

TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Curso Académico 2018/2019

Ergonomía del ciclismo en el género femenino

Ergonomics of cycling in female gender

Autor/a: Patricia Rivera Redondo

Tutor/a: Olga Molinero González

Fecha: 1 de Julio de 2.019

VºBº TUTOR/A

VºBº AUTOR/A

INDICE

1. Resumen.....	Pág. 3
2. Abstract.....	Pág. 4
3. Introducción.....	Pág. 5
3.1 Epidemiología lesional.....	Pág. 5
3.2 Factores de lesión.....	Pág. 7
3.3 Planteamiento del problema.....	Pág. 13
4. Objetivos y competencias.....	Pág. 14
5. Método.....	Pág. 16
5.1 Muestra.....	Pág. 16
5.2 Instrumentos.....	Pág. 16
5.3 Procedimiento.....	Pág. 18
5.4 Análisis de datos.....	Pág. 19
6. Resultados.....	Pág. 20
7. Discusión.....	Pág. 24
8. Conclusiones y limitaciones.....	Pág. 26
9. Aplicaciones y valoración personal.....	Pág. 27
10. Referencias bibliográficas.....	Pág. 28
11. Anexos.....	Pág. 30
11.1 Consentimiento informado.....	Pág. 30
11.2 Ficha de recogida de datos.....	Pág. 31

1- RESUMEN

A pesar de los escasos estudios respecto a la ergonomía del ciclismo en el género femenino, podemos observar que existen diferencias entre ambos géneros.

Este proyecto tiene como objetivo demostrar las diferencias antropométricas de hombres y mujeres, además, de destacar la necesidad de adaptar el diseño y ajuste de las bicicletas a las diferencias y/o características de cada practicante del ciclismo.

Dentro del presente trabajo, se ha analizado a muestra de 14 féminas ciclistas, donde en primer lugar se realizó un análisis antropométrico y, posteriormente, se llevaron a cabo dos metodologías diferentes al binomio bicicleta-ciclista, estos fueron un análisis básico y otro avanzado del total de la muestra analizada. Una vez obtenidos los resultados mediante las diferentes metodologías aplicadas para ello, se puede apreciar como la muestra analizada no se posiciona de manera correcta sobre la bicicleta, pudiendo deberse así a las diferencias entre ambos géneros. Además, esto puede ser el causante de las diferentes lesiones producidas en la práctica deportiva en este colectivo, disminuyendo por consiguiente el rendimiento.

Por ello, cabe destacar la necesidad de nuevas metodologías para este colectivo, ya que actualmente no se encuentran metodologías ni estudios destinados a este género.

Palabras claves: Ergonomía, Ciclismo, Mujer, Bike fit, antropometría.

2- ABSTRACT

In spite of the scarce studies regarding the ergonomics of cycling in the female gender, we can observe that there are differences between both genders.

This project aims to demonstrate the anthropometric differences between men and women and, in addition, emphasize the need to adapt the design and adjustment of bicycles to the differences and/or characteristics of each cycling practitioner.

Within this work, a sample of 14 female cyclists has been analyzed, where an anthropometric analysis was first carried out and, subsequently, two different methodologies were carried out to the relationship bicycle-cycling, which were a basic analysis and advanced of the total sample analyzed.

Once results have been obtained through the different methodologies applied for this purpose, it can be seen how the analyzed sample is not positioned correctly on the bicycle, which may be due to the differences between the two genres. In addition, this may be the cause of the different injuries produced in the sport practice in this group, thereby decreasing the performance.

Therefore, it is necessary to emphasize the need for new methodologies for this group, since there are currently no methodologies or studies aimed at this genre.

Key words: Ergonomics, Cycling, Woman, Bike fit, anthropometry.

3- INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha incrementado notablemente la práctica deportiva, especialmente en el ámbito del ciclismo y con un aumento considerable entre las mujeres. Según la encuesta de hábitos deportivos realizada por el MSC en el año 2015, la modalidad que más se practica entre la población de manera regular es el ciclismo, con un 38,7% de la población encuestada. De estos, un 47.1% son hombres frente a un 28.5% de mujeres. A nivel de federado las licencias de 2016 respecto de 2015 se incrementaron especialmente en el género femenino. Este aumento, en muchos casos, va asociado a una mayor incidencia de lesiones, debido al desconocimiento de los practicantes de este deporte de aspectos relacionados con la prevención de las posibles lesiones y patologías relacionadas.

3.1 EPIDEMIOLOGÍA LESIONAL.

Según Bahr, y Maehlum (2007), la lesión se define como “daño tisular que se produce como resultado de la participación en deportes o ejercicio físico”. Dentro de las lesiones podemos encontrar diferentes tipos como; *traumáticas* que según Pérez (2004) son aquellas que se pueden producir por un accidente deportivo o las que se derivan de la torpeza o agresividad. Estas pueden derivar en contusiones, luxaciones o fracturas entre otras. También podemos hallar lesiones por *sobreuso* que son aquellas que se dan en el sistema musculoesquelético sin ningún tipo de enfermedad o traumatismo (Romero y Tous, 2011).

Basándonos en Pérez y Llana (2015), las lesiones más comunes ocurren por un uso prolongado de la bicicleta y el mal ajuste de la misma, es decir, las denominadas *lesiones por sobrecarga* son frecuentes en el ciclismo por ser un deporte cíclico que necesita de un gran volumen de trabajo en una posición similar. Wilber, Holland, Madison y Loy (1995) realizaron un estudio a ciclistas donde concluyeron que el 85% de los participantes sufrían una o más lesiones por sobrecarga, de los cuales un 36% requerían de tratamiento médico. Las principales lesiones se producían en el cuello (49%), rodillas (41%), ingles/nalgas (36%), manos (31%) y espalda (30%), e indicó que la probabilidad de desarrollar lesiones en cuello y/o hombros es de 1.5 a 2 veces más en el caso del género femenino que en el masculino. La mayoría de las lesiones se producen en partes blandas por sobreuso, lo que habitualmente deriva en desgarros, sobrecargas, contracturas, tendinitis y/o lesiones de genitales por presión (Morris y Burke, 1994). A continuación, vamos a describir las lesiones más frecuentes en ciclismo y su causa, basándonos en distinta literatura científica consultada (Bourguigne, 2012; Morris y Burke, 1994; Pfeiffer y Mangus, 2007):

- Lesiones de cadera: las más comunes son las perineales como *foliculitis*, *nódulos subcutáneos*, *bursitis*, *endofibrosis iliaca externa*. Estas están causadas principalmente por la gran cantidad de horas de entrenamiento, fricción y sudoración que se produce en esa zona anatómica.
- Lesiones de rodilla: las principales lesiones que podemos encontrar son la *condromalacia rotuliana*, que se origina principalmente por el excesivo grado de flexión de la rodilla; la *tendinitis rotuliana* producida principalmente por una mala excesiva flexión de rodilla, esfuerzos prolongados y/o desarrollos elevados. El *síndrome de la banda iliotibial* es otra patología común, causada por una excesiva extensión de la rodilla y/o empleo de desarrollos grandes durante un periodo prolongado. Por último, también es frecuente la *tendinitis del tibial anterior* que se produce por una dorsiflexión del pie principalmente.
- Lesiones de pie: las principales lesiones son las *tendinitis en el tendón de Aquiles*, producida especialmente por una hiperextensión de la pierna; la *fascitis plantar* que se vincula a una hiperpronación y que también se puede dar por el pie cavo, junto a otras patologías que podemos encontrar de manera frecuente como la *sesamoiditis* y *bursitis* producida por la presión ejercida sobre el pedal.
- Lesiones de muñeca: Podemos encontrar fracturas y fisuras que se atribuyen principalmente a traumatismos, además de otras como el *síndrome del canal de Buyón* que se produce por la compresión del nervio cubital, o el *síndrome del canal carpiano*, que habitualmente se produce por la presión del nervio mediano por una flexión dorsal excesiva o duradera en el tiempo.
- Lesiones en la columna vertebral: en la región lumbo-sacra; desequilibrios en la pelvis producidos por una diferencia en el ROM, *ratificación de la lordosis lumbar* debido a la retroversión pélvica. En la región cérico-dorsal podemos encontrar *cervicalgias* y *dorsalgias* producidas por una diferencia de altura entre ambas manos, hiperextensión del cuello o una colocación de la columna dorsal en hipercifosis.

Las lesiones por sobreuso, según Kronisch (1998), se fundamentan en la interacción del ciclista con la propia bicicleta. Es por ello que se deben de tener en cuenta las variaciones anatómicas y los ajustes inadecuados de la misma, las largas horas de entrenamiento y alto volumen de kilómetros como responsables habituales de diversas lesiones y/o patologías, de ahí la importancia de un correcto ajuste del binomio ciclista-bicicleta.

