










Relació entre capacitat de salt i rendiment en ciclisme de BMX

Pau Robert¹ , Rafel Cirer-Sastre¹ , Isaac López-Laval² , Sergi Matas-García¹ , Jesús Álvarez-Herms³ , Sonia Julià-Sánchez³  i Francisco Corbi^{1*} 

¹Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Lleida (UdL), Espanya

²Facultat de Ciències de la Salut i de l'Esport, Departament de Fisiatria i Infermeria, Universitat de Saragossa, Espanya

³Departament de Biologia Cel·lular, Fisiologia i Immunologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Espanya



Citació

Robert, P., Cirer-Sastre, R., López-Laval, I., Matas-García, S., Álvarez-Herms, J., Julià-Sánchez, S., & Corbi, F. (2020). Relationship Between Jump Capacity and Performance in BMX Cycling. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 140, 37-43. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/2\).140.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/2).140.06)

Resum

L'objectiu d'aquest treball va ser valorar la relació existent entre el resultat obtingut en diferents test de salt vertical i la millor marca registrada durant una prova de BMX (Bicycle Moto-Cross), i el rendiment del corredor. Van participar en aquest estudi 10 ciclistes: 5 considerats grup elit (GE) (edat: 18.8 ± 3.7 anys, pes: 68.4 ± 8.5 kg, talla: 174 ± 9 cm i experiència prèvia en la pràctica de BMX: 8 ± 3.8 anys), i 5 considerats com a grup recreatiu (GR) (edat: $19,8 \pm 4.8$ anys, pes: 69.2 ± 11.7 kg, talla: 170 ± 9 cm, experiència prèvia en BMX: 4.2 ± 1.3 anys). La capacitat de salt vertical va ser obtinguda mitjançant el protocol de Bosco, és a dir, salt vertical sense contramoviment (JS), salt vertical amb contramoviment (CMJ), salt amb caiguda (DJ) i salts repetits (RJ) i es va determinar el temps en carrera dins d'un circuit de BMX. Els resultats indiquen l'existència d'una relació directa entre el temps emprat a completar el circuit i l'altura de salt aconseguida en SJ ($r: -.801$; $p: .017$), CMJ ($r: -.798$; $p: .018$) i DJ ($r: -.782$; $p: .022$), el que suggereix que la valoració de la capacitat de salt mitjançant el test de Bosco pot resultar una eina interessant per a la valoració del rendiment en BMX.

Paraules clau: BMX, test de salt, rendiment, ciclisme, potència

Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Francisco Corbi
fcorbi@inefc.es

Secció:

Entrenament esportiu

Rebut:

12 d'abril de 2019

Acceptat:

3 de juliol de 2019

Publicat:

1 d'abril de 2020

Coberta:

Nous esports olímpics a Tòquio 2020. Karate.
Foto: Haifa, Israel; 11.7.2017: competicions de karate durant els XX Jocs Macabeus al Romema Arena.

Introducció

El Bicycle Motor-Cross (BMX), considerat esport olímpic des de Pequín 2008, és una especialitat esportiva en la qual un grup de vuit corredors (*riders*) competeixen entre si en un circuit de longitud variable (200-400 m). Es considera que el primer corredor que traspasa la línia de meta és el guanyador de la carrera o màniga (Rylands et al., 2013). Les competicions consten de quatre mànigues classificatòries en les quals els quatre pilots més ràpids es classifiquen per a la següent cursa, determinant-se sota aquest format de competició una final amb els millors pilots de les quatre anteriors rondes. El període de recuperació entre mànigues és de 30 minuts i és establert per la normativa (Mateo et al., 2011).

