



Universidad de Valladolid

Escuela/Facultad

FISIOTERAPIA

TÍTULO DEL TRABAJO:

**Influencia de la biomecánica en las
lesiones de rodilla del ciclista**

Alumno: Belén Cerro Rodríguez

Tutor: Prof. Dr. Alfredo Córdova

ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	2
I. JUSTIFICACIÓN	3
II. OBJETIVOS	3
III. INTRODUCCIÓN	4
IV. ANATOMÍA DE LA RODILLA	8
IV.1. LIGAMENTOS DE LA RODILLA	11
IV.2. MÚSCULOS QUE MOVILIZAN LA RODILLA	12
V. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA	14
VI. CADENAS CINÉTICAS EN EL PEDALEO	17
VI.1. ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL PEDALEO	17
VII. PATOLOGÍAS DE RODILLA EN CICLISTAS	20
VII.1. LESIONES MÁS FRECUENTES	20
VII.2. LESIONES PRODUCIDAS POR MALA REGULACIÓN DEL SILLÍN	22
VIII. TENDINOPATÍA ROTULIANA	23
VIII.1. TIPOS DE TENDINOPATÍAS ROTULIANAS	23
VII. 2. ETIOLOGÍA	24
VIII. 3. SIGNOS Y SÍNTOMAS	24
VIII. 4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL	24
VIII. 5. TRATAMIENTO	25
IX. MATERIAL Y MÉTODOS	29
X. BIBLIOGRAFÍA	30

RESUMEN

El trabajo realizado explica las principales patologías de rodilla en ciclistas, comenzamos exponiendo la anatomía y biomecánica general, durante el pedaleo, las medidas correctas, posturas del ciclista, etc. Citamos los principales factores biomecánicos que pueden afectar a la articulación de la rodilla, y como modificarlos. Tras explicar estos factores, nombramos las principales patologías que pueden aparecer, escogiendo la más frecuente y realizando un diagnóstico diferencial con las demás, en este caso será la tendinopatía rotuliana (Lesión en la que aparece dolor e inflamación en el tendón rotuliano por traumatismos de repetición o sobreuso). Para finalizar nos centraremos en esta patología, sus signos, síntomas y las pautas más importantes del tratamiento fisioterápico.

Palabras clave: lesión de rodilla, tendinopatía rotuliana, tratamiento, fisioterapia, biomecánica del pedaleo, ciclismo.

ABSTRACT

This lesson explains the main knee's diseases in cyclists; we begin by exposing the general Anatomy and Biomechanics and during pedaling, correct measures, cyclist's position... We quote the main biomechanical factors that may affect the knee joint, and how to change them. After explaining these factors, we cite the main pathologies that may appear, choosing the most frequent and making a differential diagnosis with the others, in this case it will be the patellar tendinopathy (Injury that presents pain and inflammation by microtrauma of repetition or overuse). Finally we will focus on this pathology, its signs and symptoms and the most important physiotherapy treatment guidelines.

Key words: knee injury, tendinopathy patellar, treatment, physiotherapy, biomechanics of pedaling, cyclist.

I. JUSTIFICACIÓN

“Cualquier” persona en la actualidad puede hacer uso de la bicicleta, a cualquier nivel o para diferentes funciones, y a veces, al ser un medio tan asequible para la población se hace uso de ella sin tomar ninguna precaución y sin tener en cuenta los riesgos que puede conllevar a corto o largo plazo, un claro ejemplo podría ser el uso de la bicicleta para ir a trabajar cada día, si la talla de la bici no es la correcta, con solo hacer un pequeño trayecto a diario casi con seguridad aparecerá dolor de espalda a muy corto plazo.

Debido al aumento en el uso de la bicicleta, no sólo a nivel deportivo, si no también recreativo o como medio de transporte, hemos considerado apropiado realizar una revisión sobre las lesiones en el ciclismo, centrándonos en las de rodilla. Estudiamos también de la rodilla, como elemento clave en la comprensión de las lesiones y como mecanismo de orientación en la aplicación terapéutica. Nos ha parecido interesante centrarnos en una sola patología, la tendinopatía rotuliana, ya que en muchas ocasiones no se le da demasiada importancia a este tipo de lesiones, sin saber las secuelas o repercusiones que puede tener en una articulación tan importante como la rodilla.

II. OBJETIVOS

El principal objetivo es analizar las causas biomecánicas más frecuentes que ocasionan lesiones en las rodillas del ciclista, así como explicar los principales tratamientos fisioterápicos.

III. INTRODUCCIÓN

El ciclismo es un deporte que implica el uso de la bicicleta para recorrer circuitos al aire libre en diferentes terrenos (montaña o carretera), en pista cubierta, y que además engloba diferentes especialidades (ruta, pista, montaña, BMX, CRI, CRE, etc) (Gregor, R.J. y Conconi, F., 2005).

La bicicleta como útil de trabajo profesional o como elemento de recreo ha de tener unas dimensiones determinadas, que vendrán dadas por las propias del individuo a quien va a estar destinada. Es imprescindible que sea «a la medida», pues de esta forma mejorará el rendimiento del ciclista y de evitar la aparición de lesiones debidas a una mala posición agravada por la repetitiva acción del pedaleo.

Las medidas que se toman en cuenta son (figura 1):

- a) Altura del sillín: El sillín debe de alzarse de tal forma que estando el ciclista sentado sobre él, con las piernas extendidas, el talón llegue a contactar con el centro del pedal, estando éste en su punto más bajo.
- b) Retroceso del sillín: Es el segundo paso a realizar tras haber colocado los pies en los pedales (se colocan de tal forma que la cabeza del primer metatarsiano se sitúe sobre el eje del pedal). Estando las dos bielas paralelas al plano del suelo, hemos de hacer coincidir una vertical que pase por el eje del pedal adelantado con la parte anterior de la rótula, mediante avances o retrocesos del sillín. No es útil determinar el retroceso del sillín colocando el antebrazo y la mano extendida desde el pico del sillín hasta el manillar, como predicán algunas publicaciones, pues el retroceso del sillín viene dado por las sollicitaciones del tren inferior y no del superior.
- c) Distancia sillín-manillar: Para calcular colocaremos al ciclista con la biela adelantada paralela al tubo del cuadro que va desde la «caja pedalier» hasta la dirección. Le haremos colocar las manos en la parte baja del manillar, codo ligeramente flexionado. En esta posición se observará

que el codo roza ligeramente la rodilla, comprobando entonces que la posición es la correcta.

d) Eje de pedal (centro del pie) con la rótula. (A. Córdoba)

Todas estas medidas tienen sus pequeñas variaciones en dependencia de las características del sujeto, del uso que haga de sus articulaciones, o de las características de la ruta. (Figura 1) (UCI, 2014).