- Lesiones relacionadas con la biomecánica y ergonomía tienen una especial relevancia que pueden prevenirse en gran manera ajustando adecuadamente la bicicleta utilizando los ángulos óptimos en la cinemática del movimiento, y teniendo en cuenta el confort y característica de los sujetos ya que cada cual tiene unas diferencias y percibe las modificaciones de manera diferente. Dentro de las lesiones que podrían generarse por esa falta de ajuste ciclista-bicicleta, podemos destacar las siguientes (tabla 1).

Tabla 1. Factores de lesión del binomio ciclista-bicicleta. Elaborada adhoc a partir de Elvar, Costa, Serrano (2004) y Zani (1998).

Causa	Efecto
Ajustes inadecuados de las calas.	<ul style="list-style-type: none"> • Fascitis Plantar • Sesamoiditis
Ajustes inadecuados de la altura del sillín y/o retroceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Cervicalgias • Lumbalgias • Meniscompatias • Desgaste precoz del cartilago femoro-rotuliano • Tendinitis rotuliana • Tendinopatía aquilea • Tendinopatía de la pata de ganso • Tendinitis en el tendón de Aquiles
Ajustes inadecuados del plano del sillín	<ul style="list-style-type: none"> • Lumbalgias • Dolor en el periné • Alteraciones genitales
Ajustes inadecuados de la altura del manillar	<ul style="list-style-type: none"> • Cervicodorsalgias • Lumbalgias • Neuropatía de los nervios cubital y mediano • Hipercifosis dorsal
Ajustes inadecuados distancia potencia del manillar/sillín	<ul style="list-style-type: none"> • Cervicodorsalgias • Lumbalgias • Dolor de rodilla • Neuropatía de los nervios cubital o mediano

3.2 FACTORES DE LESIÓN:

En términos generales, en la práctica de cualquier deporte y/o actividad física podemos encontrar diversos factores que se pueden considerar una causa de riesgo para el deportista. Según Pita (1997), los factores de lesión son “cualquier característica o circunstancia destacable de una persona o grupo de personas, que se sabe asociada con un aumento en la probabilidad de padecer, desarrollar o estar especialmente expuesto a un proceso mórbido”. Tradicionalmente y hasta nuestros días, se utiliza la clasificación de estos factores de lesión basada en Van Mechelen, Hlobil y Kemper (1992), que diferencia entre factores intrínsecos y extrínsecos. Comenzaremos detallando algunos de los internos al propio deportista (Lysens, De Weerd, y Nieuwboer, 1991; Martínez, 2008; van Mechelen, Hlobil y Kemper, 1992):

- La **edad** del deportista, es uno de los factores más importantes, ya que a medida que la persona envejece se ve afectada su fuerza y resistencia, además de reducirse la elasticidad de tendones y ligamentos, especialmente a partir de los 30 años.
- El **sexo**, también considerado de vital importancia, ya que desde el punto de vista psíquico, fisiológico y anatómico podemos encontrar diversas diferencias. Las deportistas en general tienen menor altura y/o peso. Respecto a la cintura pélvica se observan múltiples diferencias debido, principalmente, a los requerimientos necesarios del embarazo y parto, conlleva que haya un espacio mayor en la pelvis menor, esta sea más ancha y menos profunda. Los huesos de los hombres son más grandes y pesados. Cabe destacar que la tuberosidad isquiática es más corta, tiene una mayor separación y proyección medial. El acetábulo es más pequeño y se encuentra interiorizado. Además de estas diferencias, cabe destacar que el estrecho inferior de la tuberosidad isquiática es más corta, más separada y con mayor proyección medial. Otra diferencia la encontramos en el ángulo de declinación de la diáfisis femoral es mayor en mujeres debido a la influencia de la pelvis que es más ancha, esto provoca que las articulaciones de la rodilla estén más cerca de las articulaciones de la cadera (Tortora y Derrickson, 2013).
- Las **características antropométricas** son dependientes de cada sujeto, ya que es un factor individualizado y que en caso de la práctica del ciclismo son de vital importancia, ya que están determinan el ajuste y talla de la bicicleta. Para ello debemos tener en cuenta la altura y las diferentes medidas de las extremidades como la altura trocantérea, para esta medida se toma de referencia en trocánter del fémur hasta el suelo. La otra medida es aquella que hace referencia desde la sínfisis púbica hasta el borde medial del pie que se conoce como medida de la entrepierna, ambas medidas se medirán de manera vertical al suelo. La longitud del tronco va a condicionar la talla y posición sobre la bicicleta.
- Otro factor que debemos de tener en cuenta son las **alteraciones morfológicas** que se relacionan con asimetrías o pequeñas alteraciones y/o imperfecciones del deportista como displasia de cadera, rotaciones de rodilla y/o acortamientos de la musculatura entre otros.
- Las **lesiones previas** que ha tenido el deportista, también es un factor importante y deben tenerse en cuenta, ya que puede haber producido desequilibrios musculares o que la recuperación de dicha lesión sea inadecuada.
- La **forma física** del sujeto con la cual se pretende conseguir buenos resultados deportivos. Para ello debemos tener en cuenta las diferentes capacidades como la fuerza,

resistencia, velocidad y flexibilidad desarrollándolas todas de manera acorde al deportista.

- El **factor psicológico** del deportista como el estrés, motivación, ansiedad, concentración y la autoconfianza, entre otros. Estos pueden provocar lesiones en el deportista afectando a sus capacidades físicas, nivel de activación o modificando el comportamiento del sujeto en ciertas situaciones.
- La **movilidad articular, rigidez, debilidad o inestabilidad** de las diferentes articulaciones y/o musculatura debe de tenerse en cuenta ya que predispone a la aparición de lesiones principalmente por sobrecarga.

Siguiendo con las diferencias a nivel anatómico y antropométrico, en muchos casos están condicionada por el género del sujeto, como podría ser los hombros y la caja torácica de las mujeres que son más estrechas, además de las diferencias en la masa muscular y grasa entre ambos géneros, siendo este último mayor en el género femenino (Calvo, 2009). Todo ello genera la necesidad de adaptación del binomio ciclista – bicicleta como podría ser geometría de la misma, anchura de manillar o adaptación de los sillines, ya que el apoyo en él es totalmente diferente como por ejemplo, podemos ver a continuación.

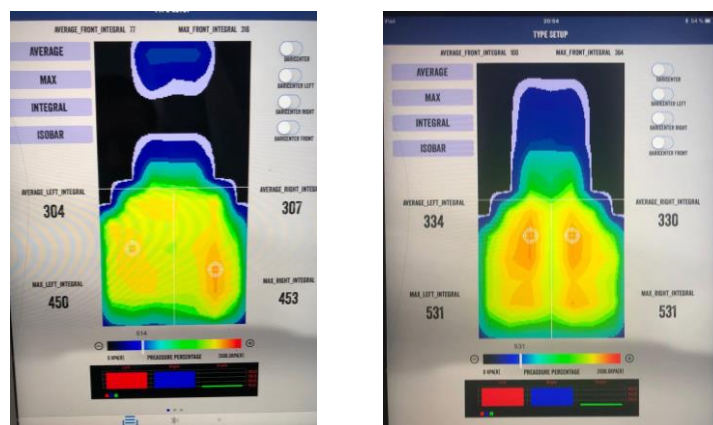


Figura 1 y 2. Centro de presiones femenino (izquierda) y masculino (derecha) (imágenes cedidas por la empresa Training 4II).

En el centro de presiones femenino podemos observar, aunque tenga un perfil de apoyo asimétrico, como la pelvis se posterioriza respecto a la de los hombres, teniendo así una mayor superficie de apoyo sobre el sillín. Además se aprecia como el apoyo en hombre se aproxima al centro del sillín, y sin embargo en el caso de las mujeres el apoyo es más distal, esto implica que hay una mayor presión en dicha zona, por lo que cabe destacar la importancia de un sillín específico para este género.

