

Bike fitting para el rendimiento y la prevención de lesiones en ciclistas de ruta aficionados y profesionales

Bike fitting for performance and injury prevention in amateur and professional road cyclists

Laura Cruz, Milthon Betancourt, Ingrid Fonseca,
Jayson Andrey Bernate*, Camilo Arias, Karen Gómez

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Facultad de Educación Física.
Contacto: jayson.bernate@uniminuto.edu.co

Resumen

Problema: para una práctica segura del ciclismo, el diseño de la bicicleta se debe ajustar a las medidas antropométricas de cada sujeto, según los principios de la mecánica del movimiento del cuerpo humano. Por medio de la observación estática y dinámica de la posición del individuo sobre la bicicleta, se puede determinar la postura de mayor confort para el ciclista, mejorar su desempeño y prevenir lesiones. Sin embargo, aún no existe un protocolo de *bike fitting* que considere todas las variables que afectan la correcta postura del ciclista. **Objetivo:** elaborar un protocolo de *bike fitting* que incluya todas las medidas antropométricas y goniométricas analizadas en investigaciones previas. **Método:** se realizó una revisión documental sobre el ajuste biomecánico de la postura del ciclista, teniendo en cuenta las medidas antropométricas. **Resultado:** a partir de la revisión de literatura, se elaboró un protocolo de *bike fitting* agrupando las medidas antropométricas y goniométricas identificadas. **Conclusión:** para hacer compatible el rendimiento deportivo con el cuidado de la salud, es de gran importancia implementar protocolos accesibles y de fácil comprensión para quienes practican ciclismo en sus distintas finalidades y modalidades, buscando con ello prevenir lesiones, cuidar la salud y mejorar el desempeño deportivo.

Palabras claves: ciclismo, bike fitting, prevención de lesiones, actividad física, salud.

Abstract

Problem: for the safe practice of cycling, the design of the bicycle must adjust to the anthropometric measurements of each subject, according to the principles of the mechanics of the movement of the human body. By means of the static and dynamic observation of the individual's position on the bicycle, the posture of greater comfort for the cyclist can be determined, improve his performance and prevent injuries. However, there is still no bike fitting protocol that considers all the variables that affect the correct posture of the cyclist.

Objective: to develop a bike fitting protocol that includes all anthropometric and goniometric measurements analyzed in previous research. **Method:** a documentary review was carried out on the biomechanical adjustment of the cyclist's posture, considering anthropometric measurements. **Result:** from the literature review, a bike fitting protocol was prepared, grouping the identified anthropometric and goniometric measurements. **Conclusion:** to make sports performance compatible with health care, it is of great importance to implement accessible and easily understood protocols for those who practice cycling in its different purposes and modalities, thereby seeking to prevent injuries, take care of health and improve performance sports.

Key Words: cycling, bike fitting, injury prevention, physical activity, health.

Introducción

La presente investigación se realizó teniendo en cuenta el uso de herramientas tecnológicas para mejorar el entrenamiento deportivo, como el *bike fitting*, un medio que permite entrenar de forma eficaz, mejorar el rendimiento y cuidar la salud, en tanto ayuda a prevenir lesiones deportivas causadas por sobreuso o por ajuste inadecuado del diseño de la bicicleta, a nivel profesional o aficionado (Fonda et al., 2014). El *bike fitting* se realiza a partir de un análisis biomecánico, teniendo en cuenta las diferentes variables que intervienen en el ajuste de la bicicleta, como son las medidas antropométricas y goniométricas, y las leyes de la física, como la cinética y la cinemática, para realizar el análisis. Sin embargo, en la revisión documental sobre *bike fitting*, se observa que no existen criterios suficientemente claros para seleccionar la talla de la bicicleta adecuada, como tampoco unidad de criterio para establecer un protocolo que incluya todas las variables para realizar el *bike fitting*.

