

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER
ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y FATIGA EN
PILOTOS DE BMX



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Alumna: Belén Espí López

Tutor: Alejandro Javaloyes Torres

Máster Universitario en Rendimiento Deportivo y Salud

Universidad Miguel Hernández, Elche

Curso 2020-2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Características y requerimientos del BMX racing	3
1.2 Desarrollo de la competición	4
1.3 Demandas fisiológicas	4
1.4 Demandas técnicas	5
1.5 Demandas tácticas	6
2 METODOLOGÍA	7
2.1 Participantes.....	7
2.2 Diseño.....	7
2.3 Métodos	8
2.4 Análisis estadístico	9
3. BIBLIOGRAFÍA	9



1. INTRODUCCIÓN

El BMX (Bicycle Motocross) es una modalidad ciclista individual con oposición, donde 8 pilotos compiten en un circuito de asfalto y arena, alternando saltos y curvas. La vuelta al circuito tiene una duración aproximada de 30-45 segundos, $34,66 \pm 2,39$ segundos de tiempo medio en competiciones internacionales (Mateo-march & Blasco-lafarga, 2012) y una longitud de 300 a 400 m. Este deporte se encuentra dentro del programa olímpico, en el que se incluyen dos modalidades: BMX racing (presente en el programa olímpico desde los JJOO de Pekín 2008) y BMX Freestyle Park (estará presente en Tokio 2021). Este trabajo final de máster se centrará en BMX racing.

1.1 Características y requerimientos del BMX racing

La disciplina de BMX racing consiste en realizar una vuelta completa a la pista en el menor tiempo posible donde los 8 pilotos intentan lograr la mejor posición posible (UCI rules and regulations, 2021). La longitud de la pista abarca de los 300 a 400 m y su duración está entre 30 y 45 segundos. Dentro de los tipos de circuito, existen gran variedad de diseños y dificultad; baja, media y alta (Mateo-March et al., 2012). Las pistas con mayor longitud y dificultad son aquellas donde se realizan competiciones internacionales (Copa del Mundo, Campeonato de Europa, del Mundo y Juegos Olímpicos). Estas pistas de alta dificultad se caracterizan por tener 3 partes diferenciadas; un inicio de rampa de supercross, cuatro rectas y tres curvas peraltadas. Dependiendo en qué parte del circuito se encuentre el piloto predominarán más unas demandas fisiológicas que otras, así como, prevalecerán más unos objetivos a otros (técnicos, tácticos o físicos). El desarrollo de la competición puede dividirse en tres fases: primera fase (gate start phase), fase central y fase final

La primera fase, fase de salida (Gate Start Phase), comienza con una rampa de salida descendente de pendiente variable, la cual determinará la aceleración del deportista. Los pilotos montados en la bicicleta colocan la rueda delantera en la valla de salida. La carrera se inicia tras una señal acústica que justo en el mismo momento deja caer la valla que frena a los deportistas. Esta valla se acciona mediante un protocolo estándar reglado de forma mecánica (Mateo-March et al., 2012; Zabala et al., 2009) (UCI rules and regulations, 2021). El objetivo de esta fase es alcanzar la máxima velocidad y la mejor posición posible (Di Rienzo et al., 2018; Grigg, Haakonssen, Orr, et al., 2018; Zabala et al., 2009), manteniendo un pedaleo continuo buscando la máxima aceleración (fase cíclica). La salida es decisiva para obtener éxito en la carrera, ya que permite al piloto elegir el camino más eficaz para afrontar las dos siguientes fases en las mejores condiciones posibles (Di Rienzo et al., 2018; Grigg, Haakonssen, Orr, et al., 2018; Grigg, Haakonssen, Rathbone, et al., 2018; Mateo et al., 2011; Zabala et al., 2009). Durante esta fase se producen los mayores picos de potencia, junto con una gran cadencia de pedaleo. Tanto la potencia como la cadencia de pedaleo se verá muy condicionada en función a las características de la pista.

