UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

INFORME DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

"ALTERACIÓN DE LA CINEMÁTICA DEL PEDALEO RELACIONADO CON EL DOLOR PATELOFEMORAL EN CICLISTAS DEL TEAM THE DOOR´S"

Requisito previo para optar por el título de Licenciado en Fisioterapia

Autora: Velasco Garzón Diana Carolina

Tutora: Md. MSC Salinas Velastegui Verónica Gabriela

Ambato – Ecuador

Enero 2026

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutora del proyecto de investigación sobre el tema: **"ALTERACIÓN DE LA CINEMÁTICA DEL PEDALEO RELACIONADO CON EL DOLOR PATELOFEMORAL EN CICLISTAS DEL TEAM THE DOOR´S"** de la Srta. Velasco Garzón, Diana Carolina, estudiante de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica de Ambato, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por el jurado examinador designado por el Consejo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Enero 2026

LA TUTORA

Firmado electrónicamente por:
VERONICA GABRIELA
SALINAS VELASTEGUI
Validar únicamente con FirmaEC

.....

Md. MSC Salinas Velastegui Verónica Gabriela

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación sobre:

"ALTERACIÓN DE LA CINEMÁTICA DEL PEDALEO RELACIONADO CON EL DOLOR PATELOFEMORAL EN CICLISTAS DEL TEAM THE DOOR´S" como también los contenidos, ideas, objetivos y futura aplicación del trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Ambato, Enero 2026

LA AUTORA

Firmado electrónicamente por:
DIANA CAROLINA
VELASCO GARZON
Validar únicamente con FirmaEC

……

Velasco Garzón, Diana Carolina

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de Investigación o parte de ella, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales, de mi proyecto de titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este proyecto de titulación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Enero 2026

EL AUTOR



……

Velasco Garzón, Diana Carolina

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema **"ALTERACIÓN DE LA CINEMÁTICA DEL PEDALEO RELACIONADO CON EL DOLOR PATELOFEMORAL EN CICLISTAS DEL TEAM THE DOOR´S"** de Velasco Garzón Diana Carolina, estudiante de la carrera de Fisioterapia.

Ambato, Enero 2026

Para constancia firman:

- - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - -
PRESIDENTE/A	1er VOCAL	2do VOCAL

DEDICATORIA

Con profundo amor y esfuerzo, dedico este logro a Dios y a la Virgen de Guadalupe, por ser la luz que han guiado cada paso de este largo camino, por fortalecer mi espíritu cuando mis fuerzas parecían desfallecer, por llenar mis días de esperanza en medio del cansancio y la duda, por recoger mis lágrimas y transformarlas en motivo de fe y perseverancia, pero sobre todo por permitirme llegar hasta aquí, cumpliendo este anhelado sueño.

A mis queridos padres, Klever y Mariana, por ser el pilar más firme en mi vida, su amor incondicional y su bendición han sido el reflejo del poder de Dios que me ha impulsado a creer que todo es posible. Este logro no es solo mío, es de ustedes, porque cada página escrita está llena del amor, la paciencia, la humildad y los sueños que me inculcaron desde siempre.

A mi hermano, Klever Germain por ser mi compañero de aventuras, de risas y de silencios. Su apoyo ha sido fundamental porque aun siendo más pequeño siempre ha estado ahí para ayudarme hacer las cosas bien.

A toda mi familia, por su apoyo y preocupación, pero sobre todo por su amor que trasciende la distancia, el tiempo y las dificultades, su ejemplo me enseñó que el esfuerzo y la fe son la base para que todo valga la pena.

A mi abuelito, Luis Humberto que no está físicamente pero que siempre habita en mi corazón, sé que desde algún lugar celebra conmigo este extraordinario momento.

Velasco Garzón, Diana Carolina

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la virgen de Guadalupe, por la fortaleza, la salud, la sabiduría y las oportunidades que me permitieron llegar hasta aquí.

A mi mamá, Marianita de Jesús por ser mi ejemplo de paciencia, fortaleza, ternura y amor incondicional, gracias por sus palabras de aliento en mis momentos difíciles y por sus oraciones que siempre me dieron paz.

A mi papá, mi Klevercito, por enseñarme el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la constancia. Gracias por estar presente en cada paso, por su confianza en mí y por su orgullo sincero que me llena de fuerza. Esta meta cumplida lleva impresa su enseñanza y amor

A mis segundos padres Holger y Rosita, aquellos seres especiales que la vida me regaló y que me brindaron su amor, su guía y su apoyo como si fuera parte de su propia familia.

A esa persona incondicional que durante este último año, ha sido mi mayor fuente de amor, apoyo y fortaleza. Gracias por su paciencia infinita, por sus palabras de aliento en los momentos de frustración. Su comprensión y paciencia han sido el impulso que necesitaba para seguir adelante.

A mis amigos que me dejó la universidad Ariel, Doménica, Alison y Karen por ser el escape necesario, la mano amiga y la fuente de risas en medio de la presión académica.

A Génesis, hermana, amiga y compañera, por su valioso apoyo y compañía, ha sido mi ejemplo de lucha y constancia, gracias por enseñarme que los sueños se cumplen sin importar cuanto tiempo pase y que con la ayuda de Dios siempre estamos donde debemos estar.

A mi tutora, la Dra. Gabriela Salinas por su excepcional dirección y paciencia. Su conocimiento, la claridad de sus correcciones y su fe constante en mi capacidad han sido la guía luminosa a lo largo de este proyecto.

A todos y cada uno de mis docentes que durante 4 años forjaron la base de mi conocimiento, les agradezco infinitamente por la pasión transmitida en cada asignatura y, de manera muy especial mi gratitud profunda al Mg. Stalin Caiza y al Md. Esp. Paúl Cantuña, sus valiosos conocimientos no solo enriquecieron este trabajo, sino que forjaron una mejor versión de mí como fisioterapeuta.

A la Lcda. Mg Grace Moscoso por enseñarme a transformar mis dudas en desafíos y los errores en oportunidad de aprendizaje, la llevaré siempre en mi corazón.

A mi mentor, el Lcdo. Juan Francisco Paredes gracias por toda la confianza y el conocimiento impartido desde el principio de este largo camino, su apoyo y el de su querida familia ha sido incondicional.

A cada uno de los participantes de esta investigación, pero de manera especial al Team The Door´s por ser la pieza fundamental para que este estudio se lleve a cabo.

A la Carrera de Fisioterapia y a la gloriosa Universidad Técnica de Ambato por haberme permitido ser parte de la prestigiosa alma mater.

Velasco Garzón, Diana Carolina

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

APROBACIÓN DE LA TUTORA ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii

DERECHO DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO ix

INDICE DE TABLAS xi

RESUMEN xii

ABSTRACT xiii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 2

MARCO TEÓRICO 2

1.1 Antecedentes Investigativos 2

1.2 Objetivos 13

CAPÍTULO II 14

METODOLOGÍA 14

2.1 Materiales 14

2.1.1 Evaluación del dolor anterior de rodilla 14

2.1.2 Evaluación de la cinemática del pedaleo 14

Otros Materiales 16

2.2 Métodos 16

2.2.1 Tipo y nivel de Investigación 16

2.2.2 Selección del área o ámbito de estudio 16

2.2.3 Técnica 17
2.2.4 Población y Muestra 17
2.2.6 Hipótesis o pregunta de Investigación 18
2.2.7 Descripción de la Intervención 18
Aspectos Bioéticos 19
CAPÍTULO III 22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 22
3.1. Análisis e interpretación de datos 22
Discusión 26
CAPÍTULO IV 29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 29
4.1 Conclusiones 29
4.2. Recomendaciones 30
BIBLIOGRAFÍA 31
ANEXOS 34
Anexo 1 – Resolución de la Modalidad de Investigación 34
Anexo 2 – Aprobación de CEISH-UTA 36
Anexo 3 – Consentimiento Informado 38
Anexo 4.1 – Datos de los participantes 43
Anexo 4.2 – Cuestionario Kujala 43
Anexo 5 – Análisis cinemático del pedaleo 44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores Normales de los Rangos de Movimiento Articular En Ciclistas.....15
Tabla 2: Datos Sociodemográficos 22
Tabla 3: Evaluación de la cinemática del pedaleo 23
Tabla 4: Cuestionario Kujala 24
Tabla 5: Correlación.....25

“ALTERACIÓN DE LA CINEMÁTICA DEL PEDALEO RELACIONADO CON EL DOLOR PATELOFEMORAL EN CICLISTAS DEL TEAM THE DOOR´S”

Autora: Velasco Garzón, Diana Carolina

Tutora: Md. MSC Salinas Velastegui Verónica Gabriela

RESUMEN

El ciclismo, al ser un deporte de larga duración y alta intensidad es una actividad beneficiosa, sin embargo, debido a las demandas mecánicas repetitivas se asocia con una alta incidencia del dolor patelofemoral. La alteración de la cinemática del pedaleo genera cambios en las cargas articulares, lo cual puede desencadenar dolor patelofemoral. El estudio tuvo como objetivo, correlacionar la alteración de la cinemática del pedaleo con el dolor patelofemoral en ciclistas aficionados del Team The Door´s. El estudio es de tipo correlacional con un enfoque cuantitativo, prospectivo y transversal, se realizó con 30 ciclistas hombres, que tuvieron una medida de edad de 38,97 ± 13,54 años. Para la evaluación de la cinemática del pedaleo, se utilizó el software Kinovea con análisis 2D, obteniendo rangos articulares de tobillo, rodilla y cadera. En la evaluación del dolor patelofemoral utilizó el cuestionario Kujala (AKPS). Los datos se analizaron estadísticamente de manera inferencial y descriptiva, utilizando correlación de Pearson y prueba de T Student, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Los resultados mostraron un rango articular normal en rodilla, rango de tobillo con una reducción del (19,3° ± 6,0) y en cadera se registró compensaciones con un rango amplio de (117,3 ° ± 7,7). El 100% de participantes presentó dolor patelofemoral, especialmente al subir escaleras o mantener rodillas flexionadas. En las variables cinemáticas y el puntaje Kujala, no se encontraron correlaciones estadísticamente significativas (r entre -0,23 y -0,017; $p >0,05$) por lo que se identifica la ausencia de una relación directa. En conclusión, no se encontró una relación significativa entre el dolor patelofemoral y la cinemática del pedaleo.

PALABRAS CLAVES: CICLISMO, FENÓMENOS BIOMECÁNICOS, SÍNDROME DE DOLOR PATELOFEMORAL, SÍNDROME POR SOBREUSO, ARTICULACIÓN DE RODILLA.

“ALTERED PEDALING KINEMATICS RELATED TO PATELLOFEMORAL PAIN IN TEAM THE DOOR'S CYCLISTS.”

Author: Velasco Garzón Diana Carolina

Tutor: Md. MSC Salinas Velastegui Verónica Gabriela

ABSTRACT

Cycling, being a long-duration, high-intensity sport, is a beneficial activity. However, due to repetitive mechanical demands, it is associated with a high incidence of patellofemoral pain. Alterations in pedaling kinematics generate changes in joint loads, which can trigger anterior knee pain. The aim of the study was to correlate alterations in pedaling kinematics with patellofemoral pain in amateur cyclists from Team The Door's. The study is correlational in nature with a quantitative, prospective, and cross-sectional approach. It was conducted with 30 male cyclists, whose average age was 38.97 ± 13.54 years. To evaluate pedaling kinematics, Kinovea software with 2D analysis was used to obtain ankle, knee, and hip joint ranges. The Kujala questionnaire (AKPS) was used to assess patellofemoral pain. The data were analyzed statistically in an inferential and descriptive manner, using Pearson's correlation and Student's t-test, with a significance level of $p < 0.05$. The results showed a normal joint range in the knee, an ankle range with a reduction of (19.3° ± 6.0), and compensation in the hip with a wide range of (117.3° ± 7.7). One hundred percent of participants reported patellofemoral pain, especially when climbing stairs or keeping their knees bent. No correlations were found in the kinematic variables and the Kujala score. No statistically significant correlations were found in the kinematic variables and the Kujala score (r between -0.23 and -0.017; $p >0.05$), therefore identifying the absence of a direct relationship. In conclusion, no significant relationship was found between patellofemoral pain and pedaling kinematics.

KEYWORDS: CYCLING, BIOMECHANICAL PHENOMENA, PATELLOFEMORAL PAIN SYNDROME, OVERUSE SYNDROME, KNEE JOINT.

