

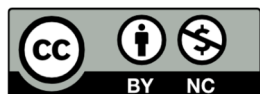
Rodriguez, Florencia Sol

“Ajustes de la bicicleta en relación con las lesiones y molestias en el ciclista”

2020

Instituto: Ciencias de la Salud

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Compartir Igual 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Rodriguez, F.S. (2020) *Ajustes de la bicicleta en relación con las lesiones y molestias en el ciclista* [tesis de grado Universidad Nacional Arturo Jauretche]

Disponible en RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital UNAJ <https://biblioteca.unaj.edu.ar/rid-unaj-repositorio-institucional-digital-unaj>



Instituto de Ciencias de la Salud – Licenciatura en Kinesiología y Fisioterapia

“Ajustes de la bicicleta en relación con las lesiones y molestias en el ciclista”

Autora:

Rodríguez, Florencia Sol

Legajo número: 27.206

Director:

Lic. Suárez, Diego

Co-Directora:

Lic. Rodríguez, Silvia

Fecha de presentación:

19/10/2020

Firma de autora:

Agradecimientos

A mis padres y hermana por el apoyo incondicional en estos años académicos

A mis abuelos Humberto y Gladis, y a Héctor por guiarme en el camino.

A mis amigos y compañeros, que cultivé en mi trayecto universitario y conservaré siempre en el corazón, en especial a Macarena, Victoria y Ezequiel.

A mis tutores Diego y Silvia, por su dedicación y apoyo durante el desarrollo de esta tesina.

A los kinesiólogos, que se han cruzado en mi camino durante estos bellos años de formación, reflejando su conocimiento y amor por esta maravillosa profesión.

A la universidad pública, la UNAJ, que me ofreció la oportunidad de obtener otra perspectiva de la vida.

Rodriguez, Florencia Sol.

ÍNDICE

I. Introducción.....	8
II. Problema de investigación a abordar y objetivos	9
III. Marco teórico.....	10
III.1. Ciclismo	10
III.1.a Definición	10
III.1.b. Historia de la bicicleta	10
III.1.c. Tipos de bicicleta	11
III.1.c.1. De paseo	12
III.1.c.2. De montaña.....	12
III.1.c.3. De competición.....	13
III.1.c.4. Híbrida	13
III.1.c.5. Otros modelos.....	13
III.1.d. Componentes básicos de una bicicleta	13
III.2. Biomecánica deportiva	15
III.2.a. Concepto	15
III.2.b. Objetivos de la biomecánica deportiva.....	15
III.2.b.1 En relación con el deportista	15
III.2.b.2. En relación con el medio	15
III.2.b.3. En relación con el material deportivo.....	16
III.2.c. Concepto de biomecánica deportiva aplicado al ciclismo	16
III.2.b. Fuerzas involucradas en la práctica deportiva.....	16
III.3. Ajustes de la bicicleta	17

III.3.a. Definición	17
III.3.b. Tipos de ajuste	18
III.3.b.1. Dinámico	18
III.3.b.2. Estático	18
III.3.c. Adaptación básica de los ajustes de la bicicleta a la morfología del deportista	18
III.3.d. Posicionamiento ideal del individuo sobre la bicicleta	20
III.3.e. Consecuencias de un desajuste de la bicicleta	20
III.4. Anatomía básica de las estructuras involucradas en las lesiones por errores de ajuste	21
III.4.a. Sistema musculoesquelético	21
III.4.a.1. Raquis	21
III.4.a.2. Miembro superior	22
III.4.a.3. Pelvis y miembro inferior	24
III.4.b. Sistema genitourinario	25
III.5. Lesiones ocasionadas por errores de ajuste	27
III.5.a. Lesiones por sobrecarga	27
III.5.a.1. Definición	27
III.5.b. Lesión a nivel del sistema musculoesquelético	28
III.5.b.1. Raquis	28
III.5.b.2. Miembro superior	29
III.5.b.3. Miembro inferior	30
III.5.c. Lesiones o molestias en el sistema genitourinario	32
III.6. Rol del kinesiólogo en la prevención de lesiones por ajuste inadecuado	33
III.6.a. Recomendaciones preventivas	33

III.6.a.1. Estiramiento en ciclismo	34
III.6.a.2. Fortalecimiento en ciclismo	35
III.6.a.3 Otros aspectos importantes.....	35
IV. Estrategia metodológica	36
V. Contexto de análisis.....	39
VI. Resultados.....	60
VII. Conclusiones.....	61
VIII. Referencias bibliográficas	61

Índice de imágenes

<i>Figure 1. Componentes principales de la bicicleta. (R. Gomez-Puerto. 2008).....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 2. Territorios sensitivos de la mano, región palmar, vista anterior, mano derecha. (M. Gilroy. 2010)</i>	<i>22</i>
<i>Figure 3. Arquitectura de la cintura pélvica, vista frontal. (A. Kapandji 2007).....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 4. Órganos genitales externos femeninos. Labios mayores y menores separados (M. Latarjet. 2019)</i>	<i>25</i>
<i>Figure 5. Sistema genitourinario masculino: sección frontal, visión anterior del bulbo de la porción esponjosa de la uretra. (F. Netter. 2019)</i>	<i>26</i>

Índice de tablas

<i>Table 1. Territorios nerviosos, miembro superior, parte infraclavicular (M. Latarjet. 2019)</i>	<i>23</i>
<i>Table 2. (Clasificación de lesiones por uso excesivo según persistencia del dolor. Arnie, Baker. 2002).....</i>	<i>27</i>
<i>Table 3. Palabras claves que se utilizaron en este trabajo de investigación (Elaboración propia).</i>	<i>37</i>
<i>Table 4. Combinación de palabras claves (Elaboración propia).</i>	<i>38</i>
<i>Table 5. Prevalencia de molestias urinarias y lesiones por uso excesivo en ciclistas y corredoras (T, Hermans. 2016)</i>	<i>43</i>
<i>Table 6. Resumen de artículos analizados (Elaboración propia)</i>	<i>53</i>

Índice de diagramas

<i>Diagrama 1. Criterios de exclusión (Priego Quesada. 2018)</i>	<i>47</i>
--	-----------

Abreviaturas

AS: Altura del sillín

EIAS: Espina ilíaca antero superior

R: Reacción del suelo

RS: Retroceso del sillín

P: Peso

PSA: antígeno prostático específico

TAT: Tuberosidad anterior de la tibia

I. Introducción

El ciclismo es una actividad deportiva, en la cual existe un vínculo estrecho entre el entorno y el estado físico del individuo que la realiza. En el momento en el que el ciclista se encuentre andando, actuarán sobre él fuerzas externas que deberá utilizar a su favor o vencer, entre ellas se encuentran: la fuerza de gravedad, la resistencia al rodado, la fricción y la resistencia del aire. Aunque también actúa un efecto: la inercia¹⁻².

En cuanto al gesto deportivo, es propio, diferente de cada deporte, y está relacionado con la práctica deportiva, que en este caso se relaciona con la bicicleta, la que junto al individuo llega a ser un par indispensable. Por esta razón, un gesto técnico inadecuado por errores de ajuste, se debe corregir inmediatamente por medio de la adaptación de la bicicleta al morfotipo y a las peculiaridades físicas de cada ciclista³.

Con respecto a las lesiones por errores de ajuste más frecuentes que existen en el ciclismo, se clasificarán según los tres sectores topográficos, que se producen debido a los puntos de apoyo con la bicicleta: la columna vertebral, que va a tener relación con la pelvis y a su vez con el sistema genitourinario, los miembros superiores y los inferiores³.

En primer lugar, la columna vertebral, conjunto osteoarticular, que tiene como principal función la de resguardo de estructuras vitales del organismo y también la de sostén⁴, ha incrementado la frecuencia de consultas médicas, en los últimos años, a causa de dolor cervical y lumbalgia, lo cual lleva a tener un enfoque mayor en las diferentes estructuras de la bicicleta, para prevenir las posibles afecciones que éstas ocasionan sobre la columna vertebral³.

En segundo lugar, las extremidades superiores, presentan los cuadros clínicos por compresión nerviosa periférica en los canales del carpo, y consecuencia parestesias en los dedos de la mano, que también son motivo de consulta en los deportistas³.

En tercer lugar, las lesiones en extremidades inferiores, especialmente en el complejo articular de la rodilla, abarcan tendinopatías rotulianas y cuadricipitales, entre otras³.

Por último lugar, dentro de las lesiones más frecuentes del sistema genitourinario en el género masculino son: entumecimiento genital, disfunción sexual, priapismo, trombosis

peneana, infertilidad, hematuria, torsión del cordón espermático, prostatitis, alteración del nervio pudendo, y un nivel de antígeno prostático específico (PSA) sérico elevado³. Mientras que en la mujer, las disfunciones sexuales son en menor proporción que en el género masculino, aunque entre las afecciones existentes se presenta forunculosis perineal, cambios de aspecto en el tejido cutáneo de los labios menores o mayores, edema vulvar, hematuria macroscópica, incontinencia urinaria, entre otros, que se desarrollan durante la práctica deportiva⁵⁻⁶.

II. Problema de investigación a abordar y objetivos

En consecuencia a lo previamente expuesto, se plantea el siguiente interrogante: ¿Existe relación entre las lesiones musculoesqueléticas y genitourinarias presentes en los ciclistas con los errores de ajuste en la bicicleta?

En base a una revisión de la bibliografía actual, el objetivo general de esta investigación consiste en analizar la relación existente entre la presencia de lesiones musculoesqueléticas y genitourinarias en ciclistas con los errores de ajuste de la bicicleta.

Para efectuar el objetivo general mencionado, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- a. Analizar la biomecánica del adecuado posicionamiento del individuo sobre la bicicleta.
- b. Mencionar las lesiones ocasionadas en el ciclista de etiología no traumática.
- c. Identificar el abordaje kinésico con respecto a la prevención de las lesiones ocasionadas por esta problemática.

III. Marco teórico

III.1. Ciclismo

III.1.a Definición

El ciclismo es una actividad deportiva que se desarrolla a partir de movimientos articulares en cadena cinemática cerrada⁷. Este deporte, tiene como objetivo principal generar un impulso a través de fuerzas musculares provenientes de la región lumbo-pélvica y de los miembros inferiores para permitir la traslación. Además, involucra el entorno en el que se circula, el estado físico del individuo que conduce y a su vez brinda una manera sencilla, sustentable e independiente de transporte¹⁻². En la actualidad, se define como un deporte cada vez más popular, teniendo un incremento de participantes del 12,8% en el año 2017 a nivel mundial según registros⁸. Por un lado, se puede definir ciclista como aquella persona que desarrolla la práctica deportiva de manera regular, por cuenta propia o dentro de una entidad o grupo deportivo⁹. Por otro lado, el rendimiento del ciclista consta del análisis de las fuerzas que se involucran durante el andar, el entrenamiento y la utilización de una bicicleta acorde a cada objetivo que tenga el practicante⁷.

III.1.b. Historia de la bicicleta

Se conoce que a finales del siglo XVIII en Francia, el conde Sivrac diseñó un sistema de transporte conocido como “*célérifère*”, que consistía en la colocación de una estructura de madera con dos ruedas una por delante de la otra.

En 1817 Karl Von Drais inventó lo que se conoció como “*hobby horse*” o “*draisiana*”, el cual era un avance del invento anterior, sólo que se le agregaba un sillín, un manillar y un soporte para pecho y brazos. Pasados cuatro años, Louis Gompertz desarrolló un vehículo con dos ruedas que se propulsaba y dirigía con una palanca con engranajes en la rueda delantera y que se accionaba con el movimiento de los brazos. A raíz de esto, en el mismo año un herrero escocés, diseñó la misma forma de propulsión, pero reemplazado por la utilización de los miembros inferiores para impulsarse mediante pedales y las bielas.

El primer modelo popular y conocido por su éxito apareció en 1860, con ruedas de madera y llantas metálicas, teniendo pedal y bielas unidas a la rueda delantera. Pasados 10 años, se comenzó a fabricar y utilizar la rueda delantera más grande y con mejores materiales y más livianos. Las razones de esta modificación, fue que se pudiera recorrer mayor distancia de movimiento en cada pedaleada. El principal material empleado en su construcción fue el acero.

En 1885, se añadió una cadena a la rueda trasera, lo que la hacía más pesada y generaba una vibración por el roce y la utilización de neumáticos compactos. En consecuencia a esto, se diseñó un sistema de suspensión en el asiento y en el cuadro, este modelo lo creó un inglés John Kemp, Starley y se conoció como “*rover*”.

En 1888, se introdujo al mercado los neumáticos de goma huecos rellenos de aire comprimido, inventado por Boyd Dunlop. Este invento, tuvo un gran beneficio ya que, este tipo de ruedas absorbían la vibración producida por las irregularidades del terreno haciéndola más confortable.

Entrando en los años 1900 y 1901, en Europa, el ciclismo fue tomando mayor popularidad, mientras que en Estados Unidos, fue disminuyendo por la aparición del automóvil; no obstante, en Europa el ciclismo se mantuvo como una actividad recreativa. Hacia los años 60, se produce de nuevo en EE.UU, un nuevo impacto sobre la utilización de la bicicleta, y por esto se conocieron los beneficios sobre la salud de los individuos que generaba su utilización, y la ventaja como medio de transporte ecológico. Y además, comenzaron aparecer los primeros modelos de carretera, entre otros.

III.1.c. Tipos de bicicleta

En la actualidad, existen cuatro tipos básicos de bicicleta, las cuales fueron diseñadas para determinadas ocasiones y con una función específica cada una. A lo largo de los años, estos modelos fueron modificados para brindar comodidad, rendimiento, resistencia, velocidad o lo que el ciclista necesitase a la hora de realizar la práctica deportiva¹⁰.