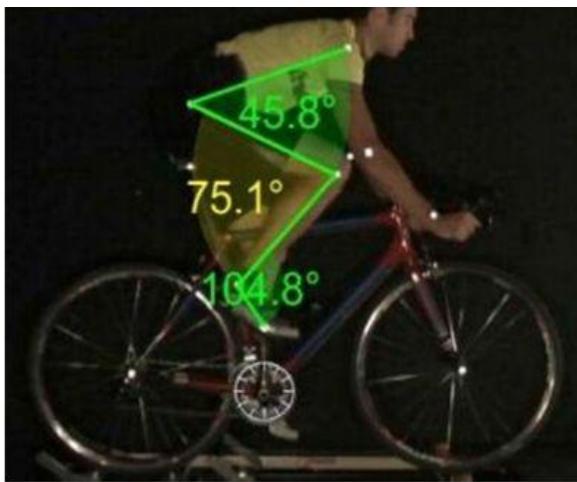


Figura 1. Medidas para la mejor posición del ciclista.

Existen igualmente diferentes medidas de bielas, cuyo uso dependerá de la longitud de las extremidades inferiores del ciclista. Estando sentado el ciclista, tal como se ha descrito, puede adoptar diferentes posiciones según sujete el manillar en su parte baja, bajando el cuerpo, buscando así una posición más aerodinámica, o bien lo agarra de las manetas de los frenos, posición más descansada y más utilizada en la ascensión de puertos de montaña. También se usa otra variante en la cual se empuña el manillar por su parte recta, junto a la potencia, siendo frecuente observarla en la subida de puertos. Permite tirar del manillar, ayudando a superar los dos puntos muertos en la mecánica del pedaleo y posiblemente facilite la expansión de la caja torácica. (Castellote, J.M., 2011; Danowsky, R. 1984)

Aparte de los apoyos en manillar y pedales, el ciclista puede rodar apoyándose tan sólo en la parte anterior del sillín, que al ser más estrecha que la posterior, permite descargar más peso en los pedales aumentando la eficacia de cada pedalada. (Figura 2)



Figura 2. Posición en bici de CRI

El ciclista puede adoptar otra posición «danzando» sobre los pedales, perdiendo el contacto con el sillín, teniendo sólo dos puntos de apoyo (manillar y pedales), (Figura 3). Es una posición utilizada en los demarrages (arrancadas), en las ascensiones de puertos de montaña, con el fin de disponer de una pedalada de elevada eficacia, acrecentada por las acciones solidarias de los brazos tirando del manillar. En esta posición, aparte de la sollicitación propia a la biomecánica de la rodilla, se suma el peso del cuerpo, comprendiendo que si esta posición es mantenida durante mucho tiempo, será mala para la articulación de la rodilla. (Castellote, J.M., 2011)



Figura 3. Posición de pie (2 apoyos)

IV. ANATOMÍA DE LA RODILLA

La rodilla es la articulación que une el fémur con la tibia, y debido a la diferente dirección de las diáfisis de ambos huesos, ésta unión forma un ángulo obtuso, abierto lateralmente, de entre 170° y 175° , es el llamado “*valgo fisiológico*”. La disminución de dicho ángulo se conoce como “*genu valgo*”, mientras que su aumento y, sobre todo, su inversión, es la condición conocida como “*genu varo*”. Vistos de perfil, fémur y tibia se encuentran en alineación, salvo en ciertas circunstancias, conocidas como “*genu recurvatum*”, en las que existe un ángulo obtuso de alrededor de 175° abierto hacia adelante.



Figura 4. Anatomía general de la rodilla

La rodilla es la mayor y la más compleja de las articulaciones del cuerpo humano. Desde un punto de vista funcional debe cumplir dos objetivos casi excluyentes entre sí, como son la gran estabilidad y resistencia al peso que tiene que soportar, y la movilidad suficiente para trasladarlo. Desde un punto de vista estructural, la rodilla está constituida por dos articulaciones reunidas por una cápsula común: la femorotibial que está dividida en un compartimiento interno y otro externo, y la femorrotuliana, situada en la parte anterior del complejo articular. (Gilroy A.M et al, 2008)

Los cóndilos femorales, convexos en dirección anteroposterior y transversal, están recubiertos por un cartílago articular que se interrumpe bruscamente en los límites con la fosa intercondílea que los separa y con las regiones epicondíleas orientadas hacia los lados. El cóndilo externo es más

largo que el interno, pero la convexidad del contorno anteroposterior es mayor en el interno que en el externo.

Las carillas glenoideas de la tibia son ligeramente cóncavas en dirección transversal, pero así como la glenoide interna también es cóncava en dirección anteroposterior, la externa es plana o, incluso, ligeramente convexa. Por delante, ambos cóndilos femorales se unen mediante otra carilla articular, la tróclea femoral, integrante de la articulación femorrotuliana.

La rótula se articula con el fémur por su cara posterior. Esta cara presenta una cresta sagital y dos vertientes que se oponen a las correspondientes superficies trocleares del fémur.

Los meniscos son fibrocartílagos interpuestos entre los cóndilos femorales y los platillos tibiales, que dividen incompletamente cada compartimiento femorotibial. Debido a su forma arqueada se convierten en elementos de congruencia entre las superficies femorales y las tibiales. Los meniscos están unidos por su borde periférico a la cápsula articular y, por medio de ella, el menisco interno se fija al ligamento lateral interno. Por sus cuernos, ambos meniscos se insertan, mediante ligamentos, en las superficies óseas pre y retrospinal de la tibia. (Latarjet M. y Ruiz L., 2006)



Figura 5. Meniscos

En aproximadamente el 75% de los casos, un ligamento meniscofemoral, el conocido ligamento de Wrisberg, salta entre el borde posterior del menisco externo y el ligamento cruzado posterior, al que acompaña hasta su inserción.