En relación a los factores extrínsecos, aquellos externos al deportista (Romero y Tous, 2011) nos referimos a los siguientes (Lysens et al., 1991; Van Mechelen et al., 1992; Martínez, 2008):

- La **carretera** es el lugar o medio donde se realizará la práctica del ciclismo con lo cual es el factor de riesgo fundamental. En este se suelen producir lesiones principalmente por traumatismo o abrasión de manera accidental. Estos ocurren en la práctica tanto recreativa como de entrenamiento. En la mayoría de las ocasiones, estas no se encuentran en buen estado, presentado suciedad o deterioro, aumentando la peligrosidad o la gravedad de los accidentes producidos. Además, en este medio, los practicantes conviven con otros vehículos lo que aumenta el riesgo de lesión.
- Las **condiciones ambientales o climatológicas**, también se deben de tener en cuenta, ya que este deporte se practica al aire libre y los deportistas están expuestos a todo tipo de cambios climatológicos como lluvia, granizo, temperaturas extremas, etc., que aumentan los riesgos que pueden producir la práctica. Además, cabe destacar la contaminación por las zonas donde transitan este colectivo, que en ocasiones pueden derivar en diferentes patologías principalmente respiratorias.
- Un **equipamiento deportivo** deficiente, o en algunas ocasiones la ausencia del mismo, puede ocasionar diversas lesiones o patologías en el deportista por ello su importancia, además cabe destacar que este equipamiento puede variar según la modalidad practicada, el deportista y las condiciones ambientales, debiéndose adaptándose el mismo a cada una de ellas, así mismo es de vital importancia llevar un ajuste óptimo de la bicicleta que permita un buen estado de confort pero especialmente evitar diferentes lesiones.
- Las **cargas inadecuadas** de entrenamiento incrementan el riesgo de lesión, este es aún mayor en la parte final del mismo debido a la fatiga. Además, se debe tener en cuenta un correcto calentamiento, ya que si este es inadecuado puede derivar en una posible lesión.
- La **técnica** también se establece como un factor de lesión de vital importancia, debido a que una mala ejecución de esta puede producir estrés en las articulaciones, pudiendo ocasionar diversos tipos de *tecnopatías*.
- Por último, encontramos otro aspecto fundamental, el **factor humano**, que se relaciona con los aspectos que tiene que ver con la vida cotidiana del deportista como la influencia de su entorno como familia y/o entrenador. Este aspecto puede influir como en el tiempo

de descanso, alimentación u otros aspectos que pueden ser condicionantes en futuras lesiones.

Todos estos factores deben de ser tenidos en cuenta para la prevención de lesiones, aspecto de vital importancia por las implicaciones que tiene para el deportista, no solo a nivel de rendimiento deportivo, sino también en relación a la salud y los costes derivados. Según Pérez (2004), existen tres tipos de prevención: la *prevención primaria*, que es aquella que se lleva a cabo aplicando algún método para evitar que el deportista sufra algún tipo de daño. Dentro de esta existen tres momentos en los que se pueden llevar este tipo de prevención; antes de comenzar la práctica deportiva, esta se puede llevar a cabo mediante análisis médicos, un buen calentamiento, hábitos de vida saludables, etc.; durante la actividad física realizada, en ella se requiere alto conocimiento de cómo se realiza el gesto técnico previniendo lesiones por una técnica deficiente, adaptando el equipamiento deportivo o aparato a la morfología del deportista; y después de la actividad física, donde deberíamos realizar estiramientos, vueltas a la calma y obtener el tiempo de recuperación necesario. La *prevención secundaria* se basa en atender de manera rápida y adecuada al deportista lesionado, con ello se pretende colaborar a una curación más rápida y que origine menos consecuencias negativas posibles al deportista. Y por último la *prevención terciaria* que es aquella que se realiza con el fin de evitar posibles adversidades producidas en la mayoría de los casos por una actuación tardía. Este trabajo se centra en la prevención primaria ya que según en Calvo (2009), las lesiones más habituales están relacionada de manera directa con la biomecánica del ciclismo, por ello la importancia de realizar medidas preventivas mediante ajustes biomecánicos. Para ello se intenta hacer una adaptación de los sujetos con la bicicleta siendo esta última un factor extrínseco de importante riesgo de lesión.

Dentro de la práctica del ciclismo, podemos encontrar multitud de tipos de bicicletas como *fatbikes*, *híbridas*, de *paseo*, *ciclocross*, *BMX* y *eléctricas* entre otras, pero las bicicletas más conocidas es la bicicleta de *montaña* y de *carretera*. Según Morris y Burke (1994) menciona que la elección de cada una de ellas depende de las necesidades o modalidad deportiva que practique el usuario de dicha bicicleta. La bicicleta de montaña se utiliza principalmente para circular a través del medio natural, a diferencia de la bicicleta de carretera que se utiliza en pavimentos asfaltados (Roberts, 2005). Este tipo de bicicleta cuenta con unas ruedas estrechas y cubiertas lisas, además de una alta presión de inflado, esto origina poca fricción con el pavimento, lo que permite avanzar con más rapidez. El cuadro de la bicicleta está compuesto por materiales ligeros, y suelen ser totalmente rígidos sin presentar ningún tipo de amortiguación. En cuanto al manillar ofrece tres formas de agarre; en las

manetas, en el propio manillar y uno más bajo, esto da lugar a diferentes posiciones del ciclista sobre la bicicleta, algunas de ellas son fundamentales para contribuir a una mejor aerodinámica, pero también se deben de tener en cuenta como origen de lesiones deportivas, y necesariamente para la prevención de lesiones o *tecnoapatías*, que es el principal objetivo de este estudio.

Se define *tecnoapatía* como “aquella patología derivada de la incompatibilidad entre el ciclista y los componentes de su medio de locomoción y/o de una regulación equivocada de los mismos”, y que suele derivar en la aparición de lesiones y/o patologías por dicha práctica (Zani, 1998). Para ello, la adecuación del binomio deportista-bicicleta juega un papel muy importante, donde cabe destacar las distintas medidas que a continuación concretamos, son de vital importancia a la hora de prevenir diversas lesiones y/o patologías (figura 2):

1. El **tamaño del cuadro**, que se entiende como la altura que encontramos del tubo en posición horizontal desde centro del eje pedalier hasta el punto donde cruza el tubo vertical del cuadro (Zani, 2010).
2. La **colocación del pie en el pedal**, podemos encontrar tres tipos de apoyo según el tipo de pedal: el *plano*, que no cuenta con ningún tipo de sujeción; el que cuenta con un *rastral* donde el pie se introduce en unas cintas o gomas; y el más utilizado por ciclistas, el *automático*, donde el pie se une al pedal mediante unos elementos llamados *calas*, determinando el punto de apoyo y fuerza del pie sobre este.
3. La **longitud de la biela**, se refiere a la distancia vertical desde el centro del eje pedalier hasta el centro del eje del pedal. Esta medida es fundamental y varía según la altura del deportista, además influye en el ángulo de pedaleo de tobillo, rodilla y cadera, que inciden en la propulsión de la bicicleta, ya que es donde se aplican la mayor parte de las fuerzas.
4. La **altura del sillín**, se mide desde el centro del eje pedalier hasta la parte superior del sillín, es otro factor biomecánico determinante que interviene en la posición del ciclista sobre la bicicleta.
5. El **retroceso del sillín**, es aquella distancia vertical desde la punta del sillín hasta la vaina horizontal del cuadro situada a la altura del eje pedalier. Esta medida va a determinar los músculos agonistas y antagonistas que intervienen en el pedaleo.
6. **Grado de inclinación del sillín**, es aquella que mide el grado de horizontalidad del mismo, y que determinará el apoyo de los genitales, que en el caso femenino no será igual que el masculino.

7. La **diferencia de altura** se determina mediante la diferencia de la medición del sillín al suelo y manillar al suelo. A partir de aquí podemos determinar el ángulo formado por el acromion, trocánter femoral con la horizontal.
8. Otra medida a tener en cuenta es la distancia que hay desde la **punta del sillín hasta el centro del manillar**, y que determinará el ángulo formado por el trocánter del fémur y hombro, dando lugar al grado de inclinación del fémur y hombro del ciclista sobre la bicicleta.



- 1- Tamaño del cuadro
- 2- Calas (no especificado)
- 3- Longitud de la biela
- 4- Altura del sillín
- 5- Retroceso
- 6- Inclinación del sillín
- 7- Altura del manillar
- 8- Sillín - Potencia

Figura 3: Medidas a tener en cuenta. Elaborado a partir de Google Imágenes.

Teniendo en cuenta los factores descritos anteriormente y llevando a cabo un ajuste de manera correcta, se puede llevar a cabo la práctica de manera más segura, e incidiendo así de manera más precisa en los principales factores de lesión por un mal ajuste de la bicicleta.

3.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Las lesiones que se producen en el ámbito deportivo son una seria preocupación tanto para deportista como para clubes, ya que las consecuencias de estas suelen ser; pérdidas económicas, disminución de las diferentes capacidades físicas, periodos de inactividad, disminución de la calidad de vida además de otros tipos de problemas como los laborales. Después de haber realizado una revisión bibliográfica, podemos apreciar que no existen apenas estudios relacionados con las lesiones en el género femenino dentro de la modalidad deportiva del ciclismo de carretera, y en algunos de ellos no especifican el género, cuando existe una diferenciación clara entre géneros, no solo a nivel fisiológico, sino que también a nivel antropométrico según Tortora y Derrickson (2013).

Mediante una búsqueda bibliográfica hemos intentado determinar las diferencias que se observan en las bicicletas diseñadas para hombres y mujeres y si estas se adaptan a las características morfológicas y antropométrica de cada género. En esta búsqueda no se han encontrado ninguna investigación que haga referente a esto en el ciclismo de carretera que es en el que se centra nuestro estudio. En la práctica del ciclismo debemos tener en cuenta dichas anomalías, ya que se trata de un deporte cíclico, repetitivo durante un tiempo prolongado y puede causar diversas lesiones, por ello se requiere un ajuste lo más exhaustivo posible.