La segunda fase, fase central, es la más técnica. Abarca desde la llegada al primer salto, justo cuando termina la fase de aceleración, hasta la recta final. El diseño de los saltos de cada recta del circuito suele ser diferente, por lo que el piloto, según su destreza técnica, podrá superarlos con diversos elementos técnicos como saltos, saltos enlazados, manuals, absorciones... Esta fase se compone de acciones acíclicas (impulsión sin pedaleo para afrontar los obstáculos) y acciones cíclicas (periodos breves

de pedaleo para aumentar o no perder la velocidad conseguida). Las habilidades acíclicas son los impulsos, saltos y giros. Tienen una gran dificultad y uno de los medios para conseguir el éxito en la prueba es una ejecución eficaz de estos gestos técnicos (Mateo-March et al., 2012). El objetivo de esta fase, por tanto, es superar los obstáculos sin perder velocidad, aunque la producción de potencia promedio disminuye significativamente en comparación con la fase inicial (Mateo et al., 2011). El equilibrio, la fuerza isométrica y la coordinación son las principales exigencias físicas en la fase central, puesto que en este periodo se dan diferentes obstáculos técnicos que los pilotos superan con acciones de impulso (habilidades no aéreas) y saltos (habilidades aéreas).

En la fase final nos encontramos la recta final, los últimos obstáculos y la línea de meta. Esta última fase tiene como objetivo seguir manteniendo la velocidad, sobre todo en los últimos metros. Por ello, la resistencia es crucial en el último tramo de pista (Blasco-Lafarga et al., 2017; Lafarga C, 2017). Durante esta fase final los pilotos intentan ser lo más resistentes posibles para así limitar la pérdida de velocidad en este último periodo. Al finalizar la carrera el VO^2 está cercano al máximo ($\sim 90\%$ del VO^2_{max}), así como la producción de lactato en sangre permanece alta (Lafarga C, 2017). Aunque entre cada fase de competición los pilotos disponen de 30 minutos para recuperar, este esfuerzo máximo ocasiona una fatiga muscular (M Zabala et al., 2009). Es por ello que estos deportistas deben desarrollar buena capacidad de sprint repetidos para aguantar al máximo nivel en cada una de las fases competitivas.

1.2 Desarrollo de la competición

Durante una competición de carrera de BMX se dan varias fases. La primera son las motos, donde cada piloto debe realizar tres mangas. Cuando se finalizan las tres mangas, los pilotos de cada categoría que hayan obtenido los mejores resultados acumulativos, se clasificaran para las calificaciones o la final (dependiendo del número de pilotos inscritos). La segunda fase, denominada calificaciones, es una fase eliminatoria. Se organizan por categorías con diecisiete o más pilotos, los cuales van pasando de ronda, estas serían 1/32, 1/6, 1/8, 1/4 y 1/2. Tras cada ronda clasificatoria, los cuatro primeros pilotos de cada serie se clasifican para la siguiente y los cuatro primeros corredores de las semifinales se clasifican para la final. La final es la última fase de las carreras de BMX, en esta fase se disputa una sola manga por categoría con nueve o más inscritos (UCI rules and regulations, 2021). En competiciones internacionales, los pilotos que llegan a la final deben superar 6 carreras, cada carrera tiene una duración aproximada de unos 40 segundos y los pilotos disponen de unos 30 minutos de descanso entre rondas (Zabala et al., 2009).

1.3 Demandas fisiológicas

El ciclismo se puede considerar como un ejercicio en el que se produce energía mecánica para superar la resistencia externa (Jeukendrup et al., 2000). La velocidad de un ciclista se puede medir a través de la potencia que son capaces de generar los músculos esqueléticos a partir de vías metabólicas de obtención de la energía (capacidad aeróbica y anaeróbica) y como utilizan la potencia adecuada para superar la resistencia (posición del cuerpo, resistencia de rozadura, resistencia al aire...).

En el BMX, la producción de potencia durante la carrera no es constante, se dan esfuerzos acíclicos (sin pedalear) y esfuerzos cíclicos (con pedaleo), los cuales

representan el 86,3% y el 16,7% del rendimiento general, pero puede variar según el diseño la pista (Mateo-March et al., 2012). Por otro lado, la mayor parte del tiempo (88,76% del total de la prueba) los pilotos se encuentran por debajo del 50% de su potencia pico (Mateo et al., 2011), aunque esto varía según el diseño de la pista. Cuanto mayor es la dificultad de la pista, menor es el tiempo que los pilotos pedalean cerca del pico de potencia y al contrario con las pistas más sencillas, más tiempo pedalean cercano al pico de potencia. Se ha observado que la mayor producción de potencia de pedaleo se suele alcanzar en las fases iniciales de la carrera, este es uno de los principales determinantes del rendimiento final de la prueba en este deporte. (Zabala et al., 2009) (Cowell, J. F et al., 2012). Si los pilotos no consiguen producir los máximos picos de potencia en los primeros metros, estos tendrán gran dificultad para alcanzar una buena posición al final de la primera recta y un buen rendimiento final, puesto que las dimensiones de las pistas de BMX hacen que sea muy complicado poder adelantar conforme avanza la carrera.