III.1.c.1. De paseo

La bicicleta de paseo, se utiliza para transitar distancias cortas específicamente por el pavimento. Se caracteriza por ser de peso liviano, con su manillar y neumáticos delgados. Aunque consta de varios diseños, tiene sus componentes básicos y todos priorizan la comodidad y la facilidad en el manejo de la misma¹⁰⁻¹¹.

III.1.c.2. De montaña

Las bicicletas todoterreno también denominadas bicicletas de montaña, son utilizadas en terrenos desparejos o rústicos, por lo que necesita resistencia para soportarlo. Además, debe ser de fácil manejo y mayor control, y eso se lo da la disposición del pedaleo más vertical. Por ello, son ideales para salidas cortas de entre 5 a 15 kilómetros (de 5 a 15 km), haciéndolas inadecuadas para largos rodajes porque la posición vertical mencionada anteriormente, durante el pedaleo y la mayor resistencia a la fricción de los neumáticos, la hacen más ineficiente para los ciclistas.

En la actualidad, existe gran variedad en cuanto a los componentes del cuadro, entre ellos podemos encontrar el acero ligero, aluminio, titanio, fibra de carbono y un compuesto de matriz de metal - metales que contienen componentes no metálicos como cerámica, boro carburo u óxido de aluminio. También, se puede clasificar según si tiene sistema de suspensión que podrá ser solamente delantera o doble es decir, delantera y trasera o si es un sistema rígido sin suspensión.

Con respecto a su sistema de pedales, es específico y se adapta según la condición en el que se transite por ejemplo pedales a tierra, barro, nieve e incluso acuáticos, pero lo más importante que deberán tener, será que le permitan al ciclista quitárselos rápidamente. Por último, el manillar en este tipo de bicicletas, tiene una adaptación conocida como *“extremos de manillar o de barra”* a cada lado, que se utilizan para subir una pendiente pronunciada y que se cree que mejoran la biomecánica del brazo, muñeca y mano¹⁰⁻¹².

III.1.c.3. De competición

La bicicleta de competición, se compone por un cuadro y ruedas grandes y es ligera por sus componentes. El ángulo de su cuadro y sus ruedas estrechas, la hace tener un control mejor y rápido, pero brusco que el resto de las bicicletas. El manillar tiene diferentes diseños para que el ciclista adopte una posición más aerodinámica¹⁰.

III.1.c.4. Híbrida

Por último lugar, existe la bicicleta híbrida, la cual tiene su cuadro que resulta de una combinación entre la de paseo y montaña, siendo sus ruedas más estrechas que las de montaña y más livianas y teniendo sus componentes menos resistentes. Por un lado es confortable y ofrece un buen rendimiento¹⁰. Por otro lado, tienen manubrios rectos y proporcionan un fácil manejo y comodidad debido a la posición más cercana del manillar, reduciendo la inclinación del cuerpo¹³.

III.1.c.5. Otros modelos

Además, pueden encontrarse otros modelos de bicicleta como las reclinables, las BMX (*Bicycle MotoCross*) y trial, el tándem, la urbana plegable, el velomóvil (bicicleta o triciclo bajo) o las adaptadas a personas con discapacidad.

Dentro de este último grupo, existen bicicletas tándem adaptadas a personas con alteraciones visuales, triciclos para personas con afección del equilibrio y “*handbikes*” o triciclos de propulsión con las manos, para personas con afectación de sus miembros inferiores¹⁰.

III.1.d. Componentes básicos de una bicicleta

Los componentes son el resultado de los antiguos modelos que se han perfeccionado con el pasar de los años, generando que gracias a los conocimientos científicos actuales y la

tecnología aplicada a este deporte, cada elemento sea aún más funcional y brinde mayor comodidad en todos sus aspectos (Figura 1)¹.

Figure 1. Componentes principales de la bicicleta. (R. Gomez-Puerto. 2008)



Para comenzar, los componentes básicos de los cuales si no estuvieran, no existiría este elemento deportivo, son el cuadro, ruedas, un sillín o asiento, y un manillar¹⁴.

La parte más importante es la parte del cuadro, que según algunos autores lo describen como el “*corazón de la bicicleta*” aunque otros también lo mencionan como “*el esqueleto*” ya que es el eje que sostiene y mantiene la unión de todos los componentes. La horquilla delantera se articula en la parte delantera y trasera, con otro elemento importante que son las ruedas, las cuales definen la capacidad del ciclista para conducir en diferentes terrenos¹.

Por un lado, se encuentra el sillín o asiento, el cual tiene la función de mantener al deportista sentado en una situación de comodidad que le permita mover libremente sus piernas. Por otro lado, el manillar tiene la función de tener un adecuado control en cuanto a la conducción y dirección.

Con respecto a los pedales, bielas, conjunto de cadenas y platos, piñones y frenos tienen varios diseños y seguirán modernizándose con la evolución del mercado y los requerimientos del ciclista¹.

III.2. Biomecánica deportiva

III.2.a. Concepto

La biomecánica deportiva se define como el análisis del movimiento humano en el momento de ejecución de la actividad deportiva. Por un lado, estudia las acciones motoras del deportista y tiene dos ejes centrales, la mejora del rendimiento del individuo y el mantenimiento del estado físico del mismo¹³⁻¹⁵.

III.2.b. Objetivos de la biomecánica deportiva

III.2.b.1 En relación con el deportista

Este objetivo tendrá como enfoque describir la técnica deportiva utilizada y ofrecer estrategias para la detección de irregularidades técnicas, logrando de esta manera la prevención y corrección de gesto motor.

III.2.b.2. En relación con el medio

Por un lado, se deben plantear estrategias para minimizar las fuerzas de resistencia. Por otro lado, el estudio de las fuerzas de acción y reacción tendrán que ser analizadas para optimizar el rendimiento deportivo. Así mismo, evaluar la fuerza de reacción del suelo, determinará la eficacia de diferentes técnicas deportivas.

III.2.b.3. En relación con el material deportivo

En relación con este punto, es determinante reducir el peso del material deportivo, y además es primordial utilizar elementos más seguros, que adopten durabilidad para permitir lograr un mayor rendimiento¹⁶.

III.2.c. Concepto de biomecánica deportiva aplicado al ciclismo

De acuerdo a la biomecánica en este deporte, en la actualidad se encuentra incrementando el interés en el área de investigación y se busca analizar el objetivo de conseguir una posición en la bicicleta lo más aerodinámica y eficiente posible, es decir, una posición que venza las fuerzas que se le entreguen a la bicicleta y minimice la resistencia del viento¹⁰⁻¹⁵. Comprender lo antedicho, puede eliminar los posibles factores de esfuerzo repetitivo que resultan de la bicicleta, previniendo la aparición de futuras lesiones⁷.

III.2.b. Fuerzas involucradas en la práctica deportiva

El ciclista debe utilizar a su favor o vencer diferentes fuerzas que son adquiridas desde el momento en el que el individuo se posiciona sobre la bicicleta¹.

Las fuerzas que interactúan durante esta actividad son: la gravedad, la resistencia a la rodadura y la resistencia del aire. Además actúa un efecto que es la inercia.

En primer lugar para comprender lo que es la fuerza de gravedad, es importante mencionar algunos puntos clave. El deportista, debe aprender a mantener el equilibrio, dirigir e imprimir un movimiento a través del pedaleo. Para esto se relaciona la postura del mismo con los tres puntos de contacto que se tiene con la bicicleta: el manillar, donde colocará dependiendo el modelo de bicicleta, la muñeca y la mano; el asiento, que se relacionará con los órganos genitales y la pelvis; y por último el pedal, en el cual se vinculará el complejo articular del tobillo y el pie. Estos puntos, se vinculan a raíz de que la distribución del peso sobre estos apoyos, ya que influenciará sobre la ubicación del centro de gravedad. Entonces, se puede definir fuerza de gravedad, como aquella fuerza que transfiere peso a la materia, y en este caso, depende de la altura del movimiento en relación al suelo. Es decir que cuanto mayor sea el peso, la base de sustentación y más bajo se encuentre el centro de

gravedad, mayor será el equilibrio, aunque en el caso de la bicicleta, el mismo es inestable debido a que poseen una base de sustentación pequeña¹⁰. Además, se define al ciclo de pedaleo como aquel comprendido entre dos fases: de propulsión que tiene un rango de ángulo de 0 a 180°; y de recuperación con 180 a 360°.

En segundo lugar, la resistencia a la rodadura o fricción, es proporcional al diámetro, tamaño y tipo de rueda, y superficie del suelo. Se genera cuando una cubierta entra en contacto con la carretera, lo cual genera una leve deformación de ambas. La cubierta y la carretera no recobran su forma con la misma energía que las deformó, si no que se pierde en forma de calor. Esto tiene el efecto de una fuerza opuesta¹⁻¹⁰.

En tercer lugar, la resistencia del aire o resistencia aerodinámica es aquella que actúa a favor o en contra del deportista.

Por último lugar, se encuentra la inercia, que no es una fuerza si no una propiedad de la materia, en el estado de movimiento, su resistencia al cambio. Esto quiere decir que, un objeto no modifica su estado de movimiento a menos que se le aplique una fuerza. Como bien dice la primera ley de Newton, un cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme a menos que se le aplique una fuerza sobre él¹⁻⁷.

III.3. Ajustes de la bicicleta

III.3.a. Definición

Optimización de la bicicleta o también denominado “*Bike fit*” es un procedimiento encargado en analizar el conjunto bicicleta-ciclista que consiste en la adaptación de los componentes de la bicicleta a las peculiaridades físicas cada deportista². Por un lado, se focaliza en el análisis biomecánico de la postura del individuo sobre la bicicleta, que tendrá como finalidad mantener alineados los segmentos corporales implicados en el gesto motor, generando de esta manera un mayor rendimiento y confort para evitar posibles sobrecargas¹⁷⁻¹⁸. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se distinguen dos tipos de ajustes: los dinámicos y estáticos.

Cabe mencionar, que antes de cada ajuste a realizar, se debe comenzar con la anamnesis, para identificar los objetivos que quiere desarrollar el deportista, las lesiones previas y su estado actual de salud y sus antecedentes familiares; y el examen físico, que está destinado para conocer específicamente la postura del sujeto a evaluar y el estado de sus cadenas musculares.

III.3.b. Tipos de ajuste

III.3.b.1. Dinámico

Los ajustes dinámicos son aquellas modificaciones que se llevan a cabo mediante la simulación del gesto deportivo, que realizará el deportista cuando éste se encuentre sobre su bicicleta, la que estará unida a un dispositivo que permitirá el pedaleo sin desplazamiento. Además, se ubicará sobre una plataforma que permite observar y analizar el gesto en todos los planos de movimiento. Una vez realizado el gesto técnico, se procede a realizar los ajustes pertinentes y a repetir nuevamente la evaluación dinámica para asegurar que la alineación sea la adecuada.

III.3.b.2. Estático

Este tipo de reglajes, coinciden con lo anteriormente mencionado con una excepción importante, en este caso se realiza un análisis de la postura del individuo sobre la bicicleta pero sin pedaleo¹⁹.

III.3.c. Adaptación básica de los ajustes de la bicicleta a la morfología del deportista

El adecuado ajuste de la bicicleta tiene una relación importante con la comodidad, seguridad y maniobrabilidad. Todo esto dependerá del tamaño del cuadro, la altura del sillín (AS), retroceso del sillín (RS), la distancia del sillín al manillar, el desnivel del sillín-manillar y la longitud de las bielas.

La optimización de la altura del asiento, se realiza basándose en el ángulo que se forma en el plano horizontal entre la rodilla y la parte más baja del pedal. Este ángulo se mide en flexión y se valora con el individuo apoyándose contra la pared, sentado sobre la bicicleta y se posiciona la biela en el plano de prolongación del tubo del sillín, con el talón descubierto sobre el pedal y la pierna más baja debe estar en extensión de 0°. Con la pierna contralateral en flexión, debe colocar el pie apoyado en el pedal y la rodilla flexionada entre unos 20° a 30°.

El RS, se realiza con el ciclista sentado sobre el sillín, los pies sobre los pedales y la biela se debe encontrar en posición horizontal. Además, la cara anterior de la rótula, debe encontrarse en la línea vertical de una plomada, que pase por el eje del pedal o ligeramente por delante de dicho eje. Si la plomada cae hacia delante, se debe adelantar el sillín y si cae hacia atrás retroceder el sillín.

En cuanto al manillar, la longitud de la tija se encuentra en estrecha relación con la talla del cuadro. Conjuntamente, la anchura y tipo normalmente es similar al ancho de los hombros. Por otra parte, existen diferentes amplitudes que dependerán del tamaño del manillar, que puede ser pequeño de 38-39 cm, mediano de 40-41 cm y por último grande de 42-44 cm. Respecto a la altura del manillar y desnivel del sillín-manillar, existe una relación con la talla del cuadro y la altura perineal que también debe destacarse. Siguiendo a esto, se encuentra la longitud de las bielas, que tiene que ser proporcional a la altura perineal. Las bielas de menor calibre condiciona un ritmo de pedaleo más veloz, y disminuye el trabajo articular.

Por último lugar, la inclinación del asiento, tiene que encontrarse en forma horizontal o ligeramente hacia delante, y no ser demasiado ancho ni encontrarse hueco en el lugar de apoyo de los isquiones. Además, se debe tener en cuenta que existen diferentes tipos de asiento para las mujeres y los hombres, el cual dependerá de la anchura de la pelvis de cada uno. Por último, el pedal tiene que ubicarse de manera perpendicular a las bielas³.

III.3.d. Posicionamiento ideal del individuo sobre la bicicleta

La postura idónea, depende de ciertos factores de ajuste de la bicicleta. Para esto, se debe tener en cuenta el gesto deportivo ya que se encuentra altamente condicionado por la bicicleta. Al mismo tiempo, se deberá incorporar un gesto deportivo adecuado mediante la adopción de la bicicleta a las características físicas y morfología el cual será realizado y corroborado por el fisioterapeuta³⁻²⁰.

