

Propuesta de Long-Term Athlete Development para el BMX

Trabajo Fin de Grado – Revisión Bibliográfica
Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte



Curso académico: 2014 – 2015

Alumno: Jonay Miguel Barreto González

Tutor Académico: José Manuel Sarabia Marín

Índice

1	Introducción.	3
2	Método.	5
2.1	Estrategia de búsqueda.	5
2.2	Criterios de inclusión.	5
3	Resultados.	7
4	Discusión.	10
5	Propuesta.	12
6	Limitaciones.	14
7	Bibliografía.	14



1 Introducción.

El BMX (siglas en inglés de *bicycle motocross*) es una modalidad del ciclismo que consiste en repetir de forma seguida carreras de una duración en torno a los 40 segundos en pistas de unos 350m (figura 1). Las carreras, sobre todo las de carácter internacional, suelen durar varios días (2 a 5) aunque los pilotos corren un máximo de 2 días. Cada día de competición se corre varias mangas (3 a 10), con una separación de 25-30 minutos entre mangas.



Figura 1. Ejemplo pista de BMX. (Cowell, McGuigan, & Cronin, 2012)

El BMX es deporte olímpico desde el 2008 y, desde entonces no ha hecho más que aumentar su popularidad. Lo podemos ver al comprobar los inscritos en los mundiales, pasando de los 1000 y 1500 competidores en 2002 y 2003, respectivamente, a los más de 3000 de 2015 y 3700 de 2016. Se comprueba así que se ha dado a conocer cada vez más este, relativamente joven, deporte. Y es que pese a crearse en los años 60, en California, ya se practica en todo el mundo y tiene cada vez más adeptos.

Las carreras tienen partes en las que interviene esfuerzo acíclico y otras en las que el esfuerzo es de carácter cíclico (Louis et al., 2012). El esfuerzo cíclico hace referencia al tiempo de pedaleo de los corredores. Por otro lado el esfuerzo acíclico se produce cuando los corredores se sirven de técnicas aéreas o no aéreas para superar los saltos, como son: el manual (figura 2) y los saltos (figura 3 y 4). Por ello es importante conocer todos los aspectos que intervienen en el rendimiento deportivo y su correcto desarrollo. Estos aspectos pueden ser divididos en dos grupos, fisiológicos y técnicos.

En cuanto a los aspectos fisiológicos, se ha visto que este es un deporte mixto donde son importantes tanto las vías aeróbicas de obtención de energía como la glucólisis anaeróbica (Louis et al., 2012). Por un lado el rendimiento en cada manga estará principalmente marcado por cuestiones anaeróbicas debido a su corta duración (en torno a 40 segundos). Por otro lado, el componente aeróbico es importante en la fase de recuperación entre mangas donde se disponen de alrededor de 30 minutos.

Danny Caluag manual : From "Pro BMX Skills" : www.leelikesbikes.com

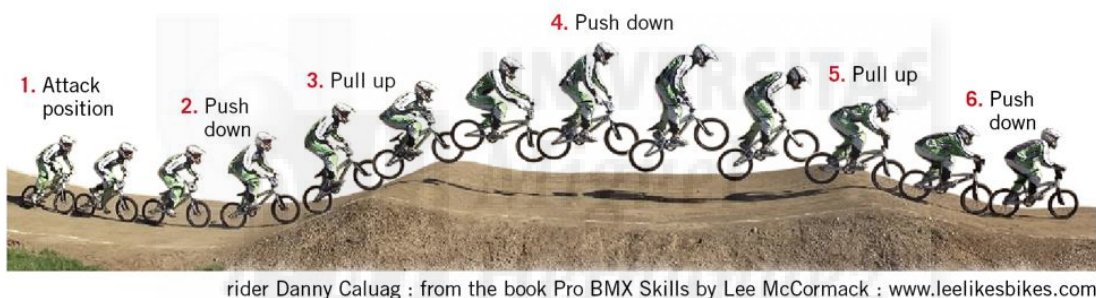


Figura 2. Ejemplo técnica, manual.



Figura 3. Ejemplo técnica, salto simple.

Pushing through a BMX double



rider Danny Caluag : from the book Pro BMX Skills by Lee McCormack : www.leelikesbikes.com

Figura 4. Ejemplo técnica, salto técnico.

Pese a esta creciente evolución, no se ha encontrado ningún trabajo sobre el desarrollo de larga duración de las cualidades de los deportistas en esta modalidad deportiva, excepto un *Long-Term Athlete Development (LTAD)*, publicado por la Asociación Ciclista de Canadá. Ello hace pensar que tal vez sea necesario el desarrollo de un LTAD, para que sirva de base para los entrenadores que quieran seguir perfeccionando el entrenamiento de este deporte y llevarlo a cotas más altas. Permitiendo así desarrollar de una manera más eficaz a los deportistas.

El LTAD parece ser de gran importancia. Esto es debido a que se centra en la formación para optimizar el rendimiento en sentido longitudinal, y considera los períodos sensibles del desarrollo, conocidos como "ventanas de oportunidad" (Ford et al., 2011).

