



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

**Treball de final de grau:**

**Biomecànica en el ciclisme: lesions més freqüents de les extremitats inferiors i el seu tractament.**

**Cycling biomechanics: the most common lower limb injuries and their treatment.**

Autor: Maria Riera Sató

Curs: 4t curs de Podologia

Codi assignatura: 360416

## RESUM

D'uns anys ençà hi ha hagut un notable increment de la pràctica de ciclisme. Malgrat ser bastant desconegudes, apareixen patologies i la seva presència és proporcional a l'increment del nombre d'individus que el practiquen. Els objectius d'aquesta recerca són descriure les patologies més freqüents de l'extremitat inferior conjuntament amb l'etiologia, analitzar i descriure les estratègies de prevenció i tractament. Els resultats s'obtenen a partir de 31 articles extrets de les bases de dades PubMed i Google Scholar. Es descriuen 8 patologies de genoll, 3 de maluc i 5 de peu on la patologia més referenciada en la literatura és el síndrome femoropatelar, seguida de tendinopatia aquília i síndrome de la banda iliotibial (SBI). Els paràmetres mòbils de la bicicleta són: selló, cales, manillar, potència, manovelles i segons la literatura, els més lesius són el selló i les cales. Per configurar correctament la bicicleta cal dur a terme una bona exploració biomecànica mentre el ciclista està en acció i també en decúbit supí, per conèixer l'anatomia ja que cada modificació serà en base a la seva morfologia. Es poden descriure tres estratègies terapèutiques: ajustament de la bicicleta, compensacions podals i tractament físic, tots ells amb la finalitat de prevenir i/o tractar lesions. Malgrat la discrepància de molts autors en la metodologia de configuració dels paràmetres de la bicicleta, tots van encaminats a aconseguir l'alineació patel·lar en el pla frontal, flexió de genoll de 25-30° en el pla sagital i un pedaleig harmònic i còmode.

## PARAULES CLAU

Ciclisme, biomecànica, lesió, tractament, extremitat inferior.

## **ABSTRACT**

For the last few years there has been an increase in cycling. Despite the fact that cycling injuries are quite unknown, their appearance are proportional to the increase of the number of cyclists. The aims of this research are to describe the most frequent lower limb injuries with their aetiology and to analyse and describe the prevention along with treatment strategies. The results have been obtained from 31 articles that have been extracted from PubMed and Google Scholar data bases. They describe 8 knee pathologies, 3 of the hip and 5 of the foot and the most referenced are patellofemoral pain syndrome, followed by Achilles tendinopathy and iliotibial band syndrome. The bicycle mobile elements are: saddle, cleats, handlebars, handlebar stem, cranks and according to literature, the most detrimental ones are the saddle and the cleats. To fit properly the bicycle, it is necessary to accomplish a good biomechanics examination while the cyclist is in action and also in the supine position to know the anatomy since each change will be depending on the own individual morphology. Three therapeutic strategies can be described: bicycle fitting, compensative foot treatment and physiotherapy, all of them to prevent and to solve injuries. Despite of authors discrepancies about the bicycle fitting methodology, all of them have the aim of getting the patellar alignment in the frontal plane, 25-30° knee flexion in the sagittal plane and a harmonic and comfortable pedalling.

## **KEY WORDS**

Cycling, biomechanics, injury, treatment, lower limb.

## INTRODUCCIÓ

Avui en dia, s'utilitza més la bicicleta com a mitjà de transport o lleure<sup>(1)</sup>. És un fet real que hi ha tendència als hàbits saludables i se n'està incrementant la pràctica. El col·lectiu de ciclisme de carretera també té tendència a l'alça i consegüentment, l'increment de lesions<sup>(1)</sup> malgrat ser un esport sense impacte.

Trobem les lesions de contacte<sup>(2)</sup>, les traumàtiques (tracció sobtada d'una estructura sotmesa a l'estrès) i per ús excessiu (gran demanda amb inadequat temps de recuperació<sup>(1)</sup> per l'alliberació de substàncies vasoactives, cèl·lules inflamatòries i enzims causants de danys locals<sup>(3)</sup>). Estudis estimen que un 48'5% corresponen a lesions traumàtiques i un 51'1% a d'ús excessiu<sup>(2)</sup>.

Les lesions són causades per factors intrínsecs (anatòmics) i extrínsecs (equipament, entrenament i tècnica del pedaleig<sup>(1)</sup>). El handicap és la incomoditat sobre la bicicleta<sup>(4)</sup> que durant hores farà que el pedaleig esdevingui potencialment lesiu<sup>(4),(5)</sup>.

Les patologies més freqüents en ciclisme són les de l'aparell extensor del genoll<sup>(2),(5),(6),(7)</sup> i representen un 62% del total de lesions<sup>(2),(6)</sup> ja que és l'articulació amb més càrrega durant el pedaleig.

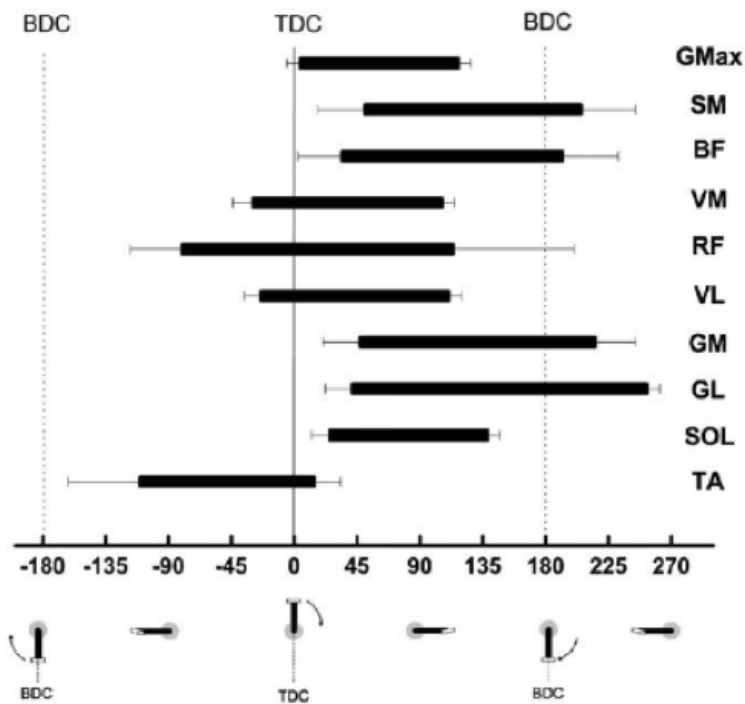
Comprentent la biomecànica del pedaleig i la corresponent activació muscular es pot dissenyar un protocol preventiu o terapèutic de lesions<sup>(4)</sup> conjuntament amb les compensacions a nivell podal i tractament físic.