Per la durada de les competicions, entre 30 i 45 segons, i el tipus d'esforç realitzat, intensitat màxima, el BMX és considerat com un esport de resistència per força explosiva (Zabala et al., 2009). Les característiques dels recorreguts i la disposició de la sortida en pendent descendent provoquen que la capacitat d'acceleració sobre la bicicleta, que requereix d'alts nivells de potència, resulti fonamental en els primers metres de la cursa (Cowell et al., 2012; Mateo et al., 2011) i que la complexitat tècnica per a adaptar-se a cada part del circuit sigui molt elevada (Cowell et al., 2012). D'altra banda, s'ha suggerit que l'acceleració inicial aconseguida pel corredor condiciona enormement el resultat final de la competició (Herman et al., 2009). Tot això, sembla indicar que les demandes metabòliques s'orienten cap a la glucòlisi anaeròbica i la via de fosfàgens (Barbany, 2018), principals responsables del manteniment dels nivells de potència i de velocitat (Zabala et al., 2008), registrant-se concentracions sanguínies de lactat al voltant dels 8 mMol/l de mitjana i valors màxims de 18.6 mMol/l (Louis et al., 2013; Zabala et al., 2009). A més, la glicòlisi aeròbica juga un paper fonamental davant la necessitat de repetir esforços d'alta intensitat, tant dins de la mateixa màniga com entre elles, condicionant enormement la capacitat de recuperació del corredor (Louis et al., 2013).

Així mateix, en aquest esport la individualització de la càrrega d'entrenament resulta primordial per al monitoratge de la fatiga, el control de les adaptacions i l'optimització del rendiment (Capostagno et al., 2014). Per a això, la realització periòdica de diferents valoracions físiques permetrà conèixer l'estat de forma de l'esportista i minimitzarà el risc de patir lesions (Lamberts et al., 2010). La selecció d'una bateria de proves per a la valoració de diferents paràmetres del rendiment resultarà fonamental i dependrà de diversos factors com la durada de l'esforç a analitzar,

la intensitat a la qual es realitza l'especialitat esportiva, el tipus de musculatura implicada en els patrons de moviment i el moment de la temporada en el qual aquest es realitzi.

En aquest sentit, s'han utilitzat diversos test per a valorar el rendiment en BMX, tant dins del laboratori com en la pròpia pista de competició. Entre tots ells, destaca per la seva elevada fiabilitat, especificitat i baix cost, la valoració de la capacitat de salt, sent utilitzat com a forma de valoració del rendiment, tant en corredors de diferents nivells competitiu (professional i *amateur*) (Babault et al., 2018), com en corredors novells (Ramírez-Vélez et al., 2017) o màsters (Del Vecchio et al., 2017). Encara que la utilització dels tests de salt, com a metodologia per a la valoració del rendiment en corredors de BMX, està àmpliament acceptada (Bertucci i Hourde, 2011), el nivell de relació existent entre aquests tests i el rendiment en competició s'ha observat diferent en funció de la mena de prova, distància recorreguda i nivell de l'esportista. Així, per exemple, Babault et al. (2018) no van trobar correlacions entre la màxima altura aconseguida en un salt vertical amb contra moviment (CMJ) i el temps emprat en una contrarellotge ($r: -.25$; $p: .55$), mentre que Paquet et al. (2006) van observar com la màxima potència generada en un test de salt podia explicar el 60 % de la potència mitjana generada en el test de Wingate. Malgrat aquests resultats, no existeixen estudis en els quals s'hagi analitzat la relació existent entre els resultats obtinguts en diferents tipus de salt i la millor marca registrada en circuit.

Per tot això, l'objectiu principal d'aquest estudi és valorar el grau de relació existent entre el resultat obtingut en diferents tipus de salt vertical i la millor marca registrada durant una prova de BMX en funció del nivell del corredor.

Metodologia

Participants

Van participar en aquest estudi 10 corredors de BMX: 5 considerats com a grup elit (GE) (edat: 18.8 ± 3.7 anys, pes: 68.4 ± 8.5 kg, talla: 174 ± 9 cm i experiència prèvia en la pràctica del BMX: 8 ± 3.7 anys) i 5 considerats com a grup recreatiu (GR) (edat: 19.8 ± 4.8 anys, pes: 69.2 ± 11.7 kg, talla: 170 ± 9 cm, i experiència prèvia en BMX: 4.2 ± 1.3 anys) (taula 1).