Las diferentes partes del trazado y estrategias técnico-tácticas hacen que este deporte se componga de capacidades anaeróbicas y aeróbicas (Zabala et al., 2009). Respecto a los determinantes de rendimiento fisiológicos, se ha determinado que durante una carrera que dura 30-45 segundos, existe una contribución importante del metabolismo aeróbico, donde se dan valores superiores al 90% del VO_2^{\max} , incluso puede alcanzar el 100% del VO_2^{\max} en algunos sujetos (Louis et al., 2012). También se percibió una alta aplicación de la glucólisis anaeróbica, valorada mediante valores medios de lactato en sangre de $14,5 \pm 4,5$ mmol. La forma de aplicar potencia y la concentración de lactato tienen gran relación con el nivel de dificultad de la pista, debido a que condicionan las posibilidades técnico-táctica de los pilotos de BMX (Mateo-March et al., 2012; Mateo-march & Blasco-lafarga, 2012). En las acciones acíclicas, el lactato tiende a aumentar cuando aumenta la dificultad de la pista y disminuye cuando el nivel técnico decrece. De igual manera, las concentraciones de lactato en acciones cíclicas también dependen de la dificultad, pero de manera contraria. Es decir, en acciones cíclicas el lactato disminuye en circuitos con mayor dificultad, más técnicos e incrementa en los menos exigentes.

Por lo tanto, el control de la producción del lactato es un factor importante que debe ser atendido y analizado, además la duración de la prueba y los valores de esfuerzos percibidos, estiman que la glucólisis anaeróbica es la principal fuente de rendimiento (Zabala et al., 2009). Por lo que la fatiga producida en estos breves esfuerzos a máxima intensidad, puede ser un factor limitante del rendimiento, así como puede comprometer la capacidad de prolongar las demandas de potencias propias del BMX

1.4 Demandas técnicas

La técnica en BMX es el aprendizaje motriz de la habilidad específica y su realización de una forma eficiente según el objetivo planteado, así como la demanda de la competición. La técnica juega un pilar fundamental en el rendimiento en BMX. Esta técnica variará según el tipo de trazado. Existen dos tipos de técnicas en BMX: la técnica individual (el piloto realiza el gesto técnico específico sin influencia de factores que intervengan en la realización del acto motor) y técnica colectiva (el piloto realiza el gesto relacionándose con la situación real de competición) (Zabala et al., 2009). Podríamos

considerar como principales demandas técnicas de este deporte a las habilidades técnicas aéreas, no aéreas, técnica de arranque en puerta y pedaleo. Las técnicas no aéreas son las que se realizan sobre obstáculos y al menos una de las dos ruedas está en contacto con el suelo. Estas técnicas son: pedaleo, pull (empuje de pierna y brazos en las bajadas de obstáculos), paso por curva (dibujar una trayectoria concreta con un objetivo específico en función de la curva), técnica de salida de valla (gesto inicial), manual (mantener la rueda delantera en equilibrio con el objetivo de aumentar la velocidad), absorción (mantener la bicicleta en el terreno impidiendo que se separe innecesariamente). Por último, dentro de las técnicas mixtas nos encontramos las aeroterrestres (técnica aérea con aterrizaje de la rueda trasera) y las terrestre-aéreas (técnica no aérea con una acción de despegue del terreno)

Un mayor dominio de la técnica hará al deportista más competente y eficiente durante la competición. Se ha observado que cuanto mayor importancia tiene la competición mayor relevancia tienen los elementos técnicos aéreos en el transcurso de la carrera (Mateo-March et al., 2012), además varía según el reglamento y las dimensiones y diseño de la pista. Un mayor tamaño de la pista hace que los pilotos consigan mayores velocidades por lo que hace más eficiente superar los obstáculos con técnicas aéreas