A pesar de todas estas uniones, los meniscos se deslizan sobre los platillos tibiales con cierta holgura, acompañando a los cóndilos femorales en sus desplazamientos. La parte periférica de los meniscos, recubierta de líquido sinovial, recibe vasos que penetran hasta una profundidad variable (10-30%).

Además, los cuernos meniscales están mejor vascularizados que el cuerpo. Esta misma distribución se observa con relación a la presencia de fibras nerviosas, encontrándose tanto receptores encapsulados como terminaciones nerviosas libres. Estas circunstancias hacen que los meniscos tengan una importante función sensorial, especialmente en sus cuernos e inserciones tibiales, proporcionando abundante información propioceptiva relacionada con la posición articular. En la zona de inserción capsular la estructura del menisco muestra abundantes fibroblastos, pero en la propia sustancia del menisco estas células son raras. Los condrocitos encontrados se parecen a los del cartílago articular.

La cápsula articular es estructuralmente fina, y está incluso ausente en ciertos lugares y extraordinariamente reforzada en otros. Falta en la cara posterior del tendón del cuádriceps, donde se encuentra la bolsa serosa subcuadricipital, que comunica ampliamente con la cavidad articular. Distalmente a dicho tendón la cápsula presenta un gran agujero que se ajusta a la circunferencia de la rótula, y, más distalmente aún, entre ésta y la tuberosidad anterior de la tibia, a los bordes del ligamento rotuliano.

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura intraarticular y extrasinovial, situada en la escotadura intercondílea de la rodilla, que discurre oblicuamente, desde su inserción a nivel de la región anteromedial del platillo tibial, hacia atrás, arriba y afuera, hasta la porción medial del cóndilo femoral lateral. El ligamento cruzado posterior (LCP) presenta su inserción proximal en la cara articular del cóndilo medial y se dirige en forma oblicua hacia su inserción distal en la cara posterior de la tibia.

La rótula está fija a la cápsula articular por su circunferencia y tanto el tendón del cuádriceps como el ligamento rotuliano, que la fijan proximal y

distalmente, se consideran como las dos partes de un sistema ligamentoso en cuyo seno se ha desarrollado la rótula como un hueso sesamoideo. (Gilroy A.M et al, 2008).

IV.1. Ligamentos de la rodilla

IV.1.1. Ligamentos cruzados

El LCA: Se inserta en la espina tibial anterointerna y sigue un trayecto hacia atrás arriba y hacia fuera para terminar en la cara interna del cóndilo femoral externo. Tiene como función primordial evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur. (Forriol, F. et al, 2008)

- El LCP: Se inserta en la espina tibial posteroexterna y sigue un trayecto hacia arriba, delante y adentro para terminar en la cara externa (lateral) del cóndilo femoral interno. Tiene como función primordial evitar el desplazamiento hacia atrás de la tibia respecto al fémur. Ambos ligamentos se entrecruzan entre sí por ello se llaman ligamentos cruzados. (Pabst, R. et al, 2006)

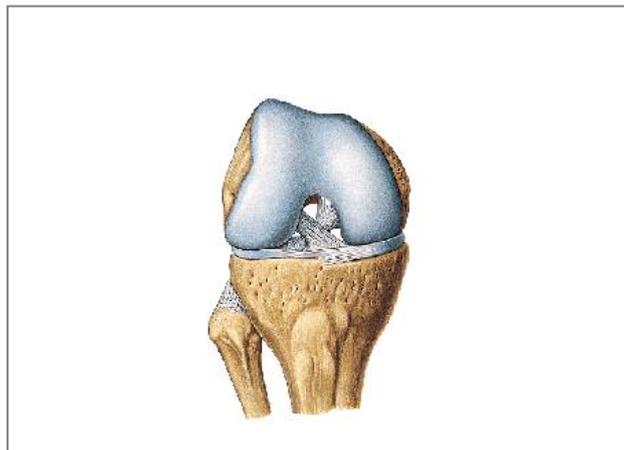


Figura 6. Ligamentos cruzados

IV.1.2. Ligamentos laterales

- El ligamento lateral interno (LLI): Es bifascicular y acintado, va desde el cóndilo femoral interno hasta la cara anterointerna de la tibia. Tiene un fascículo superficial y otro profundo.
 - El ligamento lateral externo (LLE): Es monofascicular y de aspecto cordonal, se dirige desde el cóndilo femoral externo hacia abajo y hacia atrás hasta la parte anteroexterna de la cabeza del peroné.
- (Netter, F.H, 2011)

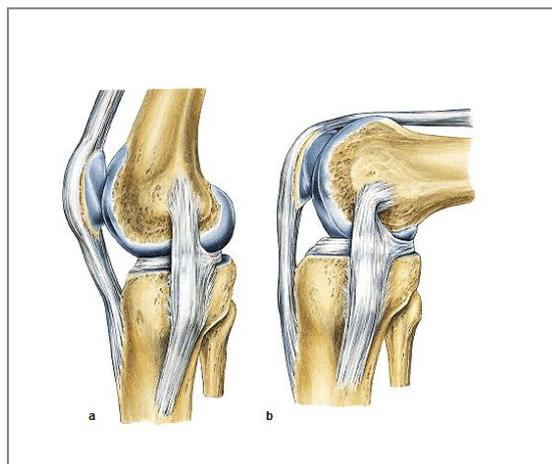


Figura 7. Ligamentos Laterales

IV.2. Músculos que movilizan la rodilla

IV.2.1. Músculos extensores

- Músculo cuádriceps, se inserta en la base de la rótula y su cara anterior, al llegar al polo inferior de la rótula se forma el tendón rotuliano y desde aquí se dirige hacia abajo hasta llegar a la tuberosidad anterior de la tibia. Formado por los vastos interno, externo, intermedio y el recto anterior, es el extensor puro de rodilla.



