

Efecte del ciclisme sobre el rendiment de la cursa en triatletes joves

VÍCTOR DÍAZ MOLINA^{1*}

Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

ANA BELÉN PEINADO LOZANO¹

Llicenciada en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

AUGUSTO G. ZAPICO²

Doctor en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

MARÍA ÁLVAREZ SÁNCHEZ¹

Llicenciada en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

PEDRO JOSÉ BENITO PEINADO¹

Doctor en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

FRANCISCO JAVIER CALDERÓN MONTERO¹

Doctor en Medicina i Cirurgia

Correspondència amb autors/es

* victordiazmolina@gmail.com

Resum

El cost metabòlic (CM) de la cursa durant la segona transició del triatló ha estat estudiat en nombroses ocasions, però aquest aspecte encara no s'ha explorat en triatletes joves. Aquest estudi avalua l'efecte del ciclisme sobre el CM durant la simulació d'una transició ciclisme-cursa de triatló en esportistes joves d'elit. Sis subjectes van realitzar dues proves en ordre aleatori: 1) Transició (T), consistent en 30 min de ciclisme a una càrrega corresponent a $3,5 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ seguits de 3.000 m de cursa a la màxima intensitat possible en una pista de 400 m (7,5 voltes). 2) Cursa de control (C), consistent en 3.000 m de cursa a la màxima intensitat possible. No es van observar diferències ($p < 0,05$) entre C i T en el CM ($250,46 \pm 21,47$ vs. $256,22 \pm 17,82 \text{ mL O}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$, respectivament) ni en el consum d'oxigen (VO_2) (4.238 ± 451 vs. $4.220 \pm 604 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivament). Tanmateix, la marca aconseguida va ser significativament superior ($p < 0,05$) en T ($669,2 \pm 23,8$ vs. $646,0 \pm 15,8$ segons, respectivament). Únicament, en la primera volta de cada 3.000 m es van observar diferències significatives ($p < 0,05$) entre T i C per al CM i el VO_2 . Per tant, conclouem que la prefatiga té un efecte negatiu sobre el rendiment de la cursa durant la segona transició del triatló sense afectar el CM.

Paraules clau

Economia de cursa, Consum d'oxigen, Transició ciclisme-cursa.

Abstract

Effect of cycling on running performance in young triathletes

The oxygen cost (CM) of running during the cycle-run transition of a triathlon has previously been studied for senior triathletes, but never in young triathletes. This study evaluates the effect of cycling on the evolution of the CM, in elite young triathletes, during a cycle to run transition in triathlon. Six subjects carried out two tests in random order: 1) Transition (T), consisted of a 30 min cycle at $3.5 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ followed by a 3000m run at maximum speed in a 400 m track (7.5 laps). 2) Control run (C), consisted of a 3000 m run at maximum speed. No differences ($p < 0.05$) were found between C and T for the CM (250.46 ± 21.47 vs. $256.22 \pm 17.82 \text{ mL O}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$, respectively), neither in the oxygen uptake (VO_2) (4238 ± 451 vs. $4220 \pm 604 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, respectively). On the other hand, the score was significantly higher ($p < 0.05$) in T ($669,2 \pm 23,8$ vs. $646,0 \pm 15,8$ s, respectively). Only in the first lap of each 3000 m trial significant differences ($p < 0,05$) were found for the studied variables, as expected because of the previous fatigue produced in T trial. In conclusion, our young elite triathletes did not experience alteration in CM of running during the cycle-run transition of a triathlon.

Key words

Running economy, Oxygen uptake, Cycling-run transition.

¹ Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad Politécnica de Madrid.

² Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid.

Introducció

El triatló olímpic és un esport de resistència que consisteix a realitzar tres especialitats esportives de forma consecutiva: 1,5 km nedant, 40 km en bicicleta i 10 km corrent. La durada total d'una prova professional sobre la distància olímpica es troba al voltant de 120 minuts. Per tant, la capacitat dels subjectes per produir la màxima quantitat d'energia per unitat de temps durant tota la prova és un dels principals indicadors del rendiment (O'Toole i Douglas, 1995). A més a més, aquest tipus de proves combinades requereixen un gran rendiment tècnic en cada un dels esports i una ràpida adaptació fisiològica a cada nova especialitat durant els períodes coneguts com a transició: entre natació-ciclisme i ciclisme-cursa.