INTRODUCCIÓN

El ciclismo se ha convertido en una opción popular de ejercicio físico, ayudando a que todo tipo de personas con diferentes edades cumplan con las recomendaciones de actividad física. No obstante, el aumento en la práctica de este deporte también implica un mayor riesgo de lesiones y afecciones que pueden impactar tanto a ciclistas amateurs como profesionales. La frecuencia de lesiones en ciclistas no profesionales varía considerablemente entre los estudios, con tasas que van desde 3,23 hasta 116 lesiones por cada 1000 individuos. (1)

El dolor de rodilla específicamente en la parte anterior es el que más experimentan los ciclistas y se asocia con el síndrome patelofemoral, el cual se manifiesta como una molestia en la zona anterior retro patelar o alrededor de la rótula, dicho dolor tiende a intensificarse cuando la rodilla soporta carga en posición de flexión. Aunque se considera que la mecánica del pedaleo desempeña un papel relevante en su aparición, también se han identificado otros factores de riesgo, como la debilidad y los desequilibrios musculares, características anatómicas del miembro inferior y alteraciones en el control muscular. (2)

Desde la perspectiva biomecánica, las variables cinemáticas del tren inferior particularmente los patrones de movimiento de cadera y tobillo, y parámetros extrínsecos de la bicicleta (altura y posición del sillín, longitud de la biela, cadencia y carga de pedaleo) están fuertemente asociados a incrementos en las fuerzas patelofemorales y a la aparición de dolor. (3) Estudios experimentales y revisiones recientes han vinculado alteraciones en la cinemática frontal y transversal de la rodilla, modificaciones en la altura o el adelanto del sillín y en la carga de trabajo con mayores compresiones y demandas sobre la articulación patelofemoral en ciclistas amateurs. (4)

La presente investigación busca identificar si existen relación significativa entre la cinemática del pedaleo y el dolor patelofemoral en ciclistas amateurs.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Branco G. et al. (2023***) "Association of cycling kinematics with anterior knee pain in mountain bike cyclists"*** tuvo como objetivo identificar la relación entre la cinemática del tobillo, rodilla y tronco con el dolor anterior de rodilla (AKP) en ciclistas que practican ciclismo de ruta o montaña. La investigación busca determinar la relación y las variaciones presentes en la alineación y el rango de movimiento de estos segmentos corporales, lo relaciona de manera directa con la aparición, intensidad o persistencia del dolor, esto con la finalidad de optimizar la biomecánica del pedaleo y orientar estrategias preventivas y de rehabilitación para pacientes afectados. Se evaluaron los patrones de movimiento de pedaleo a 50 ciclistas que se asignaron en 2 grupos; 26 ciclistas con AKP y 24 ciclistas sin AKP, mediante el sistema de análisis cinemático de movimiento Retul. Se registraron los datos cinemáticos de los movimientos lineal y angular del tronco, cadera, rodilla, tobillo y pie. Los resultados asemejaron que la plantiflexión máxima, la flexión máxima de rodilla y la inclinación del tronco hacia adelante fueron predictores significativos de AKP. En conclusión, la cinemática sagital del tobillo, la rodilla y el tronco puede predecir el AKP en ciclistas de montaña. (5)

Castañeda R. et al. (2022) ***"Análisis de fuerza en la articulación de rodilla debido al uso de la bicicleta"*** el objetivo fue investigar la fuerza de la articulación de la rodilla al usar la bicicleta. Se desarrolló un modelo de mecanismo plano en dos dimensiones que simula la interacción entre el cuadro de la bicicleta y la pierna del ciclista. Los resultados indicaron que un aumento de la velocidad lineal de la bicicleta resulta en un incremento de la fuerza ejercida sobre la articulación de la rodilla, es decir si a 5km/h la fuerza fue de 7.01 N, mientras que a 25 km/h aumentó significativamente a 175,69 N. Esto se debe a que un mayor esfuerzo y, por lo tanto, una mayor velocidad angular de la biela-pedal incrementa el riesgo de lesiones, especialmente de rodilla. En conclusión, la mayor fuerza en la rodilla se produce cuando el ángulo de la biela tiene un valor de 20° respecto a la

vertical, coincide con un ángulo de flexión de rodilla de aproximadamente 57°, una posición que podría ser relevante en la aparición del dolor anterior de rodilla en ciclistas. (6)

Visentini P. et al. (2022) ***"Factors associated with overuse injury in cyclists: A systematic review"*** el objetivo fue identificar los factores de riesgo asociados a las lesiones por sobreuso en ciclistas, dada la alta prevalencia de dolor y molestias. Se efectuó una búsqueda íntegra en bases de datos diferentes, para escoger estudios que valoraran la relación entre las características de la bicicleta y de la carga de entrenamiento con la aparición de dolor o lesiones por uso excesivo. Inicialmente fueron identificados 3596 estudios de los cuales, solo 18 cumplieron los criterios de inclusión, y exclusivamente 3 fueron considerados de sesgo. Inicialmente de bajo riesgo de sesgo. Los resultados revelaron evidencia moderada de que la carga de entrenamiento está relacionada con los síntomas. El ciclismo representa una actividad de riesgo principalmente en la articulación de rodilla, esto debido a los movimientos repetitivos realizados y a la necesidad de utilizar esta articulación para todas las actividades. En conclusión, el ciclismo está asociado a un elevado número de lesiones de rodilla por sobreuso. (4)

Du Toit F. et al. (2023) ***"Factors associated with patellofemoral pain in recreational road cyclists: A cross-sectional study in 59,953 cyclists - SAFER XXXIII"*** tuvo como objetivo identificar los factores relacionados con el dolor patelofemoral, una lesión frecuente en ciclistas. Participaron 62.758 ciclistas que completaron un cuestionario médico previo a la competencia, de los cuales 323 reportaron sufrir dolor patelofemoral. A través de un análisis multivariado-ajustados por la edad y sexo, se emplearon variables demográficas, experiencia, entrenamiento y antecedentes de enfermedades crónicas, encontrándose como la prevalencia el DPF. Se encontró una relación significativa entre el DPF y los antecedentes de enfermedades crónicas y alergia. De aquí la importancia de individualizar las actividades deportivas en los pacientes que sufren enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas a la actividad física. En conclusión, el estudio destaca que los ciclistas con enfermedades crónicas o alergias tienen un riesgo elevado de desarrollar DPF. (7)

Bini R. et al. (2023***) "Pain and body position on the bicycle in competitive and recreational road cyclists: A retrospective study"*** el estudio investigó la prevalencia del dolor en ciclistas, con un enfoque en particular en el dolor anterior de rodilla, una de las lesiones más comunes en este deporte, cuyo objetivo fue comprobar la presencia de dolor de rodilla entre ciclistas recreativos y competitivos, para de esa manera analizar si existían diferencias en la posición del cuerpo sobre la bicicleta. Se entrevistó a 71 ciclistas que se tomaron imágenes para evaluar su posición. Los resultados estadísticos revelaron un nivel de significancia de $p<0.05$ mostrando que ciclistas recreativos como competitivos experimentaban dolor de rodilla con un 28%. Además, se obtuvo una asociación significativa entre mayor número de horas de entrenamiento semanal (>12h) y mayor incidencia de lesiones ($p=0.03$). En conclusión, el dolor de rodilla fue un problema frecuente en ciclistas y se relacionó con la sobrecarga y los factores de entrenamiento. (8)

Scoz R. et al. (2021) ***"Discomfort, pain and fatigue levels of 160 cyclists after a kinematic bike-fitting method: an experimental study"*** tuvo como objetivo analizar las respuestas subjetivas de 160 ciclistas de montaña aficionados a un ajuste ergonómico estandarizado de sus bicicletas. Se midió el confort y el dolor antes y 30 días después de la intervención de bike-fitting. Los resultados revelaron que el ajuste de la bicicleta produjo mejoras significativas en todas las variables analizadas ($p<0.05$), ajustándose al marco de la bicicleta. El 71% de los ciclistas que contestaron al cuestionario habían reportado al menos una lesión en el último año, teniendo en cuenta que el dolor de rodilla tuvo un (32%), el dolor de la parte baja de la espalda (25%) y el dolor en el cuello (20%). Se observó que el incremento del riesgo de lesiones estuvo asociado con el número de horas de entrenamiento semanal (>10h) ($p=0.02$), así como el cambio en la altura del sillín ($p=0.04$). En conclusión, el estudio sugirió que el dolor, la incomodidad y la fatiga que los ciclistas experimentaban podía atenuarse con un ajuste ergonómico de bicicleta estandarizado. (9)

De Roeck J. et al. (2021) ***"Statistical-shape prediction of lower limb kinematics during cycling, squatting, lunging, and stepping-are bone geometry predictors helpful?"*** tuvo como objetivo conocer las variaciones cinemáticas de los miembros inferiores. Para ello,

se recolectaron datos de 57 hombres sanos utilizando resonancias magnéticas para determinar con precisión la geometría ósea en cada sujeto. Los investigadores analizaron los resultados empleando técnicas para explorar su conexión y relación con el movimiento de la cadera, rodilla y tobillo. Los resultados evidenciaron en los modelos cinemáticos estadísticos, los errores de precisión promedio, los mismos que oscilaron entre 1.60° (ciclismo de carrera) y 3.10° (embestida). Los modelos basados en geometría ósea alcanzaron entre 1,4% y 16,6% de la varianza, mientras que edad, talla y peso solo alcanzaron entre 1,4% y 7,3%. Se observó una correlación débil, aunque clínicamente irrelevante, entre la geometría ósea y la cinemática. En conclusión, la contribución de la forma ósea a la cinemática articular pareció ser relativamente pequeña. (10)

Bini R. et al. (2023) ***"Criterión validity of neural networks to assess lower limb motion during cycling"*** cuyo objetivo fue evaluar la validez de las redes neuronales pre-entrenadas (MSRA Y OpenPose) para calcular la cinemática articular de las extremidades inferiores durante el ciclismo. Se capturó el movimiento de 26 ciclistas mientras pedaleaban en un entrenador de ciclo, utilizando una cámara de video para registrar imágenes del plano sagital, con marcadores reflectantes colocados en las extremidades de los miembros inferiores. Los ángulos de la articulación de la cadera, rodilla y tobillo estimados por las redes neuronales se compararon con los datos obtenidos del método de seguimiento de marcadores. Los resultados revelaron correlaciones altas ($r>0.90$) entre las estimaciones de la red neural y el sistema óptico, como errores promedios bajos ($RMSE<5°$) y sesgos mínimos, los que indican una buena precisión y constancia. En conclusión, OpenPose señaló ser más preciso que MSRA para apreciar los ángulos de cadera y rodilla durante el ciclismo. (2)

Bailey M. et al. (2003) ***"Kinematics of cycling in relation to anterior knee pain and patellar tendinitis"*** tuvo como objetivo examinar la posición medial de la rodilla en relación con el tobillo durante el ciclo del pedaleo y comparar los movimientos de la pierna entre ciclistas con y sin antecedentes de lesiones. Se utilizó análisis de video para medir los movimientos de la pierna en los planos coronal y sagital mientras los ciclistas pedaleaban en un simulador. Los ciclistas se dividieron en dos grupos con y sin

antecedentes de lesiones. Los resultados mostraron valores significativos de $p<0.05$ al comparar ángulos mínimos y máximos de aducción de la pierna, flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo. Además, revelaron que los ciclistas previamente lesionados presentaban mayor abducción (posición medial de la rodilla respecto al tobillo) y mayor dorsiflexión mínima. En conclusión, los ciclistas con antecedentes de dolor de rodilla tendieron a adoptar una posición de la rodilla más medial en relación con el tobillo durante el pedaleo, lo que apoyó un riesgo de lesiones de rodilla. (11)