Per entendre l'etiopatogènia, hem d'estudiar com es comporten els segments de les extremitats inferiors (EEII) i quina musculatura s'activa en cada fase del pedaleig.

El cicle del pedaleig<sup>(3)</sup>:

- **Fase de potència:** dels 0°-180°.
- **Fase de recuperació:** dels 180°- 360°.

El genoll rep un 75% del moviment i és en la fase de potència on comença amb 110° de flexió i s'estén fins 30°, conjuntament amb el maluc a expenses del quàdriceps i dels



**Figura 1.** Activitat electromiogràfica dels músculs que intervenen en el cicle del pedaleig en funció de l'orientació de la manovella segons François Hug<sup>(9)</sup>.

glutis<sup>(3),(8)</sup>. Durant l'extensió de genoll es produeix una plantarflexió de 25° de turmell<sup>(8)</sup>, adducció de EEII (degut al valg fisiològic de genoll), una rotació interna (RI) tibial i pronació del peu<sup>(3),(8)</sup>.

En la fase de recuperació, maluc i genoll es flexionen (a expenses dels isquiotibials i gastrocnemis), hi ha rotació externa (RE) tibial i dorsiflexió del turmell per tornar a començar el cicle<sup>(3),(8)</sup>.

Estudis afirmen que els músculs monoarticulars (gluti major (GMax), vast lateral/medial (VL/M), tibial anterior (TA) i soli (SL)) actuen únicament com a productors primaris de potència mentre que els biarticulars (bíceps femoral (BF), semitendinos (ST) semimembranos (SM), recte anterior (RA), gastrocnemi lateral/medial (GL/GM)) necessiten una activació prèvia durant la transferència d'energia entre les dues articulacions en moments crítics i en el control de la direcció de la força<sup>(9)</sup>. Bini i cols. defensen que la producció de força d'una articulació depèn de la longitud muscular<sup>(10)</sup>.

## OBJECTIUS

- 1) Descriure les patologies més freqüents de l'extremitat inferior en els ciclistes i conèixer la seva etiologia.
- 2) Analitzar i descriure les estratègies terapèutiques preventives i de tractament descrites en la bibliografia actual.

## MATERIAL I MÈTODES

Es realitza una recerca bibliogràfica de desembre de 2016 a maig de 2017 a les bases de dades PubMed i Google Scholar. Inicialment, els filtres aplicats són articles dels últims cinc anys en anglès com a idioma preferent però per manca de bibliografia s'elimina el filtre de l'any de publicació i s'inclou un article en castellà.

S'utilitzen 31 articles de revistes indexades amb format de revisions bibliogràfiques i estudis amb pacients. De Google Scholar se n'extreuen 13 i 18 de PubMed on les equacions de cerca són:

“(Cycling) AND biomechanics”, “(Cycling) AND overuse injuries treatment”, “(Cycling) AND overuse injuries”, “(Cycling) AND cleat position”, “(Hamstring strain) AND rehabilitation”, “(Cleat position AND lower limb) AND injuries”.

“(Cyclist pain) AND pudendal nerve”, “(Cycling) AND orthoses”, “(Bicycling) AND patellofemoral forces”, “(Tendinopathy) AND hip”, “(Patellofemoral syndrome) AND treatment”.

**Taula 1.** Equacions de cerca de PubMed.

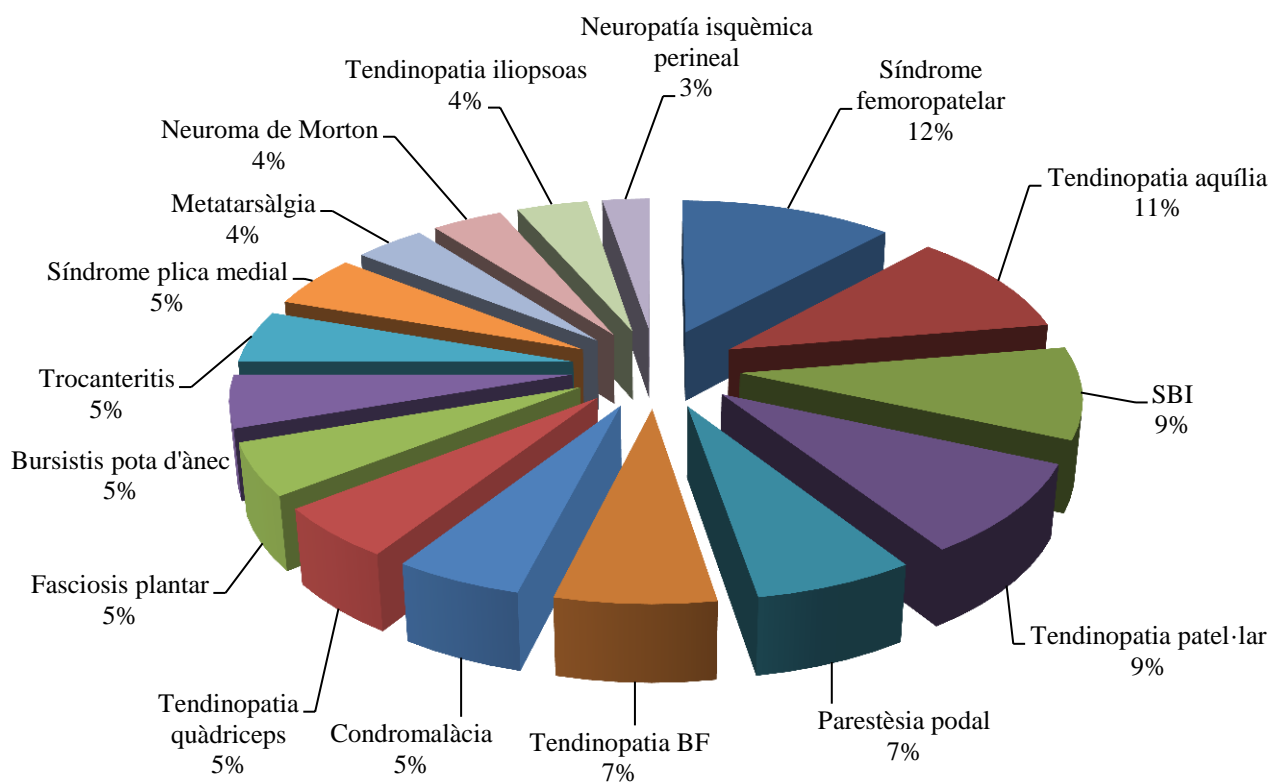
La primera cerca es focalitza en el primer objectiu. El principal problema és la predominança d'articles referents a lesions per accidents viaris i la data de publicació.