Además de todo lo mencionado anteriormente queremos destacar el auge de este deporte, y con ello, su importancia de tener en cuenta el factor biomecánico y ergonómico en la práctica del ciclismo como medio preventivo de lesiones, mejora del rendimiento y confort sobre la bicicleta en el género femenino. Por las diferencias mencionadas anteriormente creemos en la importancia del ajuste biomecánico y ergonómico, así como en la fabricación de bicicletas se debería de tener en cuenta estas características, pudiéndose adaptar así a cada género de manera más específica.

4- OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

El objetivo principal de esta propuesta es encontrar la relación entre las lesiones sufridas por ciclistas femeninas y la falta de ajuste entre el binomio bicicleta-ciclista.

Los objetivos secundarios propuestos son:

- Evaluar la posición del binomio bicicleta-ciclista donde de las ciclistas realizan la práctica deportiva.
- Revisar en la literatura científica para determinar los principales factores de lesión producidos por la práctica del ciclismo en mujeres.
- Comprobar si las medidas de referencias del binomio ciclista-bicicleta planteadas por la literatura científica de referencia, se adaptan a las características antropométricas de la población femenina.
- Comprobar las necesidades especiales de un método de ajuste en el binomio ciclista-bicicleta para el género femenino.

A continuación, vamos a proceder a enumerar las distintas competencias que vamos a desarrollar en este Trabajo de Fin de Grado:

- Adquirir la formación científica básica para comprender, promover y evaluar la formación de hábitos de práctica de la actividad física y del deporte, orientados al mantenimiento y mejora de la condición física y la salud.
- Aplicar los fundamentos científicos de la motricidad humana (principios fisiológicos, biomecánicos, comportamentales y sociales) a la mejora de la salud y la calidad de vida.
- Seleccionar y saber utilizar los recursos, instrumentos, herramientas y equipamientos adecuados para cada tipo de persona y de actividad, identificando críticamente y en equipo multidisciplinar el marco adecuado para las mismas.
- Interpretar resultados y controlar variables utilizando diferentes métodos y técnicas instrumentales de medición o estimación, tanto de laboratorio como de campo, y aplicarlas en sus futuras tareas profesionales en diferentes grupos de población: docencia, salud, entrenamiento y rendimiento deportivo.
- Seleccionar y saber utilizar los recursos adecuados y herramientas necesarias para cada tipo de práctica de actividad física y/o deportiva que mejore la calidad de vida y salud poblacional.
- Comprender la literatura científica del ámbito de la actividad física y del deporte.
- Saber aplicar las tecnologías de la información y comunicación al ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
- Aplicar los principios fisiológicos, biomecánicos, comportamentales y sociales a los diferentes campos de la actividad física y del deporte.
- Desarrollar hábitos de excelencia y calidad en el ejercicio profesional, actuando con respeto a los principios éticos necesarios.
- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

5- METODO

5.1. MUESTRA

La muestra a estudio fue de 14 ciclistas de género femenino, con edades entre 21 y 48 ($M_{\text{edad}}=31.57\pm 10.05$ años), una altura comprendida entre los 156 cm y 173 cm ($M_{\text{altura}}=164.7\pm 7.15$ cm), y una experiencia en esta modalidad deportiva entre los 4 y 26 años ($M_{\text{experiencia}}=7.28\pm 5.75$ años). El criterio de selección de la muestra fue ser ciclista de género femenino con un volumen de entrenamiento mínimo de 3000 y máximo de 9000 ($M_{\text{kilómetros}}=6.839,28 \pm 1598.09$ km). Además, cabe destacar que el 76,6% de las participantes que han participado en este estudio han mencionado la incidencia de lesión.

5.2. INSTRUMENTOS

Se entiende por *Bike Fit* el ajuste de la bicicleta a las diferentes características del ciclista, que se basan en los principios biomecánicos, y que puede evitar las apariciones de diversas lesiones por sobreuso y además de aumentar del rendimiento (Roca, 2016). Basándonos en la distinta literatura científica consultada (Belluye y Cid, 2001; Roca, 2016; Silberman, Webner, Collina y Shiple, 2005; Vey Mestdagh, 1998), y, se llevó a cabo un análisis antropométrico donde se tomaron las siguientes medidas: talla de las deportistas, medida de la entrepierna y altura trocánterea. Posteriormente, se registraron siete medidas básicas de la bicicleta (longitud de la biela, altura y retroceso del sillín, distancia entre el manillar y la punta del sillín así como las diferencias de altura entre sillín y manillar y talla de la bicicleta). A partir de estas medias obtenidas y según los autores citados anteriormente, se estableció las medidas óptimas para un correcto ajuste a las características de cada ciclista, y que se muestran en la siguiente tabla (tabla 2).

Tabla 2: Medidas determinadas en función de las características antropométricas del sujeto (elaborado a partir de Belluye y Cid, 2001; Roca, 2016; Silberman, Webner, Collina y Shiple, 2005; Vey Mestdagh 1998).

<i>Estatura (cm)</i>	<i>Menos de 170</i>	<i>170-178</i>	<i>179-185</i>	<i>Más de 185</i>
<i>Bielas (mm)</i>	165	170	172.5	175
<i>Retroceso (cm)</i>	5-6	6-7.5	7.5-9	9-10
<i>Diferencia de alturas</i>	Menos de 5	5-7.5	7.5-9	Más de 9

También cabe destacar que los autores mencionados anteriormente también establecen unas ecuaciones matemáticas en lo que han denominado como *ajuste cuantitativo*, donde se establecen las medidas antropométricas básicas desarrolladas a partir de ciclistas de género masculino. En base a los autores mencionados en la tabla anterior, podemos definir la altura trocantérea (HT) como el 52% de la talla total del sujeto, y la altura de la entrepierna (HE) que se establece en el 48% de la talla.

Para conocer la talla de la bicicleta en la cual se toma como referencia la longitud del tubo horizontal del cuadro, y pudiendo definir la *talla* óptima a través de la siguiente fórmula ($Talla = 0,65 \times H.E.$). Para determinar la altura óptima de sillín, se establece en el 109% de la altura de (HE) en el caso de tener instalados pedales automáticos. Otro ajuste cuantitativo lo podríamos encontrar en la colocación del manillar respecto al sillín, conocido como *largura* por medio del siguiente cálculo ($Largura = 0,98 - 0,99 \times \text{altura del sillín}$) - 17. Finalmente, para la correcta colocación de las calas y siguiendo el procedimiento de (Roca, 2016), estas se colocarán en sentido antero-posterior en el eje del pedal haciendo coincidir este con la línea del primer metatarsiano.

Para el análisis cinemático bidimensional del pedaleo de la extremidad derecha, ya que los movimientos realizados se refieren a flexión y extensión asumimos que en nuestra muestra no encontramos ningún tipo de asimetría en las participantes analizadas basándonos en García-López, Díez-Leal, Larrazabal, y Ogueta-Alday (2016). Para ello se colocan marcadores en los diferentes puntos: maléolo externo, cóndilo femoral externo, trocánter de fémur, unión acromioclavicular y en centro del pedal con el fin de obtener los diferentes ángulos. En la primera grabación se realizó al análisis de dichos ángulos, en la que se tomaron 3 fotogramas en flexión con la biela a 0° , y otros tres fotogramas en extensión, colocándose la biela a 180° . A partir de estas mediciones, se obtuvo la media de los datos en los tres fotogramas conociendo así el ángulo para ambos movimientos. A continuación, se comparó con los resultados obtenidos en el *Bike fit* básico, para posteriormente determinar los errores y llevar a cabo el ajuste de la bicicleta en la siguiente sesión. En esta se llevó a cabo el ajuste de la bicicleta, y una nueva medida de la misma, además de un nuevo análisis cinemático para comprobar que los ajustes realizados fueron los correctos y acordes a la antropometría de la ciclista. En este también se tuvo en cuenta el confort percibido después de las modificaciones y que este sea óptimo para nuestras participantes.

Además, se han tenido en cuenta los ángulos y rangos de movimiento determinados por García-López, Díez-Leal, Rodríguez, Larrazabal, De Galceano, y Villa, (2009) y Roca, (2016) (tabla 3).

Tabla 3: Valores óptimos durante el ciclo del pedaleo según el movimiento y la articulación.