Un LTAD se divide en 7 etapas que están relacionadas con la edad, y la maduración de los deportistas. Respetar estas etapas es una buena forma de aprovechar las ventanas de oportunidad. Hay 2 etapas que no tienen como objetivo principal la mejora del rendimiento: la primera, que hace referencia a los primeros años de vida del futuro deportista y la última etapa, planteada tras la retirada del deportista. Las otras 5 etapas de desarrollo tienen los siguientes objetivos: *fundamental*: etapa caracterizada por ser la iniciación en las escuelas deportivas, estando principalmente orientado a aspectos lúdicos. *Learning to train*: obtener conceptos técnicos y tácticos y los conocimientos básicos sobre el proceso de entrenamiento, así como fomentar las relaciones sociales entre los compañeros. *Training to train*: entrenar

para mejorar la condición física, coincidiendo con el paso de la pre-adolescencia a la adolescencia. Aquí se puede empezar a entrenar cualidades coordinativas como son el ritmo, orientación, etc. Además de la velocidad y la agilidad. *Training to compete*: en esta etapa se busca el desarrollo de los aspectos relacionados con el rendimiento deportivo, volviendo al deportista cada vez más competente. *Training to win*: en esta etapa el objetivo es el afinamiento del deportista para rendir al máximo cuando compita.

El objetivo de un LTAD es proporcionar un guía para un desarrollo óptimo de los deportistas. De esta forma, se aumentan las posibilidades de alcanzar el máximo potencial del mismo. Si bien es cierto que este LTAD se trata de un diseño generalista y que no atiende a las individualidades de cada deportista, es importante tener una base que nos aporte una guía desde dónde partir para el desarrollo de los atletas. Una vez se sabe cuáles serían las pautas generales se puede aplicarlas de forma individual según las necesidades de cada uno.

Si se observan las edades medias de los campeones mundiales desde el 2006, los hombres tienen una edad media de $23,3 \pm 3,2$ años, y las mujeres de $21,7 \pm 1,6$ años, coincidiendo con la edad media de pico competitivo según la duración de las pruebas deportivas propuesto por Allen & Hopkins, (2015).

Por ello los objetivos de este trabajo son 2: (1) Conocer cuáles son los aspectos que influyen en el rendimiento en el BMX y las etapas sensibles de estos; (2) realizar una propuesta de LTAD para el BMX.

2 Método.

2.1 Estrategia de búsqueda.

La búsqueda sistemática de estudios se llevó a cabo a lo largo de febrero de 2016. Se consultó la base de datos PubMed para un periodo entre el 1 de febrero de 2006 al 29 de febrero de 2016. Las palabras claves usadas en la estrategia de búsqueda fueron *BMX cycling / strength / power / technique / endurance / youth / training / bicycle motocross / long-term athlete development* y todas sus posibles combinaciones lógicas. El listado total de artículos se revisó para eliminar los duplicados existentes en el resultado tras la búsqueda.

2.2 Criterios de inclusión.

Tras la realización de la búsqueda se procedió con la eliminación de todos los artículos que estaban duplicados en la búsqueda. Una vez realizado se pasó a la lectura del título y el resumen para el siguiente cribado. Tras haber llevado a cabo este punto, se procedió a la lectura completa de los artículos restantes y a la selección de los artículos que se incluyen en este trabajo (figura 5). Los criterios de inclusión para la selección de los artículos fueron los siguientes:

1. Estar publicado entre el 1 de febrero de 2006 al 29 de febrero de 2016.
2. Que los participantes fueran sanos, sin patología conocida ni tratamiento farmacológico.
3. Debían estar publicados en inglés o español.
4. Los participantes no debían superar los 30 años.
5. Los participantes en los estudios debían tener cierto grado de entrenamiento en BMX.