La investigación se basa en la problemática de salud pública ocasionada por el sedentarismo y los hábitos alimentarios inadecuados de una gran parte de la población, respecto a lo cual la OMS recomienda promover en el mundo la práctica de actividad física, con el fin de mejorar la salud y disminuir el alto índice de mortalidad generado por enfermedades no transmisibles. Se debe realizar actividad física no solo en el tiempo libre, sino que se debe hacer de forma sistemática, programada y controlada, de modo que sea eficaz para contrarrestar los problemas de salud mencionados.

Una forma de practicar actividad física es montar en bicicleta, siendo este además un medio de transporte que gana cada día mayor popularidad y cantidad de usuarios (OMS, 2009), en parte debido a la necesidad de evitar o mitigar la congestión vehicular que se produce en las grandes polis, como Bogotá-Colombia, tal como lo resaltan Yang & Mesbah (2013). En Colombia, el uso de la bicicleta ha incrementado notablemente en los últimos años, en parte debido a que el ciclismo es uno de los deportes más influyentes y cuenta con gran afición en nuestra sociedad, por el notorio protagonismo de ciclistas colombianos profesionales que han participado en las carreras más importantes del mundo, como El Giro de Italia, La Vuelta a España, El Tour de Francia, entre otros. Los deportistas han dejado en alto el nombre del país durante sus apariciones en estos eventos, lo que ha generado en el público colombiano mayor aceptación de esta modalidad deportiva, simpatía por los deportistas, reconocimiento de marcas y un mayor uso de bicicletas a nivel general (Ruiz, 2017).

Dado que toda práctica deportiva o de actividad física debe ser segura, es de gran importancia el ajuste de la bicicleta de acuerdo con las medidas antropométricas y goniométricas del individuo, con el fin de mantener y mejorar su salud, y prevenir lesiones que se pueden presentar por el uso de la bicicleta, a nivel aficionado o profesional, a la vez que mejorar el rendimiento al practicar ciclismo (Carranco et al., 2016).

Al ser la bicicleta un medio de uso común en el diario vivir, es imprescindible tener en cuenta las dimensiones específicas que necesita cada persona, pues el ajuste ergonómico podrá mejorar el rendimiento y prevenir lesiones generadas por una mala posición, agravadas por la acción repetitiva del pedaleo, como lo señala Castellote (1986), razón por la cual es indispensable realizar el adecuado ajuste de las medidas indicadas, para mejorar la posición del ciclista, que son: altura del sillín, retroceso del sillín, distancia sillín-manillar, longitud de las bielas. Sin embargo, Castellote no tiene en cuenta otras medidas necesarias para realizar un *bike fitting* más completo, ajustando la mayor cantidad de variables modificables en la bicicleta, buscando con ello evitar un margen de error grande, casi imposible de disminuir al tener en cuenta solo las medidas mencionadas.

Diferentes autores concuerdan con que la altura del sillín es la variable que más influye en la biomecánica del ciclista, en la correcta postura y en el rendimiento (Valencia et al., 2018), por lo que esta variable debe ser objeto principal de análisis y se debe incluir en el protocolo que a diseñar en la siguiente fase de investigación. Además, y como se ha mencionado, se deben tener en cuenta otras variables antropométricas (estáticas y dinámicas) y goniométricas, que afectan al ciclista en su rendimiento y en su salud, que de no ajustarse correctamente pueden derivar en lesiones de rodilla, cabeza, espalda, cuello, muñeca, mano, pies o problemas urogenitales (Veloz, 2015), que afectan notablemente el rendimiento deportivo, entorpeciendo la correcta evolución del ciclista. Asimismo, las medidas de la bicicleta son fundamentales a la hora de condicionar las angulaciones del ciclista y cómo estas afectan la musculatura que participa en el pedaleo, siendo este otro factor a analizar e incluir en el protocolo del *bike fitting*, el estudio biomecánico personalizado para ajustar la

bicicleta a las medidas del individuo. La ergonomía del ciclismo permite definir la configuración apropiada de la bicicleta, evaluando y analizando la postura del ciclista (Silva, 2017), buscando un ajuste equilibrado específico para el ciclista, en función de su bienestar, que también depende de los intereses y objetivos del individuo al practicar ciclismo.