	Movimiento	Valores óptimos
tronco	Flexión	35-40°
	Extensión	35-40°
Cadera	Flexión	15-20°
	Extensión	65-65°
Rodilla	Flexión	70°
	Extensión	140-150°
Tobillo	Flexión	110-120°
	Extensión	130-140°
	ROM	más de 20°

Para realizar los diversos *Bike Fit* realizaremos previamente diferentes análisis biomecánicos donde requerimos la presencia de diversos materiales y/o instrumentos además de la bicicleta que aporte la ciclista analizada. Utilizamos el rodillo “Cycleops” donde pudimos colocar la bici de manera estática contribuyendo así a un mejor protocolo para analizar a la ciclista. También utilizaremos una cinta métrica para medir a las féminas, bicicleta y calas. Además, contamos con un juego de llaves Allen necesario para llevar a cabo dicho *Bike Fit*.

5.3. PROCEDIMIENTO

Para poder llevar a cabo este trabajo nos pusimos en contacto con el Club Ciclista León, el establecimiento especializado Bicicletas Mario, además de publicitarse en diversas redes sociales. El total de la muestra fue informada y aceptaron las condiciones del estudio mediante un consentimiento informado para participar en mismo (Ver anexo 7.1), en el que se da a conocer los objetivos del estudio, lugar y duración aproximada de desarrollo del mismo, y poniendo en su conocimiento la política de privacidad, normas del Comité Ético, y Declaración de Helsinki. A partir de ahí se llevó a cabo una recogida de datos mediante una ficha elaborada *ad hoc* (Ver anexo 7.2). En ella se recogen los datos necesarios para realizar el estudio antropométrico y *bike fit*, con el fin de poder compararlo con las medidas de referencia estipuladas por la bibliografía consultada. En dicha ficha también se recogían datos sobre el historial de lesiones y experiencia deportiva. A continuación, procedimos a realizar un calentamiento de 5 minutos de pedaleo continuo encima del rodillo, a una cadencia similar a la de entrenamiento, basada en la propia percepción de la ciclista, a partir de la cual se

iniciaba la grabación de una duración de 2 min para el posterior análisis. Además, en esta primera sesión también se procedió a la comprobación de las calas y ajuste de las mismas. Posteriormente se procedió al análisis de las grabaciones mediante el software *Kinovea* versión 8.26 para estudiar la cinemática del movimiento bidimensional, en se han obtenido diferentes ángulos y el ROM del tobillo. La grabación de videos de todas las féminas analizadas se ha realizado con un dispositivo móvil *Samsung Note 3* a una velocidad de 120 fotogramas por segundo. En el segundo día se les ajustó la bici según las medidas obtenidas en el *Bike fit básico* y teniendo en cuenta los ángulos obtenidos en *Bike fit avanzado*. A partir de esos datos y una vez realizado dicho ajuste, volvimos a realizar una grabación para comprobar que las bicicletas quedaban bien ajustadas a la ciclista analizada. Después de analizar la última grabación, se le facilitó a cada una de las participantes un informe individualizado en el que constaban las modificaciones realizadas, así como las mediciones y ángulos analizados antes del ajuste biomecánico.

Al finalizar todas las fases del estudio, se llevó a cabo la elaboración de las conclusiones donde se podrían observar los principales errores más comunes, informando a través de un informe individualizado para cada una de las participantes, de las lesiones que puede ocasionar ese ajuste inadecuado, y recalcando la vital importancia de un correcto análisis biomecánico para la prevención de dichas patologías.

5.4. ANÁLISIS DE DATOS

Una vez finalizada la recogida de datos, se procedió a la codificación de los datos y posterior elaboración de la base de datos para su análisis estadístico. Para el mismo se llevó a cabo un análisis de frecuencia (fr y porcentaje, %), y análisis descriptivo (media y desviación estándar). Además, se comprobó normalidad y homocedasticidad en la muestra analizada mediante las *pruebas K-S de una muestra* y *Test de Levene*, respectivamente. Seguidamente se llevó a cabo un análisis comparativo mediante la prueba *t-student para muestras independientes* en el caso de la comparación en función de las distintas variables independientes, y la prueba *t-student para muestras relacionadas* para comparar las modificaciones generadas por el *Bike fit*. Se llevó a cabo un análisis correlacional mediante la prueba de correlación de Pearson, y además, se calculó el tamaño del efecto entre la variable lesión y las medidas iniciales, expresado mediante *common language size effect (CL size effect)* calculada a partir de la *d-Cohen*, y que hace más fácil la interpretación de los resultados estadísticos obtenidos (Lakens, 2013). El nivel de significación tenido en cuenta pue de $p < 0.05$. Para el tratamiento estadístico se utilizó el *Statistical Package for Social*

6. RESULTADOS

A continuación, vamos a proceder a mostrar los resultados que se han obtenido en el análisis biomecánico realizado a las participantes en este estudio, destacando así los resultados más relevantes.

Tabla 4: Análisis de frecuencia de las medidas binomio ciclista-bicicleta y colocación recomendada (frecuencia y porcentaje).

Medidas binomio ciclista-bicicleta	<i>Sillín</i>	<i>Bielas</i>	<i>Largura sillín-potencia</i>	<i>Retroceso</i>	<i>Diferencia de altura sillín - manillar</i>	<i>Talla</i>
	fr (%)	fr (%)	fr (%)	fr (%)	fr (%)	fr (%)
<i>Por debajo de lo recomendado</i>	6 (42,9)	0 (0)	8 (57,1)	5 (35,7)	7 (50)	7 (50)
Óptimo	4 (28,6)	3 (21,49)	3 (21,4)	5 (35,7)	3 (21,4)	5 (35,7)
<i>Por encima de lo recomendado</i>	4 (28,6)	11 (78,6)	3 (21,4)	4 (28,6)	4 (28,6)	2 (14,3)

Como podemos apreciar en la tabla 4, entre las ciclistas analizadas, muy pocas se configuran entre las medidas consideradas óptimas para una buena colocación sobre la bicicleta según las referencias bibliográficas. Se han establecido tres maneras de clasificación: *por debajo de lo recomendado*, refiriéndose a que las medidas son bajas y no llegan a lo aconsejable, *óptimo* siendo esta la recomendada, y *por encima de lo recomendado* siendo las medidas obtenidas por encima de las estipuladas por los autores de referencia. Como se puede apreciar, en ninguna de las variables analizadas los datos superan el 40% en lo que óptimo o recomendado se refiere. En la mayoría de los casos, la regulación de las medidas es menor a la que deberían adoptarse, excepto en el caso de las bielas, que como podemos observar, en un 78.6% son excesivamente grandes para las características de nuestra muestra. A continuación, hemos reflejado mediante una figura la incidencia lesional que han tenido las participantes de nuestro estudio, patologías, todas ellas, producidas por la práctica de ciclismo en las diferentes partes del cuerpo.



Figura 4: Incidencia lesional y localización de las patologías producidas (%).

Como podemos apreciar en la primera figura, sólo el 21,4% no han sufrido ningún tipo de lesión, mientras que el 28,6% de las ciclistas que se ha lesionado una vez, y casi el doble, un 50% de las participantes, han tenido dos lesiones o más. La localización de las patologías sufridas asociadas a la práctica de ciclismo, como muestra la correspondiente figura, destacan como principales zonas con mayor frecuencia lesional, la columna cervical (28%), periné (19%) y rodilla (19%). Por el contrario, según los datos recogidos, las zonas menos propensas a sufrir una lesión son el hombro (5%), tobillo y pie (6%) y cadera (6%).

En la siguiente tabla que podemos ver la incidencia de lesión en función de la correcta o incorrecta colocación del binomio ciclista-bicicleta. En ella se tiene en cuenta aspectos como la talla, calas, bielas, sillín, retroceso, diferencia de altura de sillín- manillar y largura del manillar - potencia.

Tabla 5: Análisis de frecuencia (frecuencia y porcentaje) según el índice de lesión y la correcta colocación entre el binomio ciclista bicicleta en el Bike fit básico.

	Talla		Calas		Bielas		Sillín	
	Correcto fr (%)	Incorrecto fr (%)	Correcto fr (%)	Incorrecto fr (%)	Correcto fr (%)	Incorrecto fr (%)	correcto fr (%)	incorrecto fr (%)
No lesionadas	1 (7,1)	2 (14,3)	2 (14,3)	1 (7,1)	0 (0)	3 (21,4)	2 (14,3)	1 (7,1)
Lesionadas	4 (28,6)	7 (50)	3 (21,4)	8 (57,1)	3 (21,4)	8 (57,1)	2 (14,3)	9 (64,28)
	Retroceso		Diferencia de altura sillín- manillar		Largura sillín- manillar			
	Correcto fr (%)	Incorrecto fr (%)	Correcto fr (%)	Incorrecto fr (%)	Correcto fr (%)	Incorrecto fr (%)		
No lesionadas	1 (7,1)	2 (14,3)	0 (0)	3 (21,4)	0 (0)	3 (21,4)		
Lesionadas	4 (28,6)	7 (50)	3 (21,4)	8 (57,2)	3 (21,4)	8 (57,1)		

Como podemos apreciar, se observa que aquellas deportistas con un mal ajuste o posición incorrecta les corresponde un mayor porcentaje de lesión. En todas las variables analizadas, podemos encontrar que en ninguna de las mismas el porcentaje de lesión es

inferior al 50%, obteniendo hasta un 64,28% de incidencia lesional en el caso de la altura del sillín. Por el contrario, las deportistas que no estuvieran lesionadas y llevaran de manera correcta colocada la bicicleta en alguna de las partes analizadas, sólo se corresponde al 14,3% de la muestra analizada.