Els criteris d'inclusió per a la configuració de la mostra van ser: 1) Per al GE: 1.a) estar dins dels 20 millors ciclistes del rànquing mundial del 2018 (publicat per la Federació Internacional de Ciclisme); 1.b) no haver patit una lesió en els últims sis mesos

Taula 1
Característiques descriptives dels participants en l'estudi

	Total mostra (n: 10)	GR (n: 5)	GE (n: 5)
Edat (anys)	19.75 (4.27)	19.75 (5.5)	19.75 (3.5)
Pes (kg)	69.75 (10.69)	70.25 (13.23)	69.25 (9.54)
Alçada (cm)	174.25 (8.21)	170.5 (10.41)	178 (3.37)
Experiència BMX (anys)	7 (3.85)	4 (1.41)	10 (2.94)

que pogués alterar la presa de dades; 1.c) tenir una experiència mínima d'almenys dos anys de treball de força sota la supervisió d'un preparador físic. 2) Per al GR, els criteris d'inclusió van ser: 2.a) haver disputat almenys tres curses de nivell nacional durant l'any en curs; 2.b) no haver patit una lesió en els últims sis mesos que pogués alterar la presa de dades; 2.c) haver fet treball de força en l'últim any de manera autònoma. Es va determinar com a criteri d'exclusió per a tots dos grups: A) haver sofert cirurgia prèvia en els 12 mesos previs a la realització de les proves, i, B) patir qualsevol dolor en l'extremitat inferior o en el tronc en el moment de la realització de l'estudi.

Tots els participants van ser informats verbalment i per escrit sobre els objectius d'aquest treball, així com sobre els procediments relacionats amb la recollida de dades, a més dels beneficis i possibles riscos que poguessin derivar-se de la seva participació. Aquest estudi va ser elaborat seguint les recomanacions ètiques realitzades per Harriss i Atkinson (2015) i dissenyat d'acord amb l'última versió de la Declaració d'Hèlsinki (World Medical Association, 2013). El protocol d'aquest estudi va ser prèviament aprovat pel Comitè d'Ètica d'Aragó (ref. Núm. 07/2019).

Procés experimental

La recollida de dades va ser realitzada en dues sessions de registre diferents, amb una separació mínima entre elles de 48 hores i de forma cegada per un investigador que prèviament no coneixia als participants; cap d'ells va realitzar esforç màxim en les 24 hores prèvies a la realització dels tests.

En la primera sessió, tots els participants van emplenar un qüestionari individual on es va recollir informació personal sobre els anys de pràctica, les lesions sofertes en el passat i els resultats obtinguts en competició. Els participants van ser pesats i tallats amb una bàscula i tallímetre de mesurament de la marca SECA® (precisió d'1 mm per a l'altura i de 0.1 kg per al pes). Seguidament, tots ells van dur a terme un escalfament estandarditzat consistent a pedalejar en un cicloergòmetre durant 10 min a 50 rpm i a una intensitat

entre el 50 %-63 % de la freqüència cardíaca màxima (McGowan et al., 2015; Yang et al., 2017). A continuació, es va realitzar el protocol de salts verticals descrit per Bosco et al. (1983) i consistent en 3 repeticions per a cadascuna de les proves de SJ, CMJ, DJ (des d'una altura de 40 cm) i una per al test de salts repetits durant 30 segons (RJ). La recuperació entre cadascuna de les repeticions de cada test i entre diferents test va ser de 3 i 5 minuts, respectivament. A més, es va determinar l'altura mitjana dels 3 intents (SJ, CMJ i DJ). Per al càlcul de l'Índex de Fatiga (IF) es va obtenir la mitjana dels 4 primers (Hmean_4) i 4 últims salts (Hmean_end4j) realitzats en el test de RJ i es va aplicar l'equació

$$IF: [(Hmean_4 - Hmean_end4j) / Hmean_4] * 100$$

(Čular et al., 2018).

Mentre que l'Índex d'Elasticitat (IE) es va obtenir a partir de l'equació

$$IE: [(altura de salt CMJ - altura salt SJ)] * 100$$

(Bosco et al., 1983).

Tots els participants van ser animats verbalment amb la intenció que aquests obtinguessin el màxim resultat i es va aleatoritzar la realització dels diferents tipus de salts, amb l'excepció del RJ que es va realitzar en últim lloc, amb l'objectiu d'evitar que la fatiga acumulada pogués influir sobre la resta de variables.