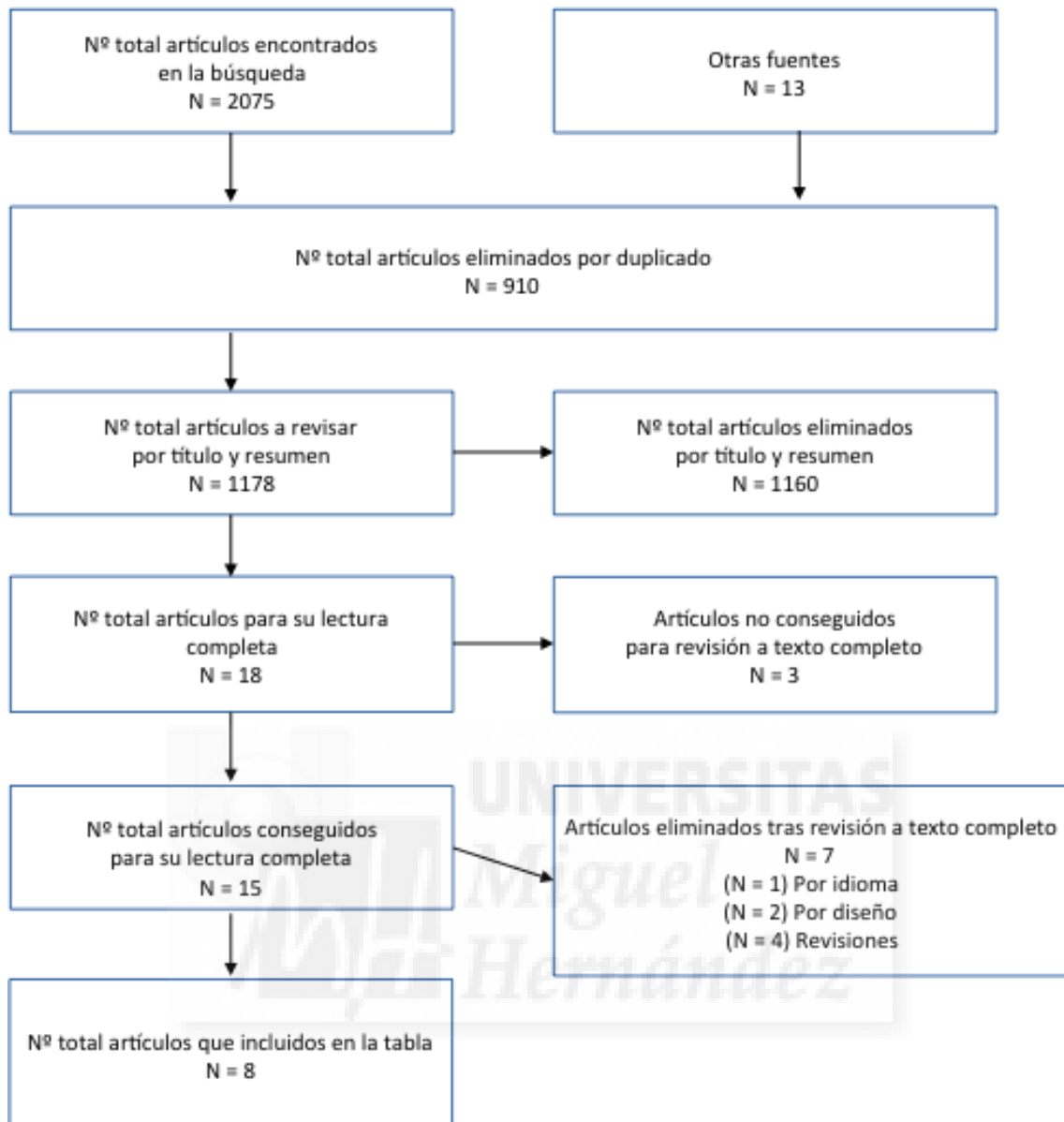


Figura 5. Diagrama de flujo PRISMA.

3 Resultados.

A continuación se muestran los artículos incluidos en este trabajo separados en dos tabla en función de su objetivo: Tabla 1, aquellos cuyo objetivo era averiguar cuales eran las demandas fisiológicas y técnicas del BMX. Tabla 2, en los que se hablaba del perfil de rendimiento de los corredores de BMX.

Tabla 1. Demandas fisiológicas y técnicas del BMX.

Estudio	Muestra	Diseño	Variable medida	Resultados
Louis et al., 2012	10 ciclistas élite de BMX: - 6 Hombres ($20,8 \pm 2,2$ años) - 4 Mujeres ($19,0 \pm 2,2$ años)	6 carreras consecutivas separadas por 30 minutos.	VO_{2peak} . RPE [Lac] 3 y 25 min post	VO_{2peak} : $94,3 \pm 1,2\%$ RPE: $16,2 \pm 0,9$ [Lac]3': $14,5 \pm 4,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ [Lac] 25': $5,4 \pm 1,2 \text{ mmol.L}^{-1}$
Marquet, Hausswirth, Hays, Vettoretti, & Brisswalter, 2015	11 corredores élite de nivel mundial (7 hombres y 4 mujeres), ($20,9 \pm 2,1$ años)	20 min calentamiento, 10 min al 40% PAM y 2 sprints, el primero de 3 s – 4 min recuperación – y el segundo de 5 s resistencias 7 y 1 sobre 10. 3 sprints de 7 s eligiendo resistencia.	P_{max} rpm_{max}	P_{max} : $1357,4 \pm 365,3 \text{ W}$ rpm_{max} : $168,3 \pm 17,1 \text{ rpm}$
Mateo, Blasco-Lafarga, & Zabala, 2011	9 hombres de la selección Española de BMX ($17 \pm 1,41$ años)	Día 1: 3 sprints de 8 s de duración y 10 min de recuperación. Días 2, 3 y 4 mismo diseño pero pistas de diferente dificultad (alta (HD), media (MD) y baja (LD)):3 series: 1) sin pedalear (NP) 2) pedaleo sólo en la rampa de salida (GSP) 3) pedaleo libre (FP). 10 min de recuperación entre repeticiones.	W_{pico} W_{rel} TW_{pico}	W_{pico} y W_{rel} LD>HD>MD Tiempo al pico de potencia: MD>LD>HD Potencia relativa durante la carrera: 88,76% de la carrera <50% de la P_{max} En pistas HD sólo 3,23% de la carrera >50% de P_{max} 88,3% de velocidad media en FP se debe a acciones acíclicas (técnicas)