Per el segon objectiu, s'utilitza part de la bibliografia emprada en el primer ja que en molts articles hi consta la descripció de la patologia i tractament. No obstant, s'amplia

la cerca i s'obté bibliografia més actual degut a l'auge en el ciclisme i l'interès per millorar-ne el rendiment.

Finalment, s'utilitza el gestor de referències bibliogràfiques Mendeley®.

## RESULTATS



**Figura 2.** Gràfic elaborat segons les patologies citades en els articles<sup>(1),(2),(3),(6),(7),(8),(11),(12), (13),(31)</sup> entre els anys 1997 i 2013.

## 1. GONÀLGIA ANTERIOR

| PATOLOGIA                          | ETIOLOGIA BIOMECÀNICA   | ETIOLOGIA PER INADEQUAT AJUSTAMENT DE LA BICICLETA  |
|------------------------------------|---|---|
| <b>Síndrome femoropatelar</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desalineació del mecanisme extensor del genoll <sup>(3),(8)</sup></li> <li>- Excés d'extensió<sup>(8)</sup></li> <li>- Augment angle Q<sup>(8)</sup></li> <li>- Desalineació femoropatelar<sup>(1),(8)</sup></li> <li>- Displàsia Vast medial oblic (VMO)<sup>(1)</sup></li> <li>- Genoll<sup>(8)</sup> i/o retropeu (Rtp) valg<sup>(1)</sup></li> <li>- Anteversió femoral<sup>(1)</sup></li> <li>- Torsió tibial externa<sup>(1)</sup></li> <li>- Debilitat quàdriceps<sup>(14)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló antepulsat<sup>(1),(2),(3),(12),(13)</sup> i/o baix<sup>(1),(2),(8),(12),(13)</sup></li> <li>- Manovelles llargues<sup>(2),(12)</sup></li> </ul> |
| <b>Condromalàcia</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desalineació patel·lar<sup>(3)</sup></li> <li>- Peus plans/ Rtp valg<sup>(3)</sup></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló antepulsat<sup>(3),(12)</sup> i/o baix<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Manovelles llargues<sup>(2),(12)</sup></li> </ul>                           |
| <b>Tendinopatia del quàdriceps</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrès repetitiu del tendó quadricipital<sup>(1),(3)</sup></li> <li>- Genoll valg/ var<sup>(1)</sup></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló anteropulsat<sup>(1),(2),(3),(12)</sup> o baix<sup>(1),(12)</sup></li> </ul>   |
| <b>Tendinopatia patel·lar</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excés de la tracció angular en el tendó<sup>(3)</sup></li> <li>- RI tibial<sup>(1)</sup></li> <li>- Rtp valg<sup>(1)</sup></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló antepulsat<sup>(2),(3),(12)</sup> o baix<sup>(2),(12)</sup></li> </ul>   |

**Taula 2.** Gonàlgies anteriors descrites a la literatura i les seves etiologies intrínseques i extrínseques.



## 2. GONÀLGIA LATERAL

| PATOLOGIA  | ETIOLOGIA BIOMECÀNICA   | ETIOLOGIA PER INADEQUAT AJUSTAMENT DE LA BICICLETA   |
|------------|---|--|
| <b>SBI</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- RI tibial<sup>(3)</sup></li> <li>- Adducció peu<sup>(2)</sup> i genoll<sup>(8)</sup></li> <li>- Genoll var<sup>(3)</sup></li> <li>- Excés de pronació o peus plans<sup>(3)</sup></li> <li>- Heterometries<sup>(2),(3)</sup></li> <li>- Tensió a GMax, banda iliotibial i/o adducció del genoll quan flexiona el maluc<sup>(1)</sup></li> <li>- Debilitat abductors de maluc<sup>(2)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- RI cales<sup>(12)</sup> i/o desgast de les cales<sup>(2),(3)</sup></li> <li>- Excés moviment cala-pedal<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Selló alt<sup>(3)</sup>, baix<sup>(1)</sup> o posterioritzat<sup>(3)</sup></li> </ul> |

**Taula 3.** Gonàlgies laterals descrites a la literatura i les seves etiologies intrínseques i extrínseques.

### 3. GONÀLGIA MEDIAL

| PATOLOGIA                            | ETIOLOGIA BIOMECÀNICA  | ETIOLOGIA PER INADEQUAT AJUSTAMENT DE LA BICICLETA   |
|--------------------------------------|--|--|
| Bursitis a la pota d'ànec            | - Hiperpronació <sup>(3)</sup>   | - RE cales <sup>(2),(12)</sup><br>- Excés moviment cales- pedal <sup>(2),(12)</sup><br>- >D(distància) [quadre- peu] <sup>(2)</sup>            |
| Síndrome de la plica sinovial medial | - Hiperpronació <sup>(3)</sup><br>- Genoll valg <sup>(1)</sup><br>- RI tibial <sup>(1)</sup> | - RE cales <sup>(2)</sup><br>- Excés <sup>(12)</sup> /absència de moviment de la cala <sup>(2)</sup><br>- >D [quadre- peu] <sup>(2),(12)</sup> |


**Taula 4.** Gonàlgies medials descrites a la literatura i les seves etiologies intrínseques i extrínseques.

### 4. GONÀLGIA POSTERIOR

| PATOLOGIA       | ETIOLOGIA BIOMECÀNICA                                      | ETIOLOGIA PER INADEQUAT AJUSTAMENT DE LA BICICLETA   |
|-----------------|--|--|
| Tendinopatia BF | - Genoll var <sup>(3)</sup><br>- Dismetries <sup>(3)</sup> | - Selló alt <sup>(2),(3),(12)</sup> o posterioritzat <sup>(3),(12)</sup><br>- RI cales <sup>(3)</sup><br>- Moviment cales- pedal <sup>(12)</sup> |

**Taula 5.** Gonàlgies posteriors descrites a la literatura i les seves etiologies intrínseques i extrínseques.

## 5. PATOLOGIA DE MALUC

| PATOLOGIA                     | ETIOLOGIA BIOMECÀNICA   | ETIOLOGIA PER INADEQUAT AJUSTAMENT DE LA BICICLETA   |
|-------------------------------|---|--|
| <b>Trocanteritis</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osteoartritis lumbars, maluc<sup>(15)</sup> o genoll<sup>(16)</sup></li> <li>- Tensió banda iliotibial<sup>(15)</sup></li> <li>- Tendinopatia gluti mig/ menor<sup>(17)</sup></li> <li>- Dismetries funcionals<sup>(16)</sup></li> <li>- Alteracions prono- supinació<sup>(16)</sup></li> <li>- RI &gt; RE maluc<sup>(16)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló alt<sup>(1)</sup></li> </ul>  |
| <b>Parestèsia perineal</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compressió nervi pudent<sup>(2)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló alt, estret, dorsiflexionat o plantarflexionat<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Manillar baix o adelantat<sup>(2)</sup></li> </ul> |
| <b>Tendinopatia iliopsoas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hipertonicitat psoas<sup>(1)</sup> →  mobilitat maluc.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló alt<sup>(1)</sup></li> </ul>  |