Existen diferentes métodos para evaluar la postura del ciclista, como el método antropométrico, que consiste en la medición de las características corporales del ciclista, y el método goniométrico, en el que se ajusta la posición del ciclista, teniendo en cuenta las mediciones angulares de las articulaciones que intervienen en la ejecución del pedaleo. Según Silva (2017), ambos métodos se pueden realizar juntos para obtener un mejor ajuste postural del individuo, y es la razón por la cual en la presente investigación se pretenden reunir estos métodos y sus distintas variables, con el fin de diseñar un protocolo de *bike fitting* unificado, que dé como resultado un estudio biomecánico más completo del ciclista, y permita cumplir con el principal objetivo de esta investigación, cual es el cuidado de la salud (prevención de lesiones) y la mejora del desempeño del ciclista aficionado o profesional. Es importante resaltar, como lo plantea Navarrete (2017), que el estudio biomecánico debe analizar el ajuste del ciclista con su bicicleta principalmente en el manillar, el sillín y el conjunto zapatilla-cala-pedal, en los cuales se produce la transferencia de fuerzas del cuerpo a la bicicleta, por lo que el desajuste en uno de ellos altera los otros dos puntos.

Por esta razón, el análisis del movimiento del ciclista se centra en la cadena de propulsión del pedaleo, donde también es importante analizar las diferencias asimétricas bilaterales durante en el pedaleo, que se pueden generar teniendo en cuenta la velocidad del movimiento y la carga de trabajo (Yanci, 2015). Sin embargo, este factor no se incluye en el presente estudio, sino que se verá reflejado en futuras investigaciones, puesto que para ello se debe contar con resultados estadísticos, que se obtendrán una vez sea aplicado el protocolo.

La revisión bibliográfica adelantada en el estudio obedece a la necesidad de hallar un protocolo unificado que permita realizar el ajuste de la bicicleta. Sin embargo, como lo refieren Fonda et al. (2014), no existe un protocolo de *bike fitting* unificado, razón por la cual la investigación se basa en la búsqueda documental para identificar las distintas variables medibles y ajustables, teniendo en cuenta la individualidad del deportista y su bicicleta.

Metodología

Se realizó una revisión documental acerca del *bike fitting* acorde con el problema e intereses de la presente investigación. Se consultaron bases de datos científicas como Ebsco-Sportdiscus, Dialnet, ProQuest, Science Direct, de las cuales se seleccionaron cerca de 70 artículos y tesis sobre *bike fitting*, biomecánica del ciclismo, lesiones en ciclistas y ciclismo para la actividad física y la salud. Los criterios de selección fueron: publicación desde 2009, resultados de los instrumentos aplicados en cada investigación, resultados teniendo en

cuenta la fundamentación teórica para la prevención de lesiones en ciclistas, y validez del protocolo de *bike fitting* aplicado en cada estudio.

Para elaborar el protocolo que se propone, se realizó una matriz teniendo en cuenta los que fueron usados en las investigaciones revisadas, permitiendo así recolectar, de manera organizada, cada una de las medidas fundamentales para el correcto ajuste postural del ciclista. Luego se realizó una selección detallada de las variables más aceptadas teóricamente, para generar como resultado un protocolo, que debe ser validado en futuras investigaciones.

Resultados

El protocolo elaborado, que reúne las variables identificadas en la revisión bibliográfica, se presenta en la imagen 1. Todas las variables fueron seleccionadas teniendo en cuenta su confiabilidad y validez a partir de los estudios y los resultados reportados en la literatura revisada. De esta manera, se obtienen aproximadamente 22 variables, divididas en medidas antropométricas y goniométricas.

Para determinar la talla del cuadro de bicicleta correcto para cada persona, Ferrer (2017) propone el 65% de la altura de la entrepierna, medida denominada Coeficiente de Bernard Hinault. Según Rivero et al. (2013), se deben determinar las siguientes medidas básicas de la bicicleta: longitud de la biela (Lb), altura del sillín (Hs), retroceso del sillín (Rs), distancia sillín-manillar (Sc) y diferencia de altura entre el sillín y el manillar (h); y las medidas antropométricas del ciclista: talla (H), altura trocantérea (hT) y de la entrepierna (hE).