Herman, McGregor, Allen, & Bolt, 2009	5 corredores élite de la selección olímpica de BMX de EEUU de 2008.	Medición en pista durante 7 días mediante potenciómetro, con 3 combinaciones de marchas (-1,0,+1) y 2 condiciones de salidas (plano vs. Supercross).	W_{pico} CAD T a los 6 y 20m (s)	T Supercross<plano W_{pico} Supercross=plano W_{pic} 6m>20m T W_{pico} 6m<20m CAD suprecross -1>0>+1 6m>20m
Mateo-March, Blasco-Lafarga, Doran, Romero-Rodríguez, & Zabala, 2012	Atletas élite masculinos: (E) (23,2 ± 3,1 años) (W) (25,2 ± 2,3 años) (O) (25,1 ± 3,1 años)	Análisis de 8 clasificación para finales masculinas en los campeonatos de Europa (E), el Campeonato del Mundo (W) y finalmente, los pre- Olímpicos y Olímpicos (O).	Elementos técnicos: aéreos no aéreos ET1 ET2 ET3 PC1 PC2 PC3	Elementos técnicos no aéreos E>W>O Elementos técnicos aéreos W>O>E Media obtenida entre 2007 y 2008 en circuitos E, W y O. Elementos técnicos No aéreos>aéreos ET1: 2,7 (0,1) s ET2: 7,4 (0,2) s ET3: 35,1 (0,5) s PC1: 6,2 (0,6) PC2: 9,8 (0,9) PC3: 26,0 (2,0)

VO_{2peak}: consumo máximo de oxígeno; RPE: escala de percepción del esfuerzo; [Lac]: lactato en sangre; P_{max}: potencia máxima; rpm_{max}: revoluciones por minuto máximas; W_{pico}: pico de potencia; W_{rel}: potencia relativa; TW_{pico}: tiempo hasta el pico de potencia; CAD: cadencia de pedaleo; T: tiempo; ET1: tiempo desde la salida hasta el primer obstáculo; ET2: tiempo desde la salida hasta la primera curva; ET3: tiempo desde la salida hasta el final; PC1: ciclos de pedaleo desde la salida al primer obstáculo; PC2: ciclos de pedaleo desde la salida a la primera curva; PC3: ciclos de pedaleo desde la salida al final.

Tabla 2. Perfil de rendimiento de los corredores de BMX.

Estudio	Muestra	Diseño	Variable medida	Resultados
Mikel Zabala et al., 2011	10 corredores élite masculinos de la selección Española de BMX. (20,7 ± 1,4 años)	2 ensayos Calentamiento de 10 min en cicloergómetro a 100W. 3 min después 2 test CMJ con 1 min de descanso. 3 min después se realizaron 3 test Wingate consecutivos con carga (0,7 N/m x kg de masa corporal), tras cada Wingate CMJ test y RPE seguido de 15 min de recuperación.	WT PP MP PP RPE Índice de fatiga	PP (W): WT1>WT2>WT3 TPP (s): WT1=WT2<WT3 MP (W): WT1>WT2>WT3 Índice de fatiga (W·s ⁻¹): WT1>WT2>WT3 RPE: WT1<WT2<WT3
Bertucci & Hourde, 2011	Corredores de BMX masculinos franceses: - de nivel nacional (n= 17; edad 20 ± 1 años) - selección nacional (n=9; edad: 22 ± 4 años).	1 día - Nacionales: Test de laboratorio SJ y CMJ. ST _{sea} y ST _{sta} con tres cargas (0,4 N m·kg ⁻¹ , 0,6 N m·kg ⁻¹ , 0,8 N m·kg ⁻¹) con 6 min de recuperación activa entre test. Tras 30 min de recuperación activa, 2 WT _{sea} y WT _{sta} de de 30 s de duración, con 45 min entre test. 3 horas después. Test de pista. 3 sprint en la primera recta (75 m) descanso 6 min. - Internacionales: 3 sprints de 80 metros con PowerTap en sus bicis.	SJ CMJ ST _{sea} ST _{sta} WT _{sea} WT _{sta} W _{pico}	W _{pico} internacionales: 1980 ± 210 W. CMJ correlaciona r = 0,80 con ST _{sea} y r = 0,76 con WT _{sea} , además este correlaciona r = 0,93 con ST _{sea} .
Campillo & D;Hespel, 2007	9 corredores de BMX (19,2 ± 1,7 años)	20 min calentamiento, 3 series de 3 aceleraciones consecutivas de 20 m. Descanso entre series 5 min.	V _{med} (m·s ⁻¹) F (N) P (W)	F: 623,7 ± 191,9 N V _{med} : 6,3 ± 2,2 m·s ⁻¹ P: 1105,3 ± 340,9 W

CMJ: salto con contramovimiento; WT: test Wingate; PP: pico de potencia; MP: potencia media; TPP: tiempo hasta el pico de potencia; RPE: escala de percepción del esfuerzo; SJ: salto en squat; ST_{sea}: test de sprint sentado; ST_{sta}: test de sprint de pie; WT_{sea}: test Wingate sentado; WT_{sta}: test Wingate de pie; V_{med}: velocidad media; F: fuerza; P: potencia.