Por un lado, la adecuación dependerá de cada individuo y del tipo de bicicleta que se utilice. Por otro lado, la posición ideal es aquella que nos permita potencia, resistencia y control. Si bien no existe una única posición correcta del ciclista sobre su bicicleta, sí existe lo contrario: la posición incorrecta. Así mismo, existe una gran diferencia entre la posición de un ciclista profesional, y la posición de un ciclista amateur y no dependerá sólo de los kilómetros recorridos, sino que también de los objetivos deportivos que cada uno requiera²¹

III.3.e. Consecuencias de un desajuste de la bicicleta

En la actualidad, las bicicletas se han transformado en elementos complejos ya que persiguen un objetivo fundamental, el cual es el de reducir el gasto energético durante el pedaleo.

En cuanto al ciclista, posee puntos de apoyo con la misma ya descriptos anteriormente. Por lo tanto, la forma en que se configure la bicicleta se relaciona directamente con el gesto deportivo, modificándolo, por lo tanto un ajuste erróneo genera un gesto inadecuado¹³. Dichos desajustes, producen lesiones por *“uso excesivo o microtraumatismos a repetición”* y provocan injurias o molestias en el deportista que se manifestarán en él si no son resueltos.

Además, las lesiones por un inadecuado gesto tienen relación con el tiempo y la frecuencia en la que se realice la práctica y debe tenerse en cuenta, aunque estas variables no son tan significativas si se las considera de manera individual sin vincularlas con los ajuste de la bicicleta¹³⁻²².

III.4. Anatomía básica de las estructuras involucradas en las lesiones por errores de ajuste

Existen múltiples segmentos anatómicos donde se pueden producir lesiones en el ciclista por ajustes erróneos de la bicicleta. Por esto mismo, para favorecer el entendimiento de esta problemática, a continuación se realizará una reseña anatómica de las estructuras involucradas en esta investigación³.

III.4.a. Sistema musculoesquelético

III.4.a.1. Raquis

En primer lugar, el raquis cervical conformado por siete vértebras, corresponde al segmento más superior de la columna vertebral. Se encarga de conectar al conjunto osteoarticular vertebral a la cabeza y se continúa con la columna torácica. Además, se lo define como el segmento más móvil y en consecuencia, el más predispuesto a sufrir lesiones y el menos entrenado muscularmente con cargas. También, cumple la función de orientar la cabeza en el espacio, aproximadamente dentro de los 180°. Otro rasgo a destacar, es que la cabeza aloja los principales captos sensoriales como el olfato, la audición y la visión, que servirán de ayuda para la localización de amenazas o búsqueda de puntos de interés personal. Las vértebras cervicales, se encuentran expuestas a diferentes fuerzas, entre ellas la de gravedad, lo que genera que se encuentren solicitadas frecuentemente por compresión⁴. Por esto mismo, cualquier modificación del eje normal de la estructura vertebral, trae consigo modificaciones funcionales y con ello lesiones o alteraciones²⁻²³⁻²⁴⁻²⁵. Continuando con la columna vertebral, se encuentra el raquis torácico, compuesto por doce vértebras torácicas, y se define como una región rígida por la unión a las articulaciones costales. El raquis lumbar, se conforma por cinco vértebras, tiene un gran rango de movilidad y también es un sitio frecuente de lesiones debido a la carga que soporta²⁴.

III.4.a.2. Miembro superior

La primera articulación del miembro superior, es el complejo del hombro. Desde el punto de vista funcional, se compone por cinco articulaciones: la escapulo-humeral, acromioclavicular, esterno-clavicular, a las cuales se las denomina como verdaderas, y subacromiodeltoidea y escapulo-torácica denominadas como pseudoarticulaciones. Otro rasgo importante de este complejo, es el manguito rotador, grupo muscular encargado de estabilizar la cabeza del húmero²³⁻²⁶⁻²⁷.

La segunda articulación de la cadena cinética de la extremidad superior, es el complejo del codo. Se constituye anatómicamente por: las articulaciones humero-cubital, humero-radial y radio-cubital superior. La epitróclea y el epicóndilo son dos prominencias óseas que se encuentran en el húmero en su parte distal, las cuales forman la palera humeral. En ella, transcurren los nervios mediano, radial, cubital, y musculo-cutáneo. También, se insertan tanto los músculos epitrocleares como los músculos epicóndíleos, que permiten la flexión, pronación, supinación y extensión del codo. Por un lado, en el extremo proximal del cubito, se encuentran el olecranon y apófisis dos importantes prominencias, que dan lugar a la inserción de músculos involucrados en la extensión del codo. Por otro lado, la cabeza radial o cúpula, también conforma esta articulación, y es un punto de inserción de músculos supinadores y flexores del codo²⁶⁻²⁷.

Por último, la muñeca es una articulación distal del miembro superior. Se compone por dos articulaciones que se encuentran como un conjunto funcional incluido dentro de la articulación radio-cubital distal: articulación radio-carpiana y medio-carpiana. Este complejo articular, permite la flexión – extensión y abducción – aducción. Además, existen dos importantes estructuras de este segmento: el canal carpiano y el túnel cubital²⁸⁻²⁹⁻³⁰. Se encuentran detallados el plexo braquial (Figura 2) y el territorio sensitivo (Tabla 1) a continuación para la mejor comprensión de lo expuesto anteriormente³⁰⁻³¹

*Figure 2. Territorios sensitivos de la mano, región palmar, vista anterior, mano derecha.
(M. Gilroy. 2010)*

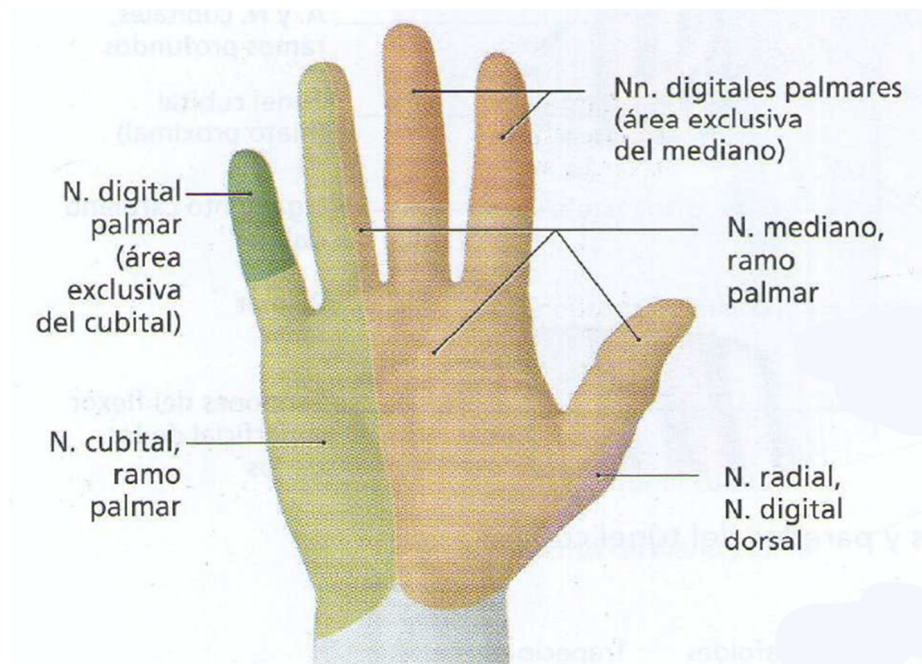


Table 1. Territorios nerviosos, miembro superior, parte infraclavicular (M. Latarjet. 2019)

Nervios del plexo braquial			
Región infraclavicular			
Ramos largos y cortos de los cordones			
Fascículo lateral	N. pectoral lateral		C5-C7
	N. musculocutáneo		
	N. mediano	Raíz lateral	C6-C7
Raíz medial			
Fascículo medial	N. pectoral medial		C8-T1
	N. cutáneo antebraquial medial		
	N. cutáneo braquial medial		T1
	N. Cubital		C7-T1

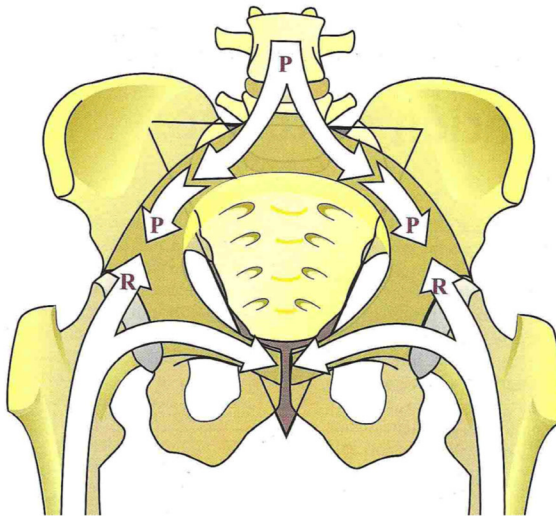
Fascículo posterior	N. Subescapular superior	C5-C6
	N. toracodorsal	C6-C8
	N. supescapular inferior	C5-C6
	N. axilar	
	N. radial	C5-T1

III.4.a.3. Pelvis y miembro inferior

La cintura pélvica, denominada también pelvis, forma parte del tronco. Así mismo, es una estructura que tiene la función de protección y soporte de órganos nobles, siendo también la unión entre los miembros inferiores y el raquis. Se encuentra formada por dos huesos ilíacos, el sacro, las dos articulaciones sacro-ilíacas y la sínfisis púbica. Por un lado, este conjunto pélvico tiene la función además de distribución de fuerzas entre el raquis y los miembros inferiores, el peso **P**, se reparte en partes iguales para dirigirse hacia el acetábulo, así mismo, la resistencia del suelo **R**, es percibida hacia el fémur y cabeza femoral (Figura 3)⁴. Por otro lado, tiene la particularidad de ser diferente en mujeres y en hombres³⁰. La pelvis femenina, es más ancha y extensa con una base más amplia que la masculina. Su altura es menor en comparación a la del sexo masculino y además, la abertura superior de la pelvis femenina es más ancha y abierta por su función de gestación y el parto⁴.

La cadera o articulación coxofemoral, se compone por la cabeza femoral y el acetábulo. Tiene la función de orientación del miembro inferior, soporte de peso del cuerpo y locomoción. La rodilla, articulación intermedia del miembro inferior, se encuentra solicitada por compresión por la fuerza de gravedad y tiene la característica de poseer una gran estabilidad en extensión máxima y por tener gran movilidad a partir de ciertos grados de flexión. Por último el tobillo, o articulación talo-crural, se encuentran en el extremo distal del miembro inferior. Se encarga de los movimientos de la pierna en relación al pie y es indispensable para la marcha³⁰⁻³².

Figure 3. Arquitectura de la cintura pélvica, vista frontal. (A. Kapandji 2007)



III.4.b. Sistema genitourinario

El aparato genitourinario es aquel que reúne el sistema urinario, el cual incluye los riñones, los uréteres, la vejiga y la uretra, comunes tanto en el sexo femenino como en el masculino, y el aparato genital que contiene los caracteres de cada género. El sistema genital femenino, se encuentra integrado por órganos internos: trompas urinarias, útero y vagina, y los órganos externos: vulva y sus órganos anexos (Figura 4). En cambio, el masculino se compone por: el pene, los testículos, epidídimo, vías espermáticas y además las glándulas anexas que son la próstata y glándulas bulbo-uretrales (Figura 5)³⁰.

*Figure 4. Órganos genitales externos femeninos. Labios mayores y menores separados
(M. Latarjet. 2019)*

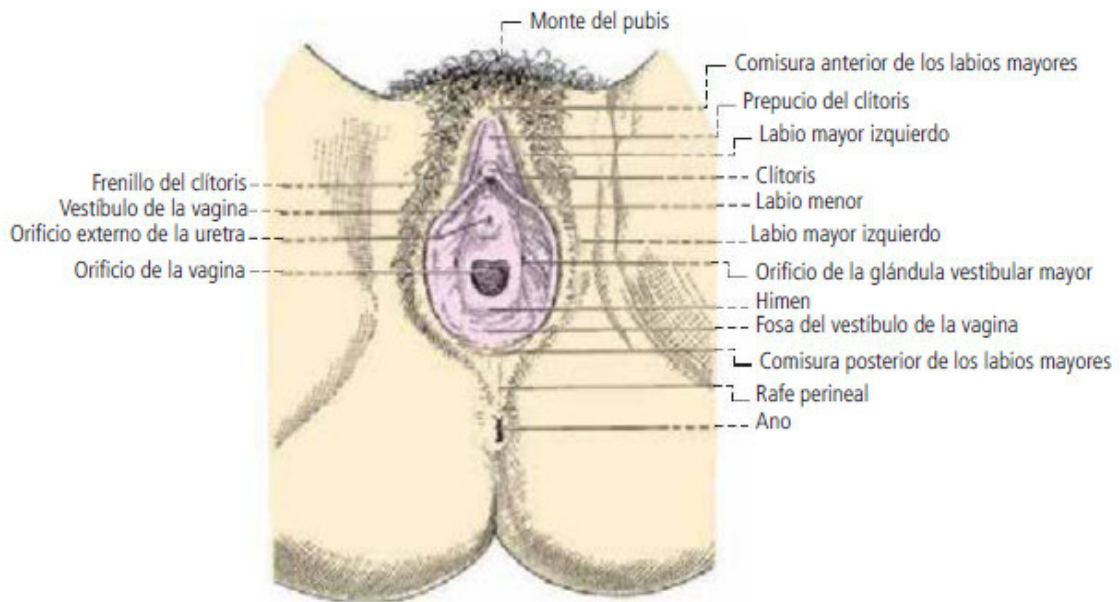
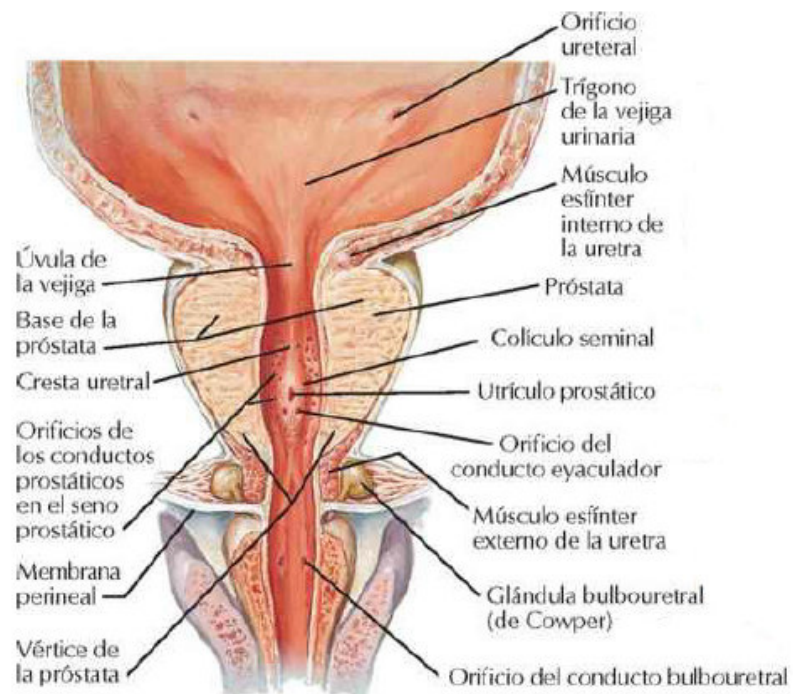