Además, mediante la prueba T-student para muestras relacionadas, encontramos diferencias significativas entre las modificaciones generadas en la medición de sillín – manillar antes de llevar a cabo cualquier ajuste, y las realizadas posteriormente mediante el *Bike fit básico* (Ver tabla 6). También podemos encontrar diferencias significativas en las bielas entre la muestra analizada que han tenido algunas lesiones y las no lesionadas. Sin embargo, en el resto de variables o parámetros analizados no se observan diferencias significativas.

Tabla 6: Análisis T-student para muestras relacionadas en las medidas obtenidas en la evaluación inicial (T1), el *Bike fit básico* (T2) y avanzado (T3) y T-student para muestras independientes entre las deportistas que han padecido alguna lesión (n=3) y las que no (n=11). $P < 0.05^*$.

LESION		T1	T2	T3	P	T1	T2	P	T1	T2	T3	P	T1	T2	T3	P	T1	T2	T3	P
		SILLIN INICIAL	SILLIN BIKE FIT BASICO	SILLIN BIKE FIT AVANZADO		BIELAS INICIAL	BIELAS OPTIMAS		SILLIN MANILLAR INICIAL	SILLIN MANILLAR BIKE FIT BASICO	SILLIN MANILLAR AVANZADO		RETROCESO INICIAL	RETROCESO BIKE BASICO	RETROCESO AVANZADO		SILLIN SUELO INICIAL	SILLIN SUELO BIKE BASICO	SILLIN SUELO AVANZADO	
No lesionadas	M	69,00	69,20	69,23	n.s	170,83	166,67	A 0,038	48,50	51,49	49,47	n.s	5,10	5,93	5,83	n.s	2,67	4,50	3,90	n.s
	Sd	4,09	2,91	2,91		1,44	2,89		2,29	2,90	1,79		2,01	0,75	0,99		2,57	0,00	1,22	
Lesionadas	M	68,03	67,75	67,80	n.s	170,23	166,36	A 0,001	49,44	50,11	49,75	n.s	4,41	5,63	4,79	n.s	4,44	4,86	4,82	n.s
	Sd	4,48	3,90	4,28		0,75	2,34		3,41	3,75	3,36		2,57	1,06	2,13		2,68	0,74	1,72	
Total	M	68,24	68,06	68,11	n.s	170,36	166,43	A 0,000	49,24	50,41	49,69	A 0,040	4,56	5,69	5,01	n.s	4,06	4,79	4,62	n.s
	Sd	4,27	3,66	3,97		0,91	2,34		3,15	3,53	3,03		2,40	0,98	1,96		2,66	0,67	1,63	
P		0,741	0,565	0,600		0,325	0,852		0,666	0,569	0,894		0,677	0,650	0,434		0,327	0,428	0,408	

A: Diferencias significativas entre T1-T2.

B: Diferencias significativas entre T2-T3.

C: Diferencias significativas entre T1-T3.

n.s. No significativo

Haciendo una comparativa entre antes y después del *bike fit*, podemos observar cómo se produjo una mejora en la colocación de la ciclista con la bicicleta, destacando la producida en la extensión de cadera, que todas se posicionaron en rangos recomendados. También podemos apreciar mejoras en la flexión de tronco, extensión de rodilla, y flexo-extensión de tobillo. Sin embargo, en la flexión de cadera y ROM de tobillo, disminuyen por debajo de lo recomendado en ambos casos. Además, cabe destacar que después de realizar dicho ajuste, no se ha conseguido llegar a los valores óptimos que se establecen según las fórmulas y rangos establecidos mencionados anteriormente, esto podría deberse a que estos están establecidos para el género masculino.

Tabla 7. Análisis de frecuencia de los ángulos obtenidos entre el binomio ciclista-bicicleta antes y después del *bike fit avanzado*.

Ángulos conformados en el binomio bicicleta-ciclista.		F.T fr (%)	E.T fr (%)	F.C fr (%)	E.C fr (%)	F.R fr (%)	E.R fr (%)	F.Tob fr (%)	E.Tob fr (%)	ROM fr (%)
Antes	Por debajo			1 (7,7)	2(30,8)	4(38,5)	3(30,8)		1 (7,7)	3(30,8)
	Optimo	6(46,2)	4(38,5)	8(53,8)	8(53,8)	6(46,2)	9(69,2)	6(46,2)	4(38,5)	8(53,8)
	Por encima	8(53,8)	9(61,5)	4(38,5)	2 (15,4)	2 (15,4)		8(53,8)	8(53,8)	2(15,4)
Después	Por debajo	7 (50)		1(8,3)		4(25)	1(8,3)		2(16,7)	7 (50)
	Optimo	7 (50)	(6)(38,5)	(5)33,4	14 (100)	11(75)	13(91)	10(66,7)	8(58,3)	7 (50)
	Excesivo		9(61,5)	8(58,3)				5(33,3)	4(25)	

F.T.: flexión de tronco. E.T.: extensión de tronco. F.C.: flexión de cadera. E.C.: extensión de cadera. F.R.: flexión de rodilla. E.R.: extensión de rodilla. F. Tob.: flexión de tobillo. E. Tob.: extensión de tobillo. ROM: rango de movimiento.

Como podemos observar en la tabla (tabla 8), también se ha realizado un análisis de los diferentes ángulos obtenidos en *Bike fit avanzado* antes de llevar a cabo el ajuste (T2) y después haberlo realizado (T3), encontrándose diferencias significativas en el ángulo de extensión de cadera en toda la muestra analizada antes y después de realizar dicho ajuste. Se puede apreciar como también hay diferencias significativas en la flexión de tobillo en cuanto a la muestra que presentan algún tipo de lesión y a todas las participantes que han realizado dicho estudio. En el resto de las variables analizadas no se han encontrado diferencias significativas.

Tabla 8: Análisis T-student para muestras relacionadas en los ángulos obtenidos en el *Bike fit avanzado* antes (T2) y después de dicho ajuste (T3), y análisis T-student para muestras independientes entre las deportistas que han padecido alguna lesión (n=3) y las que no (n=11). P<0.05*.

		T2	T3	P	T2	T3	P	T2	T3	P	T2	T3	P	T2	T3	P	T2	T3	P	T2	T3	P	T2	T3	P			
		Antes flexión tronco	Después flexión tronco	Antes extensión tronco	Después extensión tronco	Antes flexión cadera	Después flexión cadera	Antes extensión cadera	Después extensión cadera	Antes flexión rodilla	Modificada flexión rodilla	Antes extensión rodilla	Modificada extensión rodilla	Antes extensión tobillo	Modificada extensión tobillo	Antes flexión tobillo	Modificada flexión tobillo	Antes ROM	Modificado ROM									
No lesionadas (n=3)	M	40,50	42,50	n.s	45,50	43,00	n.s	20,50	22,00	n.s	60,50	62,50	n.s	71,50	70,50	n.s	143,00	142,50	n.s	128,50	111,50	n.s	99,50	97,00	n.s	27,00	14,50	n.s
	Sd	2,12	3,54		3,54	4,24		10,61			0,71	0,71		0,71	0,71		5,66	0,71		27,58	6,36		10,61	7,07		16,97	0,71	
Lesionadas (n=11)	M	41,18	41,5	n.s	43,10	42,09	n.s	19,64	8,49	n.s	61,64	63,80	n.s	67,73	68,60	n.s	140,91	143,30	n.s	141,00	136,10	n.s	110,82	117,00	0,040	21,18	19,40	n.s
	Sd	3,54	3,87		3,90	3,73		3,47	20,40		3,50	1,69		4,76	2,76		6,74	2,67		5,48	4,75		30,91	9,36		6,21	7,20	
Total	M	41,08	41,67	n.s	43,50	42,23	n.s	19,77	4,12	n.s	61,46	63,58	0,024	68,31	68,92	n.s	141,23	143,17	n.s	139,08	132,00	n.s	109,08	113,67	0,037	22,08	18,58	n.s
	Sd	3,30	3,68		3,80	3,63		4,42	20,67		3,23	1,62		4,57	2,61		6,42	2,44		10,51	10,67		28,70	11,70		7,80	6,79	
P		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	0,000		n.s.	0,018		n.s.	n.s.	

A: Diferencias significativas entre T2-T3 n.s No significativo.

