

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

**DISERTACIÓN DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN TERAPIA FÍSICA**

**ANÁLISIS DE LA ALINEACIÓN DE LA RODILLA, POSTERIOR A
AJUSTES EN LA BICICLETA DE LOS CICLISTAS DE RUTA DEL
EQUIPO “ALMA TEAM”**

ELABORADO POR:

JUAN SEBASTIÁN ANDRADE GIL

QUITO, JULIO 2021

RESUMEN

La presente investigación estudia los aspectos biomecánicos que experimenta el cuerpo humano luego de realizar actividad física en una bicicleta. Se buscará determinar si al realizar ajustes biomecánicos en la bicicleta se logra una menor incidencia de lesiones

Para ello, se desarrolla un estudio biomecánico (*Bike Fitting*) en los ciclistas de ruta amateur del equipo “Alma Team” Se tomará un universo de 30 personas al que se aplicarán técnicas como: encuestas, historias clínicas y análisis biomecánicos con captura de movimiento en condiciones de laboratorio, con sus bicicletas y equipamiento propio de cada ciclista.

El estudio demuestra que la postura y los ángulos adecuados tienen una directa influencia en el manejo y tratamiento de lesiones preexistentes. Además el estudio sugiere una alineación biomecánica adecuada para cada ciclista que contribuye a la prevención de lesiones, especialmente para el alivio de los síntomas que se presentan a nivel de rodilla.

Palabras Clave: *Bike Fitting*, Análisis Biomecánico, Ciclismo de Ruta.

ABSTRACT

This research studies the biomechanical aspects that the human body experiences after performing physical activity on a bicycle. It will seek to determine if biomechanical adjustments to the bicycle achieve a lower incidence of injuries

To do this, a biomechanical study (Bike Fitting) is carried out in the amateur road cyclists of the "Alma Team" team. A universe of 30 people will be taken to which techniques such as: surveys, medical records and biomechanical analysis with motion capture will be applied. laboratory conditions, with their bicycles and equipment for each cyclist.

The study shows that proper posture and angles have a direct influence on the management and treatment of pre-existing injuries. In addition, the study suggests a suitable biomechanical alignment for each cyclist that contributes to the prevention of injuries, especially for the relief of symptoms that present a knee level.

.

Key Words: Bike Fitting, Biomechanical Analysis, Road Cycling.

DEDICATORIA

A mis padres:

Que me dieron la vida, las ganas de vivir, y todo su esfuerzo para que salga adelante y sea un profesional, con amor, cariño y mucho ejemplo pude forjar mi propio camino.

A mis hermanos:

Que al igual que mis padres, me han ayudado emocionalmente y con ejemplo a salir adelante y cumplir todos mis sueños.

A mis profesores:

Que con sus enseñanzas y su motivación aprendí lo hermoso que es ser fisioterapeuta e me iluminaron con la luz de la curiosidad y la investigación.

A mis amigos:

De la universidad, del ciclismo y de la vida diaria, que con ellos aprendí lo bueno y lo malo que tiene la vida, y fueron parte de este largo camino.

Al personal del área de rehabilitación del Hospital Pablo Arturo Suarez:

Que en el último semestre me apoyaron de manera incondicional como profesional y como persona. Me formaron satisfactoriamente para servir con amor y pasión a mis pacientes.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Factores de Riesgo en el Ciclismo	6
2.1.1. Aspectos Generales	6
2.1.2. Altura Inadecuada del Asiento y Longitud del Brazo de Pedal	7
2.1.3. Alteraciones Anatómicas	7
2.2. Lesiones Frecuentes	8
2.3 Biomecánica del Ciclismo	10
2.3.1 Fases del Pedaleo	13
2.3.2. Análisis Biomecánico	15
2.3.2.1. El Apoyo del Pie	15
2.4 La Bicicleta de Ruta como Instrumento	21
2.4.1. Descripción y Características	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	23
3.1. Hipótesis	23
3.2. Variables	23
3.3. Metodología	24
3.4 Población y Muestra	24

3.5. Criterios de Inclusión y Exclusión	24
3.6. Fuentes, Técnicas e Instrumentos	25
3.6.1. Fuente	25
3.6.2. Técnicas	25
3.6.3. Instrumentos	25
3.7. Plan de Recolección de Datos	25
3.7.1. Procedimiento	25
3.7.2. Procedimiento de Medición	26
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE DATOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Análisis de Datos y Resultados	27
4.2. Discusión	32
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	38
No se encontraron entradas de tabla de contenido.	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción De Ángulos Ideales Para La Cadera, Rodilla Y Tobillo	20
Tabla 2: Operacionalización de Variables	23

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Fuerzas concurrentes y fuerzas paralelas	11
Ilustración 2: Aplicación de fuerzas en la bicicleta	12
Ilustración 3: Fases del pedaleo	14

Ilustración 4: Sistema de calas para bicicleta de ruta Shimano	16
Ilustración 5: Colocación correcta de la cala de pedal	17
Ilustración 6: Posiciones ideales de sillín y tobillo	18
Ilustración 7: Método para tomar altura del sillín	18
Ilustración 8: Descripción de ángulos ideales de alineación de rodilla	20
Ilustración 9: Mediciones en rodilla	27

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1: Rango de edad	28
Gráfico 2: Ángulos de flexión inicial posición 3 en punto	28
Gráfico 3: Ángulos de extensión inicial posición 6 en punto	29
Gráfico 4: Diagnósticos encontrados	29
Gráfico 5: Indicencia de lesiones por edad	30
Gráfico 6: Escala EVA pre ajustes biomecánicos	31
Gráfico 7: Escala EVA post ajustes biomecánicos	31

INTRODUCCIÓN

El presente estudio pretende demostrar que un adecuado análisis biomecánico ayuda a mejorar la postura y el gesto deportivo, apoyando en la reducción de síntomas de lesiones en ciclistas, además de la prevención de futuras lesiones, reducción de su incidencia y avance, todo esto con un acompañamiento de un plan fisioterapéutico.

Nuestro país experimenta un incremento en el uso de la bicicleta, ya sea en el ámbito recreativo o como actividad deportiva, pero se observa que no todas las personas que practican esta actividad son conscientes de los potenciales riesgos que pueden sufrir: lesiones por desgaste, puntualmente, en las rodillas.

Con relación a lo señalado, los autores Bini, Hume & Croft (2011) afirman que existe una posibilidad de alcanzar una reducción de los síntomas, y una mejoría de las lesiones presentadas en los ciclistas mediante el análisis biomecánico o mejor conocido como "*bike fitting*". Esta técnica promueve una higiene postural sobre la bicicleta para obtener el mayor rendimiento deportivo; además de una reducción y prevención de las lesiones por desgaste.

La creciente popularidad del ciclismo como deporte y como actividad recreativa ha dado lugar a una mayor incidencia de lesiones de rodilla desencadenando dolor agudo (90% de los casos) y dolor por uso excesivo (85%). El dolor de rodilla anterior se presentará en el 25% de la población en algún momento durante su vida y para los ciclistas, la articulación de la rodilla es uno de los más afectados por las lesiones por uso excesivo. Las lesiones pueden ser el resultado de una mala posición en la bicicleta (Bini, Hume & Croft, 2011).

Sin embargo, existe desacuerdo al interior de las comunidades científicas y de *coaching* sobre la configuración óptima de bicicletas para deportistas. El aspecto más controvertido es la altura del sillín puesto que es el foco de la mayoría de estudios, además de la relación que mantiene con la posición del cuerpo en la bicicleta. Sin embargo, los ciclistas eligen la posición del sillín en relación con los pedales (y por lo tanto el brazo de catalina).

Los científicos Bini, Hume & Croft (2011) indican que las acciones antes señaladas se realizan frecuentemente por comodidad de las personas en lugar de conocimiento científico. De esta forma se demostraría que existe un desconocimiento sobre el tema de regulación biomecánica en la bicicleta, porque no se observan aspectos que tienen mayor relevancia al momento de usar la bicicleta, como es el caso de la adaptabilidad anatómica.

CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En la actualidad, la práctica ciclística experimenta un auge en el país. Existe una alta presencia de ciclistas amateur, los cuales desconocen que una correcta alineación biomecánica de su bicicleta podría evitar dolores de rodilla y lesiones por desgaste. El presente estudio se centra en la actividad denominada ciclismo de ruta y en forma particular en el equipo “Alma Team”.

De acuerdo a lo plantean FitzGibbon, Vicenzino & Sisto (2016), la incidencia del dolor de rodilla es del 50% en ciclistas. Esto se produce porque un ciclista promedio extiende y flexiona la rodilla más de cinco millones de veces al año y recorre un promedio de 25 a 35 mil kilómetros anualmente; es así que, incluso pequeñas ineficiencias en el pedaleo pueden contribuir al dolor de rodilla.

Estudios realizados en Ecuador en 2016 señalaban que un 49.38% de la población usaba la bicicleta una vez a la semana (INEC). Pero adicional a este estudio hecho en 2016, hay que considerar que en esta época de pandemia producida por el COVID 19 existió un incremento considerable del uso de la bicicleta.

Según la Dirección de Transporte Sostenible de la Secretaria de Movilidad del Municipio de Quito, durante el año 2020 existió un incremento del 650% en el uso de bicicletas en el circuito de la capital. Adicional a esto, existen un promedio de 196 mil desplazamientos diarios en bicicleta en comparación a los 30 mil viajes diarios que realizaban los quiteños antes de la pandemia (El Comercio, 2020).

No existe una cifra exacta del número de ciclistas amateur que existen en Ecuador. Pero, las cifras antes indicadas dan un indicio sobre el uso de la bicicleta como actividad deportiva, y por tanto, se observa un incremento de lesiones de forma proporcional.

¿Qué factores biomecánicos pueden provocar dolor de rodilla? Se puede decir que la cadencia, la potencia de salida, la longitud del brazo de pedal, la posición longitudinal del asiento, la altura del asiento y la posición del pie con respecto al calzado o al pedal utilizado. La modificación de estos factores incide directamente en el dolor de rodilla que experimenta el ciclista, y a esto se suma la mejora en la función de alineación anatómica.

Se puede clasificar a las lesiones por ciclismo como: agudas / traumáticas o crónicas por naturaleza, de acuerdo a Deakon (2012). Además, los ciclistas son susceptibles de sufrir lesiones debido a la naturaleza repetitiva del pedaleo, ya sea durante el entrenamiento o las competiciones de alto rendimiento (FitzGibbon, Vicenzino & Sisto, 2016).

En el equipo “Alma Team” procede a realizar una encuesta en la que se evidencia que: de un universo de treinta personas pertenecientes al equipo, el 90% de los encuestados no tienen conocimiento sobre qué es y cómo hacer un análisis biomecánico previo al uso de la bicicleta. De este universo se reportaron 28 personas que presentaron casos de dolor de rodilla por diferentes patologías motivo de una mala alineación biomecánica de la bicicleta.

1.2. **Justificación**

La mayoría de dolencias derivadas del ciclismo se deben a un uso excesivo o una técnica deficiente. Según Bini, Patria, Hume y Andrew (2013) citado textualmente: *“Dado que la ocurrencia del dolor en las articulaciones de la rodilla por uso excesivo es del 50% en ciclistas, los estudios futuros pueden centrarse en cómo La altura del sillín se puede optimizar para mejorar el rendimiento del ciclismo y reducir fuerzas de la articulación de la rodilla para reducir el riesgo de lesiones en las extremidades inferiores. Sobre la base de la evidencia contradictoria sobre los efectos de los cambios de altura del sillín en el rendimiento y riesgo de lesiones en las extremidades inferiores en el ciclismo”,* El dolor anterior de rodilla, el dolor miofascial de la parte baja de la espalda y el cuello, el síndrome de fricción de la banda iliotibial y la tendinitis de Aquiles son los diagnósticos más comunes (Deakon, 2012).