S'ha suggerit que la importància de la primera transició rau fonamentalment en aspectes tàctics (Millet i Vleck, 2000), perquè els triatletes veuen reduïdes les seves possibilitats d'èxit si no abandonen l'aigua en el grup capdavanter, atès que rodar en solitari pot suposar massa desgast a causa dels efectes acumulatius de la fatiga (Zderic, Ruby, Hartpence i Meyers, 1997). Mentre que la segona transició té enormes implicacions fisiològiques a causa de la difícil adaptació a la cursa després de la fase de ciclisme. La possibilitat d'anar en grup en el sector de ciclisme ha augmentat la importància de la cursa a peu (Rowlands i Downey, 2000), la marca de la qual és la que mostra la major variància de les tres disciplines del triatló (Landers, Blanksby, Ackland i Smith, 2000). Per això, els triatletes amb millor rendiment són els que aconsegueixen que el ciclisme no afecti gaire la seva posterior cursa a peu, per tal d'assolir una marca propera a la que farien en un deu mil sense cap fatiga prèvia.

Diversos treballs han observat que el cost metabòlic de la cursa (CM) durant el triatló és més gran quan es compara amb una cursa de control aïllada (Guezennec, Vallier, Bigard i Durey, 1996; Hausswirth, Brisswalter, Vallier, Smith i Lepers, 2000), però és menor que en la part final d'una maratón (Hausswirth, Bigard i Guezennec, 1997). D'altra banda, s'ha observat que en els triatletes de menor nivell, l'augment del CM és més acusat després d'una prefatiga en bicicleta que no pas en els triatletes de més nivell (Miura, Kitagawa i Ishiko, 1997). Encara que s'ha suggerit que el CM pot discriminar entre triatletes de major i menor rendiment (Millet, Millet, Hofmann i Candau, 2000), aquest no s'ha estudiat en joves.

Així, l'objectiu d'aquest treball va ser avaluar l'efecte del ciclisme sobre el CM durant la simulació d'una transició ciclisme-cursa de triatló, quan aquesta es compara amb una cursa aïllada, en triatletes joves d'elit.

Material i mètodes

Subjectes

Seguint els criteris de qualitat elaborats pel Pla Nacional de Tecnificació Esportiva (PNTD) de la Federació Espanyola de Triatló, es van seleccionar 6 subjectes ($15,2 \pm 0,8$ anys; $60,8 \pm 6,2$ kg; $173,7 \pm 6,4$ cm mitjana \pm desviació estàndard respectivament) per a la participació en l'estudi. Tots van ser informats dels objectius, riscos i característiques de les proves i, com que tots eren menors d'edat, els seus pares o els seus tutors legals van firmar un consentiment informat d'acord amb les directrius de la declaració d'Hèlsinki per a la investigació amb éssers humans (World Medical Association, 2004).

Protocol experimental

El protocol experimental escollit per a l'estudi va estar compost per dues proves de camp que es realitzaven en ordre aleatori i amb un dia de descans entre totes dues. Totes les proves es van realitzar a la mateixa hora del dia i els subjectes no podien competir durant la fase experimental. La prova 1 (T) consistia a completar, després d'un escalfament lliure de 10 min, on s'inclouïa ciclisme i cursa, un període de 30 min de ciclisme en un cicloergòmetre Cardgirus® (GYG Innovació SA, Espanya) a una càrrega de $3,5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$, que segons les observacions dels entrenadors responsables del PNTD, correspon a la càrrega mitjana desenvolupada durant una competició i és similar a la utilitzada anteriorment en altres estudis (Quigley i Richards, 1996; Vercruyssen *et al.*, 2002). Al terme de la mitja hora de ciclisme els subjectes havien de realitzar una transició en un temps màxim d'1 min per començar a córrer 3.000 m a la màxima velocitat possible (Bernard *et al.*, 2003; Gottschall i Palmer, 2002), en una pista de tartan de 400 m. La prova 2 (C) consistia a córrer, després d'un escalfament de 10 min, 3.000 m en una pista de tartan de 400 m a la màxima velocitat possible. En ambdues proves es va

evitar donar informació als triatletes sobre els seus ritmes de cursa i van ser animats constantment perquè rendissin al màxim possible.