La altura del sillín presenta el mayor número de estudios en la literatura científica, obteniendo como resultado tres métodos válidos para la corrección de su medida: antropométrico, goniométrico estático y goniométrico dinámico, que requiere de software especializado en 2D o 3D, así como conocimiento en análisis biomecánico para determinar la altura del sillín correcta, mientras el ciclista se encuentra pedaleando. Es importante tener en cuenta que los tres métodos en ocasiones presentan margen de error, por lo cual diferentes autores consideran más acertada la forma clásica, que consiste en multiplicar la altura de la entrepierna por el coeficiente 0,885, denominado método Belluye y Cid (Vilanova, 2016).

Alcalde (2011) considera que se debe tener en cuenta el ángulo de la rodilla, prestando atención a cada fase del pedaleo, ya que se debe contemplar adecuadamente cada ángulo para evitar lesiones en la rodilla. El retroceso del sillín se representa como la distancia de la punta del sillín hasta la línea vertical que pasa por el eje del pedalier (Holliday et al., 2017).

La longitud de la biela la determina la distancia entre el eje del pedal y el pedalier (Vallés, 2018, p.50), considerando que esta pieza no es ajustable. El ajuste del pie sobre el pedal es determinado por el anclaje de la cala, teniendo en cuenta los ejes en que se mueve (Vallés, 2018), de modo que la posición de la cala influye en el pedaleo y este se debe ajustar en sus

ejes anteroposterior, medio lateral y rotacional. El factor Q, relativamente poco estudiado, es la distancia entre los pies al pedalear, y debe ser igual a la distancia entre las crestas iliacas (Romero, 2017); sin embargo, esta medida viene predeterminada en la configuración inicial de la bicicleta, por lo que el ajuste de las calas también puede modificar y corregir la postura.

El sillín se debe ajustar de forma paralela al suelo, posición determinado por la Unión Ciclista Internacional. La distancia sillín-manillar se determina entre el manillar y la punta del sillín, la cual define el ángulo formado por la cabeza del fémur, el hombro y las muñecas (Martínez, 2016). La diferencia de la altura sillín-manillar está determinada por el ángulo del tronco respecto a la horizontal, siendo esta la variable que más afecta en la aerodinámica del ciclista, ya que cuanto más agrupado se encuentra el individuo en la bicicleta, menos resistencia aerodinámica habrá que vencer (Alcalde, 2011).

PROTOCOLO BIKE FITTING																			
NOMBRE		Milton J Betancourt					IDENTIFICACIÓN			79824105									
EDAD		41		TALLA cm	165	PESO kg	62	SEXO	m	TIEMPO DE ENTRENAMIENTO		20							
MEDIDAS ANTROPOMETRICAS (cm)																			
Longitud entrepierna (cm)		75		Longitud fémur (Trocantera-rotula)		D	45	Longitud Rotula-tobillo		D	50	Longitud trocantera-piso (Tren inferior)		D	99	Pie derecho		Largo	Ancho
Longitud humero (cm)		D	38	Longitud radio		D	25	Longitud brazo		D	63	Longitud tronco		62	Pie izquierdo		Largo	Ancho	
		I	38			I	25			I	63	Longitud ancho de hombros							
MEDIDAS ACTUALES DE LA BICICLETA (cm)																			
Tipo de bicicleta		Ruta	x	Mtb	Talla del cuadro	47	Altura sillín		Retroceso del sillín		Potencia								
Longitud de la biela		165	170	172.5	180	Distancia sillín-manillar		45	Diferencia altura sillín-manillar		Anchura manillar		Inclinación del sillín						
RANGOS GONIOMETRICOS (°)																			
Fases pedaleo		Punto superior muerto 0°		Empuje o potencia 90°		Punto inferior muerto 180°		Recobro o recuperación 270°		Posición manos (manillar)		Posición 1 (alta)		Posición 2 (frenos)					
Cadera										Espalda									
Rodilla										Tronco									
Tobillo																			

Imagen 1. Diseño ficha recolección de datos para el *bike fitting*.