**Taula 6.** Patologies de maluc descrites a la literatura i les seves etiologies intrínseques i extrínseques.

## 6. PATOLOGIA DEL PEU

| PATOLOGIA                   | ETIOLOGIA BIOMECÀNICA  | ETIOLOGIA PER INADEQUAT AJUSTAMENT DE LA BICICLETA  |
|-----------------------------|--|---|
| <b>Tendinopatia aquília</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Repetitiva dorsiflexió del peu<sup>(1),(5)</sup></li> <li>- Desalineació del peu<sup>(1)</sup></li> <li>- Heterometria<sup>(5)</sup></li> <li>- Peus excavats i hipertonia musculatura posterior<sup>(5)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló baix<sup>(1),(5),(12)</sup>, alt<sup>(12)</sup> o plantarflexionat<sup>(5)</sup></li> <li>- Cala adelantada<sup>(1),(5)</sup> / endarrerida<sup>(5)</sup></li> </ul> |
| <b>Fasciosis plantar</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peus plans, excavats o equinisme<sup>(1)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló baix<sup>(1),(13)</sup></li> </ul>   |
| <b>Parestèsia</b>           | --   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calçat estret i/o pedals amb corretges<sup>(1),(13)</sup></li> </ul>   |
| <b>Metatarsàlgia</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Càrrega repetida en els caps metatarsals<sup>(1)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selló baix<sup>(13)</sup></li> <li>- Calçat rígid<sup>(1)</sup></li> <li>- Incorrecte posicionament cala<sup>(13)</sup></li> </ul>   |
| <b>Neuroma de Morton</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pronació, equinisme<sup>(18)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calçat rígid/ estret<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Cala adelantada<sup>(2)</sup></li> <li>- Sola irregular<sup>(12)</sup></li> </ul>                                       |

**Taula 7.** Patologies del peu descrites a la literatura i les seves etiologies intrínseques i extrínseques.

## 6. TRACTAMENTS

| PATOLOGIA                          | AJUSTAMENT BICICLETA   | TRACTAMENT PODOLÒGIC I FÍSIC   |
|------------------------------------|--|--|
| <b>Síndrome femoropatel·lar</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-  Selló<sup>(1),(2), (12)</sup></li> <li>- Retropulsar selló<sup>(1),(2),(12)</sup></li> <li>- Manovelles curtes<sup>(12)</sup></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfortiment quàdriceps<sup>(14),(19)</sup></li> <li>- Genollera McConnell<sup>(1)</sup> o embenat patel·lar<sup>(14)</sup></li> <li>- Antiinflamatoris no esteroïdals (AINE's)<sup>(1),(13)</sup> i crioteràpia<sup>(13)</sup></li> </ul> |
| <b>Condromalàcia</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>-  Selló<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Retropulsar selló<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Manovelles curtes<sup>(2),(12)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfortiment quàdriceps<sup>(14),(19)</sup></li> <li>- Embenat patel·lar<sup>(14)</sup></li> </ul>   |
| <b>Tendinopatia patel·lar</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-  Selló<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Retropulsar selló<sup>(1),(2),(12)</sup></li> <li>- Manovelles curtes<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Revertir pronació adreçant les cales o cunya externa<sup>(1)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfortiment VMO, estirament banda iliotibial, repòs, crioteràpia<sup>(1)</sup></li> </ul>   |
| <b>Tendinopatia del quàdriceps</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-  Selló<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Retropulsar selló<sup>(1),(2),(12)</sup></li> <li>- Manovelles curtes<sup>(2),(12)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Repòs, AINE's, crioteràpia i disminució de la intensitat<sup>(1)</sup></li> </ul>   |
| <b>Bursitis de la pota d'ànec</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- RI cales<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- Fixació cales i desplaçar-les medialment<sup>(12)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estiraments, ultrasons, AINE's, infiltracions corticoesteroides, làser baix pols<sup>(1)</sup></li> </ul>   |

**Síndrome de la plica medial**

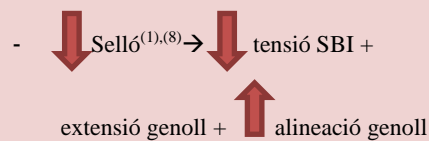
- RI cales<sup>(2),(12)</sup>
- Fixació cales i desplaçar-les medialment<sup>(12)</sup>

- Repòs, AINE's, resecció plica<sup>(1)</sup>

**SBI**

- RE cales<sup>(1)</sup>
- Fixació cales<sup>(12)</sup>
- Cunya lateral extrínseca<sup>(20)</sup>

- Estiraments banda iliotibial i GMax<sup>(1),(8)</sup>
- Repòs i AINE's<sup>(1)</sup>
- Infiltració corticosteroides<sup>(1),(2)</sup>
- Extirpació de la bursa i/o relaxar banda iliotibial<sup>(1)</sup>



- Verticalització ciclista → reducció flexió maluc<sup>(1),(8)</sup>:

- Manillar<sup>(1),(8)</sup>
- Antepulsar selló<sup>(1)</sup>
- Retropulsar manillar<sup>(8)</sup>

**Tendinopatia BF**

- i/ o antepulsar selló<sup>(2),(12)</sup>

- Evitar excés estiraments, crioteràpia, AINE's, isomètrics musculatura lumbo-pèlvica i flexió genoll + resistència<sup>(21)</sup>

**Trocanteritis**






- Selló<sup>(1),(13)</sup>

- AINE's, estiraments fàscia lata<sup>(1),(13)</sup>
- Infiltracions corticoesteroides<sup>(1)</sup>