Figure 5. Sistema genitourinario masculino: sección frontal, visión anterior del bulbo de la porción esponjosa de la uretra. (F. Netter. 2019)



III.5. Lesiones ocasionadas por errores de ajuste

III.5.a. Lesiones por sobrecarga

III.5.a.1. Definición

Se denomina lesión por sobrecarga o por uso excesivo a la repetición de un gesto deportivo que sumado en el tiempo genera microtraumatismos. Su etiología principal se atribuye a que la carga de esfuerzo utilizada fue mayor a la que el tejido puede soportar y/o no respeta los tiempos de reparación del mismo lo que conlleva a una injuria. En otras palabras, es la actividad realizada por encima del punto de adaptación de un tejido en un momento determinado. Ejemplos de esto son un kilometraje muy intenso, cuesta arriba, colinas y aunque menos frecuente pero posible, es el pedaleo excesivo.

Los factores que influyen sobre este tipo de lesión son: las capacidades físicas del individuo, es decir, resistencia, fuerza, velocidad y flexibilidad; el tiempo de recuperación o descanso y el entrenamiento previo a la actividad.

Por último es importante mencionar, que influyen factores intrínsecos como por ejemplo, el déficit de fuerza muscular, retracción de cadenas musculares, aumento de peso corporal entre otros; y factores extrínsecos por ejemplo, aumentos desproporcionados de cargas de entrenamiento, entre otras proporcionan a la producción de estas³³⁻¹⁷⁻³⁴.

Estos tipos de lesiones se pueden clasificar según la persistencia del dolor (Tabla 2)³⁵.

Table 2. (Clasificación de lesiones por uso excesivo según persistencia del dolor. Arnie, Baker. 2002)

Grado	Aparición
1	Después de la actividad
2	Comienza durante la actividad
3	Persiste al día siguiente
4	Constante

III.5.b. Lesión a nivel del sistema musculoesquelético

El ciclismo en la actualidad ha incrementado el número de aficionados. A raíz de esto, se pueden valorar que las lesiones no traumáticas son del 87% en sistema músculo esquelético siendo, el primer segmento anatómico involucrado, la rodilla, un sitio de lesión frecuente, continuando con la zona lumbar, el raquis cervical, la cintura escapular, la mano y la muñeca. Con respecto a este último, la más prevalente es la compresión del nervio cubital y mediano²².

Entonces, es importante mencionar que la cervico-dorsalgia, representa entre un 20% a 40% del total de las consultas diarias, mientras que la lumbalgia lo hace en un 30% a 60%³.

III.5.b.1. Raquis

Se ha demostrado en diversos estudios científicos, que la incidencia de lesiones por uso excesivo en el sexo masculino es de un 45,1% mientras que, en las mujeres se evidenció en 54,9%. En la posición de ciclismo, se produce hiper-extensión de las vertebrales cervicales, por el gesto motor que el individuo debe adoptar. En consecuencia, si se mantiene esta postura por un período prolongado de tiempo, se genera una zona hipersensible en un músculo esquelético, generalmente asociada a un nódulo, palpable e irritable, localizado en una banda tensa de fibras musculares denominado “punto gatillo”. El mismo, se encuentra estrechamente relacionado a una contracción forzada de manera repetitiva. Se genera debido a que una banda tensa que provoca una despolarización excesiva de la membrana post-sináptica de la placa motora, lo que deriva en una crisis energética hipóxica localizada³⁶.

Por lo tanto, es importante mencionar que la formación de estos nódulos, generan un ciclo de dolor-espasmo-dolor, que pueden encontrarse en el músculo elevador de la escápula o trapecio.

Así mismo, deben tenerse en cuenta las comorbilidades asociadas de los ciclistas de mayor edad, ya que al indagar sobre los síntomas radiculares se le puede asociar secundariamente a artritis cervical³⁷. La artritis degenerativa u osteoartritis, a causa del esfuerzo de las articulaciones vertebrales a consecuencia de la mala alineación, frecuentemente asociada a

la degeneración distal, puede provocar dolor cervical. Por otra parte, la hernia de disco intervertebral, puede causar dolor irradiado a los miembros superiores.

En los ciclistas adultos jóvenes, el dolor en esta zona se asocia al esfuerzo muscular, en cambio a los adultos mayores, es responsable la combinación del esfuerzo muscular junto con los cambios degenerativos propios de la edad. Además, se asocian estas lesiones al recorrido de largas distancias.

Un factor a tener en cuenta también, es que la cervicalgia puede deberse a motivos emocionales como la depresión, ansiedad o estrés lo que genera tensión muscular y conlleva a la producción de dolor.

La columna lumbar también es un punto de disfunciones frecuente, debido a la flexión prolongada del tronco. Esa posición mantenida en el tiempo, provoca fatiga muscular y tensión y por lo tanto dolor. Las hernias de disco o extravasación del núcleo pulposo y compresión de la raíz del nervio en el canal espinal se pueden desarrollar debido a un conjunto de postura inadecuada, desequilibrio muscular y esfuerzo repetitivo. El mecanismo de producción es la flexión excesiva del tronco que adoptan algunos ciclistas para hacer su postura más aerodinámica. Esta posición comprime la porción anterior del disco intervertebral y distiende la parte posterior, haciendo que el ligamento posterior se tense y genere dolor lumbar. La debilidad de los músculos lumbo-pélvicos o del *core*, puede aumentar el riesgo de contribuir a una lesión lumbar³⁻³⁷.

III.5.b.2. Miembro superior

Para comenzar, el síndrome escapular tiene un amplio origen de producción. De acuerdo a la etiología por uso excesivo, se debe a que se solicita los músculos del cuello y parte superior de la espalda, en algunas prácticas como por ejemplo pedalear cuesta arriba generando este síndrome.

Además se han reportado lesiones y alteraciones en el ciclista en dos regiones anatómicas: muñeca y mano. El 20% de ciclistas aficionados han reportado compresión nerviosa en los canales del carpo y canal de Guyton. Por lo antedicho mencionado, se ha presentado sintomatología como parestesias en los dedos 4^{to} y 5^{to}. Así mismo, los ciclistas han referido

parestias en los dedos 1^{er}, 2^{do} y 3^{er} de la mano, en consecuencia de un manillar plano con inclinación cubital de las manos³.

La parálisis del ciclista o neuropatía cubital, se debe a que hay una posición de la mano inadecuada y demasiado tiempo en apoyo. La presión prolongada, hace que la distribución del peso contribuye a una mayor compresión de esta zona articular, generando esta parálisis nerviosa. El ciclista lo manifiesta con dolor, parestesia o debilidad en la mano y más en el dedo meñique.

El síndrome del túnel carpiano, se debe a la presión sobre el nervio mediano. La compresión se debe a la inflamación. Su etiología es similar a la de la neuropatía cubital, pero lo que cambia es que la sintomatología se manifiesta en el pulgar, dedo índice, medio y anular³⁵.

III.5.b.3. Miembro inferior

En primer lugar, la discrepancia de la longitud de los miembros inferiores es un factor importante en la producción de lesiones por uso excesivo.

Por un lado, el ángulo de inclinación y rotación del cuello femoral en adultos es de 120° a 135° y 12° a 25° respectivamente. Cuando el ángulo de inclinación es mayor a 135° aparece lo que se denomina como “coxa valga” lo que puede generar la aparición de una elevación de la cresta ilíaca ipsilateral y por lo tanto, un acortamiento de los aductores que tensan la banda iliotibial y generan una bursitis trocantérea. Cuando el ángulo de rotación es superior a 25°, produce una ante-versión en el fémur, mientras que si es inferior a 12° una retroversión¹⁷.

En la región de la cadera, se desarrolla también, endofibrosis de la arteria ilíaca externa, que se manifiesta con dolor en el muslo y claudicación en la marcha y se agrava con la hiperflexión de la pelvis sobre el muslo³.

La rodilla tiene un valgo fisiológico de 5° a 7°, denominado eje anatómico, cuando se supera ese límite se habla de valgo. El ángulo Q, se describe como aquel formado por dos líneas, la primera entre la espina ilíaca antero superior (EIAS) y el centro de la rótula; y la

segunda entre el centro de la rótula y la tuberosidad anterior de la tibia (TAT). Este ángulo, tiene como función la de medir la alineación de la rodilla. El aumento de este, contribuye a la desalineación femoro-rotuliana, pudiendo producir un síndrome femoro-patelar; mientras que una disminución, se asocia a un aumento de la ante-versión femoral, desviación lateral de la TAT o rotación lateral de la tibia. Una desalineación en valgo, conduce a la producción de condromalacia rotuliana, tendinitis de los músculos isquiotibiales, tendinitis rotuliana, bursitis y una inflamación de la plica medial. En cambio, una rodilla en varo favorece a la formación del síndrome de la banda iliotibial, tendinitis cuádriceps y tendinitis del bíceps femoral¹⁷. El síndrome de la banda iliotibial se asocia al estiramiento excesivo de la parte externa de la rodilla. Debido a una cala mal calibrada, haciendo que los pies se dirijan hacia afuera generando este síndrome. Así mismo, la tendinitis cuádriceps, también es una lesión frecuente por irritación a causa de uso excesivo por una flexión sostenida en un período largo de tiempo. Se asocia a una posición del asiento inadecuada, lo que genera esta postura y la producción de tendinitis. Otra alteración que se puede generar es la osteoartritis de rodilla, acompañada por la edad mayor o incluso por obesidad o grandes esfuerzos al subir cuesta arriba.

En el pie, al momento de realizar el análisis de la marcha, se evalúa la posición del pie en relación a la rodilla en la fase de apoyo, ya que coincide con la fase de propulsión del pedaleo. La pronación excesiva puede generar una presión en la rodilla similar al creado por el valgo. El pie en pronación, se puede generar a raíz de una disfunción en el músculo tibial posterior. El tendón de Aquiles, es una estructura que se debe tener en cuenta también, ya que si se encuentra inclinado lateralmente puede relacionarse con un denominado “pie plano” evidenciando una alteración en el arco plantar medial. Esta posición en pronación del pie, si se sostiene en el tiempo, puede desencadenar trastornos musculoesqueléticos como: tendinitis del Aquiles, síndrome de banda iliotibial, inflamación de plica medial, tendinitis rotuliana, bursitis, tendinitis del tibial posterior o incluso hasta dolor femoropatelar¹⁷.

Se incluyen además: síndrome de estrés tibial medial, entumecimiento del pie y metatarsalgia, que son causadas por una combinación de una preparación inadecuada, técnica deficiente y uso excesivo³⁸.

Por último, la tendinitis del tendón de Aquiles, se asocia al estiramiento excesivo por actividad a la que el individuo no está vinculado normalmente. Se asocia a un calzado inadecuado o por tipo de pedales nuevos que el ciclista nunca utilizó anteriormente, lo que hace que la distancia zapato-pedal sea diferente y genere esto la producción de esta afección. Así mismo, la fascitis plantar también es una posible afección, debido a esfuerzo sostenido del pie. La pronación excesiva contribuye a esta lesión, aunque también se asocia a un calzado inadecuado para la práctica deportiva³⁵.

III.5.c. Lesiones o molestias en el sistema genitourinario

En cuanto al sistema genitourinario, se reportó un 18% el cuadro de dolor, entumecimiento y disfunción eréctil perineal debido a la prolongada presión de los órganos genitales contra el sillín de la bicicleta. Además, se incluyeron síntomas relacionados con la compresión del nervio pudiendo e impotencia²².

El cuadro más frecuente es la aparición de induraciones perineales o higroma. Las causas pueden deberse a la dismetría de miembros inferiores y al cálculo erróneo de la altura del sillín según la pierna más larga, por un sillín demasiado flexible, demasiado ancho o demasiado estrecho, o por pedalear en una posición demasiado alta, basculando la pelvis y los apoyos del isquion hacia cada lado según el pedaleo.