Viau A. et al. (2025) ***"Impact of physiotherapy-led bike fitting on the evolution of knee pain in recreational cyclists: the PBF study"*** tuvo como objetivo evaluar los efectos de una intervención dirigida por fisioterapeutas sobre el dolor y la discapacidad en ciclistas recreativos con dolor de rodilla. La intervención consistió en un ajuste detallado de la bicicleta enfocado en la flexión y alineación de la rodilla respecto al eje del pedal. Fueron 76 ciclistas recreativos de carretera, que dio como resultado principal un dolor a nivel de rodilla durante el ciclismo, medido mediante la Escala Numérica de Calificación del Dolor (NPRS) en intervalos de 4 y 12 semanas. Los resultados mostraron mejoras estadísticamente relevantes en los niveles de dolor más intenso, mínimo y medio al pedalear que se relacionó con el dolor al pedalear, con disminuciones de -2,52; -0,7 y -1,81 en la escala de dolor a las 12 semanas ($p < 0,001$). En conclusión, la intervención fue eficaz para reducir el dolor y la discapacidad de rodilla en ciclistas recreativos, lo que pone de manifiesto que un abordaje multidimensional que una las adaptaciones biomecánicas de la bicicleta, la educación al ciclista y el ejercicio terapéutico puede ser beneficioso para esta población. (12)

Weir Z. et al. (2024) ***"Self-reported injury in ultra-endurance participants with a focus on knee injuries: An exploratory cross-sectional comparative study of running, cycling, and triathlon"*** tuvo como objetivo investigar la frecuencia y ubicación de las lesiones auto-reportadas, con un enfoque en particular en lesiones de rodilla, comparando corredores, ciclistas y triatletas. Para ello, se encuestó a 258 participantes (87 ciclistas) sobre su información demográfica, historial de competencia, características de entrenamiento y lesiones. Los resultados evidenciaron que el 50% de los sujetos

investigados informaron haber tenido al menos una lesión en los últimos 12 meses, siendo la rodilla la zona más afectada. Los ciclistas destacaron mayor prevalencia en lesiones de rodilla en relación con los corredores desde el inicio de la participación en ultra resistencia (PR: 1.62; 95% CI: 1.15-2.28, p=0.006). Las lesiones de tendones de la rodilla fueron las más reportadas por los ciclistas, representando el 24% de los ciclistas. El estudio concluye que, aunque los participantes de ultra-resistencia reportan un número considerable de lesiones, la prevalencia de lesiones en los últimos 12 meses es similar entre los deportes. Sin embargo, los ciclistas presentan una mayor prevalencia de lesiones de rodilla. (13)

Branco G. et al. (2022). ***"Interaction of hip and foot factors associated with anterior knee pain in mountain bikers"*** el objetivo del estudio fue investigar la relación entre los factores musculoesqueléticos del tronco, cadera, tobillo y pie/tobillo y la presencia de dolor anterior de rodilla (AKP) en ciclistas de montaña. La metodología empleada fue un estudio transversal, incluyendo a 50 ciclistas aficionados y profesionales. Las principales medidas de resultados analizadas mediante el árbol de clasificación y regresión (CART) fueron la prueba de puente con extensión unilateral de rodilla, la prueba isométrica de estabilidad de cadera (HipSIT), el ROM de rotación interna pasiva de cadera, la alineación de la pierna-antepié (SFA) y el ROM de dorsiflexión de tobillo, para verificar la precesión del modelo, se utilizó una curva de característica operativa del receptor (ROC). Los resultados indicaron que le modelo CART como la interacción entre el ROM de IR pasiva de cadera, HipSIT, ROM de dorsiflexión de tobillo y SFA, presentó 76,9% de sensibilidad y de 87,5% de especificidad, y un área bajo la curva de ROC de 0,86 ($p< 0,001$), demostrando una clasificación no aleatoria, se calculó razones de prevalencia de cada nodo terminal del modelo CART, para poder estimar el tamaño del efecto. En conclusión, la presencia del AKP en ciclistas de montaña se asoció con las interacciones entre estos factores, sugiriendo que la contribución de un factor dependía de la presencia de otros, estos factores pueden ser integrados en perfiles de riesgos y protección de otros, estos factores pueden ser integrados en perfiles de riesgos y protección para el AKP. (14)

Husband S. et al. (2024) ***"Cycling position optimisation - a systematic review of the impact of positional changes on biomechanical and physiological factors in cycling"***

tuvo como objetivo examinar el impacto de las variables de posición de la bicicleta, el ángulo del tronco, la altura del manillar, el factor Q, la posición del pie, el avance del sillín, el ángulo del tubo del sillín, la longitud de la biela y la altura del sillín, en el rendimiento del ciclista, buscando diferencias entre disciplinas y sexos. La metodología se ajustó a las directrices PRISMA y se llevó a cabo la búsqueda en diferentes bases de datos que nos llevó al análisis de 47 estudios de los 16.578. Se analizó los resultados mediante una síntesis cualitativa de los hallazgos ofrecidos por los estudios incluidos, dado que la heterogeneidad de datos no permitió la realización de un metaanálisis estadístico. Aun así, se identificaron hallazgos relevantes referente a la altura del sillín, el ángulo del tronco y el avance del sillín al tiempo que se dio importancia a los efectos biomecánicos, fisiológicos y aerodinámicos. En conclusión, los pequeños cambios en la posición de la bicicleta afectan la cinemática, el costo energético, la producción de potencia y las fuerzas articulares. (15)

Bini R. et al. (2022). ***"Methods to determine saddle height in cycling and implications of changes in saddle height in performance and injury risk: A systematic review"*** el objetivo del estudio fue establecer un método adecuado para cuantificar la altura óptima del sillín en ciclistas, para esto fueron considerados parámetros biomecánicos y antropométricos de los ciclistas que participaron en la investigación, además, de la medición del sillín en su altura se evaluaron parámetros relacionados a la aparición de lesiones por sobreuso y desequilibrios articulares como su implicación directa en el rendimiento deportivo y la mecánica del pedaleo. El abordaje metodológico se centra en el uso de técnicas dinámicas y estadísticas que minimicen la probabilidad y aparición de lesiones de rodilla y otros trastornos musculoesqueléticos, relacionados a los diferentes tipos de ciclismo. En esta investigación se incluyó una búsqueda exhaustiva en diferentes bases de datos, en la cual se identificaron 29,398 artículos inicialmente, 41 fueron incluidos después de un riguroso proceso de selección. La calidad metodológica y riesgo del sesgo de los estudios se evaluaron utilizando herramientas AXIS. Para el análisis de los resultados se empleó una síntesis cualitativa de las variables de resultado establecido según los niveles de evidencia (fuerte, moderada, limitada, muy limitada, inconsciente, contradictoria o sin evidencia). Además, se encontró que la mayoría de los estudios

utilizaron métodos asados en ángulos articulares de las extremidades inferiores para determinar la altura del sillín. Se observó que 18 estudios presentaron una calidad muy alta de (82-94%), 11 una calidad alta (71-76%), 1 moderada (65%), 5 baja (53-59%) y muy baja (6-47%). En conclusión, existía fuerte evidencia de que la altura del sillín debía ser ajustada utilizando medicines dinámicas del ángulo de la rodilla, ya que los cambios en la altura del sillín afectan la cinemática de las extremidades**.** (16)

Shah M. et al. (2025) ***"Prevalence of musculoskeletal disorders among recreational cyclists"*** tuvo como objetivo determinar la prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos en ciclistas recreativos, enfocándose en zonas anatómicas más perjudiciales, como la rodilla. Se hizo una encuesta a 110 ciclistas recreativos mayores de 18 años, siendo un requisito el haber realizado al menos 100km/mes durante 6 meses o más. Los datos recolectados se realizaron mediante entrevistas personales utilizando un cuestionario que contenía datos específicos. Los resultados mostraron que el 49.1% de los ciclistas presentaban trastornos musculoesqueléticos, de estos, el 62.9% presentaban un dolor únicamente en el sitio anatómico y el 37.1% en más de uno. La rodilla fue el sitio más afectado con un 21,8% de los ciclistas, seguido por la parte baja de la espalda con un 13,6% y la parte superior de la espalda con un 9,1%. El 32,7% de los ciclistas reportaron que el dolor persistía después de pedalear, y el 10% indicó que afecta sus actividades diarias. En conclusión, los trastornos musculoesqueléticos son comunes de los ciclistas recreativos, siendo la rodilla y la parte baja de la espalda las áreas más afectadas. (17)

Puig-Diví A. et al. (2019) ***"Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives"*** el estudio tuvo como objetivo determinar la validez y la fiabilidad del software Kinovea para medir ángulos y distancias, y así comparar sus resultados en diferentes perspectivas 90º, 75º, 60º y 45º para de esa manera valorar su fiabilidad. La metodología consistió en un estudio observacional prospectivo. En este sentido, se diseñó una figura geométrica de la extremidad inferior humana en movimiento en AutoCAD que fue grabada con una cámara de video en las perspectivas antes comentadas. Los resultados estadísticos mostraron que el software Kinovea es una herramienta fiable y válida. La fiabilidad relativa (ICC) fue muy alta (0.99

– 1.00) para todas las perspectivas y observadores, lo que muestra una gran concordancia. Los valores de fiabilidad absoluta (SEM & MDC) fueron muy bajos y próximos a cero, lo cual es indicativo de un mínimo error. Los coeficientes de correlación de Pearson de la validez fueron muy altos (1.00), evidenciando una gran correlación entre los resultados de Kinovea y los del AutoCAD. En conclusión, se confirmó que el software Kinovea es una herramienta válida y fiable capaz de realizar mediciones precisas de los ángulos y a una distancia de 5 metros del objeto, además, es adecuada para uso en el campo científico, clínico y deportivo. (18)

Hott A. et al. (2021) ***"The reliability, validity, interpretability, and responsiveness of the Norwegian version of the Anterior Knee Pain Scale in patellofemoral pain"*** el estudio tuvo como objetivo determinar la fiabilidad, validez, capacidad de interpretación y poder de respuesta de la versión noruega de la Escala del Dolor Anterior de Rodilla (AKPS) en pacientes con dolor patelofemoral (PFP). La metodología consistió en que la AKPS fue traducida al noruego y se realizó un ensayo controlado aleatorizado con 112 pacientes con PFP. Cincuenta pacientes estables completaron la AKPS con un intervalo de una semana para evaluar la fiabilidad test-retest. La validez y la capacidad de respuesta se evaluaron mediante pruebas de hipótesis para correlaciones con otras puntuaciones y validez de grupo conocido. Los resultados muestran el coeficiente de correlación intraclase (ICC) para la puntuación total que fue de 0.83. El cambio detectable más pequeño (SDC) fue de 13. Las pruebas de hipótesis para la validez de constructo y la capacidad de respuesta fueron confirmadas en gran medida, pero las correlaciones fueron de moderadas a bajas. El cambio mínimo importante (MIC) fue de 11. El área bajo la curva ROC fue de 0.66 (IC DEL 95%: 0.56 – 0.77), lo que habla de una capacidad de respuesta moderada. Para concluir, la versión noruega de la AKPS presentó propiedades de medición comparables a las de otras versiones, además de presentar una fiabilidad y validez de constructos aceptables. (19)

Galindo-Martínez A. et al. (2021) ***"Changes in the trunk and lower extremity kinematics due to fatigue can predispose to chronic injuries in cycling"*** el objetivo fue analizar en 3D la cinemática del pedaleo de los ciclistas a medida que se fatigan. Se registró el

movimiento de 23 ciclistas recreativos en 3 momentos claves durante una prueba de potencia constante, utilizando un sistema de captura de movimiento con marcadores colocados en puntos anatómicos estratégicos. Se examinaron las diferencias cinemáticas en las articulaciones de cadera, rodilla, tobillo y columna lumbar, así como el tórax y la pelvis en 4 momentos específicos; al inicio del calentamiento, al inicio de la prueba, a los 10 minutos, y justo antes del final. Se observaron cambios como una mayor flexión lumbar y torácica, mayor inclinación torácica y pélvica, mayor aducción de la cadera, lo que podría aumentar el riesgo de lesiones crónicas de rodilla. Se concluyó que, la fatiga causó cambios significativos en la cinemática del pedaleo, lo cual se considera la necesidad de ejecutar protocolos de bike fitting para detectar y prevenir posibles factores de riesgo y lesión. (20)

