

BIOMECÁNICA

BIOMECHANICS

CO-28. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS BIOMECÁNICOS DE LA PEDALADA Y SU RELACIÓN CON LA EFICIENCIA METABÓLICA

Cámara J¹, Maldonado-Martín S¹, Artetxe-Gezuraga X²

¹Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. (UPV/EHU).

²Equipo Ciclista Seguros Bilbao, Bizkaia

Introducción: La eficiencia metabólica (GE) es un parámetro relevante en el ciclismo. Así, conocer si se relaciona con el par de fuerzas (PF), cadencia (C) y eficiencia mecánica (EM) es importante para planificar el entrenamiento de la técnica de pedaleo.

Objetivos: 1) analizar la relación entre la GE y la EM en el escalón previo (I₁) y posterior (I₂) a la intensidad umbral de lactato (LT) y 2) describir la magnitud de PF, C y EM en I₁, I₂, en el escalón previo (I₃) y posterior (I₄) a la intensidad de comienzo en la acumulación de lactato en sangre en 4mM•l⁻¹ (OBLA) y en el escalón previo a la producción de la potencia máxima (I₅) en ciclistas jóvenes de élite.

Material y métodos: 12 ciclistas (media ± DS: edad=19,9 ± 1,2 años; altura= 176,7 ± 4,8 cm; masa= 67,5 ± 5,6 kg) realizaron un test escalonado incremental máximo (35W•3min⁻¹) en cicloergómetro. Se determinaron PF, C y EM en I₁, I₂, I₃, I₄ e I₅. La GE se obtuvo en I₁ e I₂.

Tabla 1. Cámara J, et al.

	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
PF promedio (Nm)	15,1 ▼▲■◇	17,16 □■◇	17,47 □■◇	19,91 □▼▲	21,05 □▼▲
PF máxima (Nm)	57,13 ▼▲■◇	61,75 □◇	62,35 □■◇	70,39 □▲	74,36 □▼▲
PF pico (Nm)	68,38 ▼▲■◇	73,83 □■◇	73,62 □■◇	87,98 □▼▲	95,44 □▼▲
PF mínimo (Nm)	7,62 ▼▲■◇	6,56 □◇	6,6 □	5,75 □	4,53 □
PF circularidad (%)	26,56 ▼▲■	27,93 □	28,13 □	28,33 □	28,49 □
C (rpm)	89,08	88,28	88,55	86,72	85,57
EM (%)	90,2 ▼▲■◇	92,79 □	92,95 □■◇	94,82 □▲	96,39 □▼▲

□ p<0.05. Diferencias significativas con I₁; ▼ p<0.05. Diferencias significativas con I₂. ▲ p<0.05. Diferencias significativas con I₃; ■ p<0.05. Diferencias significativas con I₄; ◇ p<0,05. Diferencias significativas con I₅.

Resultados: La GE en I₁ e I₂, presenta una relación positiva con PFpromedio (I₁:0,659; p<0,02 e I₂: 0,630; p<0,02) (Tabla 1).

Conclusiones: Los ciclistas con una mayor PFpromedio presentan una mayor GE tanto en I₁ como en I₂. La PFpromedio, PFmáxima, PFpico, PFmínimo, PFcircularidad y la EM aumentan según se incrementa la carga fisiológica.

Palabras clave: Ciclismo. Biomecánica. Eficiencia metabólica.

CO-5. CARACTERÍSTICAS TERMOGRÁFICAS DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES Y MUÑONES DE AMPUTADOS TRANSTIBIALES UNILATERALES

Berral de la Rosa FJ¹, Tonon da Luz SC², Oliveira TP², Andrade MC³, Vargas Ávila AO³

¹Departamento de Deporte e Informática. Universidad Pablo de Olavide Sevilla. España. ²Departamento de Fisioterapia. Universidad do Estado de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.

³Departamento de Educación Física. Universidad do Estado de Santa Catarina. Florianópolis. Brasil.

Introducción: Este estudio tuvo el propósito de describir las características de la temperatura superficial de la piel de las extremidades inferiores y muñones de amputados transtibiales unilaterales.