Amb l'objectiu de controlar el nivell d'hidratació, durant els 20 primers minuts de T, els subjectes podien beure 250 mL d'aigua fresca. A partir d'aquell moment, es connectava un analitzador de gasos portàtil i es registraven les variables cardiorespiratòries fins al final de la prova. Durant tota la prova C, l'analitzador de gasos va estar connectat i en ambdues proves les dades registrades per a cada variable es van amitar en conjunt i volta a volta, per a la seva anàlisi posterior.

Anàlisi dels gasos exhalats

Per a l'anàlisi dels gasos espirats es va utilitzar un analitzador de gasos portàtil Jaeger Oxycon Mobile® (Erich Jaeger, Viasys Healthcare, Germany). Aquest analitzador de gasos és capaç de mesurar respiració a respiració, tant el volum d'aire com la seva composició. Està compost per dues petites petaquies que poden anar subjectes al pit o a l'esquena gràcies a un arnès; el conjunt pesa menys de dos quilograms. Mentre que els mesuraments del VO_2 i el VCO_2 es realitzen pels mètodes electroquímics i de conductivitat tèrmica respectivament, el mesurament del volum d'aire es realitza a través d'una turbina Triple V® de baixa resistència i espai mort, que compleix les normatives de l'American Thoracic Society (Miller *et al.*, 2005) i de l'European Respiratory Society (Quanjer *et al.*, 1993). El Jaeger Oxycon Mobile® és un analitzador present al mercat de fa poc i la seva validesa ha estat estudiada en diverses ocasions (Díaz *et al.*, 2008; Perret i Mueller, 2006; Rosdahl i Gullstrand, 2004).

Càlcul del cost metabòlic

Durant T i C, es va calcular el CM utilitzant l'equació de Di Prampero (1986), segons la qual $CM (mL \text{ de } O_2 \cdot kg^{-1} \cdot km^{-1}) = VO_2 (mL \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}) \times 60 / \text{Velocitat} (km \cdot h^{-1})$.

Anàlisi estadística

Després de verificar la distribució normal de les dades es va comprovar l'efecte global de l'exercici a través de la realització d'una prova t-student per a mostres relacionades. Posteriorment, per estudiar les diferències

volta a volta de les variables mesurades tot al llarg de la cursa de T i C es va dur a terme una anàlisi de la variància (ANOVA) de dos factors (exercici \times volta) per a mesures repetides.

Per a tots els procediments es fixà el nivell de significació en $p < 0,05$ i es va utilitzar el programari SPSS 12.0 per a Windows® (SPSS Worldwide Headquarters, Chicago, IL).

Resultats

La taula 1 mostra els resultats obtinguts en les variables estudiades en les proves T i C durant la cursa de totes dues. El CM de la cursa no va mostrar diferències significatives entre T i C, igual com el consum d'oxigen (VO_2) i de diòxid de carboni (VCO_2). Es van trobar diferències significatives en la marca realitzada, en la relació ventilació/consum d'oxigen (VE/VO_2) i en la freqüència cardíaca (FC), que van ser menors durant la prova C. D'altra banda, la velocitat mitjana de cursa es va mostrar significativament superior en C.

	T	C
$VO_2 (mL \cdot min^{-1})$	4220 \pm 604	4238 \pm 451
CM ($mL O_2 \cdot kg^{-1} \cdot km^{-1}$)	256,22 \pm 21,47	250,46 \pm 17,82
Vel ($km \cdot h^{-1}$)	16,25 \pm 0,80	16,72 \pm 0,53 ^a
Marca (segon)	669,2 \pm 23,8	646,0 \pm 15,8 ^a
$VCO_2 (mL \cdot min^{-1})$	3615 \pm 304	3639 \pm 476
VE ($L \cdot min^{-1}$)	132,4 \pm 17,2	127,2 \pm 18,8
VE/VO_2	35,0 \pm 5,0	32,2 \pm 3,1 ^a
VE/VCO_2	35,5 \pm 4,3	34,0 \pm 3,7
$V_T (L \cdot min^{-1})$	2,32 \pm 0,38	2,32 \pm 0,40
FR ($resp \cdot min^{-1}$)	57,4 \pm 12,4	55,2 \pm 12,8
FC (ppm)	186 \pm 7	181 \pm 4 ^a
RER	0,87 \pm 0,05	0,85 \pm 0,04

a Diferències significatives entre condicions experimentals.