En la segona sessió de valoració, es va registrar la millor marca en circuit en les instal·lacions del circuit de BMX Bike Park de Vila-sana, de Lleida (E) (figura 1). Aquest circuit consta d'una distància de 400 metres de longitud amb rampa de sortida de 8 metres i va ser homologat oficialment per la Unió Ciclista Internacional (UCI) el 2009. Tots els participants estaven familiaritzats amb el recorregut ja que hi havien entrenat o competit en diverses ocasions. Es va realitzar un escalfament previ a la presa de temps en cursa consistent a pedalejar 5 min en el circuit a un ritme entre el 50 %-60 % de la intensitat màxima percebuda. Posteriorment, es van realitzar 2 voltes

Figura 1

Circuit utilitzat per a la valoració de les marques de competició



completes a una intensitat del 80-90 % de la intensitat màxima percebuda. Es va determinar una recuperació de 5 min entre blocs d'escalfament i posteriorment es va prendre el temps en carrera al 100 % per a cada corredor de manera individual. Abans d'efectuar les valoracions, es va sol·licitar a tots els participants que no consumissin cap mena de menjar o beguda durant els 90 minuts previs a l'inici de la prova. No es va permetre realitzar esforç físic 24 hores abans a l'inici de la presa de dades.

Preses de dades

Per a la valoració del temps de realització de la prova es van utilitzar 2 fotocèl·lules de la marca ARTEK® PNP (Projectes d'il·luminació tècnica avançada, SL, Espanya) (temps de resposta < 0.5 ms a 1 kHz), que van ser col·locades a l'inici i al final del circuit. Amb la finalitat d'evitar falses activacions, l'altura de la primera fotocèl·lula (zona de sortida) va ser ajustada de manera que pogués ser connectada en obrir-se la porta d'inici, mentre que la segona fotocèl·lula es va col·locar a l'altura de l'eix de gir de la roda davantera. Tot el sistema tancat de mesurament va ser sincronitzat amb un sistema de control de temps Voice Box System and the starting Lights de la signatura Daktronics® (Zabala et al., 2009).

En relació amb la capacitat de salt, aquesta va ser valorada mitjançant una plataforma de contactes de la marca Chronojump Boscosystem® (29.6 x 21 cm), connectada en sèrie a un microcontrolador electrònic Chronopic. La recollida de dades es realitza a través del programari Chronojump 1.8.1. Totes dues eines han estat validades prèviament

Anàlisi estadística

En primer lloc, es van verificar els supòsits de normalitat mitjançant el traç d'histogrames i la prova de Shapiro-Wilks. Seguidament, es van calcular la mitjana, la desviació estàndard i el rang [mín. – màx.] per a cadascuna de les variables analitzades. Els intervals de predicció es van calcular amb una confiança del 95 % i les diferències entre grups es van avaluar utilitzant la comparació de mesures simples t-test. Les correlacions entre la marca de cada corredor i el valor obtingut en cadascun dels tests de salt van ser calculades mitjançant el coeficient de correlació de Pearson. En tots els tests es van considerar diferències estadísticament significatives quan $p < .05$. Totes les anàlisis van ser realitzades en R (R Development Core Team, 2008).

Resultats

No es van observar diferències significatives entre l'edat dels participants, el pes o l'altura. No obstant això, els anys d'experiència prèvia en la pràctica del BMX van ser significativament inferiors en el GR respecte al GE (IC95 %: [-10.41, -1.59]; $t(4)$: -3.67; p : .019).

En relació amb els diferents tipus de salt, el GR va obtenir altures significativament més baixes que el GE amb una diferència d'IC95 %: [-31.83, -0.84] cm ($t(6)$: -2.6; p : .042) en el salt SJ. De la mateixa manera, el CMJ va ser significativament menor en el GR (IC95 %: [-32.65, -0.90] cm; $t(6)$: -2.6; p : .041), mentre que el temps de cursa va ser superior (IC95 %: [10.39, 17.65] segons; $t(6)$: 9.52; $p < .001$). A més, no es van obtenir diferències significatives entre grups per a les variables