Figura 8. Músculos extensores

IV.2.2. Músculos flexores

- Semimembranoso: El más posterior e interno de los músculos flexores de la rodilla, lo encontramos por detrás del cóndilo interno.
- Semitendinoso: se inserta por debajo de la tuberosidad tibial interna.
- Recto interno o gracilis: flexión y rotación interna de la rodilla.
- Sartorio: flexión y rotación externa de rodilla.
- Bíceps femoral: que llega a insertarse en la cabeza del peroné, tendrá la función de flexión y rotación externa.
- Tensor de la fascia lata (TFL) con la cintilla iliotibial, que cubre la cara anteroexterna y se inserta en el tubérculo de Gerdy en la tibia. (Gilroy A.M et al, 2008)

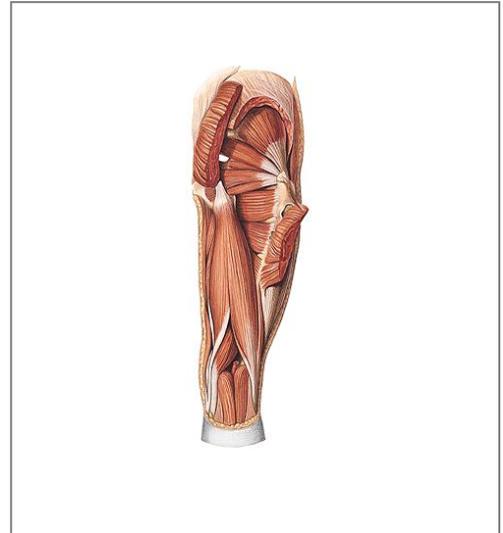


Figura 9. Músculos flexores

V. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

La biomecánica tiene por objeto estudiar los efectos de la energía y las fuerzas de los sistemas biológicos mediante la aplicación de las leyes de Newton sobre la mecánica a seres vivos. Dentro de la mecánica del movimiento podemos describir el mismo independientemente de las sollicitaciones mecánicas que se originan desde él (cinemática) o dependientemente de ellas (cinética). (Sanjuan R. et al, 2005)

V.1 Cinética de la rodilla

La cinética busca la realización de un modelo sobre el que se aplican determinadas fuerzas y momentos en su superficie, que provocan sobre él un movimiento y deformación. Con ello se estudian los ejes anatómicos y mecánicos, relacionándolos con los ángulos y fuerzas que actúan en reposo sobre la rodilla. (Sanjuan R. et al, 2005)

Según Josa Bullich (1995), la rodilla estática (sin movimiento) está sometida a una serie de fuerzas resultado del peso del cuerpo y de la gravedad:

- Desviaciones varizantes: Distancia que existe entre el eje de gravedad del miembro inferior y el centro de la rodilla medida en milímetros y suele oscilar en torno a los 45 mm. También puede definirse la desviación varizante intrínseca (entre el eje mecánico del miembro y el centro de la rodilla), y la extrínseca (entre la línea de gravedad y el eje mecánico), pero todas muestran tendencia al desplazamiento en varo de la rodilla de aproximadamente 170° al relacionar los ejes anatómicos femoro-tibiales en apoyo bipodal.
- Compresión frontal: Resultante (R) de dos fuerzas: el peso corporal y la acción muscular. Esta resultante coincide con las espinas tibiales y su desviación a medial o a lateral, que provocará deformidades artrósicas dependientes del varo o valgo respectivamente.
- Cizallamiento articular: Correspondiente a la fuerza producida por el apoyo de los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales. Provocando así lesiones cartilaginosas y meniscales, si los límites son sobrepasados.

- Cizallamiento frontal: Corresponde a la carga de los cóndilos femorales por la morfología diafisaria del mismo fémur.
- Cizallamiento sagital: Movimientos de rodamiento y deslizamiento.

(Sanjuan Cerveró R. et al, 2005; Bullich, J., 1995)

Los movimientos más aparentes de la rodilla son los de flexo-extensión.

Durante los mismos, los cóndilos femorales ruedan y se deslizan a la vez sobre las glenoides tibiales, de tal manera que el eje en torno al cual se realizan, dispuesto transversalmente entre ambos epicóndilos, varía constantemente de posición y de dirección (según el ángulo de flexión).

Partiendo de la posición anatómica (rodilla en extensión), la amplitud de la flexión es de unos 120°, que aumenta hasta 140° con la cadera flexionada y llega a 160° forzando pasivamente el movimiento.

Cuando estamos de pie, la tibia se halla ligeramente rotada hacia fuera.

Durante los primeros grados de flexión o los últimos de extensión se añade un movimiento alrededor de un eje vertical, llamado rotación asociada, cuyo valor es de 10-15°. Se trata de una rotación externa del fémur al principio de la flexión o una rotación interna al final de la extensión. Esta rotación interna del fémur ayuda a bloquear la rodilla en extensión, de modo que el miembro inferior se transforma en una columna rígida que sostiene el peso del cuerpo. Esto sucede, por ejemplo, al ponernos de pie desde la posición de sedestación. Si, por el contrario, es la tibia la que se mueve bajo el fémur, se asocia una rotación interna de aquélla al principio de la flexión, o externa, al final de la extensión. Así ocurre durante la marcha, cuando el miembro oscilante contacta con el suelo, con lo que, además de rigidez del miembro, se consigue una base de sustentación más amplia.

Independientemente de dicha rotación asociada, y solamente cuando la rodilla está flexionada, se pueden realizar los movimientos de rotación independiente. La amplitud de la rotación interna es de unos 30° (30-35° de forma pasiva) mientras que la rotación externa alcanza los 40° (45-50° pasivamente).

De pie, la rótula no está encajada en la tróclea femoral e incluso, puede no estar en contacto con ella. Este contacto se inicia entre los 0 y los 20° de flexión y continúa a medida que ésta progresa. (Kapandji, A.I., 2010)

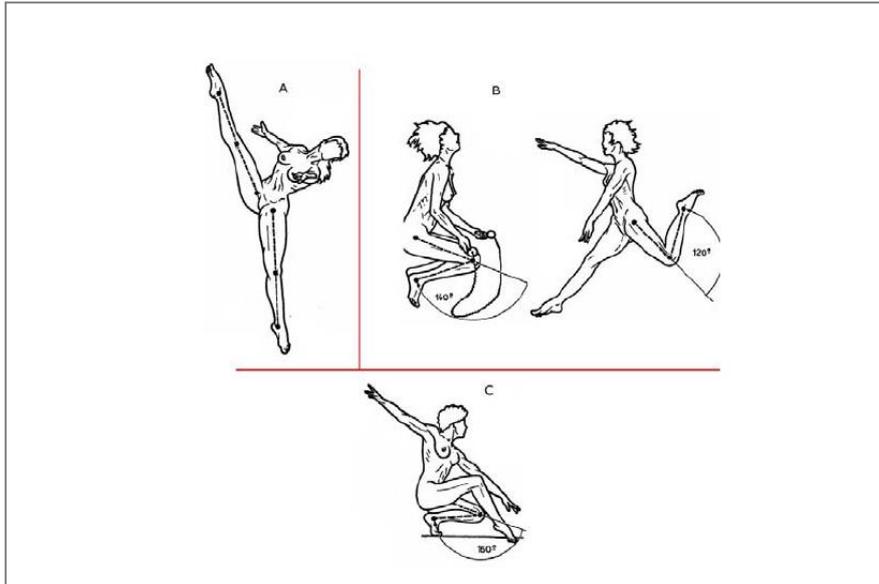


Figura 10. Biomecánica de la rodilla. Grados de Flexión, Extensión, Abd, Add.