Con el incremento del uso de la bicicleta de forma recreativa, se puede mencionar que también existe un incremento del ciclismo de resistencia o de largas distancias, por ejemplo; triatlón, *cross country*, ruta por etapas acumuladas, donde en un día se puede llegar a pedalear por competición una media de 70 a 90 kilómetros. Dependiendo del tipo de competición, el ciclista puede experimentar un entrenamiento pre competitivo exigente.

Considerando lo anterior, se convierte en algo necesario la implementación de un buen ajuste biomecánico pre competencia e inclusive pre recreativo, puesto que, según lo establece Johnston en un estudio realizado en 2017, el realizar un adecuado ajuste biomecánico evita lesiones, aumenta el rendimiento deportivo y provee una mayor tolerancia en el uso de la bicicleta.

Además se señala que muchas de las lesiones son por motivo de sobreesfuerzo y degeneración, como por ejemplo: tendinitis rotulianas o lumbalgias. Estas son frecuentes en el ciclismo, y en la mayoría de casos son producidas por una mala alineación biomecánica de la bicicleta y que deriva en mala postura y lesiones. Los ajustes realizados sin el conocimiento adecuado devienen en lesiones que se incrementan cada vez más (Johnston, et al., 2017).

Para este estudio se tomó como muestra al equipo “Alma Team”. Este grupo se encasilla en el área de aventura. Está conformado por cincuenta y seis deportistas, cuya especialidad es el ciclismo de ruta, por lo que la agrupación debe mantenerse en constante entrenamiento para lograr sus objetivos.

El presente estudio servirá de referencia, tanto para deportistas como para profesionales de la fisioterapia, sobre los efectos negativos que se producen cuando no existe una correcta alineación en la postura al momento de usar la bicicleta. Se toma en cuenta que cambios mínimos en la biomecánica de la bicicleta influyen en una disminución de las molestias producidas durante el entrenamiento o durante la competición. (Bini, et al., 2017)

Los expertos Bini, Patria, Hume y Andrew (2013) establecen que los cambios que se realizan para reestablecer la altura del sillín se encuentra en el orden del 5%, considerando que es uno de los ajustes preferidos para los ciclistas, se ha demostrado que coadyuva a disminuir el riesgo de lesiones. Otro factor que contribuye con la comodidad y la disminución de lesiones es el relacionado con los componentes de la bicicleta: bastidor o marco, asiento y manubrio.

Otros expertos toman en cuenta a los factores ambientales: tipo de terreno (montaña o carretera), condiciones climáticas, dificultad del terreno, factores relacionados con el ciclista (posición, ajustes, partes del cuerpo) y tipo de disciplina que se realiza (Ayachi, Dorey, & Guastavino, 2015). Aunque estos factores no son determinantes, tienen incidencia en la práctica del ciclismo.

Para realizar un adecuado alineamiento y valoración de la postura, en la actualidad existe *software* especializado para cumplir con ese objetivo, tal es el caso de Kinovea o Capture. Con estas aplicaciones se puede detectar incorrectas alienaciones al momento de conducir la

bicicleta. La detección de alguna anomalía se realiza de forma automáticamente a través del método de procesamiento de imágenes.

Según lo establece Hsiao, Chen y Leng (2015), la mejor postura de conducción se identificó de forma experimental, de esto se obtuvo las posiciones de los puntos característicos y los ángulos de las articulaciones del cuerpo humano. Además, son consideraciones de evaluación importantes: el ajuste de la bicicleta, el cambio reciente en el equipo, la distancia e intensidad de entrenamiento y los factores anatómicos individuales (Asplund & Pierre, 2004).

Sin embargo, se plantea que todos los profesionales que intervengan en el procedimiento de atención a los ciclistas deben conocer sobre las múltiples modificaciones que presenta la persona: en lo corporal (aumento de masa corporal, estabilidad, fortalecimiento) y en el equipamiento (zapatos y ropa aerodinámicos, componentes de la bicicleta), esto con el fin de aliviar o prevenir lesiones (García, 2015).

Lo que busca este estudio en relación a los ciclistas del equipo “Alma Team” es que con los resultados de la evaluación biomecánica al usar la bicicleta se identificará desalineaciones que poseen. Estas serán corregidas de manera inmediata para su posterior ajuste y proceder a una nueva evaluación. Es decir, si se modifica el gesto deportivo se corrige la postura, y esto impulsaría a un mejor rendimiento y a la obtención de mejores marcas, mejores tiempos con la comodidad que les ofrece su bicicleta bien alineada, prevenir lesiones que a futuro pueden derivar problemas.

1.3. **Objetivos**

1.3.1. **Objetivo General**

Determinar si al realizar ajustes biomecánicos en la bicicleta se logra una menor incidencia de lesiones en los ciclistas del equipo Alma Team.

1.3.2. **Objetivos Específicos**

- Analizar la alineación de la rodilla de los ciclistas del equipo “Alma Team” en condiciones de laboratorio.
- Determinar si los ajustes realizados en la bicicleta reducen la sensación de dolor en los ciclistas.
- Verificar si existe una mejoría en lesiones preexistentes al aplicar el ajuste biomecánico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Factores de Riesgo en el Ciclismo

2.1.1. Aspectos Generales

El aumento del ciclismo recreativo y competitivo ha provocado que los ciclistas experimenten más lesiones, sobre todo las relacionadas por sobreuso por la carga repetitiva. Los factores que contribuyen a las lesiones son de dos orígenes:

- ✓ Factores intrínsecos: Son aquellos inherentes al ciclista e se incluye además, el nivel de condición física y la alineación anatómica de las extremidades.
- ✓ Factores extrínsecos: Asociado a factores externos al ciclista como: el equipo, la técnica de conducción y el entrenamiento.

De acuerdo a Johnston (2017), los factores antes mencionados tienden a afectar principalmente a la rodilla. Esta articulación resulta afectada por el sobreuso en ciclismo, tanto en ciclistas recreativos como en profesionales, y los factores que inciden en el apareamiento de dolor son: el aumento de la presión de pedaleo por la inclinación del terreno, sobrecarga de entrenamiento, alineación rotuliana alterada, la flexibilidad disminuida, el aumento del ángulo del cuádriceps (Q), los desequilibrios musculares o una combinación de factores.

En ciclismo existen movimientos que se ejecutan tanto por los músculos como por las articulaciones, tal es el caso del pedaleo. Este se caracteriza por un movimiento rítmico de flexión y extensión de las articulaciones (rodilla, cadera y tobillo), y que va acompañado de: estabilidad del tronco y abdomen, la zona lumbar, movimientos de cuello en conjunto con acciones de la muñeca y el brazo.

La fase principal que genera fuerza de desplazamiento es la acción de bajada del pedal, interviniendo los cuádriceps a nivel de rodilla, el glúteo mayor a nivel de cadera e isquiotibiales a nivel posterior (Asplund & Pierre, 2004). Otra acción presente es la subida del pedal que es ejecutada por los flexores de rodillas y cadera como son los isquiotibiales y psoas respectivamente.

Luego de la corta introducción al mundo del ciclismo, sus componentes y procedimientos, es necesario recalcar que la mayor parte de lesiones se generan por posiciones incorrectas del

ciclista, pero además por medidas de la propia bicicleta como la altura inadecuada del sillín, longitud exagerada de las bielas, entre otras, que se procederá a explicar con detenimiento.

2.1.2. Altura Inadecuada del Asiento y Longitud del Brazo de Pedal

De acuerdo a lo que plantean Rico Bini, Hume (2016), existen ciertos parámetros que se deben cumplir durante la práctica ciclística:

- La rodilla debe tener 30 grados de extensión y 62 grados de flexión.
- La cadera debe tener un ángulo de 38 grados de flexión y 62 grados de extensión.
- El tobillo debe tener 122 grados de dorsiflexión y 139 grados de plantiflexión, tomando de referencia el ángulo anterior de las articulaciones.

Estos parámetros toman como punto de referencia la espina iliaca anterosuperior y el maléolo externo. Además, los ángulos son nuestro principal punto de partida para realizar todos los cambios necesarios, especialmente en el asiento y poste de asiento.

Es posible regular la altura del asiento mediante la Tija (poste), también la posición anterior-posterior mediante el sillín (asiento). Al realizar estos cambios provocamos los cambios necesarios para obtener los ángulos ideales de las articulaciones de los miembros inferiores.

Es necesario tomar en cuenta que no solo la configuración del asiento y del poste de asiento nos puede ser útil para lograr los ángulos. La longitud de brazo de pedal (crankset, bielas) también es importante para este proceso. La longitud recomendada de este componente dependerá del fémur del individuo; existe una media que comprenden entre 172 a 175 milímetros. En la actualidad, hay fabricantes que personalizan este componente según el usuario, es decir, para un fémur menor de 38 centímetros se recomienda a una biela de 165 milímetros, mientras que para un fémur de 42 cm lo ideal es una biela de 170 milímetros. De esta forma, se permite que la pierna se adapte a los componentes de la bicicleta (Johnston, et al., 2017).

2.1.3. Alteraciones Anatómicas

Se ha descrito en líneas anteriores que la fuerza que ejercen las extremidades inferiores depende de la alineación de los ángulos, y por consiguiente de la alineación anatómica de la extremidad; pero es necesario aclarar que existen factores propios del individuo que incrementan el esfuerzo que este debe realizar durante la actividad ciclística. Aunque estas alteraciones

anatómicas pueden presentar inconvenientes en el ciclista, existen reforzadores externos ayudan a corregir estas falencias.

De acuerdo a los expertos Asplund y Pierre (2004), son varias las perturbaciones a nivel físico que puede presentar el ciclista. A continuación se detallará las principales y sus posibles soluciones:

- Alteraciones en extremidades en valgo con tendencia rotatoria interna o pies hacia adentro. Este sobreesfuerzo que realiza la persona provoca un aumento de la fuerza interna del tendón rotuliano más conocido como tendinitis. Se recomienda el uso de plantillas en el calzado y cuñas entre el pedal y el calzado para aliviar la presión que se realiza al momento de pedalear.
- Alteraciones en extremidades en varo. Por lo general, las extremidades se encuentran arqueadas provocando una presión excesiva sobre la parte externa de la rodilla. Para contrarrestar la presión se opta por implementar separadores entre el pedal y la biela ya que así se alinea la cadera y el pie.
- Dismetrías de extremidades. Esta desarmonía perjudica la musculatura implicada anteriormente descrita en el pedaleo, lo que implica también el apareamiento de tendinitis. En este caso puntual, se debe ayudar al deportista ajustando la bicicleta a la pierna más larga y colocando una plantilla en la corta.

Además, Asplund y Pierre (2004) señalan que, en casos crónicos que presentan ciertos individuos, la actividad continua produce cambios degenerativos que derivan en: debilidad, pérdida de flexibilidad y dolor crónico. Por lo tanto, en lesiones por uso excesivo, el problema a menudo no es la inflamación aguda del tejido, sino la degeneración crónica o la tendinosis en lugar de la tendinitis.

2.2. Lesiones Frecuentes

Asplund y Pierre (2004) plantean que las lesiones más frecuentes en los ciclistas son:

- Condromalacia rotuliana: producida por una mayor presión hacia la rótula, alterando así el cartílago rotuliano, teniendo como acción secundaria una flexión excesiva. La causa primordial de esta lesión se vincula a la altura del sillín. Este dolor se presenta en la parte anterior de la rodilla, detrás de la rótula, que aumenta la intensidad del dolor al momento de conducir. Estas lesiones tienen más predisposición en personas con extremidades

inferiores en valgo, cuando tienen una torsión interna tibial o inclinación de la rótula. Se recomienda fortalecer el cuádriceps para potenciar el trabajo del vasto interno ya que este es uno de los que estabiliza la articulación de la rodilla.