1.5 Demandas tácticas

El BMX racing, al ser un deporte en el que existe oposición adquiere una gran importancia la táctica. La táctica es la habilidad abierta que le hará al piloto cambiar la técnica en función a lo que ocurra en el desarrollo de la competición (sistemas de planes de acción durante la competición). Existen dos tipos de tácticas en BMX: táctica individual (utilización por parte del piloto de un gesto técnico individual en una situación real de competición) y colectiva (utilización por parte de varios pilotos de varios gestos técnicos en situación real de competición). Se observa una falta de bibliografía en este apartado, aunque algunos autores diferencian entre maniobras tácticas, defensivas, ataque, contraataque y acciones tácticas mixtas (Zabala et al., 2009). Cada entrenador priorizará en el bloque que cree más necesario, según su deportista y la competición. Las acciones tácticas que encontramos en este deporte son: acciones de maniobra (no tienen interacción física), acciones defensivas (protegen el rendimiento final del piloto), acciones de ataque (tienen iniciativa en la agresión del contrario), acciones de contraataque (surgen como respuesta de ataques del contrario) y acciones mixtas (bloqueos directos, fintas técnicas...) (Zabala et al., 2009).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente y siendo el BMX un deporte reciente, en auge, con escasa documentación científica y con grandes exigencias fisiológicas, elevada potencia del tren inferior, gran tolerancia a los esfuerzos anaeróbicos de corta duración y buena capacidad para favorecer la recuperación entre mangas. Así como, observando la forma en la que condiciona el diseño de la pista, forma de pedaleo y por tanto posibilidades técnico-tácticas. Es necesario encontrar nuevas estrategias para mejorar el rendimiento de los pilotos, por lo que el objetivo de mi trabajo de fin de máster es analizar el rendimiento y la fatiga de los pilotos de BMX.

2 METODOLOGÍA

2.1 Participantes

En este estudio participaron veintidós miembros de la Selección Española de BMX (n = 22*), diecisiete hombres (n = 17) y cinco mujeres (n = 5). Los criterios de inclusión para los pilotos en esta concentración fueron haber participado en las competiciones internacionales de la última temporada (Copas de Europa, Mundiales, Campeonatos de Europa o Campeonatos del Mundo) o haber finalizado entre los 5 primeros del Campeonato de España. Las estadísticas descriptivas para la edad y la antropometría se muestran en la tabla 1. Todos los sujetos aportaron su consentimiento informado por escrito antes de participar en este estudio y todo el proceso de investigación siguió a la declaración de Helsinki. A su vez, todos los participantes declararon que estaban libres de lesiones o discapacidades que pudieran afectar su capacidad para realizar esfuerzos máximos durante la concentración.

Tabla 1:

Datos Antropométricos. (media ± desviación típica).

Variables	Hombres	Mujeres	Total
Sujetos	17	5	22
Edad (años)	19,88 ± 3,86	19,8 ± 2,69	19,80 ± 3,67
Altura (cm)	175,36 ± 6,08	168,98 ± 4,12	174,14 ± 6,28
Peso (kg)	69,71 ± 7,18	66 ± 3,03	69 ± 6,76
IMC (kg/m ²)	22,65 ± 2,11	23,13 ± 0,42	22,74 ± 1,92
% Grasa	10,90 ± 4,07	22,10 ± 1,58	13,03 ± 5,46
% M Muscular	72,45 ± 12,9	62,13 ± 12,07	70,49 ± 13,38
% M Ósea	3,81 ± 0,67	3,32 ± 0,67	48,72 ± 10,89
Masa Muscular (kg)	50,59 ± 10,82	40,76 ± 6,85	48,72 ± 10,89
Masa Ósea (kg)	2,66 ± 0,55	2,18 ± 0,38	2,57 ± 0,56

Nota: IMC: Índice de masa corporal.

2.2 Diseño

El estudio consistió en la realización de diferentes pruebas para evaluar el estado físico y el rendimiento de los pilotos durante una concentración de entrenamiento con la selección española durante la fase de pretemporada. El objetivo principal de la concentración era evaluar el rendimiento de los ciclistas y planificar la próxima temporada con los entrenadores y el personal técnico. Todas las pruebas se separaron al menos con 24 horas de diferencia y se realizaron en orden aleatorio. Entre las pruebas, los ciclistas realizaron sesiones de entrenamiento aeróbico bajo (60-90 minutos de duración) o descanso. Los ciclistas se familiarizaron con los protocolos y procedimientos de prueba durante un periodo similar a dos semanas antes de la concentración. El

horario y las condiciones de las pruebas fueron los mismos en las dos concentraciones de entrenamiento.