En el periné, también puede acontecer la llamada patología del asiento; dentro de este cuadro aparecen las recurrentes infecciones con supuración: foliculitis, forúnculos, etc. con dolor a la presión y a la fricción, que impiden la sedestación normal.

Muchos ciclistas, más del 60% sufren entumecimiento genital e incluso disfunción eréctil, cuya causa posible es un flujo sanguíneo impedido y la presión sobre los nervios peneanos debido a la compresión de tales estructuras al sentarse sobre el sillín. Así mismo, la

neuropraxia del nervio pudendo, que inerva la parte posterior del escroto y la base del pene, puede llevar a este entumecimiento y a una sensación alterada durante la eyaculación.

Otras patologías asociadas al aparato genitourinario masculino, aunque con una frecuencia mucho menor, son priapismo, trombosis peneana, infertilidad, hematuria, torsión del cordón espermático, prostatitis, las induraciones nodulares perineales ya comentadas y un nivel de antígeno prostático específico (PSA) sérico elevado.

En la mujer, ocurre lo que se denomina “*vulva del ciclista*” que se caracteriza por una hinchazón permanente del labio mayor que se encuentre asociado a rozaduras, folículos y nódulos. Además, se pueden aparecer alteraciones como insensibilidad temporal del clítoris, generando una posible disfunción sexual o entumecimiento genital³⁹.

III.6. Rol del kinesiólogo en la prevención de lesiones por ajuste inadecuado

La prevención de lesiones se denomina como una serie de recomendaciones profilácticas, que tienen como fin mejorar el gesto deportivo, el aspecto técnico y el programa de entrenamiento del deportista¹³.

El fisioterapeuta realiza la profilaxis mediante diferentes herramientas que faciliten el adecuado abordaje preventivo como tablas o protocolos de ejercicios personalizados y además se encarga del tratamiento post competición.

III.6.a. Recomendaciones preventivas

Para realizar un adecuado abordaje en el área de prevención de lesiones en el ciclista, será oportuno que se tenga en cuenta algunos puntos clave. El enfoque de un esquema preventivo instruido por el kinesiólogo, debe incluir desde precalentamiento, ejercicios de movilidad articular, fortalecimiento muscular, estiramientos y concientización de la postura.

Para comenzar, se debe proceder a realizar el ajuste adecuado de la bicicleta basado en la morfología corporal del deportista, utilizando las medidas de ajuste estático y dinámico

anteriormente detalladas, ya que un óptimo ajuste produce un mayor confort y un mejor posicionamiento del individuo sobre la bicicleta.

Al mismo tiempo, los cambios en la posición en el momento del gesto deportivo, tienen que ser variados y no prolongados. Por ejemplo, la posición no prolongada y variable en el área de contacto de la muñeca sobre el manillar alivia compresión ejercida por el gesto técnico propio del ciclismo. Así mismo, en la zona de apoyo genital, la presión sostenida aumentará el riesgo de provocar lesiones si no se tiene en cuenta la variabilidad de posicionamiento.

III.6.a.1. Estiramiento en ciclismo

Un punto importante en la profilaxis son los estiramientos, ya que son importantes para ganar flexibilidad, debido a que la mayoría de los ciclistas desarrollan acortamientos musculares⁴⁰. Los estiramientos se pueden clasificar como locales y globales; pasivos y activos y estáticos y dinámicos.

En principio, se sugiere una serie mínima de 15 a 30 minutos, además se tiene que evitar rebotes y movimientos balísticos, ya que hacerlo de esta manera no lo hace efectivo, al contrario podría contribuir a la producción de lesiones. Se le indica al individuo estirar hasta sentir tensión pero sin llegar al punto de dolor.

Además, vincular la serie de estiramientos junto con un pre-calentamiento adecuado adaptado a cada individuo y una vuelta a la calma progresiva preparará al deportista para la actividad y favorecerá la recuperación luego de ella¹³.

Sumado a lo anterior, se debe tener mayor enfoque en la región de la columna, ya que por su postura típica son los más solicitados, pidiéndole al paciente que realice movimientos que permitan la amplitud del tronco. Además en la región del cuello, se pueden llevar a cabo movimientos de la cabeza, hacia arriba y abajo, para preparar al deportista. Un estiramiento recomendado, es la posición del gato. Que se lleva a cabo indicándole al paciente que se ubique en posición cuadrúpeda, realizando contracción abdominal, flexionando la columna lumbar, se mantiene la posición, y luego se relaja⁴¹.

Por otra parte, realizar movilidad general de miembros inferiores y enfocar el estiramiento en los músculos más involucrados en el ciclismo: gemelos, cuádriceps, isquiotibiales,

aductores, abductores, piramidal y también la banda iliotibial, proporcionará un estiramiento más beneficioso⁴⁰. También se recomienda realizar movilidad general de miembro superior, estirando músculos como el bíceps, tríceps y epicondíleos como epitrocleares³⁵.

III.6.a.2. Fortalecimiento en ciclismo

Con respecto al fortalecimiento muscular, es otro punto clave que se debe tener en cuenta. Los ciclistas solicitan frecuentemente los músculos de la columna, por esto mismo, se recomienda fortalecer la excéntrica general de estos, ya que proporcionará la posibilidad de generar mayor control postural y una reducción en la producción de lesiones. Un ejercicio que se le suele recomendar a los ciclistas es el siguiente: el ciclista se posiciona en decúbito prono sobre una colchoneta, e intenta elevar sus miembros superiores e inferiores hacia arriba, ejerciendo una fuerza en contra de la gravedad, controlando tanto la elevación como la vuelta a la posición relajada inicial. Este ejercicio es para la reeducación y el fortalecimiento de los grupos musculares encargados de la extensión lumbar⁴¹.

En cuanto a la fatiga muscular, se la denomina como la incapacidad para seguir generando un nivel de fuerza o una intensidad de ejercicio determinada. El conocimiento del patrón de fatiga muscular en los músculos principales durante el ciclismo, permitirá planificar un programa de entrenamiento muscular más afín al individuo⁴². Según autores, Una organización inadecuada de entrenamiento, lo que incluye el sobre entrenamiento, falta de sueño, o incluso no respetar los tiempos de recuperación muscular, incrementará el desarrollo de lesión⁴³.

III.6.a.3 Otros aspectos importantes

En conjunto con lo descripto anteriormente, se procede a verificar la simetría de los miembros inferiores, pues la lumbalgia producida por disimetría puede desaparecer compensando esa diferencia. En el caso de la indumentaria, también se le recomienda al ciclista que trate de utilizar calzas acolchadas para disminuir la presión sobre el periné, y

zapatillas que impidan la deformación del arco plantar o simplemente que el deportista perciba confort³⁻³⁴.

En cuarto lugar, el vendaje neuromuscular o “*kinesiotaping*”, también es una alternativa que podemos sugerirle al ciclista para la prevención de lesiones. Este tipo de vendaje, se utiliza principalmente a nivel de la rodilla. Aunque algunos estudios no aseguran que sea un gran método de profilaxis, el ciclista refiere que la utilización le proporciona estabilidad, comodidad y mejora su rendimiento⁴⁴.

Por último, proponerle al ciclista que consulte a profesionales que lo asesoren y le recomienden sobre hábitos de nutrición e hidratación, podría evitar el sobrepeso previniendo de esta manera, una mayor presión sobre los puntos de apoyo, que podrían conllevar a la producción de alteraciones a largo plazo³⁸⁻¹⁸.

El kinesiólogo, debe asesorar al deportista acerca de la indumentaria adecuada, pues le permitirá percibir una mayor comodidad a la hora de conducir. También que los elementos que sean utilizados en la bicicleta, sean de buena calidad, livianos y, si existe la posibilidad, que incluya un sistema de amortiguación que producirá una disminución en la transferencia de vibraciones al individuo.

IV. Estrategia metodológica

En esta investigación se realizó una revisión bibliográfica y para ello, se consultaron las bases de datos Pubmed y la Biblioteca Virtual en Salud (BVS). Se utilizaron artículos científicos con una fecha de publicación con un período entre el año 2011 a 2020. Además, se usaron términos MeSH, DeCS y término libre que se detallan en la Tabla 1 y la Tabla 2 que expone las combinaciones de las mismas.

Para la selección de artículos que se han utilizado en el contexto de análisis se han pautado criterios de inclusión y exclusión que se detallarán a continuación.

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados en el período de tiempo detallado anteriormente.
- Investigaciones que incluyan a la población de ciclistas profesionales o amateurs, adultos, independientemente de su género.
- Estudios que contengan muestra de participantes ciclistas que han padecido lesiones o alteraciones del sistema musculoesquelético y/o genitourinario a causa de los errores de ajuste de la bicicleta.
- Artículos que traten sobre prevención en lesiones deportivas y el rol del kinesiólogo en esta área.
- Idioma en español, inglés o portugués.

Criterios de exclusión:

- Investigaciones que incluyan lesiones o alteraciones en ciclistas de etiología traumática.
- Artículos que involucren el rol del kinesiólogo en el tratamiento de lesiones o alteraciones de etiología traumática.
- Estudios que analicen lesiones en el ciclista involucradas por el uso o no del casco.
- Estudios que contengan como estudio poblacional a niños.

Table 3. Palabras claves que se utilizaron en este trabajo de investigación.

	<i>DeCS</i>	<i>MeSH</i>	<i>Término libre</i>
#1	Ciclismo	<i>Bicycling</i>	-
#2	-	-	Ajuste de la bicicleta/" <i>bike fit</i> "
#3	Lesiones en deporte	<i>"Athletic injuries"</i>	-

#4	-	-	Biomecánica deportiva/” <i>Sports biomechanics</i> ”
#5	-	-	Lesiones por sobreuso/” <i>Overuse injuries</i> ”
#6	-	-	Sistema musculoesquelético/” <i>musculoskeletal system</i> ”
#7	-	-	Urogenitales/”urogenital”
#8	-	-	Prevención/” <i>Prevention</i> ”
#9	-	-	Fisioterapia/” <i>Physiotherapy</i> ”

Table 4. Combinación de palabras claves.

#1 AND #2
#1 AND #4
1# AND #2 OR #5
#1 AND #5 AND #9
#1 AND #6
#1 AND #7
#1 AND 5# AND #8

V. Contexto de análisis

Los artículos seleccionados de este trabajo de investigación, que se analizarán a continuación, cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión que fueron mencionados con anterioridad. Cabe destacar, que se tendrá un mayor enfoque en aquellos que expongan relación entre las lesiones y alteraciones en el ciclista y los ajustes inadecuados de la bicicleta, ya que es el objetivo general de esta investigación.

1. Circular en bicicleta: impacto en los síntomas del tracto urinario inferior y función eréctil en hombres sanos (*“bicycle riding: impact on lower urinary tract symptoms and erectile function in healthy men”*)

Autores: Seok Baek, Sun Young Lee, Jong Min Kim, Esther Shin, Sin Kam, Hee Chang Jung. 2011.

Esta investigación clínica de abordaje cuantitativo, se realizó mediante una encuesta el 26 de junio al 30 de julio en 2010 en 5 lugares de trabajo, oficina, hospital y universidades. El objetivo fue evaluar el impacto de andar en bicicleta sobre la función eréctil y los síntomas del tracto urinario inferior (STUI) en hombres sanos en general. Se seleccionó al azar. Formaron 2 grupos, el primero de ciclistas pertenecientes a un club, y el segundo grupo individuos que no circulaban en bicicleta hace mucho tiempo. Se tuvieron en cuenta características demográficas, índice de masa corporal, estado civil, años siendo ciclista, horas de actividad deportiva diaria, horas de vida sedentaria y comorbilidades. Los individuos con antecedentes de enfermedades neurológicas, enfermedades cardíacas, diabetes y aquellos que hayan tratado enfermedades urológicas fueron excluidos. El horario en el que se realizaba ciclismo se dividió en tres partes: diarias, frecuencia y horas semanales.

El cuestionario se utilizó para evaluar los síntomas de tracto urinario y función eréctil.

Las preguntas que se realizaron fueron a cerca del tracto urinario, la función sexual y la calidad de vida de cada sujeto. Se enfocaron en la micción urinaria, patrón de micción, goteo posmiccional, contención urinaria, erección, durabilidad eréctil y satisfacción sexual durante los últimos 6 meses. Cada pregunta tenía un ejemplo para que fuese mejor su comprensión. Cada síntoma se clasificó de uno a 5 puntos.

Los resultados del cuestionario realizado a 225 hombres en total, los cuales 142 eran ciclistas y los 83 restantes pertenecían al grupo control. Arrojó que, la edad promedio fue de 44 años (entre 25 a 62 años) y el grupo control 42 años (25 a 61). Un 42,3% de los ciclistas pasaron al menos 5 horas sentados en su bicicleta. El 31% pasó de 6 a 10 horas, el 15,5% pasó de 11 a 15 horas, el 9,2 pasó de 16 a 20 horas y el 2,1% pasó más de 21 horas. Con respecto a la prevalencia de los síntomas de tracto inferior (STUI) y disfunción eréctil (DU), del total de 18 síntomas del cuestionario, el 57,7% de los participantes pertenecientes al club de ciclismo los han sentido, mientras que el 73,5% de los individuos del grupo control lo han percibido. En cuanto a la disfunción eréctil, el 46,1% ciclistas lo han padecido, mientras que en el grupo control fue el 55,4% de los participantes. En síntesis, los dos grupos no mostraron diferencias significativas en la función eréctil ni la sintomatología del tracto urinario inferior.