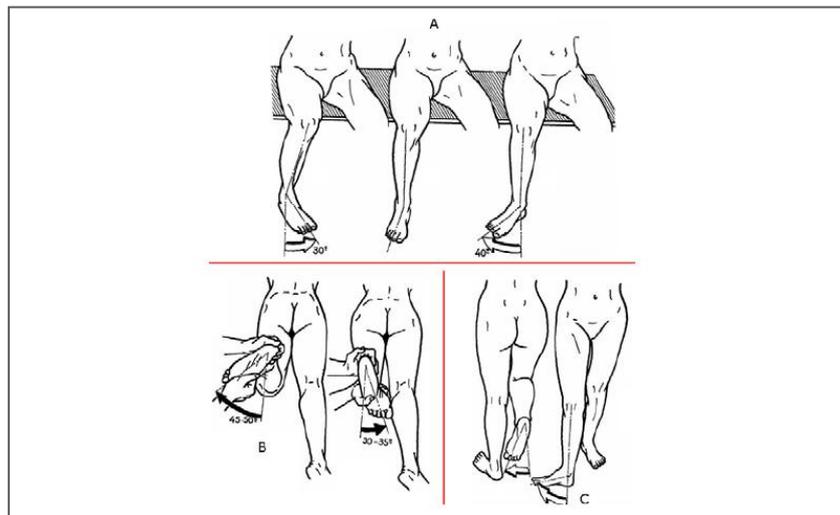


Figura 11. Biomecánica de la rodilla. Grados de rotación

VI. CADENAS CINÉTICAS EN EL PEDALEO

El análisis de un movimiento suele hacerse a nivel de las diferentes articulaciones, estudiando cada una por separado, pero el problema es más complejo, ya que se enlazan formando cadenas cinéticas. El pedaleo sería una cadena cinética cerrada, ya que el último elemento es fijo.

En ciclismo, cadena cinética cerrada, se observa un movimiento angular realizado primero en un sentido, y un movimiento pendular de tal forma que esta fase es una vuelta a la posición de partida. Los dos extremos fijos de la cadena cinética se hallan a nivel del apoyo del sillín y de los apoyos en los pedales. Las “calas” actuales evitan la pérdida de fuerza en ciertos puntos del pedaleo, ya que el pie va anclado al pedal. (García, J. et al, 2009; Castellote, J.M., 2011)

VI.1. Análisis biomecánico del pedaleo

El movimiento del pedaleo ha sido estudiado exhaustivamente por Haushalter y Lang (1985).

Estos autores distinguen 4 fases en el pedaleo:

- **Fase I:** Va de 20° a 145° en relación con la vertical que pasa por el eje de pedalier. Durante esta fase el pie se extiende 30° sobre la pierna, la pierna se estira 70° , el muslo se estira en una amplitud de 44° . La extensión del muslo se debe al glúteo mayor, al tensor de la fascia lata y a los isquiotibiales. La extensión de la pierna se debe al cuádriceps por medio del vasto externo y del crural. La extensión del pie se realiza mediante el tríceps sural y también con la colaboración de los grupos retromaleolares interno y externo. Los músculos intrínsecos del pie no tienen efecto aparente.



miembro inferior se extiende gracias a una abertura del tobillo de 15° , este movimiento es realizado gracias al sóleo, músculo monoarticular, cuya contracción es independiente de la posición de la rodilla. En esta fase no es esencial la acción de los gemelos, ya que, al ser biarticulares su máxima potencia (ventaja mecánica) depende de la posición de la rodilla, esta potencia será máxima cuando esta se encuentra en completa extensión. De 180° a 215° , la orientación del pie permanece similar a la fase anterior (de 145° a 180°). Se observa una flexión del miembro inferior: la pierna se flexiona de 150° a 135° sobre el pie, la rodilla de 150° a 125° sobre el muslo, y éste se acerca 5° a la horizontal. (Robert J. Gregor, Conconi F., 2012; Haushalter, G. y Lang, G., 1985)



- **Fase III:** Es la fase opuesta a la fase I. Van de los 215° a los 325° . Durante ella el pie se flexiona cerrándose 15° . La rodilla se cierra 55° . La cadera se flexiona quedando en una amplitud de 35° . Los músculos que actúan son poco potentes, debiendo luchar contra la gravedad. La flexión de cadera se realiza mediante el psoas-iliaco, recto anterior y sartorio. La rodilla se flexiona gracias a los músculos de la pata de ganso, poplíteo y bíceps femoral. La flexión de tobillo es realizada por músculos potentes biarticulares: tibial anterior, extensor común de los dedos y extensor propio del primer dedo.



- **Fase IV:** De 325° a los 20° , que empezaría de nuevo la fase I. Los movimientos en esta fase son complejos. En el comienzo de esta fase, el pie está extendido a 140° , reflexionándose rápidamente a 105° , sin embargo los cambios de amplitud de rodilla y cadera son mínimos. (Robert J. Gregor, Conconi F., 2012; Haushalter, G. y Lang, G., 1985; Ramos, D.J et al, 2010)