Tras el análisis correlacional, no se obtuvieron relaciones significativas dignas de ser resaltadas, más allá de las que cabría esperar entre las distintas medidas. Para completar el análisis y ayudar a la posterior interpretación de los resultados, se calculó el tamaño del efecto, expresado mediante *CL size effect*, para las lesiones y las medidas evaluadas inicialmente, con los siguientes resultados: la altura del sillín explicaba el 56,4% lesiones (d=0,237; CL=0,564); las bielas el 62,2% (d=0,718; CL=0,622); la distancia sillín-manillar el 59%

($d=0,312$; $CL=0,591$); el retroceso del sillín el 58,4% ($d=0,300$; $CL=0,584$); y la diferencia de altura entre sillín - manillar el 68,3% ($d=0,718$; $CL=0,683$), resultados todos ellos, muy dignos de tener en consideración.

7. DISCUSIÓN.

En la presente propuesta de estudio podemos observar la falta de un correcto ajuste entre el binomio ciclista-bicicleta en el género femenino, dando lugar a la necesidad de una nueva metodología específica para el género femenino en cuanto el ajuste de nuestras deportistas en su medio de locomoción. Además, cabe destacar la existencia de múltiples diferencias antropométricas entre ambos géneros (Tortora y Derrickson, 2013), estas diferencias no solo se caracterizan por la altura, sino que también podemos encontrar diferencias importantes en la cintura pélvica y anchura de los hombros entre otras diferencias destacables. Es por ello, que estas deben de tenerse en cuenta para realizar un buen ajuste biomecánico acorde a las características del sujeto y su antropometría con el fin de mejorar el rendimiento y evitar diferentes lesiones especialmente las lesiones por sobreuso. Según Kronisch (1998), estas se fundamentan en la interacción del ciclista con la propia bicicleta. Es por ello que cabe destacar las diferencias anatómicas de cada sujeto, ya que este colectivo suele tener un alto volumen kilométrico además de pasar muchas horas encima de la bicicleta siendo este una de las principales causas de lesión, por ello la importancia de un ajuste óptimo entre el binomio ciclista-bicicleta.

A partir de (Belluye y Cid, 2001; Roca, 2016; Silberman, Webner, Collina y Shiple, 2005; Vey Mestdagh 1998) podemos encontrar una clasificación sobre un ajuste cuantitativo en función de la talla del deportista para determinar las diferentes medidas del binomio ciclista-bicicleta, destacando así que estos hacen referencia de su muestra al género masculino. En dicho ajuste y según esta metodología cabe destacar que solo el 35,7% de la muestra analizada se le ajustaba correctamente la talla de la bicicleta siendo esta en un 50% de los casos más pequeña de lo recomendado. Además, se puede observar como el 78,6% de las bielas no son acorde a las características de las deportistas y tan solo un 28,6% tiene un óptimo ajuste del sillín al previo análisis.

También hemos podido observar cómo tan solo el 21,4% de la muestra analizada no ha tenido ningún tipo de lesión y el 50% han sufrido dos lesiones o más. Siendo estas principalmente en la zona cervical, rodilla y periné. Cabe destacar que tan solo en el mejor de los casos el 14,3% de la muestra analizada lleva una parte de la bicicleta bien ajustada y no presentan ningún tipo de lesión actualmente.

Además, se han encontrado diferencias significativas en la muestra analizada entre las medidas iniciales que las deportistas obtenían al inicio del estudio y las realizadas después del *Bike fit básico*. Observándose así diferencias significativas en la longitud de la biela inicial y en las que deberían obtener acordes a su antropometría según los autores mencionados anteriormente.

Después de realizar dicho ajuste, hemos realizado el *Bike fit avanzado* donde se establecen unos ángulos predeterminados en la cinemática del movimiento (García-López, Díez-Leal, Rodríguez, Larrazabal, De Galceano, y Villa (2009) y Roca, (2016), pero no se han obtenido los ángulos óptimos y/o recomendados en nuestra muestra analizada, tan solo se ha podido completar al 100% en el movimiento de extensión de cadera. En los demás parámetros analizados en el mejor de los casos después de realizar dicho ajuste se obtiene un 91% en la clasificación de óptimo en el movimiento de extensión de rodilla. Por otro lado, los movimientos en los que peor ajuste se han obtenido en extensión de tronco y flexión de cadera con un 38,5% y 33,5% respectivamente. Con ello se podría cuestionar su validez para el género femenino, ya que como hemos mencionado anteriormente existen diversas diferencias entre ambos géneros a nivel antropométrico pudiendo ser este el principal causante de un ajuste erróneo en este colectivo.

Por otro lado, queremos destacar que según los resultados obtenidos tras dicho ajuste biomecánico el 71,42% de las ciclistas no tienen un buen ajuste del sillín con el método utilizado en dicho estudio. Basándonos en Mauch, y Goesele, (2009) sí que se observan diferencias significativas entre hombres y mujeres respecto a la altura del sillín. Según Peveler y Green (2011) la posición del sillín es muy importante ya que este condiciona la mejora del rendimiento y la prevención de lesiones, y esto es un aspecto muy destacable ya que según la revisión realizada por Murphy, Connolly y Beynnon (2003), las mujeres tienden a sufrir lesiones de manera más frecuente en los miembros inferiores especialmente de rodilla, y más concretamente del ligamento cruzado anterior, debido a diversos factores como la hiperlaxitud y el desequilibrio de coordinación y fuerza, entre otros. Por ello la importancia y la necesidad de estudios de estas características para no solo por la mejora del rendimiento, sino por la prevención de lesiones y la mejora del confort.

8. CONCLUSIONES Y LIMITACIONES.

Podemos observar claras diferencias entre ambos géneros especialmente antropométricas, estas afectan y condicionan a la posición de la ciclista encima de la bicicleta pudiendo causar diversas lesiones, patologías y/o molestias en la deportista, en el caso de que dicho ajuste no sea óptimo.

Cabe destacar que los resultados que se han obtenido en este estudio son interesantes y novedosos, ya que actualmente no se han encontrado estudios de carácter científico que muestren una diferencia en el ajuste del binomio ciclista-bicicleta en el género femenino.

Por todo ello creemos que se deberían de tener en cuenta a la hora del diseño, tanto del equipamiento por parte de las ciclistas como de la propia bicicleta, ya que no se han encontrado evidencias científicas de las diferencias de estas últimas. Por consiguiente, cabe destacar que puede observarse que las bicicletas de tallas inferiores no vienen adaptadas en su conjunto para las características antropométricas las cuales se recomienda su venta.

Además, de estos aspectos también cabe destacar que el 93.33% de la muestra analizada llevaban una posición incorrecta sobre dicho medio de locomoción contribuyendo así a un aumento de la probabilidad de que se produzca una lesión y por consiguiente una disminución del rendimiento. En cualquier caso también hemos podido comprobar que la mayoría de las deportistas desconocen las repercusiones y la importancia de un correcto ajuste de la bicicleta.

En cuanto a las limitaciones y/o impedimentos que hemos encontrado a la hora de realizar esta propuesta se encuentra la dificultad de encontrar información científica, que relacione ciclismo y mujer especialmente en el ámbito biomecánico y ergonómico. También cabe mencionar que en diversos estudios consultados no se observa una evidencia sobre el género utilizado en la muestra generando dudas sobre la utilidad de dicho estudio.

Otras de las limitaciones que hemos encontrado es la imposibilidad de realizar algunos análisis biomecánicos, ya que no disponía de un rodillo adecuado para las características de las bicicletas de último diseño.

9. APLICACIÓN Y VALORACION PERSONAL

En este estudio que se ha llevado a cabo, se puede destacar la necesidad inmediata de realizar un nuevo método de ajuste para el género femenino respecto a su medio de locomoción que es la bicicleta. Este tiene especial relevancia ya que podría reducir la incidencia lesional en este colectivo, y por consiguiente una mejora del confort y rendimiento para las deportistas practicantes de este deporte, ya que, este requiere muchas horas de entrenamiento y un alto volumen de kilómetros en la vida de las deportistas.

Además, también cabe la necesidad de adaptar la geometría de la bicicleta en su conjunto, refiriéndose así a los materiales que la componen, ya que, en muchos casos la venta del mismo se realiza por tallas pero los componentes no vienen adaptados a la misma.