Este estudio concluyó con que estos resultados sugirieron que andar en bicicleta como ejercicio o pasatiempo no tiene un efecto negativo sobre los STUI y la función eréctil en hombres sanos en general, aunque los datos de esta investigación se limitaron simplemente al análisis del cuestionario y no otros modos evaluativa

2. Efectos de moverse hacia adelante o hacia atrás en el sillín sobre las fuerzas de la articulación de la rodilla durante el ciclismo *(“Effects of moving forward or backward on the saddle on knee joint forces during cycling”)*

Autores: Rodrigo Rico Bini, Patria Anne Hume , Fabio Junner Lanferdini, Marco Aurélio Vaz. 2013

Este estudio de tipo transversal, tuvo como objetivo analizar los efectos del posicionamiento anterior o en retroceso asiento en relación a las fuerzas de compresión y cizalla de las articulaciones femoropatelar y femorotibial en el ciclista. Participaron 21 ciclistas de competencia.

Durante la primera etapa de evaluación, se midió la altura y masa corporal de los individuos. Procedieron a realizar un precalentamiento, realizando un pedaleo constante durante 10 minutos, seguido de una prueba de incremento máximo hasta el agotamiento iniciando con 100W de potencia y un incremento hasta finalizar 10 minutos de prueba. Esta prueba, tuvo que ser suspendida porque los ciclistas no lograron completarla por agotamiento o por no poder mantener la cadencia de pedaleo.

Luego de 48hs, se procedió a realizar una nueva evaluación, con el mismo precalentamiento durante 10 minutos a 150W de potencia, luego de esos minutos, realizar un pedaleo máximo durante 1 minuto en diferentes posiciones del asiento, hacia delante y hacia atrás al azar. Se colocaron marcadores en el cuadro de la bicicleta, otro en la zona del sacro que se utilizó como calibración de imagen para medir la posición del ciclista durante la prueba. Una cámara de alta velocidad y un dinamómetro en el pedal. Mediante un dispositivo de medición, se evaluaron los segmentos articulares de cadera, rodilla y tobillo durante el pedaleo.

Los resultados de este estudio indican que las diferencias entre las posiciones del asiento marcan que el asiento posicionado hacia delante, reduce la fuerza de cizallamiento en la articulación femorotibial, mientras que la posición en retroceso las aumentaba. No obstante, esta investigación concluyó que las posiciones del asiento hacia delante o hacia atrás no afectaron sustancialmente las fuerzas de compresión en las articulaciones femoropatelar y femorotibial

3. **Alteraciones urogenitales y sexuales en ciclistas de clubes femeninos: Estudio transversal** (*“Urogenital and Sexual Complaints in Female Club Cyclists-A Cross-Sectional Study”*)

Autores: T Hermans , R P W F Wijn , B Winkens, Ph E V A Van Kerrebroeck. 2016.

Este estudio de tipo transversal, tuvo como objetivo determinar la prevalencia y la duración de las lesiones por sobreuso urogenital y las disfunciones sexuales en mujeres ciclistas de la asociación ciclista femenina más grande de los Países Bajos. La investigación consistió en un cuestionario virtual realizado desde abril a octubre del año 2013. Participaron 350 miembros de un grupo de ciclistas femeninas de Holanda y 350 mujeres pertenecientes a una asociación de atletismo holandesa. Las preguntas que se realizaron fueron acerca de sus historiales médicos en general, historial de ciclismo, historial de ciclismo, lesiones previas relacionadas con la actividad, molestias urogenitales y urológicas durante y/o después de la práctica deportiva, durante al menos 2 horas y disfunción sexual femenina en general y/o después de transitar en bicicleta durante al menos 2 horas. En el cuestionario, se debía indicar si sentían molestias y la frecuencia de éstas.

Los resultados indicaron que, en total 114 ciclistas y 33 corredoras completaron las preguntas. Las mujeres que participaron estaban libres de comorbilidades. Con respecto a las lesiones previas 22 (19,3%) indicaron habían experimentado foruncolisis perineal relacionada con el ciclismo. No estuvo presente esta queja en corredoras. Las rozaduras o defectos en la piel de los labios menores o mayores fueron reportados por 72 ciclistas (63,2%) y por 1 corredor (3%). Treinta y siete ciclistas indicaron sensación de mal estar en sus labios menores. El edema vulvar fue referido en cuarenta ciclistas (35,1%), mientras que ninguna corredora manifestó este malestar. La hematuria macroscópica fue manifestada por seis ciclistas, versus ninguna corredora. La incontinencia estuvo presente en ocho ciclistas (7,3%) y en siete corredoras (23,3%).

Las lesiones por uso excesivo se reportaron en cincuenta y seis ciclistas (50,9%). El ancho del asiento se relacionó con la presencia de disuria y estranguria. La edad, experiencia y ancho del sillín se seleccionaron como factores de riesgo de molestia vulvar. La edad mayor, fue predisponente para el desarrollo de malestares vulvares, lo cual disminuía si se le aplicaba un asiento más ancho (Tabla).

Veinte ciclistas (18,3%), informaron cambios en la sensación sexual, y catorce de ellas una disfunción sexual, en comparación con las corredoras que solo una reportó un cambio en la sensación sexual y ninguna reportó disfunción sexual.

Este artículo concluyó diciendo que, las lesiones por uso excesivo urogenitales y molestias en el desempeño sexual, son prevalentes en ciclistas mujeres y suele deberse a un ajuste inadecuado de la bicicleta.

Table 5. Prevalencia de molestias urinarias y lesiones por uso excesivo en ciclistas y corredoras (T, Hermans. 2016)

	Ciclistas	Corredoras
Molestias urinarias	Nº (%)	Nº (%)
Disuria	10 (8,8)	1 (3,1)
Estranguria	24 (22,2)	-
Lesiones por uso excesivo		-
Malestar vulvar	44 (40,0)	-
Entumecimiento de genitales externos	38 (34,9)	-
Entumecimiento del periné	6 (5,6)	-
Dolor perineal	4 (3,6)	-

4. Ajustes de bicicletas: ¿Buscando relación óptima entre el rendimiento y la prevención de lesiones por uso excesivo? Influencia de la posición delantera del sillín en las fuerzas de la articulación de la rodilla (*“Bike fitting: finding an optimum between performance and overuse injuries prevention? Influence of saddle fore-aft position on knee joint forces”*)

Autores: M Domalain, M Ménard, A Decatoire and P Lacouture. 2016.

Esta investigación comparativa cuantitativa, tuvo como objetivo principal el de analizar los efectos del retroceso del asiento sobre la articulación de la rodilla durante el pedaleo en el ciclismo.

Se incluyeron 10 ciclistas profesionales voluntarios con experiencia en competencia de entre 8,5 años y con un volumen medio de entrenamiento semanal de 4,0 horas. Se instaló un cicloergómetro estacionario con dos sensores de fuerza con componentes de seis cargas integrados en los pedales. Se utilizó un sistema de análisis de movimiento de 20 cámaras para adquirir cinemática 3D. Así mismo, se tuvieron en cuenta: la antropometría del individuo, la cinemática para calcular los ángulos de las articulaciones, la optimización estática para calcular fuerzas musculares y el análisis de reacción conjunta para calcular fuerzas femorotibiales y fuerzas femoropatetales.

De esta manera, se compararon tres condiciones: una condición recomendada que incluía valores de altura y retroceso del asiento basado en mediciones antropométricas individuales, una condición de retroceso y una condición con el asiento adelantado. En el caso de los demás ajustes se mantuvieron estandarizados. Por último, la prueba contaba con una duración de 3 minutos manteniendo una cadencia de 90rpm y una potencia de 200w.

Los resultados mostraron que adoptar una postura del asiento más cercana al manillar no involucra a modificaciones en cuanto al aumento de las fuerzas femoro-patetales y femoro-tibiales. En cambio, la posición del asiento en retroceso conduce a esfuerzos femoro-

tibiales más elevados. Este artículo concluyó informando que, si bien la posición en retroceso es efectiva en cuanto al estado de pedaleo, se contrapone a la relación entre el rendimiento y mecánica del ciclista, por lo que también define que es complicado definir una posición óptima del sillín.

5. Ciclismo y función sexual y urinaria masculina: resultados de un gran estudio transversal multinacional (“Cycling, and Male Sexual and Urinary Function: Results from a Large, Multinational, Cross-Sectional Study”)

Autores: Mohannad A Awad, Thomas W Gaither, Gregory P Murphy, Thanabhudee Chumnarnsongkhroh, Ian Metzler, Thomas Sanford, Siobhan Sutcliffe, Michael L Eisenberg, Peter R Carroll, E Charles Osterberg, Benjamin N Breyer. 2018.

Este estudio de tipo multicéntrico, tuvo como objetivo analizar la relación entre el ciclismo y las funciones urinarias y sexuales en hombres. Se reclutaron ciclistas a través de una red social y divulgación en clubes deportivos. Se convocaron nadadores y corredores como grupo de comparación. Los ciclistas fueron clasificados dependiendo la actividad en baja y alta intensidad. Los participantes fueron consultados mediante preguntas validadas nacionales, incluidas SHIM (Inventario de salud sexual para hombres), I-PSS (Interpuntuaje nacional de síntomas de próstata) y NIH-CPSI (Institutos Nacionales de Salud Índice de síntomas de prostatitis crónica), además de preguntas sobre el tracto urinario infecciones, estenosis uretral, entumecimiento genital y úlceras genitales.

Los resultados que se analizaron sobre esta investigación fueron 5.488 respuestas de la encuesta. Los nadadores y corredores tuvieron un SHIM más bajo puntuación que los ciclistas de baja y alta intensidad (19,5 vs 19,9 y 20,7, $p = 0,02$ y $<0,001$, respectivamente). No se encontraron diferencias significativas en I-PSS o NIH-CPSI o antecedentes de infección del tracto urinario.

Los ciclistas tuvieron estadísticamente mayores probabilidades de estenosis uretral en comparación con nadadores / corredores (OR 2,5, $p = 0,042$). Estar parado más del 20% del tiempo mientras anda en bicicleta redujo significativamente las probabilidades de entumecimiento genital (OR 0.4, $p = 0.006$). Ajustar el asiento y el manillar hacia que existieran menores probabilidades de entumecimiento genital y úlceras (OR 0.8, $p = 0,005$ y 0,6, $p < 0,001$, respectivamente). Esta investigación concluye en que los ciclistas no tenían peor función sexual o urinaria que los nadadores o corredores, pero los ciclistas eran más propensos a la estenosis uretral. Además, el tiempo de pie mientras se conduce la bicicleta, y mayor altura del manillar se asocian con la menor producción de úlceras genitales y entumecimiento previniéndolas.

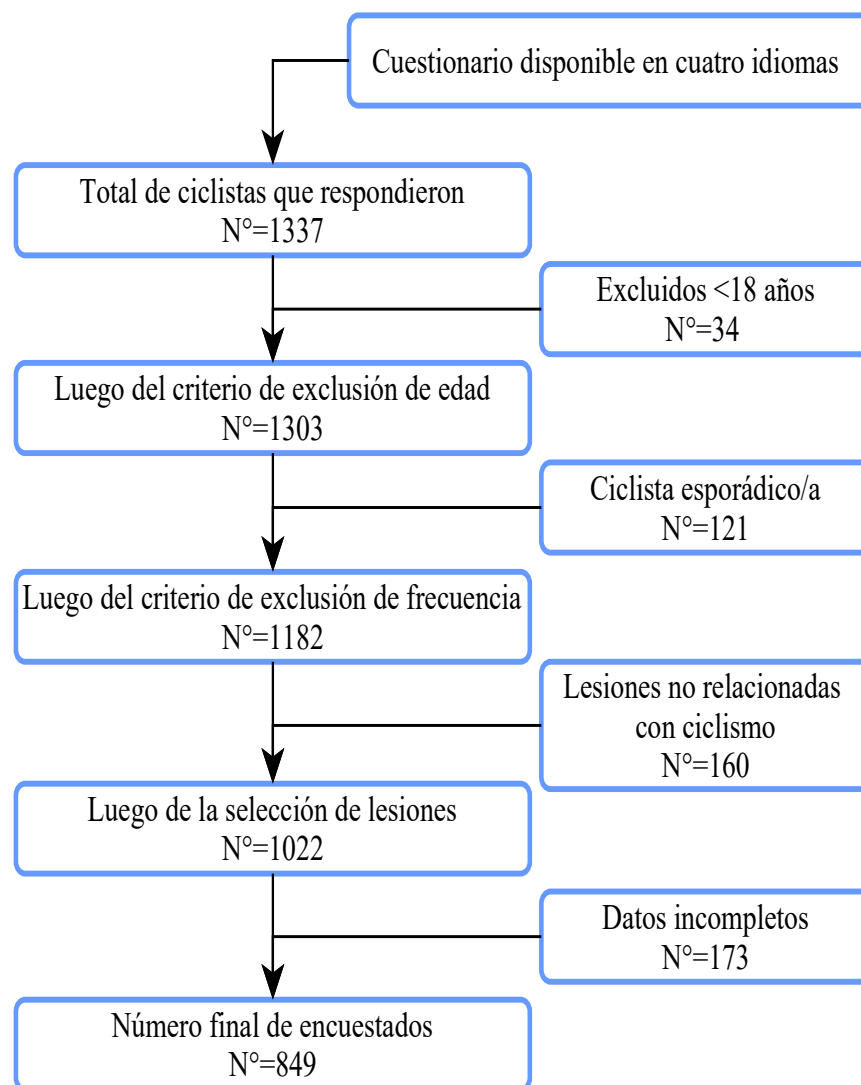
6. La asociación del ajuste de la bicicleta con lesiones, comodidad y dolor durante el ciclismo: encuesta retrospectiva internacional (*“The association of bike fitting with injury, comfort, and pain during cycling: An international retrospective survey”*)

Autores: Jose Ignacio Priego Quesada, Zachary Y. Kerr, William Michael Bertucci & Felipe P. Carpes.2018.