4 Discusión.

Las principales aportaciones de este trabajo indican que los 2 factores más importantes para el rendimiento son la realización de una buena salida y el mantenimiento de la velocidad durante el resto de la prueba. Para realizar una buena salida se requiere una elevada potencia del tren inferior, así como una rápida manifestación de esta misma. Para esa rápida expresión de la potencia parece necesaria una gran cadencia de pedaleo, la cual además se puede ver favorecida en función del tipo de pista en el que se compita. El mantenimiento de la velocidad se ve influenciado por la técnica del deportista, para la superación de los obstáculos, y las vías metabólicas anaeróbicas.

La importancia del componente aeróbico parece verse reflejado en que al finalizar cada manga se disponen de unos 25 minutos de descanso. Tras esos 25 minutos de descanso, el lactato, aunque ha descendido, aún se encuentra en valores no óptimos para el inicio de la nueva manga (Louis et al., 2012). Con ello, el trabajo de carácter aeróbico cobra importancia debido a que, gracias a este tipo de trabajo, se consiguen adaptaciones fisiológicas que hacen que la recuperación sea más rápida debido a la mayor velocidad de aclarado del lactato (Engel et al., 2015; Messonnier, Freund, Denis, Féasson, & Lacour, 2006), haciendo que sea un aspecto a tener en cuenta para el posterior rendimiento.

A pesar de los beneficios que puede aportar este tipo de trabajo, parece que los corredores no se centran en su desarrollo, pues los corredores masculinos élite de BMX pueden tener en torno a $54,7 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Louis et al., 2012), mientras que ciclistas de carretera masculinos élite, están en torno a $72,9 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Lucía, Pardo, Durántez, Hoyos, & Chicharro, 1998). Por otro lado, sí que tienen valores similares de potencia media en los umbrales VT1 y VT2, siendo estos $212,5 \pm 14,4 \text{ W}$ y $234,7 \pm 34,6 \text{ W}$ en el VT1 para los corredores de BMX y ciclistas en carretera, respectivamente, y en el VT2 $331,3 \pm 55,4 \text{ W}$ y $323,2+70,5 \text{ W}$ respectivamente, para los corredores de BMX (Louis et al., 2012) y para los ciclistas de carretera (Lucía et al., 1998).

En cuanto al trabajo de carácter anaeróbico, el valor pico de VO_2 está alrededor del 95% y la concentración de lactato en sangre en torno a $14,5 \pm 4,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Louis et al., 2012), lo cual se encuentra entre los $11,6$ y $22,0 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ que se puede registrar en ciclismo de pista (Craig & Norton, 2001). Eso hace que el componente anaeróbico sea muy importante para el rendimiento en la manga, lógico si se tiene en cuenta el tiempo de esfuerzo al que está sometido cada corredor en cada manga (Louis et al., 2012).

Además, para el rendimiento en este deporte, parece que un factor determinante es la potencia del tren inferior encontrando valores entre 1357 W (Marquet et al., 2015) y 1590 W (Mikel Zabala et al., 2011), ambas medidas en laboratorio con corredores de BMX, más si cabe cuando se ve que los sprinters de 200 m de ciclismo en pista alcanzan unas potencias de alrededor de 1600 W también en laboratorio (Dorel et al., 2005). Estos picos de potencia parecen ser superiores cuando los test se realizan en la propia pista de BMX con las bicicletas de los corredores (1980 W (Bertucci & Hourde, 2011) y 2087 W (Herman et al., 2009)). Incluso, se puede observar que cuanto mejor es su ranking UCI mayor es la potencia desarrollada (Bertucci & Hourde, 2011). Además, los test CMJ y Wingate (tanto sentado como de pie) correlacionan con el rendimiento en el sprint (Bertucci & Hourde, 2011), siendo estos test específicos de potencia (Bertucci, Hourde, Manolova, & Vettoretti, 2007; Vandewalle, H., Péerès, G., & Monod, 1987).

Por ello, se puede ver como la potencia del tren inferior es el factor que explica el resultado entre el 41 y el 66% al final de la primera recta (Bertucci & Hourde, 2011) aspecto que se debe tener en cuenta puesto que el tiempo hasta el pico de potencia se alcanza muy

rápido, encontrado valores de entre 2 s (Herman et al., 2009) y 4,5 s (Mikel Zabala et al., 2011). Estas diferencias parece que se deben principalmente a dónde sea tomada la medida. En la pista de BMX se obtendrá más rápidamente, debido a la rampa de salida que facilitará la aceleración dada la pendiente de caída que tiene.