**Tendinopatia iliopsoas**

- Selló<sup>(1),(13)</sup>

- Alineació pelvis- sacre, massatges punts gatell<sup>(1)</sup>

|                                    |  |   |
|------------------------------------|--|---|
| <p><b>Tendinopatia aquília</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-  Selló<sup>(8)</sup> →  plantarflexió</li> <li style="margin-left: 20px;">turmell →  funcionalitat gastrocnemi-soli</li> <li>-  Selló<sup>(12)</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estiraments banda iliotibial<sup>(13)</sup></li> <li>- Estiraments i reducció de l'activitat<sup>(1),(8)</sup></li> <li>- Secció gastrocnemi<sup>(1)</sup></li> </ul>  |
| <p><b>Fasciosis plantar</b></p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-  Selló<sup>(1)</sup></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- AINE's, suports plantars (SP), ultrasons, massatges, làser baix pols o intervenció<sup>(1)</sup></li> </ul>  |
| <p><b>Parestèsia</b></p>           | <p style="text-align: center;">-----</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calçat ample i sense corretges<sup>(1),(8)</sup></li> </ul>  |
| <p><b>Metatarsàlgia</b></p>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retrocedir cala<sup>(20)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infiltracions corticoesteroides, estiraments tríceps sural i cirurgia<sup>(22)</sup></li> <li>- Calçat sola tova<sup>(1)</sup></li> <li>- SP amb esmortiment subcapital<sup>(1),(13)</sup></li> </ul>        |
| <p><b>Neuroma de Morton</b></p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pedal ample<sup>(2)</sup></li> <li>- Retrocedir cala<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- RI cales<sup>(12)</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infiltracions corticoesteroides o alcohol esclerosant<sup>(2)</sup></li> <li>- Neurectomia<sup>(2)</sup></li> <li>- Calçat ample i sense corretges<sup>(2),(12)</sup></li> <li>- SP<sup>(8)</sup></li> </ul> |

## Parestèsia perineal

- ↓ Selló i neutralitzar inclinació<sup>(2),(12)</sup>
  - Selló ample, descàrrega central<sup>(2)</sup> o gel<sup>(23)</sup>
  - ↑ i/o retrocedir manillar<sup>(6)</sup>
- AINE's<sup>(23)</sup>, descompressió quirúrgica<sup>(23)</sup>

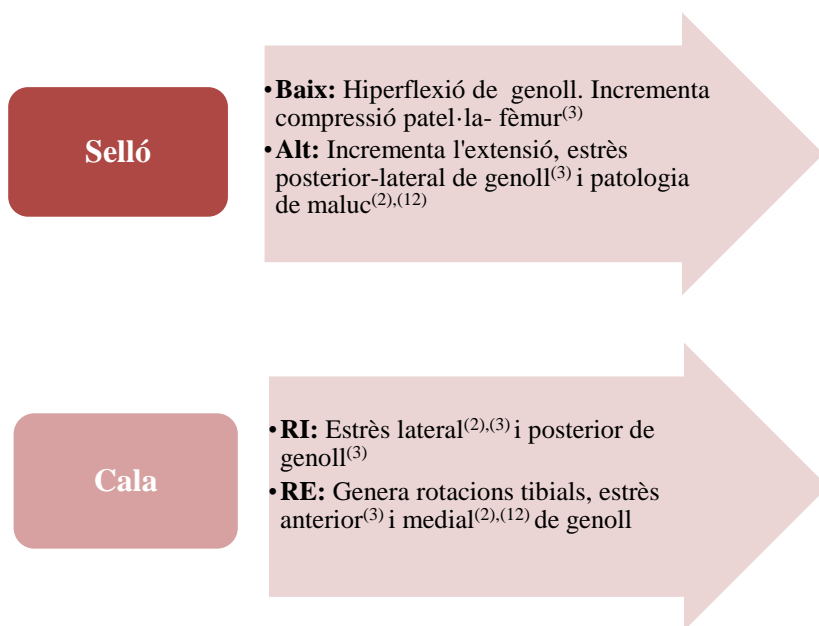
**Taula 8.** Representació de les patologies amb els corresponents tractaments: ajustaments de la bicicleta, tractament podològic i físic.



**Figura 3.** Imatge pròpia. Paràmetres modificables de la bicicleta amb els moviments que s'hi poden efectuar.



## 7. PARÀMETRES MÉS LESIUS

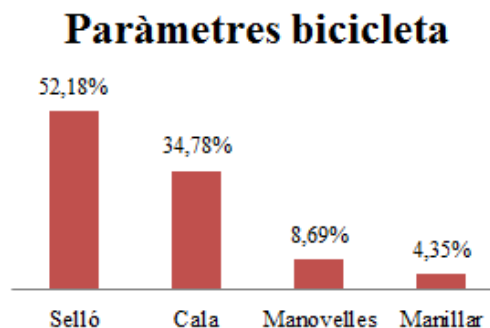


**Figura 4.** Paràmetres més lesionats de la bicicleta<sup>(2),(3),(12)</sup>.

### 7.1 Selló

L'alçada i posició del selló determinaran els angles de moviment de les EEII i l'activació muscular. Rachita Verma i cols.<sup>(4)</sup>, realitzà un estudi de l'activació electromiogràfica segons l'alçada i concloué que incrementant-ne l'alçada, augmenta l'activitat del gluti mig i GM, i per contra, disminuint-la, l'activitat del GM disminueix.

Totes les compensacions davant les variacions del selló es realitzen a expenses del maluc, genoll i turmell<sup>(10)</sup>. Per exemple, segons William H. Sanner i cols.<sup>(8)</sup>, un selló excessivament baix incrementarà la flexió de maluc, genoll i alhora dorsiflexió de turmell que generarà tensió al tendó d'Aquil·les i aquesta no podrà ser contrarestada pel complex gastrocnemi-soli<sup>(1),(8)</sup>. Apujant el selló, s'aconsegueix que el turmell incrementi la plantarflexió, es redueixi l'estrès a la musculatura posterior i hi hagi un augment de l'extensió del genoll i maluc<sup>(8)</sup>.



**Figura 5.** Percentatge dels paràmetres de la bicicleta citats segons les taules 2,3,4,5,6,7.

### 7.1.1 Ajustament alçada:

| Autor   | Metodologia   |
|---|---|
| Henri H.C.M Christiaans i cols. <sup>(24)</sup>                                 | Homes → 106% Distància (D) terra- genitals<br>Dones → 107% D terra- genitals  |
| Chad Asplund, i cols. <sup>(3)</sup>  | Peu punt més inferior del cicle → genoll → 25-30° de flexió.  |
| J.R. Gómez- Puerto i cols. <sup>(5)</sup> i Chad Asplund i cols. <sup>(3)</sup> | Alçada perineal (cm) x 0,883  |
| Hamley EJ, Thomas V. <sup>(10)</sup>  | 109% de l'alçada perineal   |
| Anònim <sup>(10)</sup>  | Mètode del taló: Genoll estès + taló al pedal + manovella segueix l'eix de la tija  |
| Howard <sup>(10)</sup>  | Flexió genoll → 30° pedal al punt més inferior.   |
| Tony Wanich, MD i cols. <sup>(1)</sup>  | Mètodes:<br>1) D[terra- genitals] x 1'9<br>2) D[trocànter major- Còndil femoral lateral (CFL)] + D[CFL- mal·lèol peroneal] x 0'96     |
| Mètode Greg LeMond <sup>(10)</sup>  | D[selló- centre pedalier] → 88'4% de la D [periné- terra] mesurat des del centre de l'eix del pedalier al punt més superior del selló |

**Taula 9.** Metodologies d'ajustament del selló segons diferents autors revisats en la bibliografia.

### 7.1.2 Ajustament d'antero- retropulsió:

Un pedal a 90° del cicle i l'altre a 270° respectivament. El fil de la plomada ha de passar per la tuberositat anterior de la tibia i el centre del pedal<sup>(1),(12)</sup>.