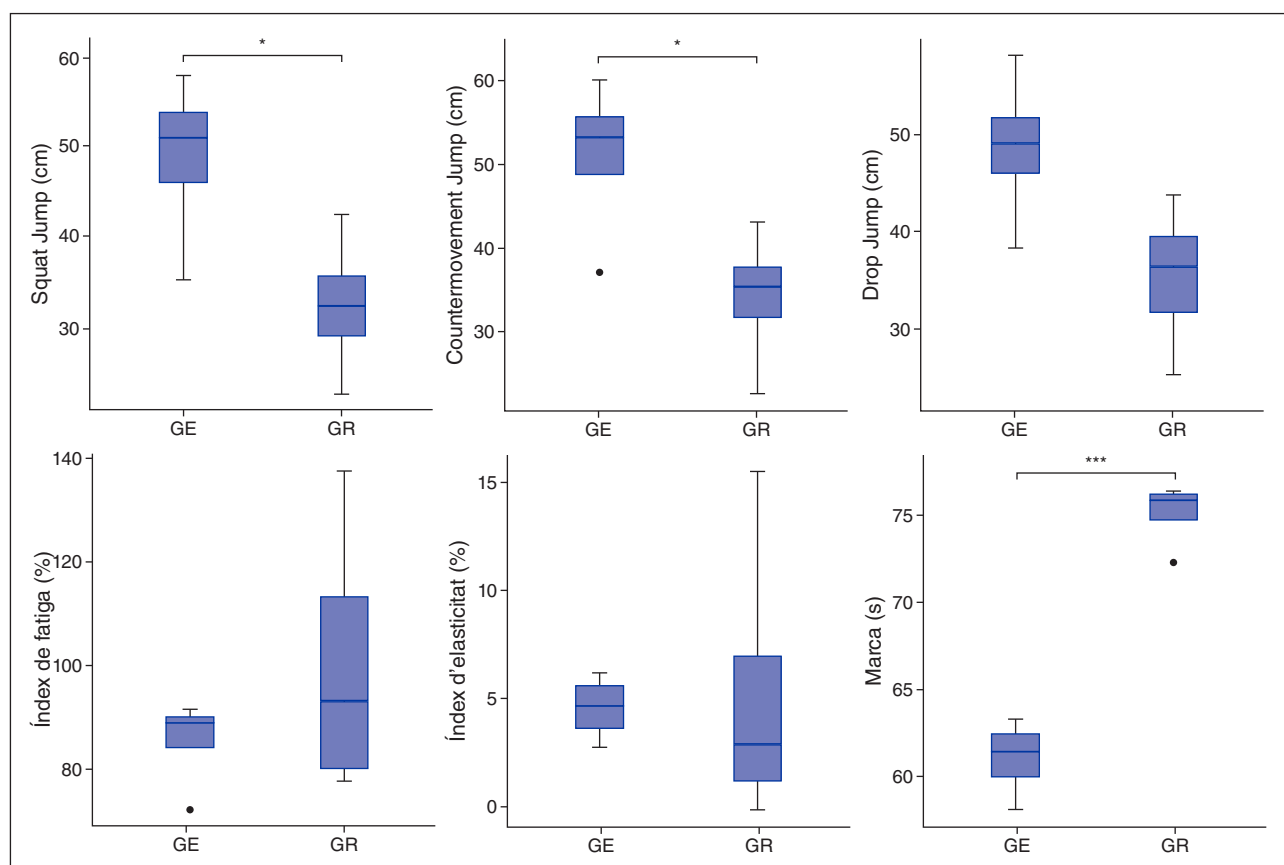
Taula 2

Comparació entre grups per a les diferents variables d'anàlisi

	GR	GE	Δ IC95 %	t (df)	p
Edat (anys)	19.75 (5.5)	19.75 (3.5)	[-8.3. 8.3]	0(5)	1
Pes (kg)	70.25 (13.23)	69.25 (9.54)	[-19.44. 21.44]	0.12(6)	.907
Alçada (cm)	170.5 (10.41)	178 (3.37)	[-0.23. 0.08]	-1.37(4)	.249
Experiència BMX (anys)	4 (1.41)	10 (2.94)	[-10.41. -1.59]	-3.67(4)	.019*
SJ (cm)	32.4 (8.1)	48.7 (9.6)	[-31.83. -0.84]	-2.6(6)	.042*
CMJ (cm)	34.1 (8.5)	50.9 (9.7)	[-32.65. -0.90]	-2.6(6)	.041*
DJ (cm)	34.9 (8.7)	48.6 (8.2)	[-28.33. 0.80]	9.52(6)	.06
IF (%)	100.36 (27.56)	85.35 (8.89)	[-26.93. 56.93]	1.04(4)	.364
IE (%)	5.27 (7.04)	4.54 (1.52)	[-26.93. 56.93]	0.20(3)	.852
RT (s)	75.07 (1.89)	61.05 (2.26)	[10.39. 17.65]	9.52(6)	.000**

Figura 2

Comparació gràfica entre grups per a les variables relacionades amb el protocol de valoració utilitzat



DJ ($t(6)$: 9.52; p : .06), índex de fatiga obtingut en el RJ ($t(4)$: 1.04; p : .364) i índex elàstic ($t(4)$: 0.20; p : .852). La comparativa entre els diferents valors analitzats pot ser consultada en la taula 2 i en la figura 2.

La relació existent entre les diferents variables de salt, els temps obtinguts a cursa i el nivell del corredor apareixen descrits a la taula 3. El temps en cursa va correlacionar negativament amb el valor obtingut

per al SJ ($R^2_{Ajustat}$: 0.58; $F(1,6)$: 10.76; p : .017), CMJ ($R^2_{Ajustat}$: 0.58; $F(1,6)$: 10.52. p : .018) i DJ ($R^2_{Ajustat}$: 0.55. $F(1,6)$: 9.44; p : .022). Contràriament, cap test de salt va mostrar una interacció significativa amb el nivell de pertinença dels corredors (GR o GE). A més, ni l'IF ni l'IE van reflectir associacions significatives ni amb el temps en cursa ni amb el nivell dels corredors.