Xie P. et al. (2022) ***"The relationship between Patellofemoral pain syndrome and hip biomechanics: A systematic review with meta-analysis"*** tuvo como objetivo sintetizar la opinión general que existío respecto a la evidencia que se relacionó entre el síndrome de dolor patelofemoral (PFPS) y la biomecánica de la cadera, evaluando la activación de los músculos glúteos, la fuerza de la cadera y la cinemática de la cadera y rodilla, para lo cual se ha planteado realizar una revisión sistemática con metaanálisis de estudios que aparecen publicados en diferentes bases de datos. Se examinaron un total de 846 artículos, de los cuales se seleccionaron 12 estudios con una valoración de calidad de moderada a alta. Se extrajeron las medias y las desviaciones típicas de las variables musculares, cinéticas y cinemáticas y se incorporaron los datos en los análisis de heterogeneidad (χ^2 e I^2), considerando los resultados y las evidencias de estos en los niveles de "fuerte", "moderado" y "limitado. Los análisis estadísticos evidencian que existe una evidencia moderada de mayor aducción de cadera en p las evidencias de los mismos en los niveles de "fuerte", "moderado" y "limitado" pacientes con PFPS en la carrera a pie y en las sentadillas unipodales, sin encontrar diferencias significativas en la rotación interna o en la activación de glúteo mayor y glúteo medio en la mayoría de las actividades. Los resultados evidencian que, aunque se encuentran alteraciones en fuerza muscular, no siempre se produce en cambios cinemáticos más consistentes de cadera y rodilla, lo que probablemente sugiere la influencia de otros factores neuromusculares o estructurales. En

conclusión, la debilidad de la musculatura de la cadera se encuentra asociada al PFPS**.** (21)

Gatti A. et al. (2021). ***"Hip and ankle kinematics are the most important predictors of knee joint loading during bicycling"*** el objetivo fue analizar la cinemática de las articulaciones de tobillo, rodilla y cadera con respecto a las fuerzas de reacción articular (JRF) patelofemorales y tibiofemorales, durante el ciclismo. La metodología incluyó un estudio con 40 adultos sanos que pedaleaban en 18 posiciones diferentes de bicicleta, estimando la JRF patelofemoral resaltante, así como las JRF compresivas y de corte tibiofemorales. Se manipularon modelos lineales de efectos mixtos con un intercepto aleatorio de la pierna anidada dentro del sujeto para analizar datos. Los resultados indicaron que las fuerzas de reacción articular patelofemorales eran más sensibles a la cinemática de la articulación, en cambio, todas las JRFs eran menos sensibles a la flexión mínima de rodilla. La compresión tibiofemoral se predecía con una flexión mínima de la cadera y dorsiflexión del tobillo (R2=0.90 R2=0.90), mientras que el corte tibiofemoral (R2=0.86 R2=0.86) y la JRF patelofemoral resultante (R2=0.90 R2=0.90) se predecían por una flexión mínima de cadera, dorsiflexión del tobillo, flexión mínima de rodilla y la interacción entre la flexión de cadera y rodilla. En conclusión, la incorporación del sexo como variable mejoró el ajuste de todos los modelos, lo que se atribuyó a diferencias en la intensidad del ciclismo. (3)

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Correlacionar la alteración de la cinemática del pedaleo con el dolor patelofemoral en ciclistas aficionados del Team The Door´s.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar la cinemática del pedaleo a través del estudio cinemático 2D en ciclistas del Team The Door´s.
- Evaluar el dolor patelofemoral a través del cuestionario Kujala (AKPS) en ciclistas.
- Determinar las alteraciones en la cinemática de la rodilla y su relación con el dolor patelofemoral en ciclistas.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1 Evaluación del dolor anterior de rodilla

Para evaluar el dolor anterior de rodilla o dolor patelofemoral se aplicó el Test Kujala (AKPS). Es un cuestionario compuesto por 13 ítems que abordan aspectos relacionados con el dolor, los síntomas y la funcionalidad de la rodilla. Cada pregunta tiene entre 3 a 5 opciones de respuesta, con puntuaciones que verían según el ítem, y un puntaje total que va de 0 a 100, donde 100 representa la mejor condición funcional posible. El test se utiliza tanto como una herramienta discriminativa, como evaluativa siendo ampliamente recomendado para el seguimiento de pacientes con dolor anterior de rodilla. (19)

Validez

Se observaron correlaciones moderadas (r = –0.51 a –0.55) entre el AKPS y las medidas de dolor, lo cual es consistente, ya que 7 de los 13 ítems del AKPS están directamente relacionados con el dolor o las limitaciones funcionales causadas por este, dicho cuestionario ha sido validado en diversos idiomas, y presentan una fiabilidad test-retest adecuada (ICC= 0.83), una capacidad de detección de cambios moderada (AUC = 0.66) y una cambio mínimo importante (MIC) de 11 puntos, lo que indica que un cambio igual o superior a este valor puede ser considerado clínicamente significativo por el paciente, aunque cambios menores (hasta 13 puntos) podría deberse al error de medición. (19)

2.1.2 Evaluación de la cinemática del pedaleo

Para evaluar la cinemática articular del pedaleo se hizo uso de un rodillo fijo el cual consistió en colocar y adecuar la llanta trasera de la bicicleta en el rodillo para de esa manera darle fijación y equilibrio, además se adecuó un sistema de cámaras inteligentes que estaba enlazado con el software Kinovea las cuales se colocaron a 1 metro de distancia del participante para capturar el video en dos planos, 1 en frontal y otro en sagital con duración de la prueba de 5 minuto aproximadamente. Se solicitó a cada participante que utilizara la menor cantidad de ropa posible para así identificar puntos anatómicos

específicos, los cuales fueron: estiloides del cúbito, articulación radio cubital superior, acromion, trocánter mayor, cóndilo femoral externo, maléolo externo y quinto metatarsiano. (9) Posteriormente se realizó la evaluación en donde el participante debió haber calentado 1 minuto antes de la prueba a un ritmo moderado, en el tiempo de evaluación el participante debió tener el mismo ritmo que en el calentamiento, los movimientos y ángulos normales que se tomaron en cuenta fueron:

Tabla 1: *Valores Normales de los Rangos de Movimiento Articular En Ciclistas*

Medición	Abreviación	Rango Normal
Máxima Dorsiflexión de Tobillo	AR.Min	65-75°
Máxima Flexión plantar de Tobillo	AR.Max	90-100°
Rango del Tobillo	AR	20-30°
Flexión máxima de la rodilla	MKF	107-113°
Extensión máxima de la rodilla	MKE	32-42°
Rango del ángulo de la rodilla	KAR	70-75°
Ángulo cerrado de la cadera	HAC	66-76°
Ángulo abierto de la cadera	HAO	110-120°
Rango del ángulo de la cadera	HAR	40-45°

Elaborado por: Diana Carolina Velasco Garzón

Finamente, los resultados cinemáticos obtenidos fueron analizados mediante el software Kinovea para saber si cada participante se encuentra dentro del rango normal de cada movimiento.

Validez

El software Kinovea demostró ser una herramienta válida para la obtención de la cinemática articular. Se observaron valores de coeficiente de correlación intraclase (ICC) superiores de 0.96 y errores estándar de la medida (SEM) entre 0.003 y 0.007 metros, lo que indicó una excelente concordancia entre Kinovea y el sistema de referencia para distintas longitudes y ubicaciones espaciales. Los ICC para los ángulos variaron entre 0.941 y 0.999, y los SEM se encontraron en un rango de 0.3° a 1.2°. Estos valores confirmaron la alta validez concurrente de Kinovea para la medición angular en diferentes planos y configuraciones articulares. (18)

Otros Materiales

- Resma de hojas
- Esferos
- Impresiones
- Computadora
- Teléfono

2.2 Métodos

2.2.1 Tipo y nivel de Investigación

El proyecto de investigación fue de tipo correlacional con un enfoque cuantitativo, ya que se evaluó la cinemática del pedaleo con la ayuda del software Kinovea con el objetivo de analizar la relación que existe con el dolor patelofemoral en ciclistas del Team The Door´s a través del test Kujala. El estudio fue prospectivo y transversal, debido a que se realizó una sola toma de las muestras en el período agosto – diciembre 2025.

2.2.2 Selección del área o ámbito de estudio

Ámbito de estudio

- **Campo:** Salud
- **Aspectos:** Alteración de la cinemática del pedaleo, dolor patelofemoral.
- **Cantón/provincia:** Ambato, Tungurahua.

- **Lugar:** Universidad Técnica de Ambato.
- **Tiempo:** agosto 2025 – enero 2026
- **Línea de investigación:** Salud Humana
- **Sublínea de investigación:** Salud Pública y Epidemiología

2.2.3 Técnica

La elaboración de esta investigación estuvo enfocada en la utilización de la técnica de campo debido a que se tomaron datos observacionales utilizando el software Kinovea para relacionar la cinemática del pedaleo con el dolor patelofemoral en los ciclistas del Team The Door´s datos que posteriormente fueron utilizados para la elaboración del proyecto de investigación.

2.2.4 Población y Muestra

Para la ejecución de este proyecto de investigación se contó con una población de 30 ciclistas amateur mayores de 18 años que haya complido con cada uno de los criterios de inclusión y exclusión, se escogió la muestra por un muestreo por conveniencia. Se realizó la evaluación a todos los participantes del estudio.

2.2.5 Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión

- Mayores de 18 años.
- Ciclistas de sexo masculino
- Ciclistas que tengan dolor anterior de rodilla
- Individuos que practican ciclismo 3 o más veces por semana.
- Ciclistas que utilicen pedales con clips/trabas.

Exclusión

- Ciclistas que hayan sufrido recientemente alguna lesión en el miembro inferior.
- Individuos con lesiones musculoesqueléticas significativas en los miembros inferiores o la columna en los últimos 3-6 meses que puedan afectar su patrón de pedaleo.

- Individuos que utilicen ortesis o soportes de rodilla durante el ciclismo.
- Ciclistas que hayan realizado cambios importantes en la configuración de su bicicleta en el último mes.
- Participantes que no puedan comprender o seguir las instrucciones para la realización de las pruebas.

2.2.6 Hipótesis o pregunta de Investigación

H1: Existe relación entre el dolor patelofemoral y la cinemática del pedaleo en ciclistas.

H0: No existe relación entre el dolor patelofemoral y la cinemática del pedaleo en ciclistas.

2.2.7 Descripción de la Intervención

Socialización del Proyecto

Se socializó el proyecto de investigación a los participantes del Club de ciclismo The Door´s para solicitar el permiso de participación, de esa manera los participantes tuvieron conocimiento de cómo se iba a llevar a cabo la investigación. Se envió la carta compromiso dirigida hacia el presidente del club para la formalización de la colaboración en el proyecto de investigación.

El proyecto fue socializado a todos los ciclistas del Team The Door´s de manera presencial, en el cual se dio a conocer el propósito del estudio, sus beneficios, los criterios de inclusión y exclusión con el objetivo de que cada participante conozca la metodología del proyecto, presentarles el consentimiento informado y posteriormente hacerles firmar a los que desearon participar en este proyecto de investigación. **(ANEXO 3)**

Fase 2: Evaluación

Para la evaluación, cada uno de los participantes llevó su bicicleta y asistieron con la vestimenta que suelen usar para un entrenamiento o competencia. Antes de iniciar con la evaluación, se tomaron notas de los datos generales de los participantes mediante una ficha de registro **(ANEXO 4.1),** en la cual se incluyó la edad, sexo, peso, talla, y cuántos días a la semana realiza ciclismo, historial de lesiones y si presenta o había presentado lesiones

en el miembro inferior. A continuación, se les entregó el cuestionario para la evaluación del dolor patelofemoral Anterior Knee Pain Scale (AKPS) **(ANEXO 4.2)**, en el cual debieron marcar con un círculo según sus síntomas de rodilla. Para el análisis de la cinemática cada participante debió asistir con la menor cantidad de ropa posible, en este espacio se analizó la cinemática del pedaleo a cada participante a través del software Kinovea en vistas frontal y sagital para posteriormente relacionarlo con el dolor patelofemoral.

La evaluación se llevó a cabo en el laboratorio de Fisioterapia de la Universidad Técnica de Ambato, el tiempo de duración en el cual se demoraron fue de 30 minutos por participante aproximadamente **(ANEXO 5).**

Fase 3: Sistematización

Los datos de cada uno de los participantes fueron confidenciales y colocados en el programa Microsoft Excel para analizar los datos a escala numérica en un formato de tabla a través del código asignado compuesto por la inicial de su primer apellido y un número a escala numérica por ejemplo (C1, V2, G3). Los resultados se sistematizaron a través del programa SPSS V26, donde se realizó un análisis descriptivo en busca de medidas de tendencia central como media, moda, mínimo, máximo y desviación estándar.