Esta encuesta retrospectiva internacional, tuvo como objetivo determinar el efecto del ajuste de la bicicleta en las lesiones, comodidad y dolor del ciclista. Los individuos que participaron fueron 849 ciclistas, los cuales completaron un cuestionario de manera online en un período entre Febrero y Octubre del 2016. Los datos que se recopilaron fueron: sus datos demográficos, perfil del ciclista, ajuste de la bicicleta, comodidad, dolor y antecedente de lesiones. La principal variable fue el ajuste de la bicicleta, mientras que las otras incluyeron sus datos demográficos y característica del perfil del ciclista. El cuestionario tenía datos sobre datos demográficos: Sexo, edad, altura e índice de masa corporal; características del perfil del ciclista: frecuencia de la actividad, kilometraje, que

bicicleta utilizaban (de paseo, de competición, de montaña, entre otras) y su objetivo deportivo (competición, recreación, etc); cómo era el ajuste de bicicleta, si realizados por ellos o por un profesional; la percepción de comodidad y dolor. Además, se les consultó a cerca de sus lesiones previas. Los resultados de esta investigación, refieren que de los 1337 encuestados, se incluyeron sólo 849. Los criterios de exclusión se exponen en el siguiente diagrama (Diagrama 1).

Diagrama 1. Criterios de exclusión (Priego Quesada. 2018)



Con respecto al reglaje de la bicicleta, el 85,6% de los participantes reportó que ajustaron ellos mismos la bicicleta, mientras que el 67,5% acudió a un profesional. Después del ajuste de la bicicleta por parte del profesional, el 69,5% percibió mejora en el desempeño, el 11,4% no lo percibió y el 19,1% no lo sabe. De acuerdo a las lesiones previas en los últimos 12 meses, el 25,8% contestaron que han tenido. Finalmente, el 64,8% refirió dolor al transitar en bicicleta. Esta investigación encontró una asociación entre el ajuste de las bicicletas y los informes de comodidad y dolor al conducir la bicicleta. Por esto mismo, el autor recomendó integrar el ajuste para la prevención de lesiones y sugirió que se realizaran más investigaciones al respecto.

**7. Efecto de la oscilación sobre la presión perineal en ciclistas:
implicaciones para Micro-trauma** (*“Effect of Oscillation on Perineal
Pressure in Cyclists: Implications for Micro-Trauma”*)

Autores: Thomas Sanford, MD, Adam J. Gadzinski, MD, MS, Thomas Gaither, BS, E. Charles Osterberg. 2018.

Es estudio descriptivo de abordaje cualitativo, tuvo como objetivo principal evaluar la relación entre las fuerzas de oscilación y las presiones perineales entre ciclistas en una simulación.

Se reclutaron 39 sujetos (29 hombres y 10 mujeres) sanos sin comorbilidades que realizaran ciclismo. Todos los individuos completaron un cuestionario básico de salud y datos demográficos. Se brindó a cada sujeto calzas especiales de ciclismo, ajustadas para realizar el estudio. Para la investigación, utilizaron una bicicleta de laboratorio, con medidas estándar, y el modelo del asiento con acolchado mínimo para permitir medición de la presión del periné. Mediante un sensor, se midió la presión u oscilación del mismo colocado en el asiento. Además, se ajustó la bicicleta de manera tal que, todos los participantes tuvieran el tronco en posición estándar y un ángulo de 150° de movilidad en la

rodilla. Las tuberosidades isquiáticas y la distancia entre ellas se tuvieron en cuenta también. Los participantes fueron sometidos a cuatro posiciones diferentes: parado sin pedalear, con la tija del asiento estándar; pedalear con la tija del asiento estándar; parado con suspensión de la tija del asiento, y pedaleando con esto último. Cada condición duró 40 segundos cada una con un intervalo de 5 segundos. Por otra parte, se utilizó un sistema de palanca para generar eventos de oscilación.

Los resultados compararon los cambios de presión perineal durante la oscilación y diferentes posiciones indicadas. A medida que la oscilación aumentó un promedio de 0,7 g (aceleración debido a la gravedad de la tierra), la presión perineal aumentó 10,3%, por lo que hubo una fuerte relación entre estos. Un amortiguador en la tija, redujo el impacto de oscilación en un 53%.

Como conclusión se asocia al microtraumatismo perineal al ciclismo, pues existe un vínculo importante entre la oscilación y la presión perineal durante la actividad deportiva. El uso de amortiguadores podría reducir las lesiones por uso excesivo y mejorar sintomatología como entumecimiento perineal y disfunción eréctil asociado al ciclismo.

8. Influencia del retroceso del sillín en las fuerzas articulares de la rodilla en el ciclismo (*“Influence of saddle setback on knee joint forces in cycling”*)

Autores: Mathieu Menard, Mathieu Domalain, Arnaud Decatoire y Patrick Lacouture

Este estudio comparativo cualitativo, tuvo el objetivo de determinar el efecto del retroceso del sillín en la articulación de la rodilla. Los participantes de esta investigación fueron diez ciclistas competidores de clubes sin antecedentes de dolor o lesión de rodilla, con una edad promedio de 30 años, un promedio de altura de 175,1cm y 65,2kg de peso promedio. Además tenían experiencia de alrededor 8,5 años promedio en competencia. Se colocó un cicloergómetro estacionario para realizar el experimento. La posición del asiento y el

manillar eran ajustables. Se utilizaron tres sensores de fuerza y componentes de carga, en los pedales y tija del asiento. Los sensores se calibraron antes del registro siguiendo recomendación del fabricante. También, se utilizó un sistema de análisis de movimiento de 20 cámaras para evaluar la cinemática tridimensional, con un software específico para guardar los datos. Los ajustes de la bicicleta fueron estandarizados y se definió la altura y alcance del manillar dependiendo las características individuales antropométricas.

La prueba involucraba tres condiciones de posición del asiento, en retroceso recomendada según investigadores la cual no especifican como se posicionó, retroceso hacia atrás, y hacia delante. Al comenzar la prueba, deberían realizar un precalentamiento de 10 minutos, con la posición recomendada. Al terminar esta primera etapa, los ciclistas utilizaron calzas especiales para ciclismo, y deberían realizar pedaleo constante durante 3 minutos con una cadencia de 90rpm y una potencia de 200W. Entre los cambios de posición, tuvieron 3 minutos de recuperación activa con una potencia a elección del participante.

Como resultado, se obtuvo que el valor promedio de potencia fueron 194,5W, y la frecuencia promedio de 90,9 rpm aproximadamente. El cambio de posición del asiento no tuvo un efecto significativo sobre las fuerzas femoro-rotulianas. Aunque, los hallazgos muestran que colocar el asiento hacia delante no se asoció con un aumento de fuerzas sobre la articulación femoro-rotuliana y femoro-tibial. Por el contrario, un sillín en retroceso, aumenta entre un 14 a 15% esas fuerzas generando mayor compresión sobre esas articulaciones. Esta investigación concluye aclarando que, es de suma importancia tener consciencia sobre los mecanismos de fuerzas para poder planificar un entrenamiento seguro y prevenir lesiones futuras.

9. Un estudio internacional retrospectivo sobre factores asociado con lesiones, malestar y dolor percibido en ciclistas (*“A retrospective international study on factors associated with injury, discomfort and pain perception among cyclists”*)

Autores: Jose Ignacio Priego Quesada, Zachary Y. Kerr, William M. Bertucci, Felipe, P. Carpes. 2019.

Este estudio de tipo retrospectivo, tuvo como objetivo principal determinar el efecto del ajuste de la bicicleta en las lesiones, comodidad y dolor al andar en bicicleta. Un total de 739 ciclistas, mayores de 18 años, completaron un cuestionario en línea entre febrero y octubre de 2016, el cual fue enviado a grupos de ciclistas, clubes, asociaciones y blogs de internet destinados a ciclistas. El cuestionario adquirió información sobre la demografía de los participantes, características relacionadas con el perfil ciclista y el entrenamiento físico, componentes de la bicicleta y ciclismo postura, percepciones de comodidad y dolor, y lesiones sufridas en los últimos 12 meses. Se incluían ciclistas no esporádicos, y se excluían los que no completaron la totalidad del cuestionario o valores cuestionables. Se realizaron preguntas acerca de: antecedentes de lesión en los últimos 12 meses, comodidad corporal al conducir, si experimentan dolor, etc. Las variables que utilizaron fueron: características demográficas del individuo, el perfil del ciclistas dentro de los últimos 12 meses, característica de entrenamiento en ese período también, y las características de la bicicleta.

Como resultado, se mencionó que de los 1337 encuestados, sólo se incluyeron los datos de 739 ciclistas, teniendo 677 hombres y 62 mujeres, con edad promedio de 39,3 años y un índice de masa corporal de 24,1 promedio. La mayoría de los participantes eran Europeos y de América del Sur. También se evidencia que los que anduvieron en bicicleta lo hicieron 3,6 días promedio, 20km por semana y tenían 12,6 años promedio de experiencia.

Con respecto a las lesiones reportadas en los últimos 12 años, se informó una lesión en el 25,3% informó una lesión y el 11,5% dos lesiones o más. De acuerdo a la comodidad, la mayoría de los ciclistas informó que su postura era cómoda, mientras que el 4,2% refirió malestar. En relación con el dolor, el 36,8% no informaron dolor durante la conducción en bicicleta. El 63,8% informó que percibía dolor. Los lugares más frecuentes fueron: cervical 23,1%, lumbares 22,2%, rodilla 15,6%, mano 13,3%, área genital 11,6% y hombro 11,1%.

El 58,2% no reportó dolor cuando conducían bicicleta. El 42,0% no notó dolor cuando realizaba la actividad deportiva. Se hace referencia además, que las lesiones por uso excesivo o la fatiga muscular aparecía cuando se vinculaba al deporte con el entrenamiento. También se asoció con una mala elección y ajuste del asiento, ya que producía compresión de los órganos genitales e incomodidad.

Este artículo concluyó con que se debe tener un mayor enfoque en las rutinas de entrenamiento y un ajuste adecuado de la bicicleta para poder generar prevención de las lesiones por uso excesivo.

10. El ciclismo con una altura baja del sillín se relaciona con una mayor momento de aducción de la rodilla en ciclistas sanos recreativos (*“Cycling with low saddle height is related to increased knee adduction moments in healthy recreational cyclists”*)

Autores: Yong Wang, Leichao Liang, Donghai Wang, Yunqi Tang, Xie Wu, Li Li & Yu Liu. 2019

Esta investigación clínica cuantitativa, tuvo como objetivo principal comparar la altura del asiento en el plano frontal para analizar la biomecánica de la rodilla durante el ciclismo. Participaron veinte jóvenes ciclistas sanos recreativos, con un promedio de edad de 25,4 años, una altura promedio de 168,7cm e índice de masa corporal de 64,2 kg, sin antecedentes de lesiones o enfermedades en los últimos seis meses. Para este estudio, se utilizó una bicicleta personalizada, ajustable y con cicloergómetro. La altura del asiento, manillar, y el tipo de asiento se ajustó a cada individuo. Se utilizó un sistema de movimiento de diez cámaras para capturar la cinemática durante la prueba. La evaluación duró 3 minutos y se utilizaron cuatro alturas diferentes del asiento: 25° de flexión de rodilla; una altura elegida por el ciclista, no detallada por el autor; altura baja de más de 15° y alta menos de 15°. La cadencia de pedaleo fue de 60W y 60rpm. Como resultado, este artículo informó que la altura del asiento baja produjo mayores momentos de aducción de

rodilla y flexión de rodilla. Por el contrario, el asiento bajo, redujo los momentos de rodilla. Como conclusión, el autor relata que la altura del asiento proporciona seguridad y eficacia del pedaleo, por lo que podría resultar un dato importante a la hora de la prevención de lesiones.

Table 6. Resumen de artículos analizados (elaboración propia)

Autores, año y título	Tipo de estudio, materiales y métodos	Objetivo	Resultados
Seok Baek, Sun Young Lee, Jong Min Kim, Esther Shin, Sin Kam, Hee Chang Jung. 2011 <i>“Bicycle riding: impact on lower urinary tract symptoms and erectile function in healthy men”</i>	Investigación clínica de abordaje cuantitativo. Se reclutaron 225 hombres participantes al azar, de los cuales 142 eran ciclistas pertenecientes a un club y 83 eran grupo control. Se utilizó el Cuestionario Masculino de la Sociedad de Continencia Nacional y el	Evaluar el impacto de andar en bicicleta sobre la función eréctil y los síntomas del tracto urinario en hombres sanos en general.	El grupo de ciclistas pertenecientes a un club, no tienen mayor riesgo de presentar Síntomas del Tracto Urinario Inferior y disfunción eréctil. La puntuación media no fue significativa en comparación al grupo control.