Taula 3

Taula de correlació entre el temps de cursa, test de salt i grup

	Temps de cursa				Temps de cursa × Grup		
	r_{xy}	Adj R^2	$F_{(1,6)}$	p	Adj R^2	$F_{(2,5)}$	p
SJ (cm)	-0.801	0.582	10.76	.017*	0.563	5.51	.054
CMJ (cm)	-0.798	0.576	10.52	.018*	0.55	5.29	.059
DJ (cm)	-0.782	0.547	9.44	.022*	0.579	5.81	.05
IF (%)	0.305	0.058	0.61	.463	0.08	0.74	.522
IE (%)	0.118	0.15	0.09	.78	0.363	0.07	.935

Discussió

Aquest és el primer estudi que vol donar resposta a la relació existent entre els valors de rendiment obtinguts en diferents test de salt i la millor marca registrada durant una prova de BMX, en funció del nivell del corredor. Els resultats d'aquest treball constaten l'existència d'una relació indirecta entre el temps emprat a completar el circuit i l'altura de salt aconseguida en els salts de SJ (r : $-.801$; p : $.017$), CMJ (r : $-.798$; p : $.018$) i DJ (r : $-.782$; p : $.022$), la qual cosa suggereix que el desenvolupar els diferents continguts de força a través d'un entrenament específic de la capacitat concèntrica (SJ), elàstic explosiva (CMJ) i reflex elàstic explosiva (DJ) podria tenir una relació directa amb els temps obtinguts en cursa. Aquests resultats van en la línia dels aconseguits per Bertucci et al. (2007), els qui van observar l'existència d'una relació estadísticament significativa entre l'altura aconseguida en aquests salts (SJ i CMJ) i el temps emprat a recórrer diferents parts del circuit. Tot això suggereix que els tests de salt poden ser una eina de predicció per al rendiment en BMX sobre determinades distàncies i circuits de similars característiques a l'utilitzat en aquest estudi.