Para poder obtener rápidamente estos picos de potencia, parecen ayudarse de una cadencia de pedaleo elevada, $168,3 \pm 17,1$ rpm (Marquet et al., 2015), más aún al compararla con los $155,2 \pm 3$ rpm de los sprinters de 200 m en pista (Dorel et al., 2005). Este aspecto va en consonancia a los datos obtenidos por Louis et al., (2012) para las demandas fisiológicas. Se quiere decir con ello que ante esta elevada cadencia de pedaleo, los corredores deberán utilizar las vías metabólicas anaeróbicas para poder suministrar la energía durante la carrera.

Al observar las competiciones internacionales se ve que los tiempos de esfuerzos iniciales son muy cortos (Mateo-March et al., 2012) y esto es importante puesto que los inicios de carreras son fundamentales para el rendimiento final, dado que un mal inicio hace muy difícil el poder obtener un buen resultado (M Zabala, Sánchez-Muñoz, & Gutiérrez, 2009). Esto hace que cobre sentido el hecho de que los picos de potencia se obtengan en tiempos muy breves.

Para poder llegar primero al final de la primera recta, es de vital importancia una buena potencia que ayude a acelerar rápidamente, así como un buen dominio del resto de técnicas propias de la modalidad para superar lo más rápido posible los obstáculos que se encuentran. Es importante llegar al final de la primera recta en buena posición puesto que parece determinante para el resultado final (Cowell et al., 2012), aunque hacen falta estudios en este sentido que lo corroboren.

Con ello adquiere sentido que la salida sea determinante para el rendimiento final de la prueba (Cowell et al., 2012; M Zabala et al., 2009), dado que por la cantidad limitada de trayectorias dentro de la pista, en parte debido a que se estrecha la pista tras la salida, si un corredor es capaz de ejecutar la salida técnicamente mejor que el resto y ponerse primero, a los contrincantes les resultará complicado poder adelantarle (M Zabala et al., 2009).

En competiciones internacionales, también se observa que cuanto más importancia tiene la competición mayor relevancia tienen los elementos técnicos aéreos en el transcurso de la carrera (Mateo-March et al., 2012). Esto puede deberse a aspectos propios del reglamento, el cual exige ciertas medidas mínimas para distintos elementos, como la rampa de salida o algunos obstáculos en estas competiciones. Estos mayores tamaños hacen que se alcance mayor velocidad y por ello resulte más eficiente superar los obstáculos saltando, mediante las técnicas aéreas, que no saltándolos.

Por otro lado, se observa que la mayor parte del tiempo (88,76% de tiempo de prueba) los corredores están por debajo del 50% de su pico de potencia (Mateo et al., 2011), esto varía en función de la dificultad de la pista, es decir, cuanto más sencilla más tiempo pedalean cerca del pico de potencia y a la inversa con las pistas más difíciles. De esta forma se da sentido al hecho de que los esfuerzos acíclicos en el rendimiento en la carrera duran el 86,3% y los cíclicos el 16,7% (Mateo et al., 2011), adquiriendo de esta forma una vital importancia los aspectos técnicos para el rendimiento final.

Teniendo en cuenta estos aspectos parece lógico que, siguiendo la estructura de desarrollo de un LTAD, los principales objetivos que debe conseguir todo deportista de BMX para lograr un alto nivel en la élite sean un dominio de los aspectos técnicos propios del BMX (salida, elementos aéreos y no aéreos), elevada potencia del tren inferior, elevada cadencia de pedaleo, gran tolerancia a esfuerzos anaeróbicos de corta duración y buena capacidad aeróbica para favorecer la recuperación entre mangas.

5 Propuesta.

A tenor de lo visto anteriormente la propuesta de LTAD queda conformada de la siguiente forma (figura 6). En primer lugar se utiliza de base lo propuesto por Ford et al., (2011) diferenciando el desarrollo entre chicos y chicas. Esto es debido a la maduración más temprana de las chicas, por lo que la edad cronológica no habrá que seguirla al pie de la letra y habrá que guiarse de la edad biológica de cada deportista.

En primer lugar se procederá a la distribución del volumen de entrenamiento. Este deberá seguir un aumento progresivo conjunto al desarrollo del deportista. A pesar de la aceptada regla de las 10000 horas de entrenamiento para el éxito deportivo (Ericsson et al., 1993), parece que hay nuevos estudios que indican que tras 5000 horas de entrenamiento, también se puede adquirir el éxito deportivo si este se centra en una práctica de calidad (Lloyd et al., 2016). Por ello esta propuesta contempla un total de 8346 horas de entrenamiento.