	Índice Internacional de Función Eréctil en 5 lugares de trabajo.		
Rodrigo Rico Bini, Patria Anne Hume , Fabio Junner Lanferdini, Marco Aurélio Vaz. 2013 <i>“Effects of moving forward or backward on the saddle on knee joint forces during cycling”</i>	Estudio de tipo transversal. Se realizó una prueba incremental hasta el agotamiento a 21 ciclistas masculinos.	Analizar los efecto del posicionamiento hacia delante, hacia atrás del asiento en relación a las fuerzas de compresión y cizalla patelofemoral y tibiofemoral en el ciclista	Los cambios en la posición del asiento hacia atrás o hacia delante no tuvieron un efecto de compresión sobre las articulaciones femoro-tibial y femoro-rotuliana
T Hermans , R P W F Wijn , B Winkens, Ph E V A Van Kerrebroeck. 2016. <i>“Urogenital and Sexual Complaints in Female Club</i>	Investigación de tipo transversal. Encuesta a 350 miembros de la asociación de ciclistas femeninos holandeses y a 350 miembros de asociación de	determinar la prevalencia y duración de las lesiones por sobreuso en el sistema genitourinario y la relación con las disfunciones sexuales en	Luego de dos horas de entrenamiento, las ciclistas han manifestado disuria, estranguria, entumecimiento genital y malestar vulvar con una

<i>Cyclists-A Cross-Sectional Study</i>	atletismo femenino holandeses	mujeres ciclistas de la asociación ciclista femenina de los Países Bajos	duración de 48hs
M Domalain, M Ménard, A Decatoire and P Lacouture. 2016 <i>Bike fitting: finding an optimum between performance and overuse injuries prevention? Influence of saddle fore-aft position on knee joint forces</i>	Investigación comparativa cuantitativa. Se incluyeron ciclistas profesionales teniendo en cuenta su experiencia en competencia y el entrenamiento seminal.	Analizar los efectos del retroceso del asiento sobre la articulación de la rodilla durante el pedaleo en el ciclismo.	El asiento mas anteriorizado no tiene repercusión sobre la articulación de la rodilla, mientras que el asiento en retroceso compromete la articulación femorotibial.
Mohannad A Awad, Thomas W Gaither, Gregory P Murphy, Thanabh udee Chumnarnsongkhr	Estudio de tipo multicéntrico. Se reclutaron ciclistas masculinos y nadadores y corredores como grupo de	Analizar la relación entre el ciclismo y las funciones urinarias y sexuales en hombres	Los ciclistas son propensos a alteraciones o lesiones genitourinarias que el grupo comparado.

<p>oh, Ian Metzler, Thomas Sanford, Siobhan Sutcliffe, Michael L Eisenberg, Peter R Carroll, E Charles Osterberg, Benja min N Breyer. 2018</p> <p><i>Cycling, and Male Sexual and Urinary Function: Results from a Large, Multinational, Cross-Sectional Study</i></p>	comparación		Sufriendo estenosis uretral, úlceras genitales y entumecimiento genital.
<p>Jose Ignacio Priego Quesada, Zachary Y. Kerr, William Michael Bertucci & Felipe P. Carpes.2018</p> <p><i>The association of bike fitting with injury, comfort,</i></p>	<p>Estudio de tipo retrospectivo. Cuestionario online en un período de tiempo entre febrero y octubre de 2016, participaron 849 ciclistas y se recopilaron datos</p>	<p>Determinar el efecto del ajuste de la bicicleta en las lesiones, comodidad y dolor al andar en bicicleta</p>	

<i>and pain during cycling: An international retrospective survey</i>	sobre demografía, perfil, ajuste de la bicicleta, comodidad, dolor al montar la bicicleta y antecedente de lesiones		
Thomas Sanford, MD, Adam J. Gadzinski, MD, MS, Thomas Gaither, BS, E. Charles Osterberg.2018 <i>Effect of Oscillation on Perineal Pressure in Cyclists: Implications for Micro-Trauma</i>	Investigación retrospectiva. Reclutaron 39 individuos (29 hombres y 10 mujeres). Se compararon los cambios en la presión perineal durante los eventos de oscilación, en estado estacionario y de pedaleo con y sin el amortiguador de la tija de sillín	Evaluar la relación entre las fuerzas de oscilación y las presiones perineales entre ciclistas en una simulación entorno de laboratorio	Los hombres y las mujeres absorbieron la mayor parte del impacto en las áreas correspondientes a los puntos de referencia óseos pélvicos
Mathieu Menard, Mathieu Domalain, Arnaud Decatoire y	Estudio comparativo cuantitativo. Diez ciclistas fueron	Determinar el efecto del retroceso del sillín en la articulación	indican que mover el sillín hacia delante no se asoció con un

<p>Patrick Lacouture</p> <p><i>“Influence of saddle setback on knee joint forces in cycling”</i></p>	<p>evaluados bajo tres condiciones de retroceso del sillín</p>	<p>de la rodilla</p>	<p>aumento de la articulación femororrotuliana efectivo. Por el contrario, la compresión tibiofemoral media y máxima Fueron 14 y 15% más altos en el Atrás que en el Adelante condición, respectivamente</p>
<p>Jose Ignacio Priego Quesada, Zachary Y. Kerr, William M. Bertucci, Felipe, P. Carpes. 2019.</p> <p><i>A retrospective international study on factors associated with injury, discomfort and pain perception among cyclists</i></p>	<p>Estudio de tipo retrospectivo. Se reclutaron 739 ciclistas, y se les hizo completar un cuestionario en línea entre febrero y octubre de 2016</p>	<p>Determinar los factores asociados con las lesiones y alteraciones en ciclistas</p>	<p>La incidencia de lesiones relacionadas con el ciclismo tiene factores relacionados con la incomodidad y el dolor percibido durante la actividad sobre la bicicleta. Los ciclistas sin ajustes en sus pedales, tenían mayor</p>

			probabilidad de desarrollar dolor mientras no andaban en la bicicleta. Mientras que un mal ajuste de las calas, podría conducir a la producción de un ángulo Q excesivo provocando condromalacia
<i>Cycling with low saddle height is related to increased knee adduction moments in healthy recreational cyclists</i>	Investigación clínica cuantitativa. 20 ciclistas sanos, se sometieron a una prueba con una bicicleta personalizada ajustable y con cicloergómetro. Se preseleccionaron diferentes tipos de altura del asiento.	Comparar la altura del asiento en el plano frontal para analizar la biomecánica de la rodilla durante el ciclismo.	La altura del asiento baja produjo mayores momentos de aducción de rodilla y flexión de rodilla. El asiento bajo, redujo los momentos de rodilla. Como conclusión, el autor relata que la altura del asiento proporciona seguridad y

			eficacia del pedaleo, por lo que podría resultar un dato importante a la hora de la prevención de lesiones.
--	--	--	---

VI. Resultados

Las variables a analizar de varios artículos tuvieron en común datos demográficos, como edad, altura, índice de masa corporal, peso; tipo de bicicleta, frecuencia en que se realiza la actividad en días y horas semanales y además se tuvo en cuenta lesiones previas de entre 6 a 12 meses previos a la evaluación.

Varios artículos informaron que los ajustes de la bicicleta tienen relación con las lesiones en el ciclista. En el caso del sistema musculoesquelético, los participantes han reportado molestias debido a un ajuste inadecuado. En el caso del sistema genitourinario, se han encontrado mayores resultados, haciendo referencia que el tipo de asiento y posición del mismo está estrechamente relacionado con la producción de lesiones y molestias genitourinarias.

Los resultados finales de las investigaciones arrojan que el adecuado ajuste de la bicicleta, basado en las mediciones antropométricas del individuo y un conocimiento de su historial médico podría contribuir la reducción de producción de lesiones, aunque en contraposición, algunos autores reportaron también que las investigaciones tienen escasa muestra poblacional y los datos informados son significativos en comparación al grupo control. No

es así, en el caso de las lesiones genitourinarias por uso excesivo, que confirman ser generadas por un mal reglaje de la bicicleta.

VII. Conclusiones

El exhaustivo trabajo de investigación, tuvo como objetivo principal analizar la relación existente entre la presencia de lesiones musculoesqueléticas y genitourinarias en ciclistas con los errores de ajuste de la bicicleta.

A pesar de que los estudios analizados tuvieron una muestra poblacional pequeña, es válido el análisis de cada autor, que sugieren la aplicación de los ajustes, dando por confirmado que el ajuste de la bicicleta tiene relación con las lesiones y alteraciones en el ciclista.

Para finalizar, se creen necesarias nuevas investigaciones a futuro que impliquen mayor muestra poblacional y un enfoque kinésico más comprometido en la prevención de lesiones por esta problemática, ya que se han encontrado mayores trabajos para el tratamiento de dichas lesiones pero no es así en el enfoque preventivo.

VIII. Referencias bibliográficas

1. Glaskin M. Deporte con ciencia. Ciclismo. 1st ed. Londres: Quarto; 2018. 6–30 p.
2. Swart J, Sem M, Holliday W. Cycling Biomechanics Optimization — the (R) Evolution of Bicycle Fitting. 2019;18.
3. Gómez Puerto E. La importancia de los ajustes de la bicicleta en la prevención de las lesiones en el ciclismo: aplicaciones prácticas. Rev Andal Med Deport Rev Andal Med Deport. 2008;111:73-8173 p.
4. Kapandji A. Fisiología articular. Tomo III. 6th ed. Madrid: Médica panamericana;

2007.

5. Hermans T, Wijn W. Urogenital and Sexual Complaints in Female Club Cyclists — A Cross-Sectional Study. *J Sex Med.* 2016;13:40-45 p.
6. Leve J, Henno S, Lavoue V, Grouin A, Rouquette S, Sa M. Bicyclist's vulva: Diagnostic and therapeutic aspects. 2018;4-6 p.
7. Ayala T, Di M, Ferreira K, Matias DS, Oliveira F. Cinesiologia e biomecânica do ciclismo: uma revisão kinesiology and biomechanics of cycling: a review. 2010;1:40–51.
8. Gan Z, Ehlers M, Lin F, Wright S, Figler B, Coward R. Systematic Review and Meta-Analysis of Cycling and Erectile Dysfunction. *Sex Med Rev.* 2020;
9. Alberich I, Vicente A. Lesiones prevalentes en deporte profesional: revisión bibliográfica. 2019;28(1):66–75.
10. Pérez-Soriano P. Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte. 1st ed. Barcelona: Paidotribo; 2015.
11. Burke C. Bicicleta. Salud y ejercicio. 3rd ed. Barcelona: Paidotribo; 2004. 3–11 p.
12. Pfeiffer R, Kronisch R. Off-Road Cycling Injuries An Overview. 2016;
13. Bini R, Carpes F. Biomechanics of Cycling. 1st ed. Porto Alegre, Brazil: Springer; 2014.
14. Ayachi F, Dorey J, Guastavino C. Identifying factors of bicycle comfort : An online survey with enthusiast cyclists. *Appl Ergon.* 2015;46:124–36.
15. Jobson S, Nevill A, George S, Jeukendrup A. Influence of body position when considering the ecological validity of laboratory time-trial cycling performance. 2008;
16. Izquierdo R. Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el

- Deporte. 1st ed. Madrid: Médica Panamericana; 2008.
17. Ayala T, Di M. Importância da avaliação musculoesquelética e biomecânica para o bike fit the role of musculoskeletal and biomechanics evaluation. 2009;3:84–92.
 18. Kotler D, Babu A, Robidoux G. Prevention , Evaluation , and Rehabilitation of Cycling-Related Injury. 2016;199–206.
 19. Staps U. Comparison of static and dynamic methods based on knee kinematics to determine optimal saddle height in cycling. 2019;21(4).
 20. Callaghan M, Jarvis C. Evaluation of elite British cyclists : the role of the squad medical. 1996;349–53.
 21. Giuseppe A. La técnica del ciclismo. 8th ed. Madrid: Hispano europea; 2000.
 22. Walt A. Non-traumatic injury profile of amateur cyclists. 2014;26:119–22.
 23. Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana. Descriptiva, topográfica y funcional. 11th ed. Barcelona: Masson; 2005.
 24. Thompson J. Netter. Atlas práctico de anatomía ortopédica. 2nd ed. Barcelona: Elsevier; 2011.
 25. Kendall F. Músculos. Pruebas funcionales. Postura y dolor. 5th ed. Madrid: Marbán; 2007.
 26. Silberman, F; Varona O. Ortopedia y traumatología. 4th ed. Madrid: Panamericana; 2018.
 27. Drake R. Gray. Anatomía para estudiantes. 1st ed. Madrid: Elsevier; 2005.
 28. Cailliet R. Anatomía funcional. Biomecánica. 1st ed. España: Marbán; 2006.
 29. Kapandji A. Fisiología articular. Tomo I. 6th ed. Madrid: Médica panamericana; 2007.

30. Latarjet, M. Ruiz Liard A. Anatomía humana. 5th ed. Buenos Aires, Argentina: Médica panamericana; 2019.
31. Gilroy A. Prometheus. Atlas de anatomía. España: Panamericana; 2010.
32. Kapandji A. Fisiología articular. Tomo II. 6th ed. Madrid: Médica Panamericana; 2007.
33. Acta Pediátrica Costarricense. Lesiones deportivas frecuentes. 2003;17:65–80.
34. Aicale R, Tarantino D, Maffulli N. Overuse injuries in sport : a comprehensive overview. 2018;5:1–11.
35. Arnie B. Medicina del ciclismo. 1st ed. Barcelona: Paidotribo; 2002.
36. Ñ S, Go M, Rolda V. Terapia manual y terapia combinada en el abordaje de puntos gatillo : revisión bibliográfica. 2009;31(1):17–23.
37. Asplund C. Neck and back pain in bicycling. 2005;
38. Wanich T, Hodgkins C, Muraski E, Kennedy JG. Cycling Injuries of the Lower Extremity. 2007;
39. Female R, Dysfunction S. Les Lanternes Rouges: The Race for Information About Cycling Related Female Sexual Dysfunction. 2015;11(8):2039–47.
40. Morán O. Enciclopedia de ejercicios de estiramiento. 1st ed. España: Pila teleña; 2009.
41. Kisner C, Colby LA. Ejercicio terapéutico Fundamentos y técnicas. 1st ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.
42. So RCH, Ng JK, Ng GYF. Muscle recruitment pattern in cycling : a review. 2005;6:89–96.
43. Urdampilleta A, Armentia I, Gómez-zorita S, Martínez-sanz JM, Mielgo-ayuso J. La fatiga muscular en los deportistas : métodos físicos , nutricionales y farmacológicos

para combatirla. 2015;32(1):36–43.

44. Hébert-losier K, Yin N, Beaven C, Tee C, Li C, Richards J. Physiological, kinematic, and electromyographic responses to kinesiology-type patella tape in elite cyclists. *J Electromyogr Kinesiol*. 2018;