D'altra banda, no es van trobar relacions estadísticament significatives entre l'IE, l'IF i la millor marca en cursa, resultat que es podia deure a diverses raons. En primer lloc, és possible que el cicle estirament-escurçament (CEA) que es produeix durant una prova de BMX sigui de menor magnitud i es produeixi de forma molt més lenta que el produït en un altre tipus de situacions com les que hi ha en un entrenament pliomètric. Aquest fet generaria un menor nivell de força durant la fase concèntrica del moviment, ja que s'ha constatat l'existència d'una relació directa entre una menor durada de la fase d'acoblament (transició entre fase excèntrica i concèntrica) i l'obtenció d'un major impuls durant la fase concèntrica (Wilson et al., 1991). D'altra banda, les posicions articulars adoptades durant els diferents patrons tècnics específics desenvolupats al llarg de la prova (pedaleig, salt i bombament), la poca variabilitat en les angulacions de treball (entre 0 % i 5 %) i l'important paper adoptat pels braços en la reducció de l'impuls vertical generat podria comportar una menor implicació de les estructures

elàstiques durant la realització de les proves (Cowell et al., 2012; Doré et al., 2006). A més, s'observa que el rendiment obtingut en els primers metres de la cursa sembla condicionar enormement el resultat final de la prova (Cowell et al., 2012; Rylands i Roberts, 2014).

Basant-se en les dades obtingudes en aquest estudi, es proposa la utilització en BMX de test que permetin obtenir informació sobre l'IF del corredor, ja que el plantejament de valors relatius obvia elements rellevants com la producció de força absoluta. Aquests elements serien fonamentals en els primers metres de la cursa, en els quals ha de trencar-se la inèrcia del corredor i aconseguir la màxima acceleració possible. Theodorou et al. (2013) va reportar una correlació significativa entre els valors absoluts obtinguts en un test de salt vertical de 30 segons i la potència anaeròbica desenvolupada en el test de pedaleig de Wingate.

S'han de tenir en compte diverses limitacions en aquest estudi. En primer lloc, la mida de la mostra analitzada. Encara que en aquest estudi va ser reduïda, l'elevat nivell dels corredors del GE, juntament amb la necessitat que la mida del GC estigués en concordança amb el de la resta de la mostra analitzada, va contribuir a reduir la seva mida. D'altra banda, no es van prendre els temps parcials de cadascuna de les parts del circuit, fet que podria haver millorat la sensibilitat de les variables seleccionades. A més, s'haurien d'estudiar diferents tipus de circuit amb la intenció de detectar els perfils de força per a cadascun d'ells, motiu pel qual són necessaris futurs estudis en els quals s'analitzin mostres de corredors més elevades i en més circuits.

Conclusions

Els resultats d'aquest estudi suggereixen l'existència d'una relació directa entre la millor marca obtinguda en BMX i la capacitat de salt dels tests de SJ, CMJ i DJ. Els valors absoluts en forma d'altura de vol per als salts SJ, CMJ i DJ van ser superiors en el GE. No es van trobar diferències significatives per a les variables IE i IF malgrat que els valors absoluts de GE van ser superiors que els del GR.