A través de las pruebas de normalidad como la de Kolmogorov Smirnov o Shapiro Will en dependencia del tamaño muestral. Posterior para el análisis de medias se aplicó chi-cuadrado, por último, para el análisis estadístico correlacional se aplicaron pruebas como Spearman o Pearson todo el proceso de análisis estadístico respecto al valor de significancia del 0.05, lo que facilitó la organización y categorización detallada de la información recopilada. Prueba estadística chi-cuadrado.

Aspectos Bioéticos

Esta investigación se realizó bajo la revisión y aprobación del Comité de Bioética para la Investigación de Seres Humanos de la Universidad Técnica de Ambato aprobado con el siguiente código: **102-CEISH-UTA-2025.**

En este proyecto de investigación se implementaron las siguientes medidas:

Riesgo: La presente investigación fue de riesgo mínimo debido a que se elaboró una serie de evaluaciones de la cinemática del pedaleo dentro de la institución para identificar el dolor patelofemoral en ciclistas amateur. La investigación evaluó la cinemática del pedaleo en ciclistas amateur y su relación con el dolor patelofemoral. Durante la ejecución de las pruebas, los participantes estuvieron expuestos a esfuerzos físicos que pudieron incrementar de forma momentánea su sintomatología, como dolor o incomodidad en la articulación de la rodilla debido a la repetición del gesto del pedaleo o a la evaluación biomecánica. Existió el riesgo de presentar molestias musculares o articulares durante la toma de datos, así como fatiga general por el esfuerzo físico. Si algún ciclista llegaba a presentar dolor agudo, sensación de inestabilidad, mareo o cualquier síntoma que impida la continuidad segura de la actividad, se deberá suspender inmediatamente la prueba y brindar los primeros auxilios correspondientes. En caso de ser necesario, el participante fue derivado a un centro de salud público para su evaluación médica.
Adicionalmente, se tuvo en cuenta que, al utilizar equipamiento como el rodillo fijo el paciente pudo haber perdido el equilibrio al subir o bajar de la bicicleta, o de caída durante el pedaleo si no seguían correctamente las indicaciones de seguridad. Por esta razón, todas las actividades fueron supervisadas por el evaluador, velando por el correcto posicionamiento y ajuste correcto del ciclista antes de iniciar cada prueba.

Autonomía: Los colaboradores que fueron incluidos en este proyecto de investigación tuvieron la potestad de salir del proyecto de manera libre y voluntaria cuando ellos creyeran conveniente, siempre y cuando se haya informado al evaluador, si ninguna repercusión.

Justicia: Dentro de este proyecto de investigación no se discriminó a ningún participante y se cumplió con los reglamentos impartidos por la universidad y por la institución donde se llevó a cabo el proyecto.

Confidencialidad: El investigador se comprometió a manejar toda la información sintetizada durante el estudio de manera ética. Los datos personales de los participantes no fueron divulgados públicamente ni asociados a sus nombres garantizando el anonimato

en los resultados. La información recolectada únicamente tuvo fines académicos y fue almacenada en un computador protegido con contraseña donde solo el investigador y el tutor metodológico tuvieron acceso. Los resultados se presentaron de forma general, sin identificar a ningún participante en particular, utilizando un formato de codificación (la primera letra de su apellido y 1 número a escala numérica).

Beneficios: Es importante señalar que las actividades que fueron expuestas en el proyecto de investigación fueron acorde a las necesidades de los ciclistas, por lo tanto, los beneficios se obtuvieron a partir de la evaluación de la cinemática del pedaleo.

Aspectos Legales: La investigación está basada en la Ley del Deporte, Educación Física y Recreación del Ecuador en el **Art 6.-** "El estado promoverá el desarrollo integral del ser humano a través del deporte, la educación física y la recreación garantizando la salud, el bienestar y el desarrollo físico y psicológico de las personas". (22) Ley Orgánica de Protección de Datos Personales en el **Art. 8.-** "Se podrán tratar y comunicar datos personales cuando se cuente con la manifestación de la voluntad del titular para hacerlo acorde a sus parámetros" (23) **Art. 66.-** Se reconoce y garantizará a las personas: 19. El derecho a la protección de datos de carácter personal, que incluye el acceso y la decisión sobre información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección. La recolección, archivo, procesamiento, distribución o difusión de estos datos o información requerirán la autorización del titular o el mandato de la ley. (22)

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis e interpretación de datos

La muestra está compuesta exclusivamente por ciclistas hombres quienes representan el 100% de la muestra, ellos pertenecen al club de ciclismo Team Door's, con una edad promedio de 38.97 años (DE = 13.54), lo que refleja una amplia dispersión etaria, predominando el grupo de 18 a 25 años (26.7%). La mayor parte de ciclistas se desempeñan en la modalidad montaña (66.7%), un grupo menor el de ruta (33.3%), es importante mencionar que esto podría influir en sus demandas fisiológicas y perfiles de rendimiento. La talla media es de 1.695 m (DE = 0.061) y el peso promedio de 69.67 kg (DE = 6.09), configurando un IMC global de 24.26 (DE = 2.04), dentro del rango normal. Sin embargo, el 33.3% presenta sobrepeso, lo que sugiere la necesidad de estrategias personalizadas de evaluaciones de bioimpedancia con la finalidad de identificar su estado corporal e identificar con datos reales el porcentaje de grasa y masa muscular.

Tabla 2: *Datos Sociodemográficos*

Variable	Media/n	DE	Porcentaje %
Sexo	-	-	-
Masculino	-	-	100%
Edad (años)	38,97	13,54	100%
Modalidad			
Ruta	10	-	33,3%
Montaña	20	-	66,7%
Talla (m)	1,695	0,061	100%
Peso (Kg)	69,67	6,09	100%
IMC	24,26	2,04	100%

Fuente: Ficha de recolección de datos

Elaborado por: Diana Carolina Velasco Garzón

Abreviatura: IMC: Índice de Masa Corporal; **N:** Frecuencia**; DE:** Desviación estándar; **m:** metros; **Kg:** Kilogramos.

Tabla 3: *Evaluación de la cinemática del pedaleo*

Variables	Mínimo	Máximo	Media	DE
AR.Min	83,00	111,00	98,9000	7,42480
AR.Max	66,00	101,00	79,3333	7,38747
AR	8,00	34,00	19,3000	6,05805
MKF	101,00	122,00	110,1667	5,20665
MKE	27,00	53,00	40,3333	7,24132
KAR	62,00	97,00	70,5000	7,24807
HAC	62,00	97,00	70,5000	7,24807
HAO	60,00	86,00	75,9667	6,71326
HAR	103,00	131,00	117,3333	7,77411

Fuente: Datos obtenidos mediante el análisis de la cinemática

Elaborado por: Diana Carolina Velasco Garzón

AR.Min: Máxima dorsiflexión de tobillo; **AR.Max:** Máxima dorsiflexión de tobillo; **AR**: Rango Del Tobillo; **MKF:** Flexión máxima de rodilla; **MKE:** Extensión máxima de rodilla; **KAR:** Rango del ángulo de rodilla; **HAC:** Ángulo cerrado de cadera; **HAO:** Ángulo abierto de cadera; **HAR:** Rango del ángulo de cadera; **DE**: Desviación estándar.

La evaluación de la cinemática del pedaleo en los ciclistas hombres del Team Door's evidencia un patrón eficiente en la rodilla, con valores de flexión (110,2°), extensión (40,3°) y rango articular (70,5°) dentro de los parámetros normales para ciclistas, consolidando su rol como articulación principal en la producción de potencia. En contraste, el tobillo muestra un rango reducido (19,3°), con dorsiflexión máxima elevada (98,9° vs. 65–75° de referencia) y flexión plantar disminuida (79,3° vs. 90–100°), lo que limita su aporte al ciclo de pedaleo. La cadera presenta un comportamiento atípico, con un ángulo abierto muy inferior al esperado (75,9° vs. 110–120°), aunque un rango total inusualmente amplio (117,3° vs. 40–45°), probablemente vinculado a adaptaciones posturales de la modalidad montaña y a diferencias metodológicas de medición. En conjunto, estos resultados sugieren un pedaleo caracterizado por eficiencia en rodilla,

restricción en tobillo y compensaciones en cadera, lo cual podría optimizar el rendimiento en terrenos irregulares, pero también incrementar el riesgo de sobrecarga articular en deportistas con mayor edad o sobrepeso.

Tabla 4: *Cuestionario Kujala*

VARIABLES	MEDIA	DE	FRECUENCIA		PORCENTAJE
			Enunciado	Validos	
Pregunta 1	1,6333	,49013	2	19	63,3
Pregunta 2	1,8333	,37905	2	25	83,3
Pregunta 3	2,0000	,52523	2	22	73,3
Pregunta 4	2,1333	,62881	2	18	60,0
Pregunta 5	2,2667	,58329	2	18	60,0
Pregunta 6	2,8000	,48423	3	25	83,3
Pregunta 7	2,0000	,26261	2	28	93,3
Pregunta 8	2,1333	,68145	2	25	83,3
Pregunta 9	2,0000	,00000	2	30	100
Pregunta 10	2,0000	,37139	2	26	86,7
Pregunta 11	2,0667	,25371	2	28	93,3
Pregunta 12	1,9000	,30513	2	27	90
Pregunta 13	1,8667	,34575	2	26	86,7

Fuente: Datos obtenidos mediante el cuestionario Kujala

Elaborado por: Diana Carolina Velasco Garzón

Pregunta 1: Renguear; **Pregunta 2:** Cargar peso; **Pregunta 3:** Caminar; **Pregunta 4:** Escaleras; **Pregunta 5:** Agacharse; **Pregunta 6**: Correr; **Pregunta 7:** Saltar; **Pregunta 8:** Sentarse con las rodillas flexionadas por largo tiempo; **Pregunta 9**: Dolor; **Pregunta 10:** Inflamación; **Pregunta 11**: Movimientos anormales y dolorosos de rótula; **Pregunta 12:** Atrofia del muslo; **Pregunta 13:** Rigidez al flexionar la rodilla; **DE:** Desviación estándar.

El análisis del cuestionario Kujala revela que, aunque la mayoría de los participantes conserva capacidades motoras relevantes como correr (83,3%, media = 2.80; DE = .48), saltar (93,3%, media = 2.00; DE = .26) y tolerar la carga de peso (83,3%, media = 1.83; DE = .37), se evidencian limitaciones funcionales en actividades que demandan mayor flexión de rodilla, como subir o bajar escaleras (60%, media = 1.87; DE = .35), agacharse

(60%, media = 2.26; DE = .58) y alcanzar la flexión completa (86,7%, media = 1.87; DE = .34). Aunque el 100% de los encuestados reporta dolor (media = 2.00; DE = .00), lo que lo posiciona como el síntoma más prevalente, la inflamación (86,7% sin presencia, media = 2.00; DE = .37) y la atrofia muscular (90% sin evidencia, media = 1.90; DE = .30) son poco frecuentes, lo que sugiere ausencia de procesos inflamatorios agudos y preservación del trofismo muscular. Además, se observa una alta dispersión en la dificultad para permanecer sentado con rodillas flexionadas (DE = .68), lo que indica variabilidad interindividual en tolerancia postural. En conjunto, los resultados configuran un perfil funcional en el que los deportistas mantienen fuerza y estabilidad general, pero presentan compromiso en tareas de alta exigencia mecánica y flexora de la rodilla, compatible con cuadros de sobreuso patelofemoral; este patrón se refleja en la progresión de medias desde funciones básicas (cojeo media = 1.63; DE = .49) hasta actividades de impacto, y en la baja dispersión de síntomas clínicos, lo que refuerza la consistencia del cuadro funcional observado.

Tabla 5: *Correlación*

	PEARSON		**T STUDENT**	
Cinemática Kujala	**r**	**P valor**	**Media**	**DE**
AR.Min	-0,159	,402	98,900	7,424
AR.Max	-0,220	,242	79,333	7,387
AR	0,085	,657	19,300	6,058
MKF	-0,149	,431	110,166	5,206
MKE	-0,128	,502	40,333	7,241
KAR	0,084	,659	70,500	7,248
HAC	-0,23	,905	75,966	6,713
HAO	-0,034	,860	117,333	7,774
HAR	-0,017	,931	41,366	6,620

Fuente: Datos obtenidos mediante la correlación del cuestionario Kujala y la cinemática del pedaleo

Elaborado por: Diana Carolina Velasco Garzón

AR.Min: Máxima dorsiflexión de tobillo; **AR.Max:** Máxima dorsiflexión de tobillo; **AR**: Rango Del Tobillo; **MKF:** Flexión máxima de rodilla; **MKE:** Extensión máxima de

rodilla; **KAR:** Rango del ángulo de rodilla; **HAC:** Ángulo cerrado de cadera; **HAO:** Ángulo abierto de cadera; **HAR:** Rango del ángulo de cadera; **P valor:** Significancia; **DE**: Desviación estándar.