Taula 1

Mitjanes \pm desviació estàndard de les variables mesurades durant la transició (T) i el control (C).

La *figura 1* mostra l'evolució del CM al llarg de les 7,5 voltes en la pista de 400 m en les dues proves. Únicament en la primera volta s'observen diferències significatives entre T i C. Aquest mateix comportament s'observa en el VO_2 (*figura 2*).

A la *figura 3* s'observa l'evolució, volta a volta, de la velocitat de cursa; apareixen diferències entre les proves durant les voltes 1, 3, 4 i 5.

Discussió

La principal troballa d'aquest estudi va ser l'absència de diferències entre les proves C i T per al CM. Aquesta troballa indica que el nivell de rendiment d'aquest grup de triatletes joves d'elit és similar al mostrat en altres estudis per triatletes sènior (Hue, Le Gallais, Boussana, Chollet i Prefaut, 2000; Millet i Bentley, 2004; Miura, Kitagawa i Ishiko, 1999). Això és, a més a més, un possible indicador òptim del rendiment per a aquest esport (Millet *et al.*, 2000).

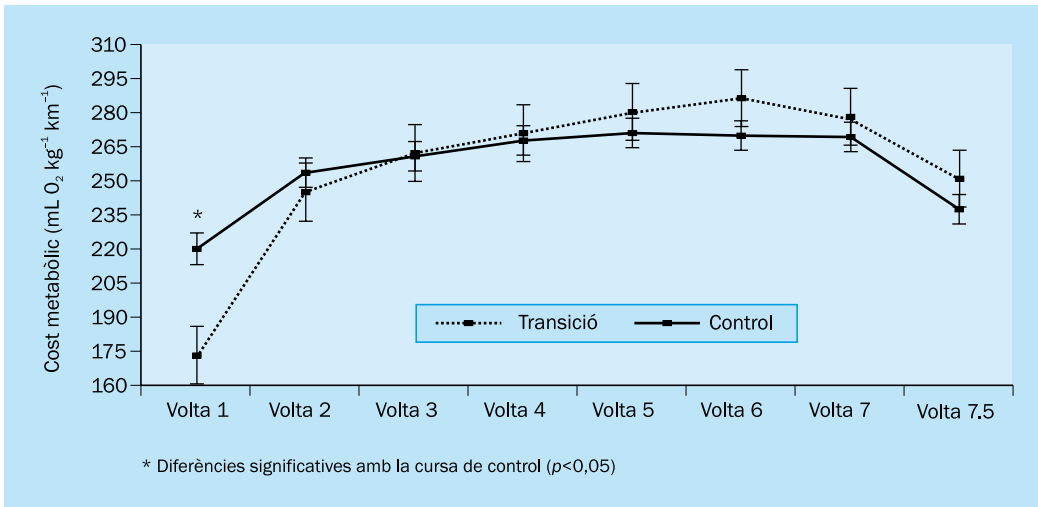
En el nostre estudi, el CM durant T va ser de $256,22 \pm 21,47$ ml $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot km^{-1}$, cosa que suposa valors lleugerament superiors als 215 mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot km^{-1}$ presentats per Guezennec *et al.* (1996) o als $220,9 \pm 16,7$ mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot km^{-1}$ trobats per Hausswirth *et al.* (2000). Tanmateix, les dades són lleugerament inferiors als $264,0 \pm 14,0$ mL $O_2 \cdot kg^{-1} \cdot km^{-1}$ presentats per Miura *et al.* (1999). Diversos estudis longitudinals han mostrat que l'economia de la cursa a velocitats submàximes millorava amb l'edat (Ariens, van Mechelen, Kemper i Twisk, 1997; Sjodin i Svedenhag, 1992). Així, pensem que les diferències trobades amb altres estudis en relació amb el CM poden ser degudes a la joventut de la nostra mostra, $15,2 \pm 0,8$ anys en el nostre cas, davant 31 ± 5 (Hausswirth *et al.*, 2000) o 29 ± 3 anys (Guezennec *et al.*, 1996) i la menor experiència dels nostres subjectes en el triatló, amb prou feines de 18 mesos.