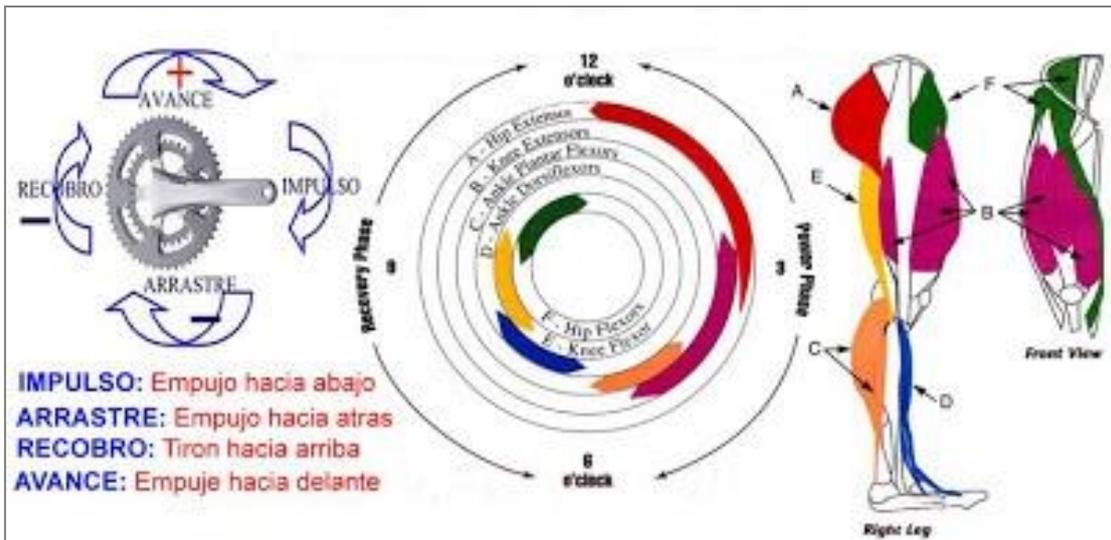


Figura 12. Fases del pedaleo

VII. PATOLOGÍAS DE RODILLA EN CICLISTAS

La rodilla es la articulación del ciclista más sometida a microtraumatismos de repetición. Esto deriva en:

- a) De la compleja biomecánica, ya que el comportamiento natural de la rodilla, durante el pedaleo, estará condicionado por el punto de fijación obligatorio y constante del antepie (calas en el pedal), el cual contrarresta su fijación. Ésta fijación del antepie es uno de los condicionantes del buen rendimiento del pedaleo.
- b) De la repetición gestual del pedaleo: en 100km se dan entre 15.000 y 20.000 pedaladas. El pedaleo no es un simple movimiento de flexo-extensión de rodilla, también trabaja las rotaciones gracias a los rotadores externos (bíceps crural y TFL) y los rotadores internos (sartorio, ST y recto interno).
- c) De las presiones femoropatelares: estas presiones junto con la contracción del cuádriceps y la resistencia del tendón rotuliano aplastan la rótula con fuerza sobre el fémur. Una mínima anomalía en la rótula conlleva a una sobrecarga localizada sobre el cartílago, provocando una condropatía por desgaste. (Rodríguez, F., 2008)

VII.1. Lesiones más frecuentes

VII.1.1. Tendinopatías: Son muy frecuentes y se producen por microdesgarros de las fibras de colágeno.

A) *Tendinopatías del aparato extensor*:

1. Tendinopatía del tendón rotuliano (desarrollada más extensamente en otro apartado): resulta de la repetición de solicitudes intensas a este tendón por parte del cuádriceps, en las que las contracciones son fuertes y mantenidas, como en los sprints, arranques o salidas violentas. El 90% de las tendinopatías de este tendón serán en la inserción, siendo menos frecuentes las del cuerpo del tendón.
2. Afectación de los alerones rotulianos: con frecuencia esta patología está ligada al aparato extensor, ya que los alerones rotulianos manifiestan sufrimiento, principalmente, como consecuencia de un desequilibrio rotuliano.

3. Patela o rótula astada: suele ser asintomática, y se produce por la aparición de osteofitos en las zonas de inserción de los tendones cuadriceps y rotuliano sobre la rótula. (Commandré, F.A. et al, 1987)

B) *Tendinopatías de los rotadores*: son bastante específicas de los ciclistas. Durante el pedaleo, la extensión de la rodilla provoca una rotación externa de la tibia, que disminuye poco a poco, pero en ciclismo, si las calas están mal colocadas al ir el pie fijo, aparecerá la afectación de los rotadores. Una de las causas principales es la posición de la articulación sub-astragalina, ya que dependiendo de la supinación o pronación del pie, la tibia rotará más hacia un lado o hacia otro. También pueden ser causadas por la rigidez tibio-tarsiana, el pedaleo exige 15° de flexión dorsal, si estos 15° faltan, habrá una compensación de la subastragalina pronando el pie cuando el pedal está en la posición más alta. Ésta pronación provocará una rotación interna de la tibia, apareciendo sobrecarga en el bíceps crural y el TLF.

1. Tendinopatía de la pata de ganso: se manifiesta por un dolor vivo y que aumenta con la palpación, debajo de la interlínea articular, y necesitan un diagnóstico diferencial (lesión meniscal o lesión ligamentosa, fractura por estrés o afectación del cóndilo interno). El dolor se manifiesta en la marcha, al llevar objetos pesados, al bajar escaleras, en el pedaleo, e irradiará a la pierna.

2. Tendinopatía del tendón del bíceps crural: se produce con frecuencia en el ciclista, el dolor asienta en la cabeza del peroné.

3. Síndrome de bandeleta de Maissiat (TFL) se observa sobre todo en corredores pero también en ciclistas, situándose el punto doloroso en la cara externa del cóndilo externo.

4. Tendinopatía del poplíteo: el dolor se sitúa debajo de la interlínea externa, por delante del ligamento lateral interno. (Commandré, F.A. et al, 1987)

VII.1.2. Patología Femoro-Patelar: Es una de las patologías más frecuente en el ciclista, se calcula que en el 50% y es resultado de microtraumatismos por las presiones sobre el cartílago rotuliano.