El siguiente aspecto a tener en cuenta es la adquisición de habilidades básicas, las cuales, como queda reflejado, deben ser las primeras en iniciarse debido a que el equilibrio, la coordinación y el dominio de las habilidades ciclistas básicas se hacen indispensables para el futuro deportista. A su vez técnicas propias de la modalidad como el empuje y la salida se inician puesto que son habilidades que pueden favorecer el desarrollo de las anteriores al tener multitud de aspectos en común.

Además, entre los 8 y 12 años se procede al desarrollo de las técnicas consideradas como básicas a raíz del análisis realizado por Mateo-March et al., (2012) y al resultado de este trabajo. Aprovechándose así la ventana de oportunidad establecida y teniendo tan sólo que perfeccionarlas en las siguientes etapas (Ford et al., 2011).

En cuanto a los aspectos de la condición física que se han visto relevantes en la revisión previa, también están marcadas las ventanas de oportunidad, diferenciados por colores en función del sexo, siguiendo la distribución propuesta por Ford et al., (2011). Se establece un rango de 1 a 3 dónde se trata de dar la importancia que se requiere a cada aspecto en cada etapa.

Todos estos aspectos se encuentran seguidos de una escala de grises que implica que, si bien son aspectos que deben estar desarrollados, se debe seguir entrenando. En cuanto a los aspectos técnicos, están sin escala puesto que deben haberse desarrollado en las etapas previas. No serán un objetivo específico de desarrollo aunque sí se podrán incluir aspectos de tecnificación o mejora en función de las necesidades de cada corredor. Para los aspectos de la condición física, siguen la misma distribución de 1 a 3 que trata de establecer los niveles de importancia de su desarrollo en cada momento, aunque no hay que olvidar que esto es sólo una guía que debe de adaptarse a las necesidades individuales de cada deportista.

Cabe destacar que para el trabajo de la fuerza, se ha puesto una etapa de adaptación musculotendinosa, en la que los niños mediante ejercicio de autocargas y juegos empezarán a trabajar la fuerza (Lloyd et al., 2016). Además la fuerza explosiva parece adecuado que coincida con el desarrollo de la fuerza máxima y acabando la ventana de oportunidad de la potencia, para conseguir una expresión más rápida de esta potencia y aprovechar su posible aumento por el trabajo de fuerza máxima.

En cuanto al trabajo de velocidad, se ha optado por introducirlo con la segunda ventana de oportunidad, para evitar favorecer una especialización temprana que pueda ser poco favorable para el correcto y completo desarrollo del niño y futuro deportista (Lloyd et al., 2016).

Etapa	Fundamental					Aprender a entrenar			Entrenar para entrenar			Entrenar para competir		Entrenar para ganar	
Edad cronológica - M	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18 +	
Edad cronológica - H	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18 +	
Años de entrenamiento	0 a 4 años					1 a 5 años			3 a 6 años			4 a 8 años		> 8 años	
Horas de entrenamiento anuales	104	104	104	156	156	312	312	390	624	624	1040	1300	1560	1560	
Días de entrenamiento en semana	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	
Horas de entrenamiento por día	1	1	1	1,5	1,5	2	2	2,5	3	3	4	5	5	5	
Desarrollo															
1: Aprendizaje 2: Consolidación 3: Perfeccionamiento															
Habilidades motrices	Coordinación	1	1	2	2	3	3	3	3						
	Ciclistas básicas	1	1	2	2	3	3	3	3						
	Equilibrio	1	1	2	2	3	3	3	3						
Elementos técnicos															
No aéreos	Empuje	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3				
	Absorción					1	1	2	2	3	3				
	Manual					1	1	2	2	3	3	3			
	Absorción completa								1	1	2	2	3	3	
Aéreos	Salto simple			1	1	1	2	2	3	3					
	Salto técnico								1	1	2	2	3	3	
Mixtos															
Salida	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3		
Condición Física															
Nivel de importancia: 1: Algo importante 2: Importante 3: Muy importante															
Fuerza	Máxima								1	1	2	2	3	3	2
	Potencia					1	1	2	3	3	3	3	3	2	2
	Explosiva								1	2	3	3	3	3	2
	Adaptaciones músculo tendinosas	1	1	2	2	3	3				1	2	3	3	2
Resistencia	Aeróbica							1	1	2	2	3	3	1	1
	Anaeróbica			1	1	2		2	3	3	2	2	2	1	1
Velocidad	Gestual							1	1	2	2	3	3	3	2
	T. Reacción							1	1	2	2	3	3	3	2
								1	1	2	2	3	3	3	2
	Agilidad							1	1	2	2	3	3	3	2

Figura 6. Propuesta de LTAD.

6 Limitaciones.

Las principales limitaciones encontradas fue la poca cantidad de estudios propios del BMX, más aún en cuanto a niveles o propuestas de entrenamiento. Por ello se debe seguir en este camino para poder mejorar el entrenamiento en este deporte.