- Tendinitis rotuliana: Esta lesión aparece cuando está afectado el tendón rotuliano que une la parte inferior de la rótula con la tibia. Esto se produce por un pedaleo repetitivo. Además, el dolor en el polo inferior de la rótula aparece cuando el sillín está en posición demasiado baja o adelantado. Esta lesión tiene una alta incidencia en personas con piernas en valgo o con rotación interna de tibia.
- Ligamento rotuliano interno: Se caracteriza por la presencia de dolor en la parte interna de la rodilla, acompañada de chasquidos en cada pedaleada. Aparece por sobreuso o irritación del tejido de la plica, aunque aparece con más frecuencia en rodillas en x.
- Tendinitis de cuádriceps: Se identifica cuando el dolor aparece en la parte superior de la rótula. Esta patología es frecuente en personas con varo de rodilla por lo que se recomienda el uso de separadores entre la biela y pedal para ampliar la anchura del apoyo alineando así la cadera.
- Tendinitis pata de ganso: Esta lesión se debe a un aumento de la presión del tendón pata de ganso y se caracteriza porque el dolor aparece a nivel interno de rodilla. Se sugiere cambiar la altura del sillín puesto que una excesiva extensión provoca el aumento de la presión en la rodilla, y también se sugiere reducir la distancia entre los pies.

Aunque se ha descrito las principales lesiones que pueden afectar a un ciclista, es necesario realizar algunas precisiones conceptuales, que ayudarán a entender de mejor forma el comportamiento y disposición del cuerpo durante el ciclismo.

Cuando un ciclista realiza la acción física sentado, la rodilla se flexiona a un máximo de 110 grados y se extiende de 20 a 35 grados. La extensión de la rodilla produce alrededor del 40 por ciento de los momentos musculares totales de la extremidad inferior, el resto de extensión de cadera (27%), flexión plantar de tobillo (20%), flexión de cadera (4%) y flexión de rodilla (10%). El plano sagital es propulsivo o también llamado fuerzas motrices; los momentos en los planos transversales y frontales se consideran fuerzas no motrices. Si bien la mayoría de movimientos que ejercen los miembros inferiores durante el ciclo se ubican en el plano sagital, también existen movimientos articulares accesorios asociados a los planos transversales y frontales (FitzGibbon, Vicenzino & Sisto, 2016).

2.3. Biomecánica del Ciclismo

Como parte de la investigación y como elemento conceptual determinante está el conocer el funcionamiento del sistema ciclista – bicicleta. Para llegar a la comprensión de este sistema es necesario establecer algunos mecanismos que, a simple vista, funcionarían como elementos independientes pero, en realidad son un conjunto de movimientos. Estos son:

- El mantenimiento del equilibrio en la bicicleta.
- Dirigir e imprimir movimiento a la bicicleta mediante el pedaleo. Esto se consigue a través de transmisión de fuerza mediante un sistema que imprime fuerza desde el pedal hasta la rueda motriz.
- Conocer el movimiento y las fuerzas que lo facilitan.

Durante la práctica ciclística, se debe considerar una triada fundamental: equilibrio, fuerza y centro de gravedad. Se procederá a realizar algunas apreciaciones conceptuales para entender su funcionamiento y su interrelación.

Se entenderá como equilibrio al estado en el que los cuerpos mantienen armonía con todas las fuerzas que influyen sobre él. Esta armonía se consigue cuando la sustentación del cuerpo es mayor, es decir, cuando el centro de gravedad es bajo en relación a las fuerzas a las que el cuerpo está sometido, de esta forma el equilibrio se conservará de mejor forma.

En el caso puntual de la bicicleta, el equilibrio es inestable. Las condiciones para conseguir el equilibrio no son fáciles, y cuando se consigue, la situación de equilibrio dura poco tiempo. Esto se debe principalmente a que los neumáticos ofrecen una base de sustentación pequeña; aunque esta condición puede variar, todo dependerá del tipo de caucho que se emplee en la actividad ciclística específica que se realice.

También se debe tomar en cuenta el peso de la bicicleta. Aunque no existe un peso estándar global, pero una bicicleta de competencia puede oscilar entre los seis a catorce kilogramos, mientras que las bicicletas de carretera tienen un peso promedio de diez a catorce kilogramos.

¿Por qué es importante determinar el peso de la bicicleta? Porque este dato sumado al peso que se obtendrá de la masa del cuerpo del ciclista, y este valor multiplicado por la gravedad, se obtendrá como resultado la fuerza que el sujeto debe imprimir para tener un rendimiento acorde

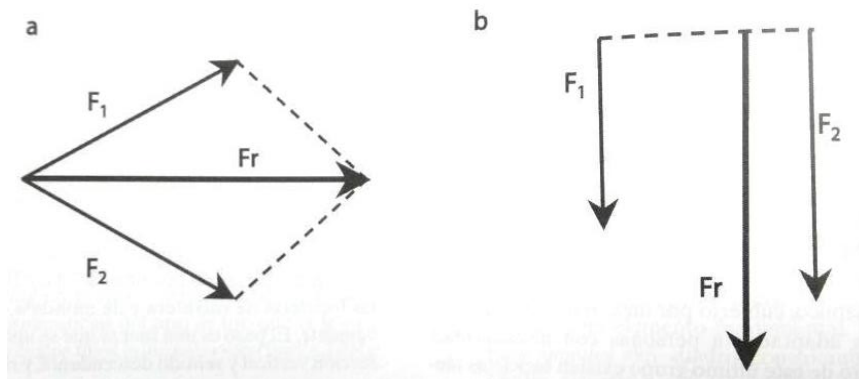
a sus objetivos. Esto lo plantea Sir Isaac Newton en su segunda ley. Entendiendo por fuerza a la capacidad física que tiene un cuerpo para realizar un esfuerzo o un movimiento.

Otro de los elementos de la triada conceptual que se ha desarrollado es el centro de gravedad de la bicicleta. Este se encuentra en la vertical que pasa por el eje de pedaleo, a veinte y cinco centímetros por encima de dicho eje. Sin embargo, cuando el ciclista está sobre la bicicleta esta configuración de fuerzas cambia y por ende el centro de gravedad (CDG) se modifica.

De acuerdo a Pérez (2015), el centro de gravedad en bicicletas de montaña se encuentran en un punto situado por encima del tubo horizontal, a unos veinte a treinta centímetros por detrás de la vertical que pasa por el eje de pedaleo. Mientras que en bicicletas de ruta, al colocarse el ciclista en un plano más inclinado en el manillar, el CDG desciende un poco y se adelanta. Por ende, el CDG se encuentra en el tubo horizontal y pasa por encima de la vertical del eje de pedaleo.

De acuerdo a lo planteado, en la bicicleta actúan dos tipos de fuerzas: las concurrentes y las paralelas. La primera actúa sobre el radio de las ruedas y evita su deformación, y la segunda son parte del peso del ciclista y el de la bicicleta. Fuerzas en las que la resultante es de igual dirección y sentido de las fuerzas que las componen.

Ilustración 1: Fuerzas concurrentes (a) y fuerzas paralelas (b)



Fuente: Pérez, 2015.

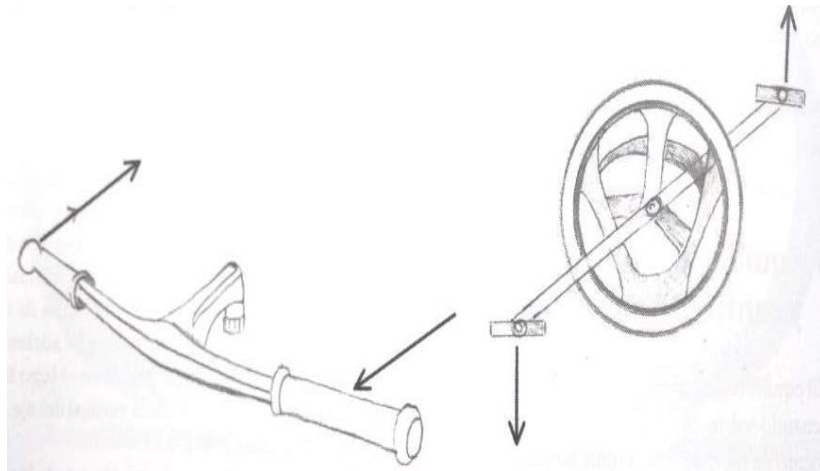
Modificado por: Sebastián Andrade

En lo relativo al mantenimiento del equilibrio durante el movimiento, este se obtiene a través de la acción estabilizadora de las ruedas mediante acción de giro. Por ende, si se pedalea a una velocidad elevada, es fácil mantener el equilibrio. En cambio, si estamos a una velocidad baja, el equilibrio se mantiene con pequeños movimientos del manillar.

En la acción continua de mantener equilibrio, entra en juego otro componente: la fuerza centrífuga. Esta fuerza interviene sobre todo en curvas, actúa hacia afuera y a lo largo de todo el radio de una curva; su valor depende del peso del sistema bicicleta-ciclista. Para no perder la base de sustentación relacionada a esta fuerza, basta con inclinarse hacia la parte interior de la curva (la pronunciación del movimiento depende de la velocidad).

En el equilibrio de las fuerzas que se ha mencionado anteriormente, también se debe prestar atención a la dirección y los pedales. Estos elementos intervienen en el momento de fuerza, es decir, cuando todas las fuerzas participantes actúan sobre un punto o eje fijo. El momento dependerá tanto de la magnitud de la fuerza como de la distancia a la que actúa el eje de movimiento. En este sentido, en el manillar y en los pedales se aplicarán pares de fuerzas para conseguir el efecto deseado.

Ilustración 2: Aplicación de fuerzas en la bicicleta



Fuente: Pérez, 2015.

Modificado por: Sebastián Andrade

De acuerdo al Organismo Internacional de Normalización (ISO) y a los reglamentos de la Unión Ciclista Internacional (UCI), se establece que: El efecto de la fuerza realizada dependerá de su magnitud y de su distancia al eje de movimiento. De manera teórica, para girar el manillar o pedalear con el mínimo esfuerzo posible, sería necesario aplicar las fuerzas lo más alejado del eje posible, sin embargo, no es factible por series de limitaciones anatómicas y reglamentarias.

Además de las recomendaciones de los organismos internacionales, en lo relativo a la aplicación de fuerza en el pedaleo, es necesario considerar otros aspectos que potenciarían el esfuerzo que realiza el ciclista (Martínez, 2016). A continuación se detalla los principales parámetros:

- Trabajo: Se entenderá como las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. Realizar un trabajo determinado es el producto de la magnitud de la fuerza por la distancia que recorre el cuerpo, siempre que la dirección y sentido de la fuerza coincidan con la dirección y sentido del desplazamiento.
- Trabajo perdido: A pesar de que la bicicleta es considerada una máquina eficiente, no todo el trabajo aplicado por el ciclista es aprovechado. A esta falta de aprovechamiento se lo conoce como trabajo perdido y las causas de esta pérdida son: la energía de rotación, el rozamiento, la resistencia del aire, la potencia, la eficiencia del pedaleo.
- Maximización de la potencia: Se refiere a una acción de carácter cíclico, que se fundamenta en una cadena cinética cerrada y/o empuje. Generalmente, se emplea la trayectoria de la biela como elemento de referencia para definir las fases de pedaleo. Se comprenderá como un ciclo de pedal a la circunferencia delimitada por el giro de la biela.

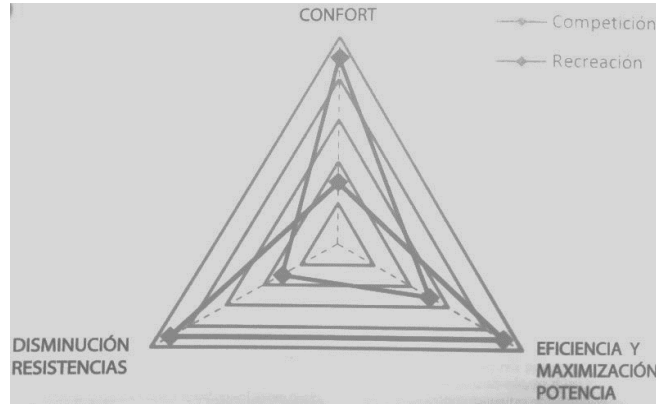
2.3.1 Fases del Pedaleo

En lo que se refiere a las fases de pedaleo, existe una clasificación sintética:

- Punto muerto: (superior-biela 0° e inferior biela 180°)
- Fase activa: donde se produce la mayor potencia
- Fase de recobro: (posterior – biela 270°). Ocurre antes de reanudar nuevamente el ciclo de pedaleo.