Material y métodos: Para el análisis del estudio termográfico se utilizó una cámara infrarroja *Electrophysics* con procesamiento digital de imágenes. Las imágenes fueron capturadas en doce amputados después de la retirada de la prótesis y tras 20 minutos de descanso a fin de conseguir el equilibrio térmico a una temperatura de 21°C en las visiones: frontal, sagital derecha y sagital izquierda. Las siguientes regiones de interés fueron valoradas: muslo, rodilla, pierna y tobillo del miembro íntegro y muslo, rodilla y muñón del miembro amputado. Se calculó la diferencia de temperatura entre el miembro sano y amputado y se estableció una comparación con la diferencia media de temperatura de sujetos sin amputación (referencias obtenidas en la literatura científica) a través del test *t* de *student* (p<0,05).

Resultados y conclusiones: Se observó que en la región del muslo anterior hubo diferencias significativas (p=0,033) con mayor magnitud para el miembro amputado, lo que puede estar indicando una mayor sollicitación de la musculatura de este miembro. La extremidad del muñón presentó temperaturas máximas que llegaron a 32,78°C caracterizando áreas de fricción dentro del encaje protésico, lo que puede dificultar la mecánica de la marcha. Los resultados sugieren que la evaluación termográfica puede ayudar a identificar asimetrías térmicas en amputados que utilizan prótesis, pudiendo estar asociados estos cambios de temperatura a fatiga muscular, procesos inflamatorios y desgastes. La termografía puede ser utilizada en el proceso de rehabilitación de amputados para ayudar en la adecuación y adaptación de la prótesis.

Palabras clave: Amputación. Miembro inferior. Muñón. Termografía.



Figura 1. Berral de la Rosa FJ, et al.

CO-10. NUEVA METODOLOGÍA DE PERSONALIZACIÓN DEL AJUSTE DIMENSIONAL DE LA BICICLETA. A PROPOSITO DE UN CASO

Gómez J, Encarnación A, Pitarch S, Garrido JD, Rosa D. IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia).

Introducción: La obtención del máximo rendimiento y confort junto con la prevención y minimización de lesiones están íntimamente relacionados con el ajuste dimensional de la bicicleta. Las metodologías existentes presentan puntos débiles como el difícil acceso a las nuevas tecnologías a los practicantes del ciclismo, el carecer de criterios multidisciplinarios y de personalización. El objetivo es presentar, mediante un caso, una nueva metodología para el ajuste dimensional personalizado de la bicicleta atendiendo a criterios biomecánicos, antropométricos y clínicos.

Material y métodos: Se realizó el ajuste dimensional de la bicicleta en un ciclista profesional atendiendo a sus necesidades de mejora del rendimiento deportivo y prevención de lesiones. Se ejecutó la propuesta siguiendo la metodología consistente en 5 fases. (1) Análisis clínico; mediante anamnesis, exploración física y escáner 3D. (2) Análisis de la geometría de la bicicleta; a través de sistemas de fotogrametría 3D (*Kinescan/IBV*) recogiendo las variables distancia eje-pedalier al punto de apoyo del sillín, retroceso del sillín, diferencia de alturas sillín-manillar y distancia punta sillín – manillar. (3) Análisis de la interacción bicicleta-ciclista en dos procesos; 1º transporte de las medidas de la bicicleta a ergómetro. Se analizan tanto las variables cinéticas, torque medido sobre ergómetro SRM, y cinemáticas, rangos y movimientos articulares a través de sistema de fotogrametría 3D (*Kinescan/IBV*) así como el análisis de la técnica de pedaleo en mismas condiciones de cadencia y potencia. 2º recogida de las mismas variables más percepción subjetiva del ciclista sobre ergómetro con la propuesta de ajuste inicial. (4) Análisis de los resultados obtenidos por el grupo multidisciplinar evaluador y obtención de ajuste. (5) Fase de seguimiento, realizado a través de un cuestionario evolutivo.

Conclusiones: La propuesta de ajuste dimensional de la bicicleta que propone esta nueva metodología permite mejorar el rendimiento y optimizar la posición del ciclista; así como proporcionar una mejora en la ejecución técnica y en la prevención de lesiones.