VII.1.3. Lesiones meniscales o ligamentosas de rodilla: La patología meniscal o ligamentosa no existe en el ciclista, salvo causadas por accidentes. (Commandré, F.A. et al, 1987)

VII.2. Lesiones producidas por mala regulación del sillín

Cada día son menos frecuentes las lesiones derivadas de la postura puesto que, son cada vez mayores los estudios en biomecánica. Sin embargo, no es infrecuente observarlas. Las más frecuentes son las reflejadas en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Lesiones derivadas de la postura en la bicicleta

LESIÓN	CAUSA
Tendinitis Aquilea	Sillín muy atrás
Tendinitis del bíceps femoral	Sillín muy atrás
Dolor en lado lateral de la rodilla y gemelo	Sillín muy atrás o alto
Dolor lumbar	Sillín muy alto
Tendinopatía rotuliana o femoropatelar	Sillín muy bajo o muy alante
Tendinopatía de la pata de ganso	Sillín muy alto
Dolor o adormecimiento del periné	Sillín comprime el n.pudendo
Neuropatía mediana o cubital	Sillín muy atrás, manillar muy bajo

De todas estas patologías, nosotros nos centraremos en la tendinopatía rotuliana, por ser de las más frecuentes en el ciclismo y en otros deportes de resistencia. Por otra parte, un buen programa de rehabilitación de esta patología, incluye el uso de la bicicleta como herramienta terapéutica. (Baker, A., 2004)

VIII. TENDINOPATÍA ROTULIANA

Se caracteriza por una inflamación dolorosa del tendón rotuliano. Aparecen los dolores en reposo y se alivian cuando las partes afectadas entran en movimiento. El mecanismo de lesión es la mayoría de las veces una sobrecarga por microtraumatismos de repetición.

Puede afectarse la inserción en el polo inferior de la rótula, o en el cuerpo tendinoso. Se debe con más frecuencia a una tracción desviada porque el eje del tendón también lo esté y la corporal a un sobre-esfuerzo, lo que es importante conocer en el proceso de investigación de la lesión para procurar la solución más efectiva. En el primer caso, la solución pasa por una corrección de la postura y en el segundo por un reposo prolongado que dé lugar a su recuperación. (Baker, A., 2004)



Figura 13. Inflamación del tendón rotuliano

VIII.1. Tipos de tendinopatías rotulianas

Según su localización, pueden ser:

- Tenoperiostitis, cuando la parte del tendón lesionada se encuentra en su unión al hueso.
- Verdadera tendinitis, cuando hay daño en el cuerpo del tendón.
- Tenosinovitis, cuando está afectada la parte que cubre el tendón.
- Miotendinitis, cuando la lesión está entre un músculo y el tendón.

VIII.2. Etiología

La causa principal de la tendinitis rotuliana en el ciclismo es la que se produce por una mala posición del sillín o un mal gesto en el pedaleo y que poco a poco va dañando el tendón hasta producir una inflamación del mismo.

Otra causa puede ser un mal entrenamiento o debilidad del cuádriceps ocasionando una degeneración del tendón, que en ocasiones puede llegar a la rotura de alguna de sus fibras debido al trabajo de fortalecimiento de dicho músculo con flexo-extensión repetitiva y no alternarla con ejercicios isométricos.

También puede tener un origen congénito, ya que la desviación en la posición de la rótula también puede ser causa de tendinitis. En estos casos una solución bastante frecuente es la quirúrgica. (Davidson, JA., 2005)

VIII. 3. Signos y síntomas

Los síntomas más frecuentes cuando un ciclista sufre una tendinitis rotuliana, aunque cada individuo puede experimentarlos de forma diferente y en mayor o menor medida, son:

1. Dolor y sensibilidad en el área del tendón rotuliano.
2. Edema e hinchazón en la zona.
3. Dolor al pedalear o simplemente al caminar.
4. Dolor al flexionar o extender la pierna.
5. Permanecer mucho tiempo con la rodilla flexionada.

VIII. 4. Diagnóstico diferencial

El diagnóstico diferencial incluye a la patología que se presenta con dolor anterior de rodilla como patología intraarticular, patelofemoral y de partes blandas. Entre otras, bursitis, secuela de Osgood-Schlatter, patología meniscal o degenerativa de la rodilla, lesiones osteoscondrales, osteocondritis disecante, condromalacia de la rótula, lesiones por sobrepresión rotuliana, son patologías que deben descartarse. (Jurado, A. y Medina, I., 2008)

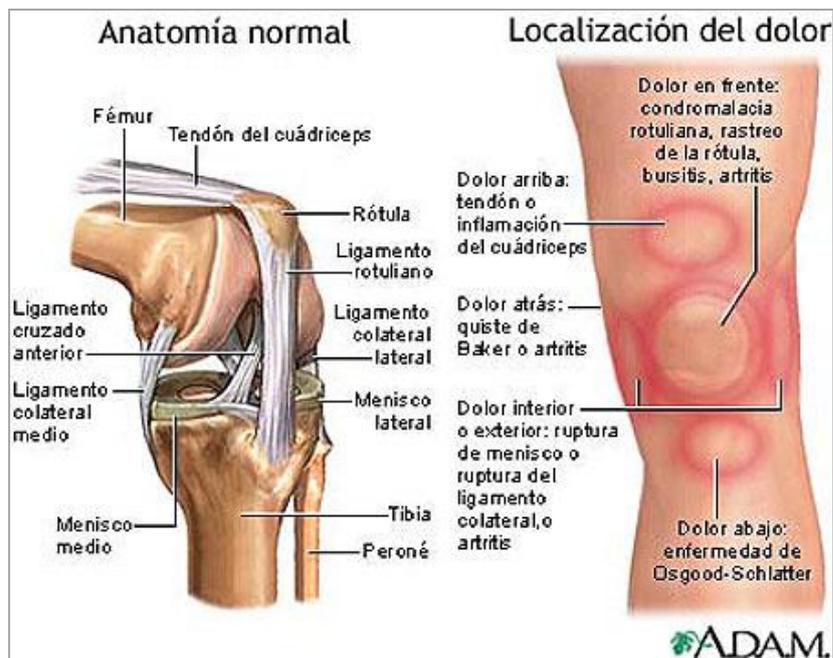


Figura 13. Zonas de dolor dependientes de la patología.

VIII. 5. Tratamiento

En el momento de producirse una lesión aguda en la práctica deportiva, debemos seguir unos pasos de “urgencia” que minimicen los síntomas y molestias que se producen en la fase aguda.

Las pautas generales a seguir ante una sospecha de tendinitis rotuliana son las siguientes:

- Reposo de la zona afectada. Desde que se empiecen a notar las primeras molestias o desde que se produce la lesión de forma fortuita y hasta que sea valorada por un médico hay que mantener la zona afectada inmovilizada con el fin de no agravar la lesión.
- Aplicar frío local: Esta es la segunda medida, después de la inmovilización de la zona afectada, que hay que tomar por las siguientes razones: Disminuye el edema, calma el dolor, reduce el espasmo muscular, favorece la



Figura 14. Cold pack en rodilla

recuperación.

