular y movilidad pélvica en sujetos **sin dolor lumbar y pierna derecha**

		TEST DE THOMAS						AKE TEST	
		Psoas		Recto anterior		Tensor fascia lata			
		p	r	p	r	p	r	p	r
BIPEDESTACIÓN n=10	Pos. pélvica	0,055	-0,622	0,490	-0,265	0,709	0,136	0,771	- 0,106
	Anteversión	<b>0,001</b>	- <b>0,890</b>	0,283	-0,402	0,311	-0,357	0,900	- 0,046
	Retroversión	0,435	-0,279	0,230	0,445	0,743	0,119	0,173	- 0,467
CARRETERA n=10	MP 0°	Pos. pélvica	0,146	0,495	0,662	0,170	0,590	-0,195	0,884 0,053
		Anteversión	0,840	-0,073	0,879	-0,060	0,269	-0,387	0,888 - 0,051
		Retroversión	0,183	0,458	0,612	0,197	0,195	0,447	0,414 0,292
	MP 180°	Pos. pélvica	0,386	0,309	0,860	0,069	0,106	-0,542	0,349 - 0,332
		Anteversión	0,750	-0,116	0,973	-0,013	0,447	-0,272	0,637 - 0,171
		Retroversión	0,538	-0,222	0,232	-0,443	0,080	0,579	0,634 0,173
MONTAÑA n=3	MP 0°	Pos. pélvica	0,630	0,550	0,430	0,430	0,246	-0,926	0,676 - 0,487
		Anteversión	0,923	0,121	0,990	-0,016	<b>0,047</b>	<b>-0,997</b>	0,969 - 0,048
		Retroversión	0,924	-0,120	0,989	0,018	<b>0,048</b>	<b>0,997</b>	0,970 0,047
	MP 180°	Pos. Pélvica	0,208	0,947	0,295	0,894	0,668	-0,499	0,254 - 0,921
		Anteversión	0,714	0,434	0,802	0,306	0,161	-0,968	0,761 - 0,367
		Retroversión	0,964	0,057	0,876	0,193	0,161	0,968	0,917 - 0,129

MP, movilidad pélvica; Pos.pélvica, posición pélvica; Si p<0,05, hay una relación significativa; r<0,25, sin correlación o correlación pobre; 0,25>r<0,5, correlación baja o moderada; 0,5>r<0,75, relación moderada a alta; y r>0,75, relación excelente

**Tabla 8.** Correlación entre test longitud muscular y movilidad pélvica en sujetos **sin dolor lumbar y pierna izquierda**

		TEST DE THOMAS						AKE TEST	
		Psoas		Recto anterior		Tensor fascia lata			
		p	r	p	r	p	r	p	r
BIPEDESTACIÓN n=10	Pos. pélvica	0,535	-0,239	0,890	-0,050	0,992	-0,004	0,481	- 0,253
	Anteversión	0,125	-0,550	0,404	0,298	0,730	-0,125	0,738	- 0,121
	Retroversión	0,839	-0,079	0,495	-0,245	0,133	0,508	0,505	- 0,240
CARRETERA n=10	MP 0°	Pos. pélvica	0,210	0,462	<b>0,004</b>	<b>0,811</b>	0,113	-0,533	0,541 - 0,220
		Anteversión	0,851	-0,074	0,522	0,230	0,325	-0,348	0,592 - 0,193
		Retroversión	0,162	0,509	0,501	0,242	0,368	0,368	0,650 0,165
	MP 180°	Pos. pélvica	0,367	0,342	<b>0,010</b>	<b>0,763</b>	<b>0,048</b>	<b>-0,636</b>	0,621 - 0,179
		Anteversión	0,657	0,173	0,421	0,287	0,431	0,281	0,096 - 0,555
		Retroversión	0,452	0,288	0,203	0,441	0,143	0,498	0,996 0,002
MONTAÑA n=3	MP 0°	Pos. pélvica	-	<b>1,000</b>	0,068	0,994	0,431	-0,779	0,367 - 0,838
		Anteversión	-	<b>1,000</b>	0,622	0,560	0,123	-0,981	0,922 - 0,123
		Retroversión	-	<b>1,000</b>	0,451	-0,759	0,950	0,078	0,151 0,972
	MP 180°	Pos. Pélvica	-	<b>1,000</b>	0,093	0,989	0,406	-0,803	0,393 - 0,816
		Anteversión	-	<b>1,000</b>	0,666	0,500	0,835	0,257	0,367 - 0,839
		Retroversión	-	<b>1,000</b>	0,200	-0,951	0,299	0,892	0,500 0,707

MP, movilidad pélvica; Pos.pélvica, posición pélvica; Si p<0,05, hay una relación significativa; r<0,25, sin correlación o correlación pobre; 0,25>r<0,5, correlación baja o moderada; 0,5>r<0,75, relación moderada a alta; y r>0,75, relación excelente