En lo referente a la participación de los diferentes grupos musculares en las articulaciones más determinantes:

Ilustración 3: Fases del pedaleo



Fuente: Pérez, 2015

Modificado por: Sebastián Andrade

Pero, la interacción que realizan los músculos con las articulaciones se debe entender desde la perspectiva del esfuerzo que se realiza en relación a las distintas fases de pedaleo (Pérez, 2015). Es así que se determina:

- De 20 grados a 145 grados: Se produce la extensión del muslo gracias a la acción del glúteo mayor y del tensor de la fascia lata e isquiotibiales. La extensión de la pierna se debe a la acción de los cuádriceps por medio del vasto externo y el crural. La extensión del pie se produce por la acción del tríceps sural con la colaboración de los grupos retro maleolares (interno y externo). Durante esta fase se produce la mayor cantidad de potencia del ciclo de pedaleo en el momento descendente.
- De ciento cuarenta y cinco grados a doscientos quince grados: Se observa como el pedal pasa de la fase oblicua a la horizontal, siendo el instante de transición en donde existe un momento de máxima coordinación entre la musculatura agonista y antagonista. Esta fase se conoce como “punto muerto” de la acción de pedaleo, y es un momento de inversión donde se pasa de completar la extensión del miembro inferior y se inicia la flexión del mismo. Se puede dividir en dos subfases: 1) de ciento cuarenta y cinco grados a ciento ochenta grados: con una extensión del tobillo por la acción del sóleo, y 2) de ciento ochenta grados a doscientos quince grados: con una flexión activa del miembro inferior, donde la pierna se flexiona de ciento cincuenta grados a ciento treinta y cinco grados sobre el pie. La rodilla también se flexiona en este caso sobre el muslo y pasa de ciento cincuenta grados a ciento treinta y cinco grados sobre el pie; la rodilla también se flexiona

en este caso sobre el muslo y pasa de ciento cincuenta grados a ciento veinte y cinco grados.

- De los doscientos quince grados a los trescientos veinte y cinco grados: Se produce el recobro del miembro inferior. Este momento del ciclo supone una fase de escaso rendimiento, pues existe una subfase activa y otra pasiva, donde se producen movimientos de elevación del pie. En dicha fase la musculatura empleada carece de potencia, porque debe actuar en contra de la fuerza de la gravedad. El pie en este momento flexiona quince grados en el tobillo. La flexión del muslo se realiza mediante la acción del psoas iliaco, el recto anterior y el sartorio. La pierna se flexiona mediante la activación de los músculos isquiotibiales, poplíteos y bíceps femoral. De esta forma el pie se flexiona gracias a la acción del tibial anterior, el extensor común de los dedos y el extensor propio del primer dedo.
- En la última parte del pedaleo es similar a la fase descrita como transición. En este caso, de la fase de recobro a la fase de empuje se produce un corto periodo de punto muerto. En esta fase, la amplitud de movimientos de la rodilla y de la cadera es mínima, mientras que la del pie es grande al pasar de estar extendido a ciento cuarenta grados y a una flexión de ciento cinco grados.

Las variables más importantes que afectan el pedaleo y/o postura del ciclista, y con ello a la transferencia de energía desde el cuerpo humano hasta la bicicleta se puede destacar: la cadencia de pedaleo, altura del sillín, longitud de biela y la interfaz pie-pedal (Pérez, 2015).

2.3.2. Análisis Biomecánico

2.3.2.1 El Apoyo del Pie

El ajuste más importante que debemos hacer en las calas es determinar donde las situamos en cuanto al ajuste anteroposterior, es decir, hacia la punta o hacia el talón.

El ajuste tradicional de las calas se basaba en situar la cabeza del primer metatarso (vulgarmente conocido como juanete) directamente sobre el eje del pedal. El sistema de pedales

de calas (o en inglés conocido como *cleats*) es un procedimiento que se emplea en la práctica ciclista, sobretodo en modalidades como ruta y *cross country*. Se compone de dos partes:

- El primero se fundamenta en un mecanismo de bloqueo, el cual se activa al hacer presión y está incorporado al pedal.
- El segundo se encuentra en las zapatillas. Estas tienen adheridas en su suela una platina que se acopla en el pedal y se mantiene adherido a este.

Ilustración 4: Sistema de calas para bicicleta de ruta Shimano



Fuente: Portal web www.noticiclismo.com

Modificado por: Sebastián Andrade

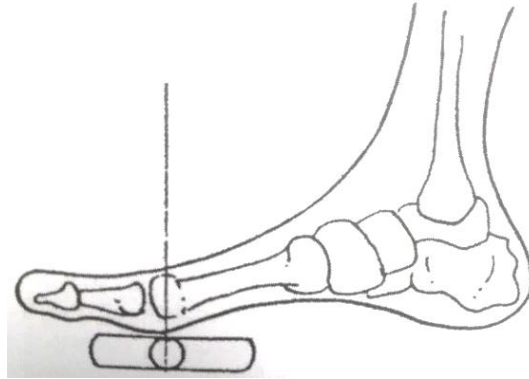
De acuerdo al portal web labicikleta.com, el uso de calas provee al ciclista de elementos adicionales para mejorar su rendimiento y darle estabilidad durante el pedaleo. Los beneficios de la utilización de calas en la práctica ciclista son:

- El pedaleo es más eficiente
- Permiten una buena posición de los pies
- Brindan estabilidad en los pies
- Mejoran la potencia del pedaleo
- Ofrecen mayor control

De acuerdo a la experiencia de ciclistas profesionales, se puede afirmar que el pedaleo es más natural y efectivo cuando se sitúa la cala más retrasada en la zapatilla. Esto ocurre cuando

la biela está situada en posición horizontal, es decir, en el momento en que se aplica más fuerza sobre el pedal.

Ilustración 5: Colocación correcta de la cala de pedal



Fuente: Pérez, 2015

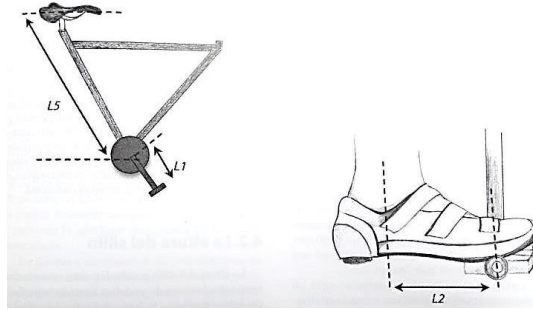
Modificado por: Sebastián Andrade

De esta forma, el eje del pedal queda entre cinco y doce milímetros por detrás de la cabeza del primer metatarso, cuando se coloca el pie plano y la biela en posición horizontal. De esta forma se asume que se realiza un pedaleo más natural (Martínez, 2016).

En lo que respecta al movimiento de los tobillos y las rodillas: Esto se consigue manipulando la altura del sillín, es decir, si está demasiado alto, es como si se estuviese andando de puntillas, lo cual generaría una gran fatiga en los gemelos. Pero si por el contrario, el sillín está demasiado bajo, sería el equivalente a caminar en cuclillas, es decir, se acumularía una gran fatiga en los cuádriceps (Martínez, 2016).

¿Qué es lo recomendable? Hacer una medición de los ángulos de trabajo de ambas articulaciones de forma dinámica. Pero, medir el ángulo de la rodilla no es suficiente, también es importante controlar la posición del tobillo.

Ilustración 6: Posiciones ideales de sillín y tobillo



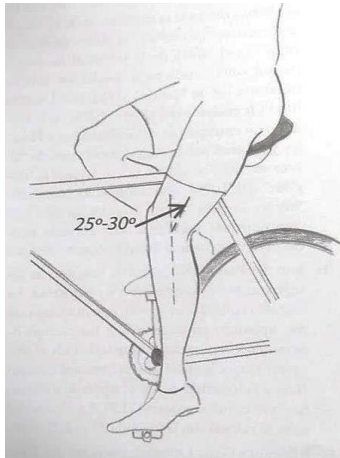
Fuente: Pérez, 2015

Modificado por: Sebastián Andrade

Otro ajuste que se debe considerar es la distribución del peso y aplicación de la fuerza. Para cumplir con este arreglo, se debe tomar en cuenta la posición del sillín en su ajuste horizontal, es decir, si lo desplazamos hacia delante o hacia atrás. La idea principal es tratar de situar el eje de la rodilla sobre el eje del pedal cuando la biela está en posición horizontal, que es el momento en que más fuerza se ejerce sobre el pedal.

Este ajuste tradicionalmente se ha realizado colocando una plomada en algún punto de la rodilla para ver su posición respecto al eje del pedal como lo indica la Ilustración 7.

Ilustración 7: Método para tomar altura del sillín



Fuente: Pérez, 2015

Modificado por: Sebastián Andrade

La colocación del sillín determina en gran medida donde se localizará el centro de gravedad del ciclista (porcentaje del peso del ciclista que estará soportado por el sillín y el manillar). Cuanto más adelantado esté el sillín, más peso tendrán que soportar las manos y los brazos.

Otros ajustes determinantes son: el alcance y la altura del manillar. Lo que busca el ajuste de la posición del manillar es proveer el equilibrio entre la comodidad y la eficiencia. Para alcanzar este objetivo, el manillar tiene que estar lo suficientemente erguido para que sea una posición cómoda y lo suficientemente tumbado para que sea una buena posición aerodinámica. Este ajuste estará determinado por tres componentes: longitud del cuadro (reach), longitud de la potencia y avance del manillar (distancia horizontal entre el centro del mismo y las manetas) (Martínez, 2016).

Cuando se habla de comodidad, lo que se busca es una posición en la que los codos estén relajados y con una ligera flexión. También es importante que los hombros estén relajados, se debe evitar el exceso de tensión para mantener la posición del tronco. Las manos deben estar colocadas permanentemente en las manetas, puesto que es la posición más cómoda para la mano, así como para cambiar y frenar (Martínez, 2016).

Para una mejor comprensión de los temas antes expuestos, la tabla 1 recoge los distintos ángulos de flexión y extensión de rodilla. Además se describe las medidas adecuadas para flexión y extensión:

- En sus puntos máximos denominados: posición 3.
- En punto para la flexión máxima y adecuada: posición 6.
- En punto para la extensión máxima y adecuada.

Estos nombres se los toma en relación a la posición de las manecillas del reloj. Adicional a esto, se considera las angulaciones en posición estática y posición dinámica, los ángulos correctos de cadera y tobillo como principio para una buena alineación de la rodilla.

A continuación, se describe la tabla con las medidas propuestas por Rico Bini y Hume en el 2016 en su estudio.