Como valoración personal, este trabajo me ha aportado conocer las necesidades de dicho género en esta práctica deportiva, así como sus múltiples diferencias entre hombres y mujeres a nivel antropométrico. Así mismo, también he podido ser consciente de la falta de información y conocimiento de la muestra analizada sobre la importancia y/o relevancia que tiene estos ajustes, y que las mismas tienen un gran desconocimiento sobre la utilidad de estos métodos. Además, destacando así el agradecimiento de las participantes en dicho estudio en la mayoría de los casos por una mejora del confort, disminuyendo algunas de las molestias que tenían tras un periodo largo encima de la bicicleta, aunque estas no queden ajustadas correctamente en su totalidad.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bahr, R., y Maehlum, S. (2007). *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid: Médica paramericana.
- Belluye, N., y Cid, M. (2001). Approche biomécanique du cyclisme moderne, données de la littérature. *Science & Sports*, 16(2), 71-87.
- Bourguigne, V. (2012). Alteraciones posturales y lesiones en ciclistas amateurs. Buenos Aires: Universidad FASTA.
- Calvo, M.C. (2009). *Análisis de los factores de riesgo de lesión en el ciclismo de carretera federado de la Región de Murcia*. Murcia: Universidad católica de San Antonio.
- De Mondenard, J.P. (1994). *Lesiones del ciclista: del síntoma a la causa mecánica*. Barcelona: Ciba-Geigy.
- De Vey Mestdagh, K. (1998). Personal perspective: in search of an optimum cycling posture. *Applied Ergonomics*, 29(5), 325-334.
- Elvar, J. R. H., Costa, M. R., y Serrano, R. G. (2004). Ciclo Indoor para la salud. Aspectos a considerar para una práctica segura. Prevención de problemas y lesiones. *Revista Digital Edeportes*. Buenos Aires, 10(79).
- García-López, J., Díez-Leal, S., Rodríguez Marroyo, J. A., Larrazabal, J., De Galceano, I. G., y Villa, J. G. (2009). Eficiencia mecánica de pedaleo en ciclistas de diferente nivel competitivo. *Biomecánica*, 17(2), 9-20.
- García-López, J., Díez-Leal, S., Larrazabal, J., y Ogueta-Alday, A. (2016). No bilateral asymmetry during pedalling in healthy cyclists of different performance levels. In *ISBS-Conference Proceedings Archive 33*, (1), 1-4.
- Kronisch, R.L., 1998. Mountain biking injuries: fitting treatment to the causes. *The Physician and Sportsmedicine* 26 (3), 1.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4:863.
- López, M.C (2009). *Análisis de los factores de riesgo de lesión en el ciclismo de carretera federado en la Región de Murcia*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Lysens, R. J., De Weerd, W., y Nieuwboer, A. (1991). Factors associated with injury proneness. *Sports Medicine*, 12(5), 281-289.
- Martínez, L. C. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apuntes. Medicina de l'esport*, 43(157), 30-4.
- Mauch, M., y Goesele, A. (2009). Evaluation of saddle height in elite cyclists. En A.J. Harrison, R. Anderson y I. Kenny (Eds.) *27th International Conference on Biomechanics in Sports Proceedings Archive*. Limerick, Irlanda.
- McLennan, J. G., y McLennan, J. C. (1991). Cycling and the older athlete. *Clinics in Sports Medicine*, 10(2), 291-299.
- Ministerio de Sanidad y Consumo (2015). *Encuesta Nacional de Salud de España*. MSC: Madrid. Recuperado: http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/deporte/ehd/Encuesta_de_Habitos_Deportivos_2015.pdf Consultado: 7 de Junio de 2019.

- Morris, B. M., y Burke, E. R. (1994). *Clínicas de medicina deportiva, lesiones producidas por la práctica del ciclismo*. Madrid: McGraw-Hill.
- Murphy, D. F., Connolly, D. A. J., y Beynnon, B. D. (2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 13-29.
- Olivé R. (2000). *Patología en Medicina del deporte*. Badalona: Laboratorios Menarini
- Osorio Ciro, J. A., Clavijo Rodríguez, M. P., Arango, E., Patiño Giraldo, S., y Gallego Ching, I. C. (2007). Lesiones deportivas. *Iatreia*, 20(2), 1-12.
- París, C. L. (2000). Influencia del sexo en la práctica deportiva. *Biología de la mujer deportista. Arbor*, 165(650), 249.
- Pérez, R. (2004). *Las lesiones deportivas y su prevención*. León: Universidad de León
- Pérez, S. P., y Llana, B. S. (2015). *Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Peveler, W. W., y Green, J. M. (2011). Effects of saddle height on economy and anaerobic power in well-trained cyclists. *Journal of Strength y Conditioning Research*, 25(3), 629-633.
- Pfeiffer, R. P., y Mangus, B. C. (2007). *Las lesiones deportivas*. Barcelona: Paidotribo.
- Pita, S., Vila, M., y Carpenente, J. (1997). Determinación de factores de riesgo. *Cadernos de atención primaria*. (4), 75-78.
- Roberts, O. (2005). *En forma con la bicicleta*. Barcelona: Hispano Europea.
- Roca, B. F. (2016). *Comparación de diferentes métodos de ajuste de la bicicleta en ciclistas entrenados: influencia de factores biomecánicos y energéticos*. León: Universidad de León.
- Romero, D. y Tous, J. (2011). *Prevención de lesiones en el deporte. Claves para un rendimiento deportivo óptimo*. Madrid: Médica panamericana.
- Silberman, M.R., Webner, D., Collina, S., y Shiple, B.J. (2005). Road bicycle fit. *Clinical Journal of Sport Medicine* 15, 271-276.
- Tortora, G. J., y Derrickson, B. (2013). *Principios de anatomía y fisiología*. Madrid: Médica Panamericana
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., y Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*, 14(2), 82-99.
- Vignolo, J., Vacarezza, M., Álvarez, C., y Sosa, A. (2011). Niveles de atención, de prevención y atención primaria de la salud. *Archivos de Medicina Interna*, 33(1), 7-11.
- Wilber, C. A., Holland, G. J., Madison, R. E., y Loy, S. F. (1995). An epidemiological analysis of overuse injuries among recreational cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 16(03), 201-206.
- Zani, Z. (1998). *Posiciones incorrectas en la bicicleta. Lesiones comunes y sus remedios*. Madrid: Dorleta S.A.
- Zani, Z. (2010). *Pedalear bien*. Madrid: Tutor.

11. ANEXOS:

11.1 Consentimiento informado

Consentimiento Informado para participantes de Investigación

El propósito de esta ficha de consentimiento informar a los integrantes de esta investigación en la que será participe. El objetivo de esta investigación es la prevención de lesiones en la práctica de ciclismo en el género femenino, así como establecer los diferentes factores que propician las diversas patologías y/o lesiones.

Si usted procede a participar en este estudio, se le pedirá responder a una ficha donde se recogerán diversos datos personales necesarios para la investigación. En dicha investigación se realizará un análisis biomecánico del pedaleo, esto se llevará a cabo mediante dos grabaciones. En la primera se analizarán los ángulos obtenidos y en la segunda se realizará un ajuste de la bicicleta para posteriormente volver a realizar otro video donde constataremos que las modificaciones realizadas son las correctas. Este proceso requiere un tiempo aproximado de 30 min cada día.

Los procedimientos seguidos en la investigación serán realizados conforme a las normas éticas de la Universidad de León y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. En todo momento se garantizará el derecho de los participantes a la privacidad y confidencialidad, evitando cualquier tipo de dato identificativo (artículo 18. de la Constitución y regulado por la Ley 1/1982, de 5 de mayo, sobre el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen y la Ley 15/1999, de 13 de diciembre, sobre la Protección de Datos de Carácter Personal).

Le garantizamos un tratamiento confidencial y anónimos de los resultados, los cuales serán utilizados únicamente con fines científicos y académicos (publicación de los resultados en formato de libre acceso en Internet).

Marque las que corresponda:

He sido informado y acepto participar voluntariamente en esta investigación, que tiene como principal objetivo prevenir lesiones en la práctica de ciclismo en el género femenino, además de establecer los diferentes factores que propician las diversas patologías y/o lesiones. Esta investigación se llevará a cabo en el trabajo de fin de grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Reconozco que la información que se recoja en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y será usada única y exclusivamente con fines científicos y académicos, garantizando un tratamiento confidencial y anónimo de los resultados. De tener alguna cuestión sobre la participación de dicho estudio, podrá ponerse en contacto con Patricia Rivera Redondo mediante vía telefónica en el número 691176198 o por correo electrónico priver00@estudiantes.unileon.es.

Entiendo que puedo solicitar información sobre los resultados individuales de este estudio cuando éste haya concluido.

Doy mi consentimiento para poder publicar, con carácter académico y científico, los resultados e imágenes individuales se puedan realizar en las diferentes secuencias y actividades realizadas durante la investigación, previo tratamiento gráfico que garantice la confidencialidad y anonimato de las mismas.

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

11.2 Ficha de recogida de datos.

RECOGIDA DE DATOS BIKE FIT	
Nombre y apellidos:	
Género:	Edad:
Kilómetros anuales:	
Talla:	Altura trocanterea: Altura de la entrepierna:
Nº calzado:	Distancia de las calas:
Longitud de la biela:	
Altura inicial del sillín:	Altura final del sillín:
Posibles molestias y otros datos relevantes:	