Palabras clave: Biomecánica. Ciclismo. Personalización.

Tabla 1. Gómez J, et al.

Cinemáticas	Rangos pre-ajuste	Rangos post-ajuste
Extensión máxima rodilla derecha/izquierda	134°/140°	140°/146°
Flexión mínimo rodilla derecha/izquierda	68°/70°	70°/71°
Extensión máxima de tobillo derecho/izquierdo	147.7°/139°	145.2°/143.4°
Flexión mínima tobillo derecho/izquierdo	133.1°/129.1°	130.5°/132°
Flexión cadera lado derecho/izquierdo	46.9°/46.7°	45.9°/45.3°
Cinéticas	Pre-ajuste	Post-ajuste
Torque máximo durante la extensión de la pierna derecha/ izquierda	59.58 / 55.91 Nm.	60.61 / 58.37 Nm.

CO-50. ESTUDIO BAROPODOMÉTRICO COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN EL CICLISMO PROFESIONAL. OPTIMIZACIÓN DE TRANSFERENCIA SOBRE EL PEDAL

Vera P¹, de Bernardo N¹, Laiz C¹, Festa E², Hadala M¹, Barrios C^{1,3}.

¹Physical Therapy and Exercise Center, Valencia, ²Servicios Médicos Equipo Ciclista Xacobeo-Galicia, ³Instituto de Investigación en Patología Músculo-Esquelética, Facultad de Medicina, Universidad Católica de Valencia.

Objetivos: Estudio del patrón de presiones plantares del ciclista profesional y sus modificaciones en función de parámetros antropométricos y cinéticos.

Material y métodos: Estudio baropodométrico en 15 ciclistas miembros de un equipo profesional de ciclismo. Bajo condiciones controladas “indoor” y con un rodillo (rodillo de elastogel) se les sometió a 4 pruebas dinámicas, cada prueba se repitió dos veces y se obtuvo la media de los dos (*p1: 80 rpm de cadencia; p2: 100 rpm de cadencia, a bajo desarrollo; p3: 100 rpm de cadencia a alto desarrollo; p4: de pie en la bicicleta a 100 rpm de cadencia con alto desarrollo*). Para medir presiones se utilizó el Biofoot (plantillas instrumentadas). Las presiones plantares se dividieron acorde con Foot Posture Distribution (9 zonas). Las presiones fueron contrastadas con parámetros antropométricos (peso, altura, fórmula metatarsal, Index Foot Posture y rango articular de las principales articulaciones del miembro inferior). A 5 de los sujetos al azar se le realizó una plantilla podológica para ver la repercusión en la distribución de las presiones.

Resultados: Las zonas plantares que mayores presiones reciben en todas las pruebas son la cabeza del primer metatarsiano y el primer dedo. En las pruebas de menor cadencia y desarrollo el apoyo es más homogéneo en todas las zonas del antepié, predominando el primer dedo (media de 189 kPa y 23.3kPa SD). A medida que aumenta el desarrollo y la cadencia las presiones se van centralizando sobre el primer metatarsiano y el primer dedo (*Prueba 2: primer dedo 229 kPa de media, 41,2 kPa SD, primer metatarsiano 183 kPa de media y 62,9kPa SD ; Prueba 3: primer dedo 462 kPa de media y 91,5kPa SD, primer metatarsiano 274 kPa de media 61kPa SD, Prueba 4: primer dedo 753kPa media y 79,7kPa SD, primer metatarsiano 640kPa media y 26kPa SD*). La variable que más afecta a las presiones es el desarrollo ejercido. El uso de la plantilla podológica redujo en un 1/5 las presiones en la zona metatarsal.

Conclusiones: El conocimiento de la biomecánica del ciclista des-

de un punto de vista intrínseco como son las presiones plantares, permite asociar una determinada patología real o potencial con el patrón de presiones y una vez contrastado, establecer una actuación para homogeneizar las transferencias de carga sobre el pedal. Optimizando así el rendimiento y previniendo lesiones al ciclista. Palabras clave: Ciclismo. Baropodometría. Pie. Presiones plantares. Biofoot.