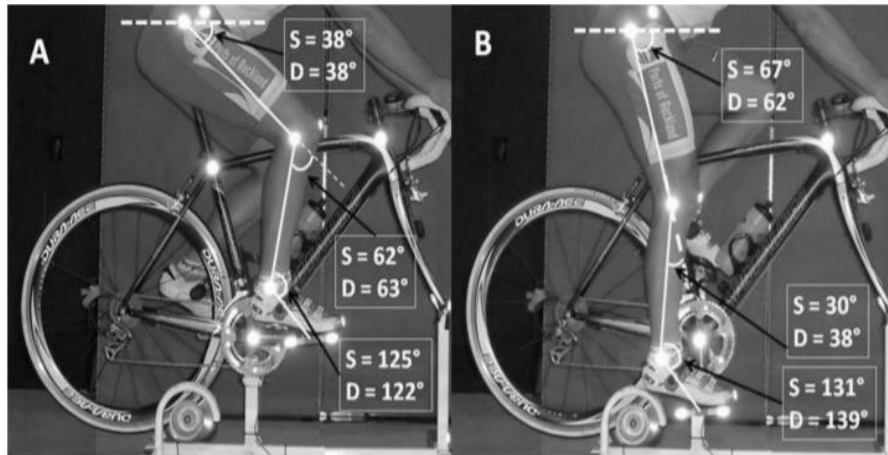
Tabla 1: Descripción De Ángulos Ideales Para La Cadera, Rodilla Y Tobillo En Posiciones Estáticas Y Dinámicas De Flexión (3 En Punto) Y Extensión (6 En Punto)

	Static angle (degrees)	Dynamic angle (degrees)	Degrees
3 o'clock crank position			
Hip angle	38 ± 1.3	38 ± 1.1	0.3 ± 1.1
Knee angle	62 ± 1.7	63 ± 1.5	1.1 ± 1.6
Ankle angle	125 ± 2.4	122 ± 2.2	2.5 ± 2.5
6 o'clock crank position			
Hip angle	67 ± 1.8	62 ± 1.4	4.9 ± 1.1
Knee angle	30 ± 2.4	38 ± 1.5	8.1 ± 1.9
Ankle angle	131 ± 2.1	139 ± 2.4	8.5 ± 1.9

Fuente: Rico Bini y Hume, 2016

Modificado por: Sebastián Andrade

Ilustración 8: Descripción de ángulos ideales de alineación de rodilla



El gráfico A describe en flexión 3 en punto y el gráfico B denominamos en extensión 6 en punto. (S) se toma en consideración en posición estática y (D) en dinámica.

Fuente: Rico Bini y Hume, 2016

Modificado por: Sebastián Andrade

2.4. La Bicicleta de Ruta como Instrumento

2.4.1. Descripción y Características

Las descripciones que se realizarán a continuación pueden variar de país a país, todo dependerá de los requerimientos del ciclista y de las condiciones físico-climatológicas en las que se realizará la práctica ciclística (Pérez, 2015).

Las bicicletas de ruta o de carreras son bicicletas diseñadas para la velocidad. Los cuadros de las bicicletas de ruta son ligeros y en la actualidad son construidos en aluminio o en fibra de carbón, aunque es posible encontrar algunos cuadros de acero o de titanio. Existen modelos con geometría no tan compleja, diseñado para quienes quieren hacer ejercicio. Los cuadros diseñados para alto rendimiento utilizan geometrías más agresivas, en donde él o la ciclista adoptan una postura más aerodinámica con el torso inclinado hacia delante.

Las bicicletas de ruta utilizan el tipo de manubrio conocido como *Dropbar*. Estos tipos de manubrio ofrecen diferentes posturas para un mayor confort y eficiencia en diferentes condiciones del pedaleo. No obstante, es posible encontrar bicicletas de ruta con manubrios rectos, especialmente cómodos para quien usa la bicicleta para desplazarse en la ciudad.

Otra característica de estas bicicletas son sus aros y llantas delgadas. Hace algunos años todavía era común encontrar llantas de dieciocho milímetros de ancho, pero actualmente la norma dice que las llantas deben tener entre veintitrés a veinticinco milímetros de ancho. Al estar diseñadas para usarse en caminos pavimentados y ser ligeras, sus ruedas suelen estar construidas con menos radios (rayos) que otro tipo de bicicletas. Esto las hace menos robustas por lo que no se recomiendan para cargar demasiado peso.

Las bicicletas de ruta generalmente vienen equipadas con dos platos. Para las bicicletas de alto rendimiento lo común es 53/39T (T=número de dientes). Otras bicicletas de ruta, para un uso más general, usan platos de 50/34T, conocido como “*compact setup*” el cual facilita el subir pendientes. Otros modelos de gama media-baja utilizan platos triples con un rango de velocidades aún más amplio. Sin embargo, estas configuraciones están desapareciendo poco a poco ya que son más pesadas. Las bicis de carreras normalmente se encuentran con 9 a 11 piñones y con velocidades poco espaciadas, ideales para mantener una cadencia óptima.

En el estudio del 2008, realizado en España por Gómez-Puertoa, et al., acerca del ajuste de la bicicleta en la prevención de lesiones, detalla que “las formas de prevención pasan por modificar el gesto deportivo y cumplir con las reglas básicas para una posición correcta sobre la bicicleta”.

Además, el margen en las modificaciones que se pueden realizar en la configuración de la bicicleta a este nivel es estrecho. De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se ha demostrado que cambios amplios en el reglaje de la bicicleta pueden afectar a la cadena cinética y a la eficiencia de pedaleo. Sin embargo, no se establece claramente si pequeños ajustes de factores como la altura del sillín o la longitud de la biela, adjudicado a ciclistas de alto nivel, realmente afectan a la biomecánica y la eficiencia de pedaleo.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Hipótesis

Un correcto ajuste biomecánico de la bicicleta modifica los ángulos de la rodilla por lo que se evita desgaste en la articulación, se mejora la sensación de dolor y se reduce la incidencia de lesiones.

3.2. Variables

Tabla 2: Operacionalización de Variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores	Escala
Edad	Rangos de edad que tienen los individuos examinados	-Esfuerzos -Desgaste articular -Envejecimiento orgánico -Aumento o disminución de masa muscular	Factores que se presentan en el cuerpo de las personas a medida que a los años avanzan.	Escala de dolor EVA	Cuantitativa
Sexo	Es la condición orgánica que distingue al hombre de la mujer y puede ser femenino o masculino	- Hombre - Mujer	Femenino: género gramatical; propio de la mujer. Masculino: género gramatical, propio del hombre.	Masculino Femenino	Encuesta
Lesiones de rodilla	Diagnósticos previos presentados por los participantes en el estudio que estén involucrados directamente con el uso de la bicicleta	-Meniscopatías -Tendinitis rotuliana -Condromalacia rotuliana -Artrosis de rodilla -Bursitis de Rodilla	Patologías que se presentan en el cuerpo de las personas expuestas a las exigencias de una actividad física constante	Escala de dolor EVA	Cuantitativa

		-Dolor de Rodilla no diagnosticado			
Alineación incorrecta de rodilla	Se aplican datos del cuadro de referencia en posición de flexión y extensión. También se considera la medida de valgo y varo de rodilla	-Flexión de Rodilla a las 3 en punto -Extensión de rodilla a las 6 en punto	Posturas de la rodilla cuando se realiza un movimiento motriz	Software 4D capture	Cuantitativa Cualitativo

3.3. Metodología

Este estudio es de tipo transversal, observacional y comparativo. En el que se observaron y midieron los diferentes ángulos en la rodilla, antes y después de la aplicación de los ajustes biomecánicos en deportistas de la disciplina de ciclismo de ruta, nivel amateur del equipo “Alma Team”.

3.4. Población y Muestra

El universo de la investigación constó de 54 atletas de sexo masculino y femenino que realizan ciclismo de ruta, en la ciudad de Quito. Considerando el universo, se seleccionó de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión una muestra de 30 atletas de sexo masculino y femenino.

3.5. Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión

- Ciclistas de 20 a 40 años de edad.
- Ciclistas que no han sido evaluados mediante un análisis biomecánico
- Ciclistas con patologías preexistentes de rodillas
- Ciclistas que al momento de pedalear usan zapatos de ciclismo con calas.

Exclusión

- Ciclistas que presentan molestias o lesiones en zona cervical, lumbar, cadera por desgaste en zonas que no sean las rodillas.
- Ciclistas que tengan valgo de rodillas por proceso de hiperlaxitud.

- Ciclistas que se encuentran fuera del DM Quito.
- Ciclistas que realizan un trabajo de entrenamiento menor a ocho horas semanales.

3.6. Fuentes, Técnicas e Instrumentos

3.6.1. Fuente

La información de esta investigación provino de fuentes primarias como: historia clínica personal y tablas de resultados del software *Fit4Bike Capture*. Fuentes secundarias como: libros y *papers* que proporcionaron información sobre el tema de estudio.

3.6.2. Técnicas

Observación directa del participante en consulta (se realiza la respectiva anamnesis). Se realiza las pruebas semiológicas de rodilla como cajón anterior y posterior, bostezo medial y lateral, prueba de Appley y de Mac Murray. Finalmente se resuelve el test EVA con el paciente.

Análisis de los resultados obtenidos mediante la aplicación del software *Fit4Bike Capture*.

3.6.3. Instrumentos

- Se usa el Software *Fit4Bike Capture*, que codifica la posición y biomecánica del ciclista. El programa está integrado por: cuatro cámaras IR de captura de movimiento, set de marcadores reflectantes para ciclista, set de marcadores reflectantes para bicicleta, marcadores de cala, herramienta de calibración, 1175 (*58 Fitting*), adhesivos de velcro para marcadores, puerto USB más conectores.
- Una encuesta de malestar y dolor de ciclistas adaptada para este estudio y a las necesidades de los ciclistas del equipo.

3.7 Plan de Recolección de Datos

3.7.1. Procedimiento

- Colocar la bicicleta sobre rodillos de pedaleo para la simulación de pedaleo.
- Colocar pegatinas tipo velcro en puntos específicos para captura de movimiento.
- El paciente se coloca en la bicicleta y pedalea durante 30 minutos en varias fases para la captura de ángulos de flexión y extensión de la rodilla.
- Se solicita al paciente bajar de la bicicleta y se procede a regular la bicicleta según los datos obtenidos para mejorar la postura del ciclista.
- El paciente vuelve a la bicicleta y se realiza un pedaleo de diez minutos para comprobación de ángulos y comodidad del ciclista.
- Pasados 30 días se realiza nuevamente los tres primeros pasos descritos para comprobar, mediante escala de EVA, si hay una disminución en la sintomatología del dolor y mejoría en la biomecánica del pedaleo en el ciclista.

3.7.2. Procedimiento de Medición

En el ciclista con indumentaria corta y descubierta, se coloca los *stickers* que servirán de referencia para trazar los ángulos, estos se colocan en los siguientes puntos (Fit4bike, 2017):

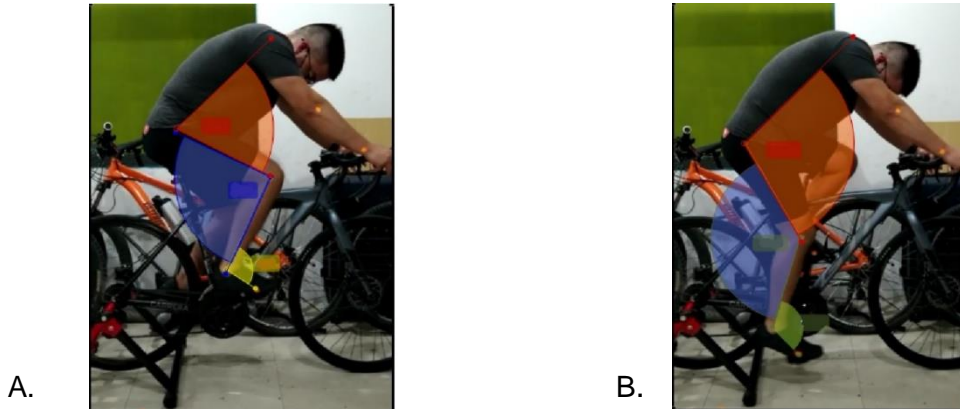
- Lateral: se coloca en espina iliaca anterosuperior (cadera).
- Cóndilo lateral del fémur: se coloca en la rodilla.
- Maléolo externo del peroné: se coloca en el tobillo.

Con los instrumentos en posición, el ciclista empieza a pedalear en la bicicleta durante un tiempo aproximado de 15 minutos de calentamiento a 90 revoluciones por minuto (rpm). En marcha 4 o 5, dependiendo de la capacidad del paciente. Después se sube la intensidad a 150 rpm, a marcha 7-8 dependiendo de la capacidad del paciente.

Se simula un sprint durante 10 minutos y se toma las capturas necesarias en video en todos los ángulos (anterior, posterior, lateral derecha). Luego se realiza un pedaleo final de 5 minutos a 50 rpm con marcha 4-5.