2.3 Métodos

La composición corporal se evaluó mediante impedancia por la mañana, después de despertar y vaciar la vejiga. (Tanita BC545N) (Vasold et al., 2019)

La fuerza máxima (RM en el ejercicio de media sentadilla) se estimó con una máquina Smith (Technogym Trading, Gambettola, Italia) y se registró con un codificador lineal (Speed4lift, Madrid, España) (Pérez-Castilla et al., 2019). Previo a la prueba, todos los deportistas estaban familiarizados con los procedimientos de esta y la técnica de media sentadilla fue supervisada por dos investigadores independientes. Los ciclistas comenzaron desde la posición erguida y descendieron hasta que el pliegue inguinal se proyectó con la parte superior de la rodilla. La prueba de carga en media sentadilla comenzó con aproximadamente el 50% de su peso. Cada deportista realizó un mínimo de tres series de entre tres y cinco repeticiones y un máximo de cinco series antes de la registrada. La fuerza máxima de una repetición (RM) en el ejercicio de media sentadilla se estimó indirectamente (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010).

Todas las pruebas de velocidad en ergómetro se realizaron con una Wattbike Pro (Herbert et al., 2015; Hopker et al., 2010; Wainwright et al., 2017), (Wattbike Ltd, Nottingham, Reino Unido). El asiento y el manillar del cicloergómetro se ajustaron para mayor comodidad, con los propios pedales del ciclista instalados y con la misma configuración replicada para la prueba posterior. Se realizó un Test de Wingate para obtener la Potencia Máxima (PPwing), la Potencia Media durante el esfuerzo de 30 s (P30s) y el Índice de Fatiga (FI). El protocolo consiste en realizar un esfuerzo máximo pedaleando durante 30 segundos contra una fuerza constante en una posición sentada. Se estableció una fuerza constante colocando el ventilador y el freno magnético siguiendo las instrucciones del fabricante. El FI se calcula dividiendo el PPwing por la potencia de salida obtenida al final de la prueba (la potencia de salida más baja de 1 s de la prueba de 30 s). La concentración de lactato en sangre se midió recolectando muestras de sangre capilar del lóbulo de la oreja en los minutos 1, 3 y 5 después de cada prueba (Lactate Pro 2, Arkray Factory Inc., Japón), (Herbert et al., 2015)

Para evaluar la producción de potencia máxima (PPO) y la capacidad de sprint repetido, se realizó un protocolo de sprint de 5 x 6 s. La prueba comienza con un calentamiento predefinido de 10 min a 100 W. Después del calentamiento, los pilotos realizaron 5 series de 6 s de esfuerzos máximos intercalados por 1 min de descanso activo (pedaleo suave por debajo de 100 W). Los esfuerzos de sprint se realizaron desde una posición de pie y el ventilador y el freno magnético se colocaron de acuerdo con el peso del ciclista (siguiendo las instrucciones del fabricante). Se calcularon y expresaron como porcentaje los cambios en la producción de potencia entre las series de ciclismo y la diferencia entre la mejor (PPO) y la peor.

Para evaluar el perfil Fv, los ciclistas realizaron saltos en cuclillas máximos en 5 condiciones de carga incremental: 0, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 y 0.7 kg de su masa corporal donde la altura del salto se calculó usando el sistema de colchoneta de salto Chronojump (Bosco-System, Barcelona, España). Este protocolo se ha descrito anteriormente (Morin & Samozino, 2016; P Samozino et al., 2013; Pierre Samozino et al., 2010) Las

variables derivadas de esta prueba, incluyendo el desequilibrio entre la fuerza y la velocidad, la potencia pico durante el salto en cuclillas y la fuerza concéntrica máxima de los miembros inferiores que se basan en las ecuaciones propuestas por Morin & Samozino, 2013 (P Samozino et al., 2013)

Finalmente, el rendimiento de la carrera de BMX se midió utilizando una competencia de BMX simulada que consta de 6 vueltas completas en una pista de BMX estándar con un intervalo de 15 minutos de descanso. El mejor tiempo de vuelta (en segundos) se tomó como el mejor desempeño de cada participante.

2.4 Análisis estadístico

Los resultados descriptivos se expresaron como media \pm desviación típica. Se realizó un análisis de correlación de Pearson para determinar la relación entre el rendimiento y las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio. Los resultados de los análisis de correlación de Pearson se interpretaron de la siguiente manera: trivial ($<0,09$), pequeño ($0,10-0,29$), moderado ($0,30-0,49$), alto ($0,50-0,69$), muy alto ($0,70-0,89$) y casi perfecto ($> 0,90$) (Hopkins, Marshall, Batterham y Hanin, 2009). Se realizaron análisis de regresión simple con cada variable que se correlacionó con el rendimiento en el campo, tratando de mostrar qué variables, si las hay, predicen en mayor medida el rendimiento de los corredores en BMX Racing

Los cálculos para este estudio se realizaron utilizando el paquete estadístico para ciencias sociales (versión 25.0 para Windows; SPSS Inc, Chicago, IL, EE. UU.) y Microsoft Excel (Microsoft, Seattle, WA, EE. UU.).