Discusión

Desde la biomecánica, diferentes autores indican que las lesiones más frecuentes ocurren en las articulaciones de las extremidades inferiores, en la zona perineal y sobre todo en la rodilla. En las extremidades superiores, se toma como referencia de observación todo el tronco, teniendo en cuenta como principal parte del cuerpo del ciclista la columna vertebral, por la posición incómoda e incorrecta a la que se encuentra adaptada la persona. Según Gómez (2008, citado por Bourguigne, 2012) las consultas médicas más frecuentes de ciclistas pueden ser por problemas del aparato extensor de la rodilla y cervico-dorsalgias. Bourguigne (2012) menciona que las lesiones más frecuentes en los ciclistas se producen en la cadera, como consecuencia del apoyo en el sillín; en la rodilla, debido a presión sobre la rótula, sobrecarga en la parte anterior de la rodilla y extensión exagerada de la articulación de la rodilla; en el pie, a causa inflamación en el talón de Aquiles y presión en la zona del talón. Agrega que muchas otras lesiones se presentan por sobreuso de la bicicleta, sin un ajuste adecuado de ella.

En esta investigación se expone de forma clara, en un caso puntual, lo que la literatura científica plantea sobre la biomecánica deportiva como ciencia que estudia las aceleraciones, velocidades y fuerzas que actúan sobre un cuerpo, estático o en movimiento. Vilanova (2016) indica que el ajuste biomecánico en el ciclismo se podría considerar como una rama del análisis del movimiento humano. El ajuste biomecánico de la bicicleta es un sistema de análisis que compromete diversas variables, y permite al ciclista mejorar su rendimiento y cuidar su salud, al prevenir lesiones a causa una incorrecta postura, sobreuso o mal ajuste de la bicicleta.

Conclusiones

En el presente estudio se realizó una revisión documental sobre *bike fitting*, un medio que tiene por objetivo garantizar el rendimiento y el cuidado de la salud (prevención de lesiones), con base en el cual se elaboró un protocolo que busque subsanar vacíos identificados en otros.

El *bike fitting* es una herramienta eficaz para mejorar y corregir la postura del individuo sobre la bicicleta. Mediante un análisis biomecánico, que toma en cuenta las leyes de la mecánica corporal, se obtiene como resultado la posición correcta para que el deportista alcance su rendimiento óptimo, teniendo en cuenta que el ajuste repercutirá en la prevención de lesiones comunes en ciclistas, debido al sobreuso de una bicicleta que no corresponda con sus medidas antropométricas, y por esta razón se plantea que ello repercutirá positivamente en la condición física de quienes practican ciclismo como actividad física para mejorar o mantenerse saludables, así como para un mayor confort y un mejor rendimiento deportivo.

Se evidenció que en Colombia no existe un protocolo que incluya todas las medidas antropométricas y goniométricas para el uso adecuado de la bicicleta para las diferentes modalidades y deportistas profesionales o aficionados, por lo que es de gran importancia recopilar toda la información obtenida, a fin de implementar un protocolo accesible y de fácil comprensión para todos los usuarios de la bicicleta.

Referencias

- Alcalde G. (2011). Biomecánica aplicada al ciclismo. *Sport Training Magazine*, 35, 20-25.
- Bourguigne, V. (2012). *Alteraciones posturales y lesiones en ciclistas amateurs*. Universidad FASTA, Argentina.
- Calvo, M. (2009). *Análisis de los factores de riesgo de lesión en el ciclismo de carretera federado en la Región de Murcia* [Tesis doctoral]. Universidad Católica San Antonio de Murcia.
- Carranco, J., Salgado, F., Zeas, C., & Alvarado, O. (2016). Sistema de detección y clasificación de postura de ciclistas, Bike Fit, mediante Kinect v.2 y redes neuronales. En *III Congreso Internacional de Bioingeniería*. La Habana, Cuba.