Luego con el programa Capture se procede a realizar el análisis de las mediciones, principalmente las relacionadas a: flexión (Graf. 9.A), extensión (Graf. 9.B), valgo y varo de la rodilla del ciclista.

Ilustración 9: Mediciones en rodilla



Fuente: Software *Fit4Bike Capture*
Modificado por: Sebastián Andrade

Realizado el análisis, se procede a los ajustes necesarios como: altura de poste de asiento, ángulo del asiento, distancia de la medida del asiento–codo del volante, regulación de calas (trabas) de los zapatos del ciclista.

Treinta días después de realizados los ajustes en la bicicleta, se realiza la segunda toma de datos y se repite los procedimientos antes descritos para la toma de datos.

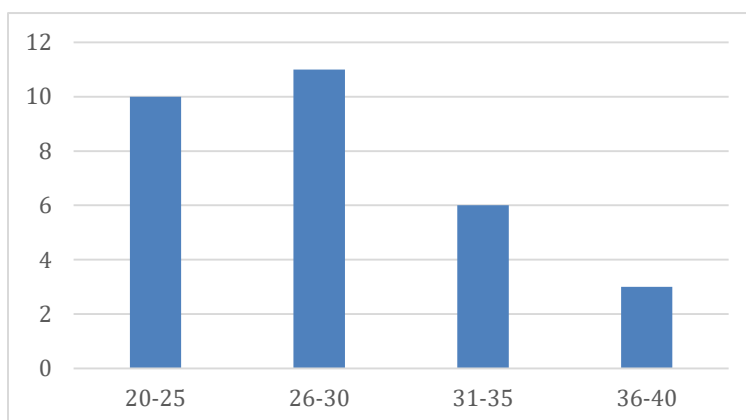
Se confirma las angulaciones normales de la rodilla y observa si no hay cambios en las configuraciones establecidas. Finalmente se procede a evaluar mediante escala de EVA para medir la intensidad del dolor en la rodilla.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE DATOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de Datos y Resultados

En el análisis realizado se determinó: Existe un predominio de edad entre 20 a 25 años (10 personas). Estos individuos presentan un aumento en la masa muscular lo que conlleva a un menor esfuerzo; también presentan menor envejecimiento orgánico. En el rango de entre 26 a 30 años (11 personas), presentan un aumento moderado en su masa muscular y los primeros signos de envejecimiento orgánico. En los rangos de edad entre 31 a 35 años (6) y de 36 a 40 años (3) presentan una disminución en la masa muscular y hay presencia de envejecimiento orgánico.

Gráfico 1: Rango de Edad

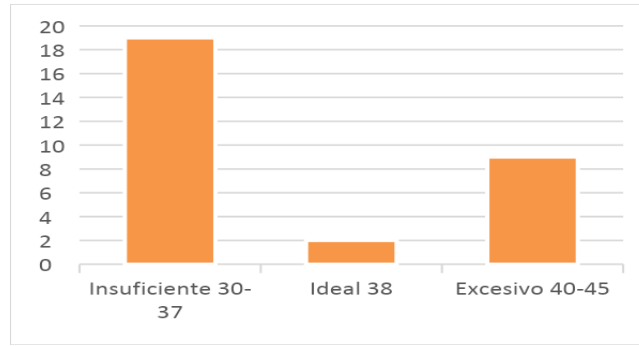


Fuente: Encuesta realizada a los participantes

Elaborado por: Sebastián Andrade

La población de muestra fue sometida al estudio de ángulos de flexión inicial en posición 3 en punto. De acuerdo al análisis se desprende que: el 63% de los participantes (19 personas) presentan un ángulo insuficiente. El 7% (2 personas) presentan un ángulo ideal, mientras que el 30% (9) presentan un ángulo excesivo.

Gráfico 2: Ángulos de flexión inicial posición 3 en punto

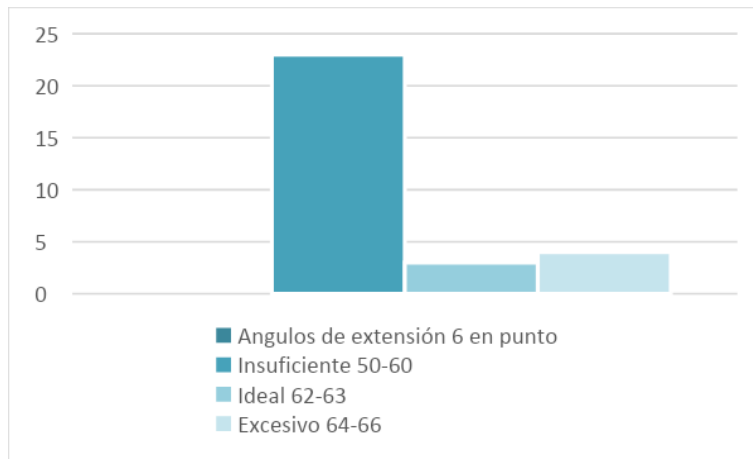


Fuente: Software *Fit4Bike Capture*

Autor: Sebastián Andrade

La población de muestra fue sometida al estudio de ángulos de flexión inicial en posición 6 en punto. De acuerdo al análisis se desprende que: el 77% de los participantes (23 personas) presentan un ángulo insuficiente. El 10% (3 personas) presentan un ángulo ideal, mientras que el 13% (4) presentan un ángulo excesivo.

Gráfico 3: Ángulos de extensión inicial posición 6 en punto

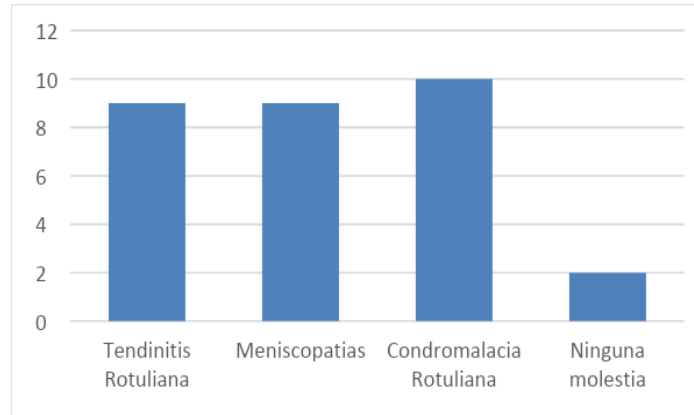


Fuente: Población de muestra – Equipo Alma Team

Autor: Sebastián Andrade

La población de muestra fue diagnosticada previo a los estudios de angulación. Los deportistas presentan las siguientes lesiones: el 30% de los participantes (9 personas) presentan Tendinitis Rotuliana. Otro 30% (9 personas) presentan Meniscopatías. El 33% (10 personas) presentan Condromalacia Rotuliana, mientras que el 7% (2) no presentan ninguna lesión.

Gráfico 4: Diagnósticos encontrados

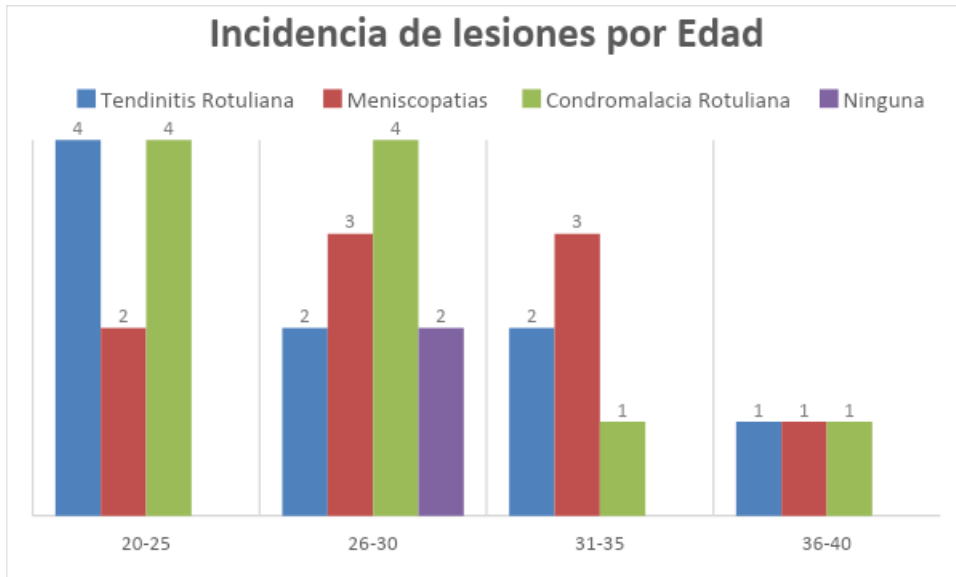


Fuente: Historias clínicas de los participantes
Autor: Sebastián Andrade

De acuerdo al entrecruzamiento de variables entre edad y lesiones preexistentes se llegó a determinar que:

- En el rango de 20 a 25 años hay 10 personas, de las cuales: 4 presentan Tendinitis Rotuliana, 4 con Condromalacia Rotuliana y 2 con Meniscopatías.
- En el rango de 26 a 30 años hay 11 personas, de las cuales: 2 presentan Tendinitis Rotuliana, 3 con Meniscopatías., 4 con Condromalacia Rotuliana y 2 no presentan lesiones.
- En el rango de 31 a 35 años hay 6 personas, de las cuales: 2 presentan Tendinitis Rotuliana, 3 con Meniscopatías y 1 con Condromalacia Rotuliana
- En el rango de 36 a 40 años hay 3 personas, de las cuales: 1 con Tendinitis Rotuliana, 1 con Meniscopatía y 1 con Condromalacia Rotuliana.

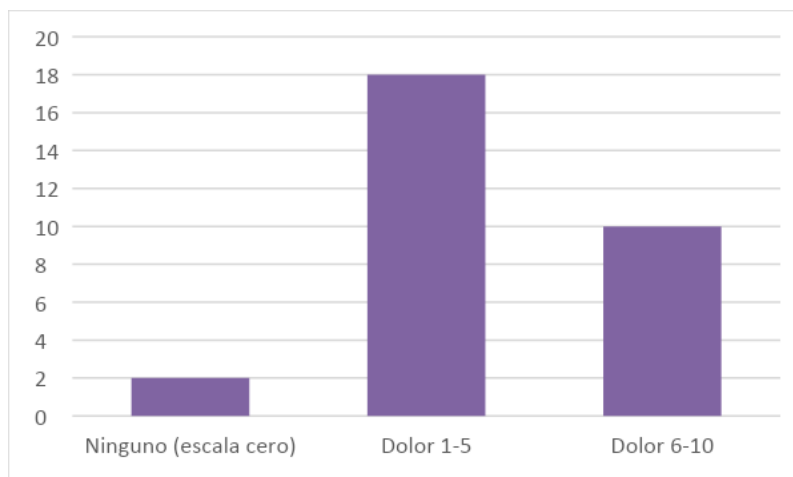
Gráfico 5: Incidencia de lesiones por edad



Fuente: Población de muestra – Equipo Alma Team
Autor: Sebastián Andrade

Escala de EVA tomada a los participantes en pruebas de laboratorio, donde se observa que 2 personas no presentan molestia, 18 personas tienen dolor dentro del rango del 1 al 5 y 10 personas presentan molestias dentro del rango del 6 al 10 arrojando un dato importante sobre la incidencia de la alineación biomecánica con el dolor de rodilla y la cantidad de la muestra afectada

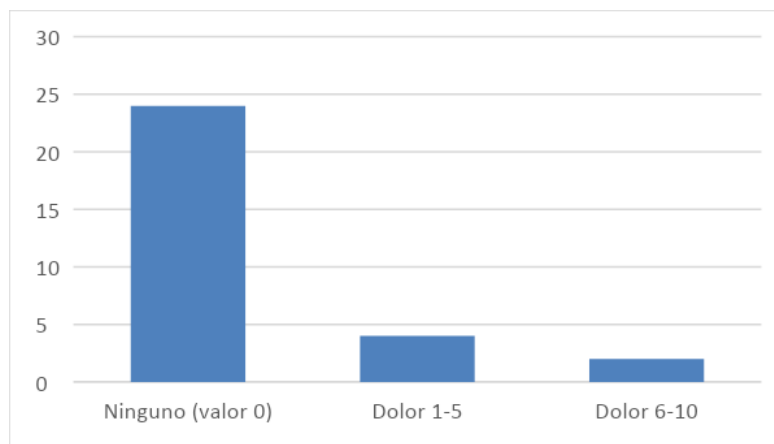
Gráfico 6: Escala EVA pre ajustes biomecánicos



Fuente: Sebastián Andrade
Autor: Sebastián Andrade

Escala de EVA tomada a los participantes en pruebas de laboratorio, donde se observa que 24 personas no presentan molestia, 4 participantes tienen dolor dentro del rango del 1 al 5 y 2 ciclistas presentan molestias dentro del rango del 6 al 10, de manera que la población de muestra mejoró sus síntomas de manera efectiva con una buena alineación biomecánica.