**Figura 6.** Tècnica de la plomada. Font de la imatge:

<https://tattoo.ws/co/p/posicion-correcta-en-la-bicicleta/1558>

### 7.2 Cales

L'incorrecte col·locació ocasiona adducció, abducció, parestèsies podals<sup>(1)</sup> i desalineació femoropatelar<sup>(8)</sup>.

#### 7.2.1 Ajustament:

Es col·loca a nivell del primer cap metatarsal coincidint amb l'eix del pedal en el pla sagital<sup>(12),(25)</sup>. Facilita l'actuació de la musculatura posterior i que el peu esdevingui una palanca rígida de transmissió d'energia<sup>(25)</sup> mantenint-lo fixat, però amb un lleuger moviment d'abducció/ adducció en el pla transvers<sup>(26)</sup>.

S'ha de contemplar les variables torsionals i rotacionals de les EEII que faran de la col·locació de la cala, un procés específic per cada ciclista. La lleugera RE de la cala és la posició que tendeix més a la normalitat però un excés o manca produirà un canvi a l'angle Q del ciclista i com a conseqüència un augment de la pressió femoropatelar<sup>(26)</sup>.



**Figura 7.** Imatge pròpia. Variabilitat de moviment que ofereix la cala per ser col·locada: RI, RE, moviment disto-proximal i latero-medial<sup>(20)</sup>.

### 7.3 Manillar

Permet al ciclista adoptar una posició aerodinàmica<sup>(1),(12)</sup>, augment de la potència, comoditat i evitar lesions<sup>(12)</sup>.

#### 7.3.1 Ajustament:

| Autor                  | Metodologia  |
|------------------------|--|
| Anònim <sup>(1)</sup>  | 1) 3-10cm més baix que el selló.<br>2) $D[\text{punta selló- centre manillar}] = D[\text{olècranon- punta dit llarg}]$ |
| Anònim <sup>(12)</sup> | Mans a la maneta del fre + colzes flexionats $\rightarrow 45^\circ$<br>inclinació tronc respecte tub superior quadre   |

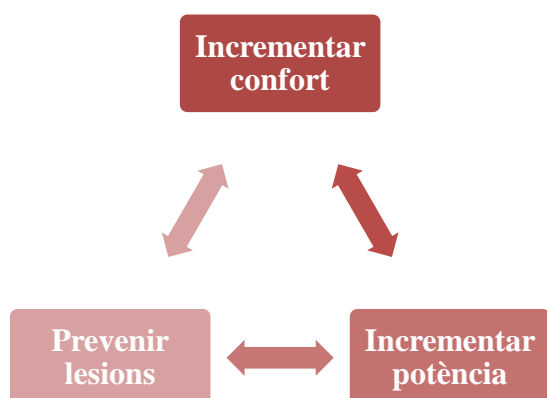
**Taula 10.** Metodologia d'ajustament del manillar.

## 8. TRACTAMENT ORTOPODOLÒGIC

El pedal exerceix una força de reacció sobre el calçat que augmenta amb la intensitat<sup>(27)</sup>.

En sedestació, es pot efectuar una força sobre el pedal de  $\frac{1}{2}$  del pes corporal i pedalejant dret, pot arribar a triplicar-lo<sup>(28),(29)</sup>. Quan la càrrega és lleu/moderada, un SP que doni recolzament a l'arc longitudinal intern és suficient però quan aquesta augmenta, les forces actuen sota els caps metatarsals i l'arc intern es col·lapsarà ja que el Rtp tendirà a esdevenir paral·lel al pedal<sup>(29)</sup>.

### 8.1 Objectius :



**Figura 8.** Esquema multidireccional dels objectius a complir dels SP; incrementar confort<sup>(28)</sup>, potència i prevenir lesions<sup>(28),(30)</sup>. La suma dels tres factors fa que el moviment sigui harmònic i menys lesiu.

L'efecte terapèutic i preventiu s'aconsegueix alineant genoll i peu en el pla frontal<sup>(3),(28)</sup>. El handicap és la manca d'espai del calçat, malgrat això, és preferible efectuar SP que abracin tot el peu amb materials tous per encoixinar la zona metatarsal i evitar la compressió nerviosa per la cala. Si el volum és excessiu, es poden efectuar barres de descàrrega retrocapitals a la sola amb l'objectiu de reduir pressions sobre els caps metatarsals<sup>(8)</sup>.

Els SP s'utilitzen especialment en<sup>(8)</sup>:

- Excés de pronació.
- Avantpeu invertit.
- Columna medial inestable.
- Rtp var.

L'alternativa als SP són les cunyes externes que es col·loquen entre el calçat i la cala<sup>(12)</sup>.

L'avantatge és que no resten capacitat al calçat i poden actuar d'alça si hi ha heterometries. En el darrer cas, es col·loquen a la cama curta (es compensa de  $1/3 - 1/2$  la diferència) o bé es retrocedeix la cala de la cama llarga<sup>(12)</sup>. Estudis demostren que amb  $10^\circ$  d'inclinació de la cunya es perceben canvis en la cinemàtica<sup>(20)</sup>.



**Figura 9.** Imatge de cunya externa. Font de la imatge:

<http://www.merkabici.es/blog/dismetrias-y-ciclismo-que-pasa-cuando-tengo-una-pierna-mas-larga-que-otra/>

Per l'anàlisi dels resultats, cal tenir en compte els diferents perfils de ciclistes: professionals i amateurs. Hi ha articles específics de patologia en ciclistes professionals<sup>(2),(6),(7),(11),(31)</sup> però majoritàriament no s'especifica<sup>(1),(3),(5),(8),(10),(12),(13)</sup>. Per aquest motiu s'ha procedit a unificar els dos nivells per tal de tenir un punt de vista més global sense obviar les diferències entre ells (volum quilometratge<sup>(6)</sup> condició física i protocols de càrrega<sup>(11)</sup>).

Segons la literatura, la gonàlgia es pot considerar la patologia per ús excessiu més freqüent de la comunitat ciclista<sup>(1),(2),(3),(5),(7),(8),(11),(12)</sup> causada per la desalineació del genoll al pla frontal durant la flexo- extensió. Aquest fet pot ser a conseqüència de desequilibri del balanç muscular o alteracions de l'angle Q, confluent amb una inestabilitat patel·lar<sup>(5),(8)</sup>. El maluc i els peus treballen fixats a la bicicleta i consegüentment el genoll rebrà la major part del moviment<sup>(8)</sup>.