El análisis de la correlación entre la cinemática del pedaleo y el dolor patelofemoral, evaluado mediante la escala de Kujala en ciclistas del Team The Door's, mostró que la mayoría de los coeficientes de Pearson fueron negativos (r entre -0,23 y -0,017), lo que sugiere una tendencia inversa entre el aumento de la amplitud articular y la percepción funcional: a mayor rango de movimiento, menor puntuación en Kujala. Sin embargo, estas asociaciones fueron débiles y estadísticamente no significativas según la prueba T de Student ($p > 0,05$), lo que indica que las alteraciones cinemáticas por sí solas no explican el dolor patelofemoral en esta población. Solo algunas variables, como el rango articular de tobillo y rodilla (AR y KAR), mostraron correlaciones positivas muy bajas ($r \approx 0,08$), sin relevancia clínica. En conjunto, los hallazgos sugieren que el dolor y la limitación funcional en estos ciclistas no dependen directamente de la magnitud angular del pedaleo, sino posiblemente de otros factores asociados a la mecánica patelofemoral, como la fuerza muscular, la alineación, la estabilidad y la sobrecarga repetitiva.

Estos hallazgos sugieren que, aunque los deportistas mantienen rangos articulares funcionales, su percepción de dolor y disfunción está modulada por factores no captados por la cinemática, como el control motor, la carga mecánica, la sensibilidad nociceptiva o el sobreuso, lo que refuerza la necesidad de integrar indicadores funcionales más complejos en la evaluación clínica del dolor patelofemoral.

Discusión

El presente estudio tuvo como objetivo correlacionar la alteración de la cinemática del pedaleo con el dolor patelofemoral en ciclistas aficionados del Team The Door´s. Los resultados permitieron identificar un patrón cinemático eficiente a nivel de rodilla, restrictivo en el tobillo y compensatorio a la cadera, con una correlación estadísticamente no significativa entre las variables cinemáticas y el puntaje del cuestionario Kujala ($p > 0,05$). Esto indicó que, se acepta la hipótesis nula H0: No existe relación directa entre el dolor patelofemoral y la cinemática del pedaleo en medida 2D.

En los ciclistas amateurs del team The Door´s, se observó un patrón cinemático caracterizado por eficiencia en la rodilla (flexión media = 110,1°, extensión media = 40, 3°, rango medio = 70,5°), restricción en el tobillo (dorsiflexión = 98,9°, plantiflexión = 79,3°, rango = 19,3°) y compensaciones de cadera (ángulo abierto = 75,9°, rango total= 117,3°), lo que sugiere adaptaciones posturales propias de la modalidad montaña (66,7% de la muestra). Estos hallazgos se alinean parcialmente con el estudio realizado por **Branco G, et al.** (5) que indica una mayor flexión plantar y de rodilla, el cual se asocia con menos probabilidad de dolor patelofemoral (AKP), mientras que una mayor inclinación del tronco hacia adelante incrementa el riesgo. En cuanto a la correlación entre la cinemática y la funcionalidad (Kujala) presenta una correlación baja, lo que coincide con las revisiones realizadas por **Visentini P et al.** (4) que señala la falta de evidencia sólida entre las medidas biomecánicas aisladas y lesiones por sobreuso y **Bini R et al.** (8) con modelos predictivos no significativos que muestran que dolor y comodidad coexisten sin relación directa con la postura. Aunque se reportó dolor en el 100% de los participantes, la inflamación no se evidencia en la mayoría de la población y tampoco existe atrofia muscular, lo que sugiere cuadros de sobreuso sin componente inflamatorio agudo, por lo tanto, en un estudio realizado por **Scoz R et al.** (9) reporta que se puede obtener mejoras significativas en el dolor de rodilla, espalda y cuello tras intervenciones posturales.

Se destaca la necesidad de monitorear adaptaciones estructurales y prevenir sobreuso, especialmente en tobillo y cadera, siendo recomendable revisar las definiciones operativas de ciertos parámetros como extensión máxima de rodilla (MKE) y rango del ángulo de cadera (HAR) para asegurar su validez biomecánica en el contexto del ciclismo.

Diversos estudios han destacado la importancia de evaluar la biomecánica de la cadera dentro de un sistema integrado. En este sentido, **Branco G et al.** (14) ha demostrado que la presencia de AKP está asociada a interacciones entre el ROM de la cadera, dorsiflexión de tobillo y pruebas funcionales como HipSIT, alcanzando una sensibilidad del 76,9% y una especificidad del 87,5%, lo que refuerza la necesidad de evaluar la biomecánica como

un sistema integrado. Estos resultados refuerzan la necesidad de analizar el comportamiento articular de forma conjunta. **Xie P et al.** (21) menciona, que la fuerza de la cadera especialmente en rotación externa y abducción se ha identificado como menos en individuos con AKP, aunque aún no se determina si es causa o consecuencia, lo que sugiere incorporar pruebas de fuerza muscular en la evaluación clínica. Finalmente, el estudio realizado por **Husband S et al.** (15) señala que parámetros como el ángulo del tronco y la posición del sillín afectan directamente el comportamiento de la cadera, y que **Galindo A et al.** (20) infiere que durante la fatiga se produce cambios cinemáticos significativos como mayor flexión lumbar y aducción de cadera que podrían incrementar el riesgo de lesiones crónicas. Este enfoque se relaciona con los hallazgos de **Scoz et al. (2021)** y **Viau et al. (2025),** que manifestaron mejoras significativas en el dolor y el confort tras intervenciones de bike fitting y entrenamiento muscular específico. Por lo tanto, la ausencia de correlación estadística no implica falta de relación funcional o clínica, sino que sugiere la necesidad de incluir variables dinámicas de control neuromuscular a futuros estudios.

De forma complementaria, el presente trabajo de investigación destaca la necesidad de incorporar el análisis tridimensional (3D) y herramientas de captura de pantalla de movimiento más preciso, tal como lo propone **Bini et al. (2023),** quienes demostraron la alta fiabilidad de los sistemas ópticos y redes neuronales para evaluar la cinemática. El uso de estas tecnologías en investigaciones futuras permitiría una comprensión más profunda de las variaciones articulares y su relación con el dolor.

Finalmente, este trabajo aporta evidencia local relevante sobre la biomecánica del pedaleo en ciclistas amateurs, debido a que los resultados respaldan la importancia de abordar el dolor patelofemoral desde una visión integrada y preventiva, considerando el fortalecimiento de la musculatura de la cadera, el control postural y el ajuste ergonómico individualizado de la bicicleta.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En conclusión, el estudio realizado no tiene una relación directa entre el dolor patelofemoral y la cinemática del pedaleo, sin embargo, dicho dolor puede estar relacionado con factores intrínsecos entre ellos la cantidad de masa muscular, la activación y el dominio del pedaleo en los pacientes, en los factores extrínsecos directamente enfocados con la biomecánica del pedaleo entre ellos la compensación en cadera, siendo esta última la más obvia o fácilmente observada.

- El análisis cinemático 2D evidenció un patrón de movimiento eficiente en rodilla con una flexión y extensión dentro de la normalidad, pero con un rango articular limitado en tobillo y compensatorio en cadera, estas características podrían ser adaptadas a posturas propias del ciclismo de montaña, pero también posibles factores predisponentes a sobrecarga articular enfocada en la zona articular anterior de rodilla.

- El cuestionario Kujala evidenció que la mayoría de los participantes presentan dolor funcional de leve a moderado, especialmente en actividades donde se realizan movimientos de flexión profunda a nivel de rodilla.

- Se identificó un comportamiento funcional compensatorio entre las articulaciones de tobillo, rodilla y cadera, esto evidencia que el dolor patelofemoral no depende exclusivamente de la cinemática, sino de factores combinados como la fuerza muscular, el control motor, la postura, la carga de entrenamiento y el ajuste de la bicicleta.

4.2. Recomendaciones

- Emplear sistemas de captura de movimiento tridimensional o software basados en inteligencia artificial, que permitan un análisis más preciso de las trayectorias articulares y su relación con las cargas biomecánicas.

- Desarrollar intervenciones fisioterapeutas y de bike fitting personalizadas para cada uno de los ciclistas, mismas que incluyan ajustes en la altura del sillín, posición del manillar, alineación del pedal, esto con el fin de optimizar la mecánica del pedaleo y disminuir el riesgo de dolor y prevenir lesiones.

- Controlar la intensidad, duración y frecuencia del entrenamiento para evitar el sobreuso articular y optimizar la activación muscular mediante ejercicios de fortalecimiento isométrico que faciliten la alineación patelar y disminuyan el estrés femoropatelar durante los diferentes ciclos de pedaleo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rooney D, Sarriegui I, Heron N. 'As easy as riding a bike': a systematic review of injuries and illness in road cycling. BMJ Open Sport Exerc Med [Internet]. 10 de diciembre de 2020 [citado 27 de mayo de 2025];6(1). Disponible en: https://bmjopensem.bmj.com/content/6/1/e000840

2. Bini RR, Serrancoli ,Gil, Santiago ,Paulo Roberto Pereira, Pinto ,Allan, and Moura F. Criterion validity of neural networks to assess lower limb motion during cycling. Journal of Sports Sciences [Internet]. 2 de enero de 2023 [citado 27 de mayo de 2025];41(1):36-44. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/criterion-validity-neural-networks-assess-lower/docview/2802184574/se-2?accountid=36765

3. Gatti AA, Keir PJ, Noseworthy MD, Beauchamp MK, Maly MR. Hip and ankle kinematics are the most important predictors of knee joint loading during bicycling. Journal of Science and Medicine in Sport [Internet]. 1 de enero de 2021 [citado 27 de mayo de 2025];24(1):98-104. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/hip-ankle-kinematics-are-most-important/docview/2502614956/se-2?accountid=36765

4. Visentini PJ, McDowell AH, Pizzari T. Factors associated with overuse injury in cyclists: A systematic review. Journal of Science and Medicine in Sport [Internet]. 1 de mayo de 2022 [citado 27 de septiembre de 2025];25(5):391-8. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/factors-associated-with-overuse-injury-cyclists/docview/2658597447/se-2?accountid=36765

5. Branco GR, Resende RA, Carpes FP, Mendonça LD. Association of Cycling Kinematics With Anterior Knee Pain in Mountain Bike Cyclists. 11 de agosto de 2022 [citado 27 de mayo de 2025]; Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/association-cycling-kinematics-with-anterior-knee/docview/3163626457/se-2?accountid=36765

6. A3_66.pdf [Internet]. [citado 14 de junio de 2025]. Disponible en: https://somim.org.mx/memorias/memorias2022/articulos/A3_66.pdf

7. du Toit F, Schwellnus M, Jordaan E, Swanevelder S, Wood P. Factors associated with patellofemoral pain in recreational road cyclists: A cross-sectional study in 59953 cyclists – SAFER XXXIII. Physical Therapy in Sport [Internet]. 1 de enero de 2023 [citado 27 de mayo de 2025];59:136-43. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466853X22001730

8. Bini RR, and Hunter JR. Pain and body position on the bicycle in competitive and recreational road cyclists: A retrospective study. Sports Biomechanics [Internet]. 3 de abril de 2023 [citado 27 de mayo de 2025];22(4):522-35. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/pain-body-position-on-bicycle-competitive/docview/2781925403/se-2?accountid=36765