Referències

- Babault, N., Poisson, M., Cimadoro, G., Cometti, C., & Païzis, C. (2018). Performance determinants of fixed gear cycling during criteriums. *European Journal of Sport Science*, 18(9), 1199-1207. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1484177>
- Barbany, J. R. (2018). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento* (2a ed.). Paidotribo.
- Bertucci, W., & Hourde, C. (2011). Laboratory testing and field performance in BMX riders. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(2), 417-419.
- 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 and Sports*, 22(3-4), 179-181. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2007.04.003>
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
- Capostagno, B., Lambert, M., & Lamberts, R. (2014). Standardized versus customized high-intensity training: Effects on cycling performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 292-301. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2012-0389>
- Cowell, J., McGuigan, M., & Cronin, J. (2012). Movement and skill analysis of supercross bicycle motocross. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1668-1694. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318234eb22>
- Čular, D., Ivančev, V., Zagatto, A. M., Milić, M., Beslija, T., Sellami, M., & Padulo, J. (2018). Validity and reliability of the 30-s continuous jump for anaerobic power and capacity assessment in combat sport. *Frontiers in Physiology*, 9, 543. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00543>
- De Blas, X., Padullés, J. M., Del Amo, J. L. L., & Guerra-Balic, M. (2012). Creación y validación de Chronojump-Boscosystem: un instrumento libre para la medición de saltos verticales. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 8(30), 334-356. <https://doi.org/10.5232/ricyde2012.03004>
- Del Vecchio, L., Stanton, R., Reaburn, P., Macgregor, C., Meerkin, J., Villegas, J., & Korhonen, M. T. (2017). Effects of combined strength and sprint training on lean mass, strength, power and sprint performance in masters road cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 66-79. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001960>
- Doré, E., Baker, J. S., Jammes, A., Graham, M., New, K., & Van Praagh, E. (2006). Upper body contribution during leg cycling peak power in teenage boys and girls. *Research in Sports Medicine*, 14(4), 245-257. <https://doi.org/10.1080/15438620600985829>
- Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2015). Ethical standards in sport and exercise science research: 2016 update. *International Journal of Sports Medicine*, 36(14), 1121-1124. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1565186>
- Herman, C., Mcgregor, S., Hunter, A., & Bollt, E. (2009). Power capabilities of elite bicycle motocross (BMX) racers during field testing in preparation for 2008 olympics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(5), 306-307. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000355486.69033.ab>
- Lamberts, R. P., Rietjens, G. J., Tjink, H. H., Noakes, T. D., & Lambert, M. I. (2010). Measuring submaximal performance parameters to monitor fatigue and predict cycling performance: A case study of a world-class cyclo-cross cyclist. *European Journal of Applied Physiology*, 108(1), 183-190. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1291-3>
- Louis, J., Billaut, F., Bernard, T., Vettoretti, F., Hausswirth, C., & Brisswalter, J. (2013). Physiological demands of a simulated BMX competition. *International Journal of Sports Medicine*, 34(6), 491-496. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327657>
- 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), 3248-56. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181f90847>
- McGowan, C., Pyne, D., Thompson, K., & Rattray, B. (2015). Warm-up strategies for sport and exercise: Mechanisms and applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523-46. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>
- Paquet, Y., Bertucci, W., & Hourde, C. (2006). Influence de variables psychologiques sur la performance au test de Wingate chez des pilotes de BMX. *Science and Sports*, 21(5), 297-299. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2006.06.008>
- R. R Development Core Team. (2008). *R: A language and environment for statistical computing*. (R Foundation for Statistical Computing, Ed.) (1a ed., Vol. 2). R Foundation for Statistical Computing.
- Ramírez-Vélez, R., García-Hermoso, A., Agostinis-Sobrinho, C., Mota, J., Santos, R., Correa-Bautista, J. E., Amaya-Tambo, D. C., & Villa-González, E. (2017). Cycling to school and body composition, physical fitness, and metabolic syndrome in children and adolescents. *Journal of Pediatrics*, 9(18), 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.05.065>
- Rylands, L., Roberts, S., Cheetham, M., & Baker, A. (2013). Velocity production in elite BMX riders: A field based study using a SRM power meter. *Journal of Exercise Physiology*, 16(3), 40-50.
- Rylands, L., & Roberts, S. J. (2014). Relationship between starting and finishing position in World Cup BMX racing. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 14-23. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868699>
- Theodorou, A., Paradisis, G., Panoutsakopoulos, V., Smpokos, E., Skordilis, E., & Cooke, C. (2013). Performance indices selection for assessing anaerobic power during a 30 second vertical jump test. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(6), 596-603.
- Wilson, G. J., Wood, G. A., & Elliott, B. C. (1991). Optimal stiffness of series elastic component in a stretch-shorten cycle activity. *Journal of Applied Physiology*, 70(2), 825-833. <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.70.2.825>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Journal of American Medical Association*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Yang, W., Liu, C., & Shiang, T. (2017). Warm-up effects from concomitant use of vibration and static stretching after cycling. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(4), 362-368. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06115-X>
- Zabala, M., Requena, B., Sanchez-Muñoz, C., González-Badillo, J. J., García, I., Ööpik, V., & Pääsuke, M. (2008). Effects of sodium bicarbonate ingestion on performance and perceptual responses in a laboratory-simulated BMX cycling qualification series. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1645-1653. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318181febe>
- 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.

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a la url <https://www.revista-apunts.com/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan incloses a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>