3. BIBLIOGRAFÍA

- Blasco-Lafarga, C., Camarena, B., & Mateo-March, M. (2017). Cardiovascular and Autonomic Responses to a Maximal Exercise Test in Elite Youngsters. *International Journal of Sports Medicine*, 38(9), 666-674.
- Cowell, J. F., McGuigan, M. R., & Cronin, J. B. (2012). Movement and Skill Analysis of Supercross Bicycle Motocross. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1688–1694.
- Di Rienzo, F., Martinent, G., Levêque, L., MacIntyre, T., Collet, C., & Guillot, A. (2018). The influence of gate start position on physical performance and anxiety perception in expert BMX athletes. *Journal of Sports Sciences*, 36(3), 311-318.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347-352.
- Grigg, J., Haakonssen, E., Orr, R. (Rob), Bootes, W., & Keogh, J. (2018). Kinematics of the Bmx Sx Gate Start Action. *ISBS Proceedings Archive*, 36(1), 10-13.
- Grigg, J., Haakonssen, E., Rathbone, E., Orr, R., & Keogh, J. W. L. (2018). The validity and intra-tester reliability of markerless motion capture to analyse kinematics of the BMX Supercross gate start. *Sports Biomechanics*, 17(3), 383-401.

- Herbert, P., Sculthorpe, N., Baker, J. S., & Grace, F. M. (2015). Validation of a six second cycle test for the determination of peak power output. *Research in Sports Medicine*, 23(2), 115-125.
- Hopker, J., Coleman, D., Passfield, L., & Wiles, J. (2010). The effect of training volume and intensity on competitive cyclists' efficiency. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 35(1), 17-22.
- Jeukendrup, A. E., Craig, N. P., & Hawley, J. A. (2000). The bioenergetics of world class cycling. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 3(4), 414-433.
- Lafarga C, B. (2017). Gender Differences in Elite Athletes Heart Rate Dynamics Following a Supra Maximal Complex Effort. *MOJ Sports Medicine*, 1(5), 130-136.
- Louis, J., Bernard, T., & Hausswirth, C. (2012). Physiological Demands of a Simulated BMX Competition. *International Journal of Sports Medicine*, 34(06), 491–496.
- Mateo-march, M., & Blasco-lafarga, C. (2012). Blood lactate concentration versus design and difficulty of the track in BMX. *International Journal of Medicine and Sciences of Physical Activity and Sport*, (45). 12(May 2014), 52-66.
- Mateo-March, M., Blasco-Lafarga, C., Doran, D., Romero-Rodríguez, R. C., & Zabala, M. (2012). Notational analysis of European, World, and Olympic BMX cycling races. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 502-509
- Mateo, M., Blasco-Lafarga, C., & Zabala, M. (2011). Pedaling power and speed production vs. technical factors and track difficulty in bicycle motocross cycling. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3248-3256.
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2017). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in Physiology*, 7.
- Pérez-Castilla, A., Piepoli, A., Garrido-Blanca, G., Delgado-García, G., Balsalobre-Fernández, C., & García-Ramos, A. (2019). Precision of 7 commercially available devices for predicting bench-press 1-repetition maximum from the individual load-velocity relationship. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(10), 1442-1446.
- Samozino, P, Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Giménez, P., Morin, J., & Thieme, D. G. (2013). P. Samozino, P. Edouard, S. Sangnier, M. Brughelli, P. Giménez, J.-B. Morin.
- Samozino, Pierre, Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264(1), 11-18.

- Vasold, K. L., Parks, A. C., Phelan, D. M. L., Pontifex, M. B., & Pivarnik, J. M. (2019). Reliability and validity of commercially available low-cost bioelectrical impedance analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(4), 406-410.
- Wainwright, B., Cooke, C. B., & O'Hara, J. P. (2017). The validity and reliability of a sample of 10 Wattbike cycle ergometers. *Journal of Sports Sciences*, 35(14), 1451-1458.
- Zabala, M., Sánchez-Muñoz, C., & Mateo, M. (2009). Effects of the administration of feedback on performance of the BMX cycling gate start. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8 (3): 393–400.