9. Scoz RD, Amorim CF, Espindola T, Santiago M, Mendes JJB, Oliveira PRD, et al.

Discomfort, pain and fatigue levels of 160 cyclists after a kinematic bike-fitting method: an experimental study. BMJ Open Sport Exerc Med [Internet]. agosto de 2021 [citado 4 de junio de 2025];7(3):e001096. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/discomfort-pain-fatigue-levels-160-cyclists-after/docview/2566176600/se-2?accountid=36765
10. De Roeck J, Duquesne K, Van Houcke J, Audenaert EA. Statistical-Shape Prediction of Lower Limb Kinematics During Cycling, Squatting, Lunging, and Stepping—Are Bone Geometry Predictors Helpful? Front Bioeng Biotechnol [Internet]. 12 de julio de 2021 [citado 27 de mayo de 2025];9. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2021.696360/full
11. Kinematics of cycling in relation to anterior knee pain and patellar tendinitis: Journal of Sports Sciences: Vol 21, No 8 [Internet]. [citado 27 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0264041031000102015
12. Viau A, Tremblay ,Christina, Coutu ,Guillaume, Desmeules ,François, and Lafrance S. Impact of physiotherapy-led bike fitting on the evolution of knee pain in recreational cyclists: the PBF study. Physiotherapy Theory and Practice [Internet]. [citado 27 de mayo de 2025];0(0):1-10. Disponible en: https://doi.org/10.1080/09593985.2025.2468908
13. Weir Z, Allen J, Davidge H, Hulton A, Thom JM, Roberts HM. Self-reported injury in ultra-endurance participants with a focus on knee injuries: An exploratory cross-sectional comparative study of running, cycling, and triathlon. Physical Therapy in Sport [Internet]. 1 de enero de 2025 [citado 27 de mayo de 2025];71:78-84. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/self-reported-injury-ultra-endurance-participants/docview/3153054285/se-2?accountid=36765
14. Branco GR, Resende RA, Bittencourt NFN, Mendonça LD. Interaction of hip and foot factors associated with anterior knee pain in mountain bikers. Physical Therapy in Sport [Internet]. mayo de 2022 [citado 8 de septiembre de 2025];55:139-45. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/interaction-hip-foot-factors-associated-with/docview/2676546288/se-2?accountid=36765
15. Husband SP, Wainwright B, Wilson F, Crump D, Mockler D, Carragher P, et al. Cycling position optimisation – a systematic review of the impact of positional changes on biomechanical and physiological factors in cycling. Journal of Sports Sciences [Internet]. 2 de agosto de 2024 [citado 8 de septiembre de 2025];42(15):1477-90. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/cycling-position-optimisation-systematic-review/docview/3109550898/se-2?accountid=36765
16. Bini R, Priego-Quesada J. Methods to determine saddle height in cycling and implications of changes in saddle height in performance and injury risk: A systematic review. Journal of Sports Sciences [Internet]. 16 de febrero de 2022 [citado 8 de septiembre de 2025];40(4):386-400. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/methods-determine-saddle-height-cycling/docview/2638855991/se-

2?accountid=36765
17. Shah MK, Sheth MS, Desai R. Prevalence of Musculoskeletal Disorders among Recreational Cyclists. Medical Journal of Dr DY Patil Vidyapeeth [Internet]. mayo de 2025 [citado 9 de septiembre de 2025];18(3):431-6. Disponible en: https://journals.lww.com/10.4103/mjdrdypu.mjdrdypu_49_24
18. Puig-Diví A, Escalona-Marfil C, Padullés-Riu JM, Busquets A, Padullés-Chando X, Marcos-Ruiz D. Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives. PLoS One [Internet]. 5 de junio de 2019 [citado 6 de junio de 2025];14(6):e0216448. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/validity-reliability-kinovea-program-obtaining/docview/2235659204/se-2?accountid=36765
19. Hott A, Liavaag ,Sigurd, Juel ,Niels Gunnar, Brox ,Jens Ivar, and Ekeberg OM. The reliability, validity, interpretability, and responsiveness of the Norwegian version of the Anterior Knee Pain Scale in patellofemoral pain. Disability and Rehabilitation [Internet]. 22 de mayo de 2021 [citado 27 de mayo de 2025];43(11):1605-14. Disponible en: https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1671499
20. Galindo-Martínez A, López-Valenciano A, Albaladejo-García C, Vallés-González JM, Elvira JLL. Changes in the Trunk and Lower Extremity Kinematics Due to Fatigue Can Predispose to Chronic Injuries in Cycling. International Journal of Environmental Research and Public Health [Internet]. enero de 2021 [citado 27 de mayo de 2025];18(7):3719. Disponible en: https://login.uta.lookproxy.com/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/changes-trunk-lower-extremity-kinematics-due/docview/2566026427/se-2?accountid=36765
21. Xie P, István B, Liang M. The Relationship between Patellofemoral Pain Syndrome and Hip Biomechanics: A Systematic Review with Meta-Analysis. Healthcare (Basel) [Internet]. 28 de diciembre de 2022 [citado 11 de septiembre de 2025];11(1):99. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9818693/
22. Ley del Deporte, Educación Física y Recreación [Internet]. FETM Federación Ecuatoriana de Tenis de Mesa. [citado 9 de julio de 2025]. Disponible en: https://fetm.ec/ley-del-deporte-educacion-fisica-y-recreacion/
23. Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf [Internet]. [citado 27 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

ANEXOS

Anexo 1 – Resolución de la Modalidad de Investigación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CONSEJO DIRECTIVO

Resolución Nro. UTA-CD-FCS-2025-2269

Ambato, 30 de julio de 2025

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la salud, mediante sesión ordinaria del 29 de julio de 2025, en conocimiento del acuerdo UTA-UAT-FCS-2025-0331-A, suscrito por la Doctora Esp. Zenia Batista Castro, sugiriendo se apruebe el trabajo de titulación del/la señor/ita **VELASCO GARZON DIANA CAROLINA** con cédula de ciudadanía 1805679899 estudiante de la carrera de Fisioterapia, para el período académico agosto 2025 -enero 2026, de conformidad al numeral 6.1 del **"INSTRUCTIVO DEL REGLAMENTO PARA LA TITULACIÓN DE GRADO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO"**, aprobado mediante resolución CAU-P-681-2023 del 29 de noviembre de 2023 y reformado con CAU-P-290-2025 del 19 de mayo de 2025; al respecto.

CONSEJO DIRECTIVO, RESUELVE:

APROBAR el trabajo de titulación del/la señor/ita **VELASCO GARZON DIANA CAROLINA** con cédula de ciudadanía 1805679899 estudiante de la carrera de Fisioterapia, para el período académico agosto 2025 -enero 2026, según el siguiente detalle:

Modalidad	**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**
Tema	Alteración de la cinemática del pedaleo relacionado con el dolor patelofemoral en ciclistas del Team The Door´s
Tutor	Médica MSc. Verónica Gabriela Salinas Velastegui

Documento firmado electrónicamente

Dr. José Luis Herrera López
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO - FCS

Referencias:
- UTA-UAT-FCS-2025-0331-A

Anexos:
- VELASCO GARZON DIANA-signed-signed-signed.pdf
- 19.-SOLICITUD_VELASCO GARZÓN DIANA CAROLINA 2207-signed-signed.pdf
- 19.1.-PERFIL_VELASCO GARZÓN DIANA CAROLINA 22.pdf

Campus Ingahurco
Av. Colombia y Chile
(+593) 3700090 ext.
www.uta.edu.ec
* Documento generado por Quipux Producción

Resolución Nro. UTA-CD-FCS-2025-2269

Ambato, 30 de julio de 2025

mv

JOSE LUIS HERRERA LOPEZ

Anexo 2 – Aprobación de CEISH-UTA

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÒN EN SERES HUMANOS

CEISH-UTA

Ambato, 26 de agosto de 2025.
Of. 102-CEISH-UTA-2025

Srta.
Diana Carolina Velasco Garzón
Estudiante de la carrera de Fisioterapia - FCS
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ASUNTO: CARTA DE APROBACIÓN DE PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

De nuestra consideración

Por medio del presente y una vez revisado el protocolo de investigación con el tema **"Alteración de la cinemática del pedaleo relacionado con el dolor patelofemoral en ciclistas del Team The Door´s"** presentado por usted en calidad de Investigadora del mismo al Comité de Ética para la Investigación en Seres Humanos – UTA, se comunica que fue **APROBADO** para su ejecución en ciclistas del Team The Door´s, en el aula de simulación 3 de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica de Ambato, por cuanto cumple con los requisitos y normas establecidas por el reglamento de este Comité, en lo metodológico, ético y legal. El código asignado es 102-CEISH-UTA-2025

Como respaldo de lo indicado, reposan en los archivos del CEISH-UTA, tanto los requisitos presentados por el investigador, así como también los formularios empleados por el comité para la evaluación del mencionado proyecto.

En tal virtud, los documentos aprobados sumillados del CEISH-UTA que se adjuntan en físico al presente informe son los siguientes:

- Copia del protocolo de investigación **"Alteración de la cinemática del pedaleo relacionado con el dolor patelofemoral en ciclistas del Team The Door´s"** Versión 2, con 32 páginas
- Documento de consentimiento informado Versión 1 con 6 páginas
- Carta de interés: 1 página, carta de no conflicto de intereses: 2 páginas
- Carta de responsabilidad del investigador: 2 páginas
- Informe de evaluación aprobado 24/07/2025

Cabe indicar que la información de los requisitos presentados es de responsabilidad exclusiva del investigador y de su tutor quienes asumen la veracidad, originalidad y autoría de estos.

Así también, se recuerda las obligaciones que el investigador principal debe cumplir durante y después de la ejecución del proyecto en ciclistas del Team The Door´s, en el aula de simulación 3 de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica de Ambato:

- Informar al CEISH-UTA la fecha de inicio y culminación de la investigación, en un plazo no mayor de 30 días de la culminación.
- Presentar a este comité informes periódicos del avance de ejecución del proyecto, según lo estime el CEISH-UTA.

Av. Colombia y Chile

CARTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO CEISH – UTA

www.uta.edu.ec

- Cumplir todas las actividades que le corresponden como investigador/a principal, así como las descritas en el protocolo con sus tiempos de ejecución, según el cronograma establecido en dicho proyecto, vigilando y respetando siempre los aspectos éticos, metodológicos y jurídicos aprobados en el mismo.
- Aplicar el consentimiento informado a todos los participantes, respetando el proceso definido en el protocolo y el formato aprobado.
- Al finalizar la investigación, entregar al CEISH-UTA el informe final del proyecto.

Atentamente,



Dra. Aida Fabiola Aguilar Salazar
PRESIDENTE CEISH – UTA



Cristina Alexandra Arteaga, PhD
SECRETARIA - CEISH - UTA

Anexo 3 – Consentimiento Informado

COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÒN EN SERES HUMANOS
CEISH-UTA

CEISH
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

ANEXO 5

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Sección I: INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

A) Hoja de información:

Título del estudio: "Alteración de la cinemática del pedaleo relacionado con el dolor patelofemoral en ciclistas del Team The Door´s"

- **Nombre:** Diana Carolina Velasco Garzón
- **Dirección:** Pelileo – Huambaló, Calle 10 de Agosto y Las Orquídeas Esq.
- **Teléfono del Investigador Principal:** 0996334941

Le solicitamos su autorización para la recolección y el uso de datos en el marco del estudio titulado **"Alteración de la cinemática del pedaleo relacionado con el dolor patelofemoral en ciclistas del Team The Door´s".** Su participación en esta investigación es completamente voluntaria, por lo que puede optar por formar parte del estudio principal sin incluirse en esta sección, sin que ello afecte en ningún modo su atención en salud.

Le recomiendo leer atentamente toda la información contenida en este documento y, antes de tomar una decisión, formular cualquier pregunta al investigador que se lo presenta. Asimismo, lo alentamos a discutirlo con su familia, amigos o médicos de confianza para que pueda tomar una decisión informada y acorde a sus intereses.

1) **¿Por qué se realiza este estudio?**
El propósito de esta investigación es identificar la relación entre la alteración de la cinemática del pedaleo y la aparición del dolor patelofemoral en ciclistas aficionados. De esta forma se logrará establecer los patrones de movimiento alterados y de esa manera se podrá proponer estrategias de corrección personalizada para cada ciclista, buscando mejorar su salud y rendimiento. Cabe destacar que este estudio también se realiza para ofrecer a la comunidad ciclista y a los profesionales de la salud deportiva nuevas alternativas de aplicación en el campo de la biomecánica del ciclismo que por ende tiene gran importancia a la hora de prevenir y tratar el dolor patelofemoral, optimizando así el esfuerzo y la calidad del movimiento en el pedaleo.