Fent referència als resultats, el síndrome femoropatelar és per excel·lència la lesió més freqüent, seguida per la tendinopatia aquília i SBI (Fig.2). Certes patologies, com el síndrome de la plica medial, són específiques dels professionals mentre que la condromalàcia, tendinopatia patel·lar i del quàdriceps són comunes a tots nivells<sup>(31)</sup>.

El paràmetre més lesiu present en la majoria de lesions és el selló (Fig.5). La manca d'alçada o antepulsió, incrementa el moment de flexió causant el síndrome femoropatelar<sup>(1),(2),(8)</sup>. Referent a la tendinopatia aquília, diversos autors<sup>(1),(12)</sup> conflueixen en que amb un selló baix hi ha excés de dorsiflexió del peu dificultant l'acció del complex gastrocnemi- soli. Segons Chad Asplund i cols.<sup>(3)</sup> un excés d'alçada és causa d'extensió de genoll >150° ocasionant SBI, però per altra banda, Tony Wanich i cols.<sup>(1)</sup> afegeixen que una manca d'alçada també pot ocasionar SBI per insuficient extensió.

Malgrat que la majoria d'autors aconsellen apujar el selló per gonàlgies anteriors<sup>(1),(2),(12)</sup>, William H. Sanner i cols.<sup>(8)</sup> afirmen que crea inestabilitat patel·lar i per evitar-ho és millor abaixar-lo si l'etiologia és angular.

Respecte les patologies infrapatel·lars, Tony Wanich i cols.<sup>(1)</sup> descriu les fractures per estrès tibials mentre que Marc Silberman<sup>(2)</sup> afirma que no apareixen.

Segons R.J. Gómez i cols.<sup>(5)</sup> la posició menys lesiva del selló és l'horitzontal o lleugerament plantarflexionat i R. Verma i cols.<sup>(4)</sup> afegixen que la incomoditat augmenta amb la dorsiflexió i retropulsió. Finalment, Chad Asplund i cols.<sup>(3)</sup> afirmen que hi ha confort quan el selló està a la mateixa alçada dels genitals ja que hi ha bona distribució de les pressions, activació dels gastrocnemis i TA.

Per l'ajustament del selló són preferibles els mètodes que contemplen els graus de flexió de genoll ja que els que ho fan per la llargada dels segments ossis, no consideren les discrepàncies de longitud entre ambdues extremitats<sup>(10)</sup>. Rodrigo Bini i cols.<sup>(10)</sup> descriuen que el mètode de flexió de genoll és de prevenció de lesions i augmenta la potència de l'articulació.

Un adequat posicionament del selló s'obté quan el genoll té un angle de flexió de 25-30° amb el peu a 180° del cicle<sup>(2),(3),(12),(13)</sup> però hi ha ambigüitat d'aquests valors. Bini Rodrigo i cols.<sup>(10)</sup> parlen de 25-35°, William H. Sanner i cols.<sup>(8)</sup> i Chad Asplund i cols.<sup>(3)</sup> parlen de 35°, J.R. Gómez i cols.<sup>(5)</sup> de 20-30° i per últim Tony Wanich i cols.<sup>(1)</sup> de 30° òptims.

Referent al tractament físic, mentre que no s'especifica en la literatura els exercicis de quàdriceps per rehabilitació de gonàlgia anteriors, Eadric Bressel<sup>(19)</sup> proposa el pedaleig revertit amb bicicleta ergomètrica com exercici de rehabilitació més eficaç.

Hi ha discrepàncies sobre l'eficàcia dels SP. Dels objectius a complir descrits no es pot verificar la proporció de confort, malgrat demostrar-se l'augment de l'àrea de contacte al migpeu, hallux i taló<sup>(27),(28)</sup> i tampoc la millora de la cinemàtica<sup>(28)</sup>. Diversos estudis<sup>(8),(28),(29)</sup> relacionen l'ús de SP amb el consum d'oxigen. Autors defensen que disminueixen el consum d'oxigen i el pedaleig esdevé més eficient<sup>(8)</sup> i altres que no hi ha variància<sup>(28),(29)</sup>. Tanmateix, és descrit que els SP s'utilitzen exitosament en gonàlgies per ús excessiu<sup>(28)</sup> i en la cinemàtica<sup>(29),(8)</sup> malgrat la falta d'evidència científica de l'efectivitat a llarg termini<sup>(20),(28),(30)</sup>.

Les limitacions han estat la dificultat de cerca de bibliografia dels últims 5 anys en descripció de patologies. Que sigui una disciplina pràctica, molts experts opten pel mètode d'error- encert (segons l'experiència) sense publicar-ho a la comunitat científica. El tractament multidisciplinari amb podòlegs, fisioterapeutes i mecànics és

imprescindible per aconseguir la prevenció i tractament de lesions encara que cap article ho esmenti.

Finalment, és necessari la realització d'estudis futurs per resoldre les mancances i discrepàncies esmentades anteriorment focalitzant-los en la millora del rendiment del ciclista.

## CONCLUSIONS

1. Un cop realitzada la recerca i confrontada la informació, concloem que hi ha un gran nombre de patologies en el ciclisme que afecten les EEII malgrat l'absència d'impacte. De la revisió extraiem que l'articulació amb major caràcter lesiu és el genoll, ja que rep més moviment, seguit pel peu, sotmès a factors de compressió. L'etiopatogènia no només està relacionada amb l'anatomia i biomecànica, sinó que també amb el binomi ciclista- bicicleta, els recursos del ciclista per resoldre-les i la preparació física. El paràmetre amb més poder lesiu és el selló i qualsevol variació modificarà conseqüentment els vectors de força que actuen a les articulacions.
2. Responent al segon objectiu, concloem que hi ha descrits tres tipus de tractaments que poden treballar sinèrgicament: ajustaments de la bicicleta, compensacions podals i tractaments físics. Existeix un ampli ventall de metodologies per configurar cada paràmetre de la bicicleta però totes tenen com a principal objectiu disminuir la probabilitat de lesions i dotar d'harmonia el pedaleig.