Gráfico 7: Escala EVA post ajustes biomecánicos



Fuente: Sebastián Andrade
Autor: Sebastián Andrade

4.2. Discusión

Los resultados de esta investigación se compararán con el estudio presentado por Bini, Hummel y Croft (2011). El mismo que destaca que una alineación del 5% del asiento hacia adelante puede corregir la postura lumbar y por ende, toda la angulación de la rodilla. Durante la fase práctica del estudio se observó una adecuada corrección en los ángulos de flexión y extensión de la rodilla, en función a la altura del asiento.

En el estudio también se consideran como parámetros: los métodos LeMond y el método del talón para alinear el asiento en su altura. Estos métodos son considerados empíricos, puesto que sus resultados no son exactos en lo relativo al ángulo de flexión y extensión de la rodilla. Se presume que la falla en estos métodos es porque están basados en la longitud total del miembro inferior y no toman en cuenta las variaciones individuales en la longitud del fémur, la tibia y el pie.

Considerando las falencias del estudio antes descrito, las mediciones en el presente estudio se realizaron mediante sensores y software especializado brindando una mayor exactitud de medición. Además, para el presente estudio se incorpora un diferente valor de revoluciones por minuto (90 rpm), a diferencia de los parámetros utilizados en el estudio de Bini, Hummel y Croft (70 rpm).

Otra modificación que se realiza en la presente investigación es el tiempo de pedaleo que realizan los participantes. En el estudio de Bini, Hummel y Croft se considera un tiempo indefinido hasta que se cansen los participantes, mientras se miden parámetros como VO₂ y fuerza aplicada al pedal. Además, al no existir condiciones de calentamiento previo, se determinaría diferentes parámetros de fuerza y resistencia. Para nuestras condiciones de experimentación se aplica el siguiente protocolo:

- Se realiza una sesión de 15 minutos a 90 rpm.
- Se sube a 150 rpm durante 10 minutos.
- Para finalizar la sesión: se pedalea durante 5 minutos a 90 rpm.

La modificación realizada en nuestro procedimiento refleja un resultado más efectivo y rápido para el apareamiento de los síntomas de dolor en los participantes, puesto que se está recreando condiciones de competición en el laboratorio. No se subestima los valores de VO₂ y fuerza aplicada al pedal, pero se considera que no son valores relevantes para el estudio.

En nuestro procedimiento, se desarrolló de manera más simplificada las mediciones obteniendo resultados muy similares al estudio realizado por Johnston, Baskins, Koppel, Oliver, Stieber, Hoglund, (2017). Donde realizan un análisis más profundo de la rodilla midiendo la fuerza con potenciómetros y analizando con electromiografía, encontraron los mismos resultados del presente estudio donde la altura del sillín se estableció en la posición óptima de manera estática.

Pero también analizaron otras estructuras como la pelvis que un movimiento lateral de esta articulación afectaría directamente sobre la rodilla, caso que sucede en ciclistas recreativos. Como consecuencia la musculatura del cuádriceps se desalinea produciendo afectaciones en la rodilla. Hallazgo que también se encontró en los participantes de nuestro estudio.

En este estudio también se observaron mayores momentos extensores y momentos flexores reducidos cuando la altura del sillín estaba en posición baja en comparación de la tuberosidad isquiática al maléolo medial. Un comportamiento opuesto se observó con una silla alta en relacionado a la tuberosidad isquiática, en comparación con la posición inicial antes del estudio. Estos cambios derivaron en un mejor confort de los ciclistas y por ende una mejoría en los síntomas de dolor, que en la práctica arroja un resultado favorable en el estudio.

CONCLUSIONES

Después de los estudios realizados y los resultados comparados, se puede establecer que existe una relación entre la reducción de síntomas de dolor en la rodilla con los ajustes biomecánicos necesarios, en especial los ciclistas que venían acarreado este tipo de problemas por no tener un ajuste biomecánico en sus bicicletas.

Antes de realizar el presente estudio, los participantes presentaban los siguientes indicadores: el 7% de la población (2 personas) se encontraban en la escala 0 (ningún dolor), el 60% (18 personas) estaban en la escala de dolor de 1 a 5, y finalmente, el 33% (10 personas) estaban en la escala de dolor de 6 a 10.

Una vez realizados los ajustes biomecánicos en los participantes, los indicadores que se obtenidos fueron: el 80% de la población (24 personas) se encontraban en la escala 0 (ningún dolor), el 13% (4 personas) estaban en la escala de dolor de 1 a 5, y finalmente, el 7% (2 personas) estaban en la escala de dolor de 6 a 10.

El hecho de trabajar sobre su biomecánica en la bicicleta y observar un cambio en su sintomatología, en el presente estudio se observó que trabajar sobre la biomecánica del ciclista produjo cambios en la sintomatología preexistente, por lo que se podría incluir al análisis biomecánico como parte del tratamiento fisioterapéutico, lo que no quiere decir que sea un tratamiento completo para las lesiones existentes.

El fisioterapeuta debe ser el encargado de supervisar, sugerir y aplicar diferentes técnicas y ejercicios de acuerdo a su criterio para un buen tratamiento.

Con la aplicación de los ajustes biomecánicos, los participantes encontraron una mejoría en los síntomas de dolor de rodilla. Aunque también encontraron mejoría en molestias que no se consideraron como parte del estudio, estos dolores son: lumbares, molestias cervicales y sobrecargas musculares inadecuadas. Un futuro estudio debería ahondar en la temática de lesiones lumbares puesto que están correlacionadas a la mala postura en la bicicleta.

RECOMENDACIONES

- Además de los estudios de flexión y extensión se debería considerar estudios en el valgo y el varo de los ciclistas sobre la bicicleta, como parte de los ajustes biomecánicos. Porque si no existe una corrección para un pedaleo eficiente con los ajustes biomecánicos, se debería analizar la posibilidad de usar plantillas en los zapatos con los ajustes necesarios para poder corregir el valgo no corregido con el ajuste.
- Promover este tipo de procedimientos en temas de salud ocupacional de ciclistas, como por ejemplo bici mensajeros. La aplicación de estas prácticas mejoraría su ámbito laboral previniendo lesiones y enfermedades producidas por su trabajo, que lo realizan en una posición inadecuada.
- Estos procedimientos también son de utilidad en ciclismo recreacional, puesto que el mundo vive una pandemia y el uso de la bicicleta se ha convertido en una herramienta importante de movilización y generadora de fuentes de trabajo. Esto evitaría que el común de las personas experimenten dolores que conlleven a lesiones.
- Se aplicó el análisis biomecánico como mecanismo para prevenir lesiones de rodilla, aunque también es extensivo y se lo podría aplicar también como un método preventivo de lesiones lumbares, lesiones cervicales e inclusive lesiones en articulaciones del miembro superior que son producidas por mala posición sobre la bicicleta.

BIBLIOGRAFÍA

- Asplund, C., & St Pierre, P. (2004). **Knee pain and bicycling: fitting concepts for clinicians. The Physician and sportsmedicine.** 32(4), 23-30.
- Ayachi, F. S., Dorey, J., & Guastavino, C. (2015). **Identifying factors of bicycle comfort: an online survey with enthusiast cyclists. Applied ergonomics.** 46, 124-136.
- Bini, R., Hume, P. A., & Croft, J. L. (2011). **Effects of bicycle saddle height on knee injury risk and cycling performance.** Sports medicine. 41(6), 463-476.
- Deakon, R. T. (2012). **Chronic musculoskeletal conditions associated with the cycling segment of the triathlon; prevention and treatment with an emphasis on proper bicycle fitting.** Sports medicine and arthroscopy review. 20(4), 200-205.
- Del Blanco, P. A., & López, J. G. (2016). **Análisis cinemático del pedaleo ciclista mediante sistemas de captura del movimiento en 2D y 3D.** Universidad de León.
- Fit4bike.com. (2017). **Fit4bike I Bike fitting education, services and products.** Tomado de: <https://www.fit4bike.com/es/productoplus/3d-motion-capture>
- FitzGibbon, S., Vicenzino, B., & Sisto, S. A. (2016). **Intervention at the foot-shoe-pedal interface in competitive cyclists. International journal of sports physical therapy.** 11(4), 637.
- García, C. A. (2015). **Etiología de las lesiones del ciclismo y sus tratamientos.** El Peu, 36(2), 44-53.
- Gómez-Puerto, J. R., Da Silva-Grigoletto, M., Viana-Montaner, B. H., Vaamonde, D., & Alvero-Cruz, J. R. (2008). **La importancia de los ajustes de la bicicleta en la prevención de las lesiones en el ciclismo: aplicaciones prácticas.** Revista Andaluza de Medicina Del Deporte, 1(2).
- Hsiao, S. W., Chen, R. Q., & Leng, W. L. (2015). **Applying riding-posture optimization on bicycle frame design.** Applied ergonomics, 46, 69-79.
- <https://www.elcomercio.com/actualidad/bicicletas-transporte-quito-emergencia-coronavirus.html>

Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). (2016, 19 abril). **Infografías sobre el uso de bicicleta en la población ecuatoriana.** Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2017/170417.Bicicleta.pdf>

Johnston, T. E., Baskins, T. A., Koppel, R. V., Oliver, S. A., Stieber, D. J., & Hoglund, L. T. (2017). **The influence of extrinsic factors on knee biomechanics during cycling: a systematic review of the literature.** *International journal of sports physical therapy*, 12(7), 1023.

Kenyon, T. N. (2011). U.S. Patent No. 7,976,433. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Martínez Molina, A. (2016). **Biomecánica y rendimiento del pedaleo en una bicicleta.**

Moeslund, T. B., Granum, E. (2001). **A survey of computer vision-based human motion capture.** *Computer vision and image understanding*, 81(3), 231-268.

Pérez, S. P., Llana, B. S. (2015). **Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte.** Barcelona: Paidotribo.

Pueo, B., y Jimenez-Olmedo, J. M. (2017). **Application of motion capture technology for sport performance analysis.** *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (32).

Rivara, F. P., Thompson, D. C., Thompson, R. S. (2015). **Epidemiology of bicycle injuries and risk factors for serious injury.** *Injury prevention*, 21(1), 47-51.

Simms, C., & Ogden, D. (2007). U.S. Patent Application No. 11/235,990.