2) **¿Qué pasará si participo de esta parte del proyecto de investigación, luego de que firme este Consentimiento Informado?**
2.1. Se recolectará sus datos principales de identificación.
2.2. Se explicará el procedimiento a realizar primero, la se aplicará el cuestionario KUJALA (AKPS) que consiste en un conjunto de preguntas que identificará la intensidad del dolor patelofemoral, cada pregunta tendrá su respectivo puntaje; si el paciente presenta una puntuación menor a 60 puntos, se deberá someter a un análisis de la cinemática del pedaleo el cual consiste en colocar su bicicleta en un rodillo Smart y con la ayuda del software Kinovea se identificara la alteración angular de puntos anatómicos específicos (cadera, rodilla y tobillo). Todo el procedimiento es no invasivo y seguro.

2.3. Finalmente, los resultados se sistematizarán a través del programa SPSS para facilitar el análisis de datos cuantitativos que permitirá comprender los cambios significativos de su representado.

3) ¿Qué riesgos podría tener si participo?

El riesgo es mínimo. Durante la ejecución de la evaluación de la cinemática del pedaleo, los participantes estarán expuestos a esfuerzos físicos que podrían incrementar de forma momentánea su sintomatología, como dolor o incomodidad en la articulación de la rodilla, debido a la repetición del gesto del pedaleo o a la misma evaluación. Existe el riesgo de presentar molestias musculares o articulares durante la toma de datos, así como fatiga general por el esfuerzo físico. Si algún ciclista llegara a presentar dolor agudo, sensación de inestabilidad, mareo o cualquier síntoma que impida la continuidad segura de la actividad, se suspenderá inmediatamente la prueba y se brindará atención de primeros auxilios. En caso de ser necesario, el participante será derivado a un centro de salud público para su evaluación médica.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que, al utilizar equipamiento como rodillos o sensores de análisis del movimiento, puede haber riesgo de pérdida de equilibrio al subir o bajar de la bicicleta, o de caída durante el pedaleo si no se siguen correctamente las indicaciones de seguridad. Por esta razón, todas las actividades serán supervisadas por el evaluador y se velará por el correcto posicionamiento y ajuste del ciclista antes de iniciar cada prueba, además cabe recalcar que podrá retirarse del proyecto si así lo decide siempre y cuando primero avise al investigador.

4) ¿Cuánto tiempo me tomará participar en esta parte del estudio?

Está previsto que su participación dure 30 - 40 minutos en una sola sesión, incluido el cuestionario.

5) ¿Tendré beneficios por participar?

Su participación en este proyecto de investigación ayudará a identificar un análisis biomecánico detallado de su ciclo del pedaleo, lo que le permitirá comprender las alteraciones específicas que contribuyen a su dolor patelofemoral. Esto puede llevar a recomendaciones personalizadas sobre el ajuste de su bicicleta o la técnica del pedaleo, con el objetivo de reducir o eliminar el dolor. Además, los participantes adquirirán un valioso conocimiento sobre su propia biomecánica, lo que les ayudará a prevenir futuras lesiones y optimizar su rendimiento.

6) ¿Me darán información sobre los resultados del estudio, luego de su finalización?

Si, los resultados obtenidos se los dará a conocer al final de la evaluación, se socializará los resultados a los participantes que lo requieran y además serán guardados en el repositorio de la Universidad Técnica de Ambato una vez que se haya finalizado el proyecto, donde se podrá observar la relación de los resultados obtenidos.

7) ¿Qué gastos tendré si participo del estudio?

Usted no tendrá gasto alguno relacionado a los procedimientos y materiales de esta investigación. Se cubrirán los gastos médicos siempre y cuando sufra algún daño o lesión relacionada con la investigación. No se cubrirán estudios ni medicamentos que no estén relacionados con el estudio. Además el investigador y participante deberá cumplir con las siguientes responsabilidades:

Responsabilidades del participante

✓ Asistir puntualmente durante la investigación.
✓ Informar cuando NO pueda ejecutar la evaluación.
✓ Comunicar si presenta algún tipo de dolor o fatiga
✓ Informar si previamente tuvo alguna caída antes de realizar la evaluación.
✓ Comunicar si en minutos previos consumió algún alimento o bebida en exceso.

Responsabilidades del Investigador principal

✓ Puntualidad al momento de la evaluación.
✓ Informar al participante de manera oportuna en caso de no poder asistir algún día.
✓ Pedir autorización al presidente del club de ciclismo para acceder a la realización del proyecto de investigación.
✓ Demostrar compromiso con cada uno de los participantes.
✓ Ante cualquier percance que ponga en riesgo la salud del participante el Investigador principal tiene la obligación de suspender la intervención.

8) ¿Qué pasará si sufro algún evento adverso mientras participo en el estudio?

Si durante el transcurso del mismo usted sufre un daño físico, lesión o una consecuencia en su salud relacionado con los procedimientos del mismo, se le proveerá toda la asistencia médica inmediata y necesaria para su tratamiento.

9) ¿Puedo dejar de participar en cualquier momento, aún luego de haber aceptado?

Usted es libre de retirar su consentimiento para participar en esta parte de la investigación en cualquier momento sin que esto lo perjudique, simplemente deberá notificar al investigador de su decisión. Luego de que retire su consentimiento no se podrá obtener datos sobre Ud. y su salud, pero toda la información obtenida con anterioridad sí será utilizada.

10) ¿Cómo, dónde y por cuánto tiempo se almacenarán mis datos? ¿Cómo las destruirán luego de su utilización?

Sus datos se almacenarán en una computadora portátil protegida con contraseña que tendrá acceso el investigador principal y el tutor. Sus datos se conservarán durante tres años. Después de este período serán destruidos con los métodos que cumplan con los procedimientos del laboratorio y de la institución. Toda información que se haya obtenido hasta el momento en que retire su consentimiento será usada, pero no se obtendrá ningún otro dato.

11) ¿Puedo ser retirado del estudio aún si yo no quisiera?

El investigador, el comité de ética, que supervisan el estudio pueden decidir retirarlo si consideran que es lo mejor para usted. También puede decidir retirarlo por las siguientes causas:

- En caso de no colaborar con la aplicación del test o de la evaluación.
- Complicaciones médicas
- Emergencias familiares.
- Lesiones en el miembro inferior.
- Fracturas en el miembro inferior.

12) ¿Me pagarán por participar?

No, ninguno de los participantes recibirá remuneración económica por su participación en este estudio.

13) ¿Cómo mantendrán la confidencialidad de mis datos personales? ¿Cómo harán para que mi identidad no sea conocida

Los datos que lo identifiquen serán tratados en forma confidencial como lo exige la Ley. Salvo para quienes estén autorizados a acceder a sus datos personales, Ud. no podrá ser identificado y para garantizar su confidencialidad, se le asignará un código basado en la primera letra de su apellido, y un número a escala numérica. Por ejemplo, si su nombre es Juan Sánchez y es el primer participante, su código sería S1. En caso de que los resultados de este estudio sean publicados en revistas médicas o presentados en congresos médicos, su identidad no será revelada.

El titular de los datos personales tiene la facultad de ejercer el derecho de acceso a los mismos en forma gratuita a intervalos no inferiores a seis meses, salvo que se acredite un interés legítimo al efecto conforme lo establecido en la Ley, tiene la atribución de atender las denuncias y reclamos que se interpongan con relación al incumplimiento de las normas sobre protección de datos personales.

14) ¿Quiénes tendrán acceso a mis datos personales?

Como parte del estudio, el Investigador Principal y todo el equipo de investigación tendrán acceso a los resultados de sus estudios, como los resultados de la cinemática del pedaleo y los datos recopilados mediante la ficha de datos como edad, sexo y la identificación del dolor patelofemoral si es que las posee.

15) ¿A quiénes puedo contactar si tengo dudas sobre el estudio y mis derechos como participante en un estudio de investigación?

Sobre el estudio: contactar al Investigador Principal: Diana Carolina Velasco Garzón, Pelileo – Huambaló, Calle 10 de Agosto y Las Orquídeas Esq, 0996334941.

Sección II: CONSENTIMIENTO PARA EL PARTICIPANTE

A. DECLARATORIA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo……como participante, declaro que he leído el documento de consentimiento, que he comprendido los riesgos y beneficios de participar, el responsable ha respondido a todas mis preguntas, mediante explicación satisfactoria, conozco que mi participación es voluntaria, por lo que consento libremente participar en los procedimientos propuestos en el estudio, sé que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento, sin que esto afecte las atenciones a las que tengo derecho, solamente debo informar al investigador.
Al firmar el documento de consentimiento informado, en calidad de representante legal NO renuncio a ninguno de los derechos que por ley me corresponden. Se le entregará una copia de este documento al representante legal, una vez suscrito el mismo por las partes.

Nombre del participante: _____
Firma del participante: _____
Fecha: _____

Fecha	Nombres completos del participante	Cédula Identidad	Firma

Fecha	Nombres completos del investigador responsable de obtener el CI	Cédula Identidad	Firma

B: DECLATORIA DE REVOCATORIA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo_____ , a pesar de haber aceptado inicialmente que mis datos personales o los de mí representado/a sean utilizados en investigaciones REVOCO lo antes mencionado, y solicito que mis datos personales y/o muestras biológicas humanas o las de mi representado/a, así como la información obtenida de los mismo sean eliminados y no se utilicen para ningún fin. Con esta declaratoria no renuncio a los derechos que por ley me corresponden o a los derechos de mi representado/a.

Fecha	Nombres completos del participante	Cédula Identidad	Firma

Fecha	Nombres completos del investigador responsable de obtener el CI	Cédula Identidad	Firma

Anexo 4.1 – Datos de los participantes

Nombre:				
Cédula:				
Edad:				
Talla:				
Peso:				
Número de horas de entrenamiento a la semana:				
Sexo:	**M**		**F**	
¿Ha sufrido recientemente alguna lesión en el miembro inferior?				
¿Ha sufrido lesiones musculoesqueléticas significativas en los miembros inferiores o la columna en los últimos 3-6 meses que puedan afectar su patrón de pedaleo?				
¿Utiliza ortesis o soportes de rodilla durante el ciclismo?				
¿Ha realizado cambios importantes en la configuración de su bicicleta en el último mes?				
¿Puede comprender o seguir las instrucciones para la realización de las pruebas?				

Anexo 4.2 – Cuestionario Kujala

Renguear
A: Nunca (5)
B: Leve o periódicamente (3)
C: Constantemente (0)

Cargar peso
A: Cargar el peso sin dolor (5)
B: Doloroso al cargar peso (3)
C: Imposible de cargar su propio peso (0)

Caminar
A: Ilimitadamente (5)
B: Más de 2 km (3)
C: Entre 1-2 km (2)
D: Incapaz (0)

Escaleras
A: Sin dificultad (10)
B: Leve dolor al bajar (8)
C: Dolor tanto al bajar como al subir (5)
D: Incapaz (0)

Agacharse
A: Sin dificultad (5)
B: Doloroso al agacharse varias veces (4)
C: Doloroso cada vez que se agacha (3)
D: Puede agacharse con descarga parcial de peso (2)
E: Incapaz (0)

Correr
A: Sin dificultad (10)
B: Dolor después de 2 km (8)
C: Leve dolor desde el inicio (6)
D: Dolor severo (3)
E: Incapaz (0)

Saltar
A: Sin dificultad (10)
B: Leve dificultad (7)
C: Dolor constante (2)
D: Incapaz (0)

Sentarse con las rodillas flexionadas por tiempo prolongado
A: Sin dificultad (10)
B: Dolor después de dicha actividad (8)
C: Dolor constante (6)
D: El dolor lo obliga a extender las rodillas por momentos (4)
E: Incapaz (0)

Dolor
A: Nunca (10)
B: Leve y ocasional (8)
C: Interfiere con el sueño (6)
D: Ocasionalmente severo (3)
E: Constante y severo (0)

Inflamación
A: Nunca (10)
B: Luego de hacer un esfuerzo intenso (8)
C: Luego de las actividades diarias (6)
D: Todas las noches (4)
E: Constante (0)

Movimientos anormales y doloroso de rotula (subluxaciones)
A: Nunca (10)
B: Ocasionalmente en actividades deportivas (8)
C: Ocasionalmente en actividades de la vida diaria (6)
D: Al menos una luxación identificada (2)
E: Más de 2 luxaciones (0)

Atrofia/Disminución de tamaño del muslo
A: Nunca (5)
B: Leve (3)
C: Severa (0)

Rigidez al flexionar la rodilla
A: No (5)
B: Leve (3)
C: Aguda (0)

Anexo 5 – Análisis cinemático del pedaleo