## BIBLIOGRAFIA

1. Wanich T, Hodgkins C, Columbier J-A, Muraski E, Kennedy JG. Cycling injuries of the lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. 2007;15(12):748-56. Disponible a: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18063715> [https://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=Cycling+injuries+of+the+lower+extremity&btnG=&as\\_sdt=1%2C5&as\\_sdt=#0](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=Cycling+injuries+of+the+lower+extremity&btnG=&as_sdt=1%2C5&as_sdt=#0)
2. Silberman MR. Bicycling injuries. *Curr Sports Med Rep*. 2013;12(5):337-45.
3. Asplund C, St Pierre P. Knee pain and bicycling: fitting concepts for clinicians. *Phys Sportsmed*. 2004;32(4):23-30.
4. Verma R, Hansen EA, de Zee M, Madeleine P. Effect of seat positions on discomfort, muscle activation, pressure distribution and pedal force during cycling. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2016;27:78-86. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.02.003>
5. Gómez Puerto JR, Edir Da Silva-Grigoletto M, Hernán Viana- Montaner B, Vaamonde D, Alvero-Cruz JR. La importancia de los ajustes de la bicicleta en la prevención de las lesiones en el ciclismo: aplicaciones prácticas. *Rev Andal Med Deporte*. 2008;1(2):73-81.
6. Clarsen B, Krosshaug T, Bahr R. Overuse injuries in professional road cyclists. *Am J Sports Med* [Internet]. 2010;38(12):2494-501. Disponible a: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20847225>
7. Barrios C, Sala D, Terrados N, Valenti JR. Traumatic and overuse injuries in elite professional cyclists. *Sport Exerc Inj*. 1997;3(4):176-9.
8. Sanner WH, O'Halloran WD. The Biomechanics, Etiology, and Treatment of Cycling Injuries. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2000;90(7):354-376.
9. Hug F, Dorel S. Electromyographic analysis of pedaling: A review. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009;19(2):182-98.
10. Bini R, Hume PA, Croft JL. Effects of bicycle saddle height on knee injury risk

and cycling performance. *Sport Med.* 2011;41(6):463-76.

11. De Bernardo N, Barrios C, Vera P, Laíz C, Hadala M. Incidence and risk for traumatic and overuse injuries in top-level road cyclists. *J Sports Sci.* 2012;30(10):1047-53.
12. Silberman MR, Webner D, Collina S, Shiple BJ. Road bicycle fit. *Clin J Sport Med.* 2005;15(4):271-6.
13. Thompson MJ, Rivara FP. Bicycle-related injuries. *Am Fam Physician.* 2001;63(10):14-8.
14. Werner S. Anterior knee pain: an update of physical therapy. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2014;22(10):2286-94.
15. Segal NA, Felson DT, Torner JC, Zhu Y, Curtis JR, Niu J, et al. Greater Trochanteric Pain Syndrome: Epidemiology and Associated Factors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(8):988-92.
16. Mulligan EP, Middleton EF, Brunette M. Evaluation and management of greater trochanter pain syndrome. *Phys Ther Sport [Internet].* 2015;16(3):205-14. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.11.002>
17. Frizziero A, Vittadini F, Pignataro A, Gasparre G, Biz C, Ruggieri P, et al. Conservative management of tendinopathies around hip. *MLTJ.* 2016;6(3):281-292.
18. Naraghi R, Bremner A, Slack-Smith L, Bryant A. The relationship between foot posture index, ankle equinus, body mass index and intermetatarsal neuroma. *J Foot Ankle Res [Internet].* 2016;9(1):46. Disponible a: <http://jfootankleres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13047-016-0179-9>
19. Bressel E. The influence of ergometer pedaling direction on peak patellofemoral joint forces. *Clin Biomech.* 2001;16(5):431-7.
20. FitzGibbon S, Vicenzino B, Sisto SA. Intervention At the Foot-Shoe-Pedal Interface in Competitive Cyclists. *Int J Sports Phys Ther [Internet].* 2016;11(4):637-50. Disponible a: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4970853&tool=pmce>

ntrez&rendertype=abstract

21. Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2010;40(2):67-81. Disponible a:  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2867336&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
22. Espinosa N, Brodsky JW, Maceira E. Metatarsalgia. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18:474-485.
23. Durante J a, Macintyre IG. Pudendal nerve entrapment in an Ironman athlete: a case report. *J Can Chiropr Assoc* [Internet]. 2010;54(4):276-81. Disponible a:  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2989401&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
24. Christiaans HHCM, Bremner A. Comfort on bicycles and the validity of a commercial bicycle fitting system. *Appl Ergon*. 1998;29(3):201-11.
25. Viker T, Richardson MX. Shoe cleat position during cycling and its effect on subsequent running performance in triathletes. *J Sports Sci* [Internet]. 2013;31(9):1007-14. Disponible a:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23360149>
26. Ramos-Ortega J, Domínguez G, Castillo JM, Fernández-Seguín L, Munuera P V. Angular Position of the Cleat According to Torsional Parameters of the Cyclist's Lower Limb. *Clin J Sport Med* [Internet]. 2014;24(0):251-5. Disponible a:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24451688>
27. Bousie JA, Blanch P, McPoil TG, Vicenzino B. Contoured in-shoe foot orthoses increase mid-foot plantar contact area when compared with a flat insert during cycling. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2013;16(1):60-4. Disponible a:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2012.04.006>
28. Yeo BK, Bonanno DR. The effect of foot orthoses and in-shoe wedges during cycling: a systematic review. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2014;7(1):31. Disponible a:

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4064526&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>

29. Dinsdale NJ, Williams AG. Can forefoot varus wedges enhance anaerobic cycling performance in untrained males with forefoot varus? *Sport SPA* [Internet]. 2010;7(2):5-10. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2173/120492>
30. Koch M, Fröhlich M, Emrich E, Urhausen A. The impact of carbon insoles in cycling on performance in the Wingate Anaerobic Test. *J Sci Cycl.* 2013;2(2):2-5.
31. Clarsen Benjamin. Overuse Injuries in Professional Road Cyclist. [Master thesis]. Sports Medicine Department. Norwegian School of Sports Science; 2009.

**Agraïments:**

Agrair especialment als meus pares, Astrid i Pep, germanes, Mercè i Marta, i àvies, Elisa i Madrona pel seu recolzament durant tot aquest llarg trajecte. Sense ells (i la seva paciència) no hagués estat possible res del què he aconseguit fins ara.

En segon lloc a les meves companyes de camí: Anna, Jessica, Helena i Marta per també el seu suport incondicional i ajudar-me quan les necessitava. Agrair també a la Txell per la seva ajuda i la companyia a les llargues jornades de biblioteca.

A l'Aitor Afonso que m'ha ajudat a introduir-me en un camp totalment desconegut per mi i que en algunes ocasions també ha hagut de tenir molta paciència. Gràcies per venir des de tan lluny per compartir el teu coneixement amb mi, t'espera un futur brillant.

I finalment els meus agraïments al tutor del treball, per aportar la seva experiència en publicacions científiques, per la seva disponibilitat, interès i per guiar-me en els moments més difícils.

A tots ells, Gràcies.