7 Bibliografía.

- Allen, S. V., & Hopkins, W. G. (2015). Age of Peak Competitive Performance of Elite Athletes: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 45(10), 1431–1441. <http://doi.org/10.1007/s40279-015-0354-3>
- Bertucci, W., & Hourde, C. (2011). Laboratory Testing and Field Performance in BMX Riders. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(2), 417–9.
- Bertucci, W., Hourde, C., Manolova, A., & Vettoretti, F. (2007). Facteurs mécaniques de la performance lors de la phase d'accélération en BMX chez des pilotes entraînés. *Science & Sports*, 22(3-4), 179–181. <http://doi.org/10.1016/j.scispo.2007.04.003>
- Campillo, P. T., & D;Hespel, J.-M. (2007). Pedaling Analysis in Bmx By Telemetric Collection of Mechanic Variables. *Brazilian Journal of Biomotricity*, (April 1981), 15–27.
- Cowell, J. F., McGuigan, M., & Cronin, J. (2012). Strength Training Considerations for the Bicycle Motocross Athlete. *Strength and Conditioning Journal*, 34(1), 1–7. <http://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31822f93b4>
- Craig, N. P., & Norton, K. I. (2001). Characteristics of track cycling. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(7), 457–468. <http://doi.org/10.2165/00007256-200131070-00001>
- Dorel, S., Hautier, C. A., Rambaud, O., Rouffet, D., Van Praagh, E., Lacour, J. R., & Bourdin, M. (2005). Torque and power-velocity relationships in cycling: relevance to track sprint performance in world-class cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 26(9), 739–746.
- Engel, F. A., Sperlich, B., Stockinger, C., Härtel, S., Bös, K., & Holmberg, H.-C. (2015). The kinetics of blood lactate in boys during and following a single and repeated all-out sprints of cycling are different than in men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 631(January), 1–9. <http://doi.org/10.1139/apnm-2014-0370>
- Ericsson, K. A. K., Krampe, R. R. T., Tesch-Romer, C., Ashworth, C., Carey, G., Grassia, J., ... Tesch-Römer, C. (1993). The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. *Psychological Review*, 100(3), 363–406. <http://doi.org/10.1037/0033-295X.100.3.363>
- Ford, P., De Ste Croix, M., Lloyd, R., Meyers, R., Moosavi, M., Oliver, J., ... Williams, C. (2011). The Long-Term Athlete Development model: Physiological evidence and application. *Journal of Sports Sciences*, 29(4), 389–402. <http://doi.org/10.1080/02640414.2010.536849>
- Herman, C. W., McGregor, S. J., Allen, H., & Bollt, E. M. (2009). Power Capabilities Of Elite Bicycle Motocross (BMX) Racers During Field Testing In Preparation For 2008 Olympics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(Supplement 1), 306–307. <http://doi.org/10.1249/01.MSS.0000355486.69033.ab>
- Lloyd, R. S., Cronin, J. B., Faigenbaum, A. D., Haff, G. G., Howard, R., Kraemer, W. J., ... Oliver, J. L. (2016). National Strength And Conditioning Association Position Statement On Long-

Term Athletic Development. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(2), 2009.

- Louis, J., Billaut, F., Bernad, T., Vettoretti, F., Hausswirth, C., & Brisswalter, J. (2012). Physiological Demands of a Simulated BMX Competition. *International Journal of Sports Medicine*, 34(06), 491–496. <http://doi.org/10.1055/s-0032-1327657>
- Lucía, a, Pardo, J., Durántez, a, Hoyos, J., & Chicharro, J. L. (1998). Physiological differences between professional and elite road cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 19, 342–348. <http://doi.org/10.1055/s-2007-971928>
- Marquet, L.-A., Hausswirth, C., Hays, A., Vettoretti, F., & Brisswalter, J. (2015). Comparison of between-training-sessions recovery strategies for world-class BMX pilots. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(2), 219–223. <http://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0152>
- 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 & Medicine*, 11(3), 502–9.
- Mateo, M., Blasco-Lafarga, C., & Zabala, M. (2011). Pedaling Power and Speed Production vs. Technical Factors and Track Difficulty in Bicycle Motocross Cycling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 0(0), 1–9. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f90847>
- Messonnier, L., Freund, H., Denis, C., Féasson, L., & Lacour, J. R. (2006). Effects of training on lactate kinetics parameters and their influence on short high-intensity exercise performance. *International Journal of Sports Medicine*, 27(1), 60–66. <http://doi.org/10.1055/s-2005-837507>
- Vandewalle, H., Péérès, G., & Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Medicine*, 4(4), 268–289.
- Zabala, M., Peinado, A. B., Calder??n, F. J., Sampedro, J., Castillo, M. J., & Benito, P. J. (2011). Bicarbonate ingestion has no ergogenic effect on consecutive all out sprint tests in BMX elite cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 111(12), 3127–3134. <http://doi.org/10.1007/s00421-011-1938-8>
- Zabala, M., Sánchez-Muñoz, C., & Gutiérrez, A. (2009). La especialidad ciclista de BMX. *Medicina Y Fisiología Del Ciclismo*, 1.