La aplicación de frío local se realizará durante las primeras 24-48 horas desde que se produce la lesión cada 3-4 horas a intervalos de 20 minutos. Posteriormente se continuará con la crioterapia como mecanismo de apoyo terapéutico.

- Compresión: Se debe comprimir la zona mediante un vendaje elástico con el fin de reducir el edema.
- Aplicación de calor: Transcurridas las primeras 48 horas de la fase aguda de la lesión se debe aplicar calor en la zona afectada ya que facilita la cicatrización y alivia la contractura muscular que se haya podido producir en la zona.

La mayoría de los tratamientos específicos se basan en la interrupción más o menos precoz y prolongada en el tiempo de la actividad física, para no sobrecargar la zona y disminuir el dolor, evitando la cronicidad de la lesión.

Otras alternativas de tratamiento son:

- Corregir errores del gesto deportivo (mala técnica de pedaleo).
- Corregir déficit de hidratación.
- Utilización de material deportivo correcto.
- Aplicar bolsas de hielo para reducir la inflamación (primeras 48 - 72 horas).
- Banda circular en la rodilla que comprime el tendón. Esta banda puede ayudar a dar apoyo al tendón y a aliviar el dolor. Se usa como una banda justo debajo de la rodilla.



Figura 15. Cinta infrarrotuliana

- Láser de baja frecuencia y ultrasonidos.
- Medicamentos antiinflamatorios no esteroides.
- Reposo deportivo.
- Ejercicios isométricos del cuádriceps.
- Crioterapia.
- Pedaleo suave tras la corrección biomecánica.
- Masaje transverso (Cyriax) para movilizar el tendón.



Figura 16. Masaje cyriax

- Masaje para descontracturar y de descarga de los músculos cuádriceps.



Figura 17. Masaje de descarga

Cuando la recuperación esté finalizada, regresar a los entrenamientos con aplicación de calor antes de empezar, colocación de collarín compresivo debajo de la rótula y después de terminar, aplicar hielo 20 min.

Si se cronifica la lesión, intervención quirúrgica para eliminar las adherencias que se hayan producido. (Barh, R. et al.,2007; Jolin Sánchez, T., Silvestre, A., 2002)

IX. MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos llevado a cabo una revisión bibliográfica sobre la influencia de los factores biomecánicos en las lesiones de rodilla en ciclistas. Se analizaron las publicaciones en los sistemas de colección de PubMed, Google Academy y Enfispo de 2004 a 2014. Para la búsqueda de los artículos se emplearon las siguientes palabras: *knee injury, tendinopathy patellar, treatment, physiotherapy, biomechanics of pedaling, cyclist*, en inglés, y *lesión de rodilla, tendinopatía rotuliana, tratamiento, fisioterapia, biomecánica del pedaleo y ciclismo*, en castellano, presentándose una gran cantidad de artículos sobre el tema de estudio aunque algunos en realidad estaban repetidos en bases diferentes. Estos fueron eliminados, y siempre se consideró para estas situaciones, el primer registro.

Para la selección de los artículos, se realizó una pre-lectura atenta, con la asimilación de las ideas principales para la realización después de la lectura selectiva. En esta segunda lectura se cubrió la totalidad del artículo, seleccionando el más apropiado según el propósito del trabajo. También he ejecutado la búsqueda principalmente en libros de anatomía humana y biomecánica sobre todo especializada en ciclismo.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Baker, A. Medicina del ciclismo. Primera edición. Barcelona. Ed: Paidotribo. 2004
- Bullich, J. Cirugía de la Rodilla. Primera edición. Ed: Jims. 1995
- Castellote, J.M. Biomecánica de la extremidad inferior en el ciclista. Arch Med Dep. 2011. III(11):233-238.
- Commandré, F.A, Viani, J.L., Zakarian, H., Denis, F., Barral, P., Fornaris, E., Raybaud, A. Patología de la rodilla del ciclista. Arch Med Dep. 1987. 5:31-42
- Danowsky, R.: Principales lésions de l'appareil extenseur du genou observées chez les cyclistes. SportMedecine. 1984. 37:6-8.
- Davidson, JA. Epidemiology and outcome of bicycle injuries presenting to an emergency department in UK. (2005) Eur J Emerg Med. 12(1):24-29.
- García, J. Biomecánica y tecnificación. Jornadas de trabajo sobre tecnificación deportiva. Consejo Superior de Deportes. 2011
- Gilroy A.M., MacPherson, B.R., Ross L.M. Prometheus. Atlas de anatomía. Ed: Panamericana. 2008
- Haushalter, G., Lang, G.: Biomechanique du pied du cycliste appliqué au positionnement de la chaussure. Medecine du Sport. 58:136. 1985.
- Jolin, T., Silvestre, A. Rodilla de saltador (Jumper's knee). Revista Traumatología. 2002. 5: 336-339. Universidad de Valencia.
- Jurado, A. y Medina, I. Tendón: valoración y tratamiento en Fisioterapia. Ed: Paidotribo. Barcelona. 2008
- Kapandji A.I. Fisiología articular. 6ª edición. Madrid. Ed: Panamericana. 2010.
- Latarjet M, Ruiz L. Anatomía Humana. 4ª edición. Madrid. Ed: Panamericana. 2004
- Netter, F.H. Atlas de anatomía humana. 5ª edición. Barcelona. Ed: Elsevier Masson. 2011.
- Pabst, R. y Putz, R. Sobotta, Atlas de anatomía humana. 22ª edición. Ed: Panamericana. 2002

- Ramos, D.J., Rubio, J.A, Fermín, C., Trigueros, E., Jiménez, J.F. Nuevos métodos de valoración de las tendinopatías de rodilla en el ciclista. Medicina del deporte. Ed: Elsevier España. 2010
- Robert J.G., Conconi F. Ciclismo en carretera. Primera edición. Barcelona. Ed: Hispano Europea. 2005
- Rodríguez, F. Lesiones de rodilla en ciclismo de carretera. Rev. Motr. Hum. 2009. 10(2): 54-60.
- Sanjuan, R., Jiménez, P.J., Gil, E.R., Sánchez, R.J., Fenollosa, J. Biomecánica de la rodilla. Patología del aparato locomotor. 2005. 3:189-200.
- UCI. Normativa UCI y medidas bicicleta. Normas 2014
- Visnes, H. y Bahr, R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy: a critical review of exercise programmes. Br J Sports Med. 2007. 41(4): 217-223