ANEXOS
Anexo 1: Ficha Clínica del Ciclista

FICHA CLÍNICA		
Fecha:		
Datos Generales:		
Nombres y Apellidos:		
Fecha de Nacimiento:	Edad:	Género:
Nacionalidad:	Lugar de Nacimiento:	
Residencia Actual:		
Estado Civil:	Nivel de Instrucción:	
Ocupación Actual:		
Lugar de trabajo:		
Grupo sanguíneo:	Dominancia:	
Teléfonos:	Fax/ e-mail:	

Anamnesis:	
Antecedentes patológicos personales:	
Antecedentes patológicos familiares:	
Hábitos:	Alimentación:
	Uso de Tabaco
	Alcohol

	Drogas
	Actividad física
	Sueño
	Medicación

Examen Fisioterapéutico:										
Sensibilidad										
Dolor										
Marcha										
Coordinación y Equilibrio										
Movilidad articular										
Fuerza muscular										
Sistema nervioso:										
Examen semiológico:										
Prueba de cepillo						Prueba de Bostezo Medial				
Prueba de Cajón Anterior						Prueba de Appley				
Prueba de Cajón Posterior						Prueba de Mc Murray				
Prueba de Bostezo Lateral										
Palpación:										
Escala de EVA Pre Ajuste										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Escala de EVA Post Ajuste										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Diagnóstico Fisioterapéutico										

Datos de Medición	
Altura:	
Talla de Bicicleta:	
Longitud de Humero:	
Longitud de Fémur:	
Longitud Miembro Superior	
Longitud Miembro Inferior:	
Talla de Calzado:	
Angulo de flexión máxima Pre Ajuste	
Angulo de Extensión máxima Pre Ajuste	
Valgo Pre Ajuste	
Varo Pre Ajuste	
Angulo de flexión máxima Pre Ajuste	
Angulo de Extensión máxima Pre Ajuste	
Valgo Post Ajuste	
Varo Post Ajuste	

Anexo 2: Formato de Encuestas de Molestias y Dolor Percibido por los Ciclistas

Encuesta de Malestar y Dolor percibido por los ciclistas.

Encuesta que se realiza a ciclistas de ruta con la finalidad de conocer mas aspectos sobre ajustes biomecanicos de los ciclistas en relación

***Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico *

Perfil de ciclista

2. Usa la bicicleta para transportarse diariamente

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

3. Cuantos días a la semana usa la bicicleta

Marca solo un óvalo.

- 1-2 días
 3-5 días
 5-7 días

4. Cuantas Horas a la semana usa la bicicleta

Marca solo un óvalo.

- 30 minutos
 1-3 horas
 3-5 horas
 6-8 horas
 Más de 8 horas

5. Cuantos Kilometros hace en bicicleta a la semana

Marca solo un óvalo.

- Menos de 30 Km
 30-60 Km
 60-90 Km
 Más de 90 Km

6. Cuantos años tiene de experiencia en el ciclismo

Marca solo un óvalo.

- Menos de 1 año
- 1 - 2 años
- 2 - 4 años
- 5 - 7 años
- Más de 7 años

7. Qué modalidad de ciclismo realiza con más frecuencia?

Marca solo un óvalo.

- Ruta
- Cross Country
- Enduro
- Ciclismo Urbano
- Otro: _____

8. A nivel de Competición, que tipo de ciclismo realiza

Marca solo un óvalo.

- Alto Rendimiento o Profesional
- Amateur (Competición de recreación)
- Recreacional sin competición

Características de Entrenamiento

9. Sus entrenamientos son supervisados por un entrenador?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

10. Realiza entrenamiento de fuerza

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

11. Realiza entrenamiento de Flexibilidad?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

12. Realiza entrenamiento de CORE?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

13. Realiza algún otro deporte además de ciclismo?

Marca solo un óvalo.

- No
- Otro: _____

Característica de Bicicletas

14. Cuántas Bicycletas posee?

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- más de 3

15. Se ha realizado un análisis biomecánico con un profesional para ajustar a sus medidas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

16. Tuvo en cuenta su talla al momento de comprar su bicicleta?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

17. ¿Qué gama es su bicicleta? (al hablar de gama se refiere a calidad de materiales y componentes de su bicicleta)

Marca solo un óvalo.

- Gama Baja
- Gama Media
- Gama Alta

18. ¿Cuál cree usted que sea el objetivo de la alineación biomecánica de su bicicleta con respecto a sus medidas?

Marca solo un óvalo.

- Mayor Rendimiento deportivo
- Máximo Confort
- Punto medio entre las dos respuestas anteriores

19. Utiliza Zapatillas de Ciclismo?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

20. **Cómo fueron instaladas sus calas (trabas, cleats) a sus zapatos de ciclismo?**

Marca solo un óvalo.

- Instaladas por un profesional en base a medidas biomecánicas según su pie
- Instaladas en la tienda donde las adquirió
- Instaladas por usted mismo
- No usa Calas

21. **Qué tan cómodo se siente usted en su bicicleta?**

Marca solo un óvalo.

- Totalmente Cómodo
- Cómodo
- Medianamente Cómodo
- Incómodo
- Totalmente Incómodo

22. **Qué tan cómodo se siente usted con su sillín?**

Marca solo un óvalo.

- Totalmente Cómodo
- Cómodo
- Medianamente Cómodo
- Incómodo
- Totalmente Incómodo

Lesiones, dolores y molestias en los últimos 12 meses

23. **Al andar en su bicicleta siente molestias o dolores? ***

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

24. En caso que su respuesta a la pregunta anterior haya sido SI, especifique en que zonas siente mas dolores y molestias?

Selecciona todos los que correspondan.

- Cuello
- Hombro
- Codo
- Brazo
- Muñeca
- Mano
- Espalda Alta
- Espalda Baja
- Cadera
- Zona Genital
- Porción Anterior del muslo (cuadriceps)
- Porción Posterior del muslo (Isquiotibiales)
- Rodilla
- Pantorrilla
- Tobillo
- Pie

25. Número de lesiones que ha padecido en estos ultimos 12 meses

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- Mas de 4

26. En que zonas te has lesionado o has sentido dolor en los ultimos 12 meses?

Selecciona todos los que correspondan.

- Cuello
- Hombro
- Codo
- Brazo
- Muñeca
- Mano
- Espalda Alta
- Espalda Baja
- Cadera
- Zona Genital
- Porción Anterior del muslo (cuadriceps)
- Porción Posterior del muslo (Isquiotibiales)
- Rodilla
- Pantorrilla
- Tobillo
- Pie

27. Diagnostico más grave

Marca solo un óvalo.

- No me he lesionado
- Esguince
- Contusion/Abrasion
- Concusión/Traumatismo
- Fractura/Fractura por estrés
- Inflamación
- Microrotura/Rotura Muscular
- Laceración
- Otro: _____

28. Cual fué la causa de la lesion?

Marca solo un óvalo.

- Caída
- Choque con un vehiculo
- Choque con otro ciclista
- Choque con una estructura
- Postura Incorrecta
- Pedaleo Incorrecto
- Sobreuso/fatiga
- Realización de otro deporte
- Desconocido
- Otro: _____

29. Cual fué el tiempo de recuperación de la última lesión?

Marca solo un óvalo.

- Menos de 1 día
- entre 1 día a 1 semana
- entre 1 a 2 semanas
- entre 2 semanas a 1 mes
- entre 1 a 3 meses
- más de 3 meses

Datos Demograficos

30. Edad

31. Genero

Marca solo un óvalo.

- Mujer
- Hombre
- Prefiero no decirlo
- Otro: _____

Perfil de ciclista

32. Usa la bicicleta para transportarse diariamente

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

33. Cuantos días a la semana usa la bicicleta

Marca solo un óvalo.

- 1-2 días
- 3-5 días
- 5-7 días

34. Cuantas Horas a la semana usa la bicicleta

Marca solo un óvalo.

- 30 minutos
- 1-3 horas
- 3-5 horas
- 6-8 horas
- Más de 8 horas

35. Cuantos Kilometros hace en bicicleta a la semana

Marca solo un óvalo.

- Menos de 30 Km
- 30-60 Km
- 60-90 Km
- Más de 90 Km

36. Cuantos años tiene de experiencia en el ciclismo

Marca solo un óvalo.

- Menos de 1 año
- 1 - 2 años
- 2 - 4 años
- 5 - 7 años
- Más de 7 años

37. Qué modalidad de ciclismo realiza con más frecuencia?

Marca solo un óvalo.

- Ruta
- Cross Country
- Enduro
- Ciclismo Urbano
- Otro: _____

38. A nivel de Competicion, que tipo de ciclismo realiza

Marca solo un óvalo.

- Alto Rendimiento o Profesional
- Amateur (Competición de recreación)
- Recreacional sin competición

Características de Entrenamiento

39. Sus entrenamientos son supervisados por un entrenador?

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

40. Realiza entrenamiento de fuerza

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

41. Realiza entrenamiento de Flexibilidad?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

42. Realiza entrenamiento de CORE?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

43. Realiza algún otro deporte además de ciclismo?

Marca solo un óvalo.

- No
 Otro: _____

Característica de Bicicletas

44. Cuantas Bicicletas posee?

Marca solo un óvalo.

- 1
 2
 mas de 3

45. Se ha realizado un analisis biomecanico con un profesional para ajustar a sus medidas?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

46. Tuvo en cuenta su talla al momento de comprar su bicicleta?

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

47. Que gama es su bicicleta? (al hablar de gama se refiere a calidad de materiales y componentes de su bicicleta)

Marca solo un óvalo.

- Gama Baja
 Gama Media
 Gama Alta

48. Cual cree usted que sea el objetivo de la alineación biomecanica de su bicicleta con respecto a sus medidas?

Marca solo un óvalo.

- Mayor Rendimiento deportivo
- Maximo Confort
- Punto medio entre las dos respuestas anteriores

49. Utiliza Zapatillas de Ciclismo?

Marca solo un óvalo.

- Si
- No

50. Cómo fueron instaladas sus calas (trabas, cleats) a sus zapatos de ciclismo?

Marca solo un óvalo.

- Instaladas por un profesional en base a medidas biomecanicas según su pie
- Instaladas en la tienda donde las adquirió
- Instaladas por usted mismo
- No usa Calas

51. Qué tan cómodo se siente usted en su bicicleta?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente Cómodo
- Cómodo
- Medianamente Cómodo
- Incómodo
- Totalmente Incómodo

52. Qué tan cómodo se siente usted con su sillin?

Marca solo un óvalo.

- Totalmente Cómodo
- Cómodo
- Medianamente Cómodo
- Incómodo
- Totalmente Incómodo

Lesiones, dolores y molestias en los últimos 12 meses

53. Al andar en su bicicleta siente molestias o dolores? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

54. En caso que su respuesta a la pregunta anterior haya sido SI. especifique en que zonas siente mas dolores y molestias?

Selecciona todos los que correspondan.

- Cuello
- Hombro
- Codo
- Brazo
- Muñeca
- Mano
- Espalda Alta
- Espalda Baja
- Cadera
- Zona Genital
- Porción Anterior del muslo (cuadriceps)
- Porción Posterior del muslo (Isquiotibiales)
- Rodilla
- Pantorrilla
- Tobillo
- Pie

55. Número de lesiones que ha padecido en estos ultimos 12 meses

Marca solo un óvalo.

- 1
- 2
- 3
- 4
- Mas de 4

56. En que zonas te has lesionado o has sentido dolor en los ultimos 12 meses?

Selecciona todos los que correspondan.

- Cuello
- Hombro
- Codo
- Brazo
- Muñeca
- Mano
- Espalda Alta
- Espalda Baja
- Cadera
- Zona Genital
- Porción Anterior del muslo (cuadriceps)
- Porción Posterior del muslo (Isquiotibiales)
- Rodilla
- Pantorrilla
- Tobillo
- Pie

57. Diagnostico más grave

Marca solo un óvalo.

- No me he lesionado
- Esguince
- Contusion/Abrasion
- Concusión/Traumatismo
- Fractura/Fractura por estrés
- Inflamación
- Microrotura/Rotura Muscular
- Laceración
- Otro: _____

58. Cual fué la causa de la lesion?

Marca solo un óvalo.

- Caida
- Choque con un vehiculo
- Choque con otro ciclista
- Choque con una estructura
- Postura Incorrecta
- Pedaleo Incorrecto
- Sobreuso/fatiga
- Realización de otro deporte
- Desconocido
- Otro: _____

59. Cual fué el tiempo de recuperación de la última lesión?

Marca solo un óvalo.

- Menos de 1 día
- entre 1 día a 1 semana
- entre 1 a 2 semanas
- entre 2 semanas a 1 mes
- entre 1 a 3 meses
- más de 3 meses

Recibir una copia de mis respuestas

Con la tecnología de
 Google Forms