- Carrasco, S. (2017). *Análisis biomecánico en los ciclistas de ruta categoría máster* [Trabajo de grado]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Terapia Física.
- Castellote, J. (1986). Biomecánica de la extremidad inferior en el ciclista. *Archivos de Medicina del Deporte*, 3(11), 233-238.
- Cerro, B. (2014). *Influencia de la biomecánica en lesiones de rodilla del ciclista* [Tesis de grado]. Universidad de Valladolid.
- Dussan, C., & Vergara, H. (2010). *El ciclismo colombiano en los últimos 20 años. Crisis deportiva y mediática* [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Comunicación y Lenguaje.
- Ferrer, B. (2017). *Comparación de diferentes métodos de ajuste de la bicicleta en ciclistas entrenados: influencia de factores biomecánicos y energéticos* [Tesis doctoral]. Universidad de León, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.
- Fonda, B., Sarabon, N., & Li, F. (2014). Validity and reliability of different kinematics methods used for bike fitting. *Journal of Sports Sciences*, 32(10), 940-946.
- Holliday, W., Fisher, J., Theo, R., & Swart, J. (2017). Static versus dynamic kinematics in cyclists: A comparison of goniometer, inclinometer and 3D motion capture. *European Journal of Sport Science*, 17(9), 1129-1142.
- Legarda, F., Zambrano, N., & Velásquez, C. (2018). Análisis biomecánico del gesto del pedaleo en ciclistas de ruta. *Modum*, 1, 36-46.
- Martínez, A. (2016). *Biomecánica y rendimiento del pedaleo en una bicicleta* [Tesis de máster]. Universidad de Valladolid, Escuela Ingenierías Industriales.
- Navarrete, I. (2017). *Efectividad de la terapia manual miofascial en el suelo pélvico combinada con un bike fit y reeducación ergonómica de la postura para el tratamiento de los trastornos urogenitales por la compresión perineal del ciclista* [Tesis de grado]. Universidad de Lleida, Facultad de Enfermería y Fisioterapia.
- OMS Organización Mundial de la Salud (2009). *Mitos sobre la actividad física*. https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_myths/es/
- Rivero, V., Ferrer, V., Ogueta, A, Rodríguez, J., & García, J. (2013). Influencia de la longitud de la biela en la eficiencia y biomecánica del pedaleo máximo. *Biomecánica*, 21, 46-57.
- Romero, J. (2017). *Análisis cinemático de la pedalada en ciclismo en función de la altura del sillín* [Trabajo de grado]. Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Ingeniería.
- Ruiz, J. (2017). Juventud y deporte en Colombia en la primera mitad del siglo XX. *Boletín Cultural y Bibliográfico*, 51(93), 57-69.

- Silva, L. (2017). *Bike Sense: um Sistema de Adequação ergonômica para o Ciclismo* [Trabalho de graduação]. Universidade Estadual da Paraíba.
- Vallés, J. (2018). *Nuevo método de ajuste del tren inferior del ciclista basado en el ángulo óptimo de extensión de rodilla* [Tesis doctoral]. Universidad Miguel Hernández de Elche, Departamento de Psicología de la Salud.
- Valencia, F., Salcedo, N., & Páramo, C. (2018). Análisis biomecánico del gesto del pedaleo en ciclistas de ruta. *Modum, 1*, 35-46.
- Veloz, F. (2015). *La ergonomía del sillín y el rendimiento deportivo en los ciclistas de montaña del club Pelileo Bikers de la ciudad de Pelileo* [Trabajo de grado]. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación.
- Vilanova, L. (2016). *Un estudio comparativo entre diferentes sistemas de análisis del movimiento en el bike fitting. Revisión bibliográfica* [Trabajo de grado]. Universidad CEU Cardenal Herrera, Facultad de Ciencias de la Salud.
- Yang, C. & Mesbah, M. (2013). Route choice behaviour of cyclists by stated preference and revealed preference. In *Proceedings of the Australasian Transport Research Forum*.
- Yanci, J. (2015). Análisis cinemático y diferencias bilaterales en la técnica de pedaleo de ciclistas profesionales. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud, 13*(2), 1-12.
- Zani, Z. (2010). *Pedalear bien*. Madrid: Ediciones Tutor.