En el nostre estudi no hi va haver diferències en el CM i el VO_2 entre T i C. Els nostres resultats es troben en desacord amb els trobats anteriorment pels treballs d'altres grups que han mostrat diferències entre el triatló i una cursa aïllada (Guezennec *et al.*, 1996; Hausswirth *et al.*, 2000). Aquestes diferències poden ser degudes als factors següents: a) Les mostres eren diferents en termes d'edat i de nivell. S'ha suggerit que els triatletes de més nivell són capaços de reorganitzar el seu patró de cursa millor que els triatletes de menor nivell (Millet *et al.*, 2000) i en el nostre estudi els triatletes tenien un nivell més alt que el d'altres estudis (Guezennec *et al.*,

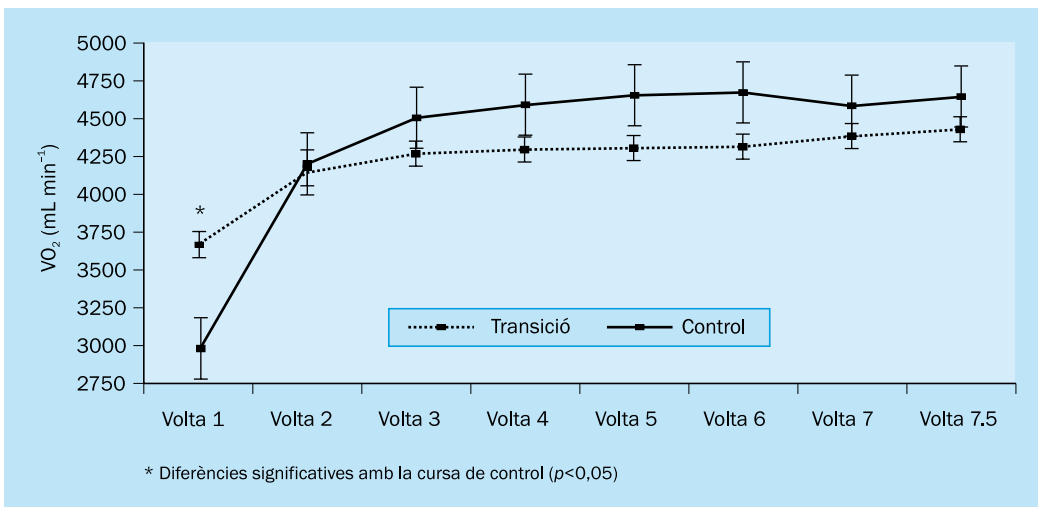
1996; Hausswirth *et al.*, 2000). b) Diferències en el protocol utilitzat. Mentre que en el nostre estudi el segment de cursa es realitzava a la màxima intensitat possible i el sector de T tenia una càrrega fixa, segons van determinar els entrenadors, de $3,5 W \cdot kg^{-1}$, en altres estudis tant la intensitat del segment de ciclisme de T com la cursa es monitoritzaven respecte al VO_{2max} (Guezennec *et al.*, 1996; Hausswirth *et al.*, 2000; Hue, Le Gallais, Chollet, Boussana i Prefaut, 1998; Hue, Valluet, Blanc i Hertogh, 2002). Per tant, encara que el descens en la marca mostra un descens de rendiment durant T, no es pot excloure la possibilitat que la intensitat utilitzada durant el ciclisme fos insuficient per prefatigar els subjectes durant la prova T.

Comparant volta a volta les proves T i C, no s'observen diferències per al CM (*figura 1*) i el VO_2 (*figura 2*) a excepció de la volta 1. Aquestes diferències poden atribuir-se al fet que en la prova C els subjectes partien des d'aturat, mentre que en la prova T el valor de partida del VO_2 era major, la qual cosa augmenta la relació consum d'oxigen/velocitat. Per tant, aquestes diferències poden no tenir d'importància des del punt de vista de la resposta del triatleta a la segona transició.

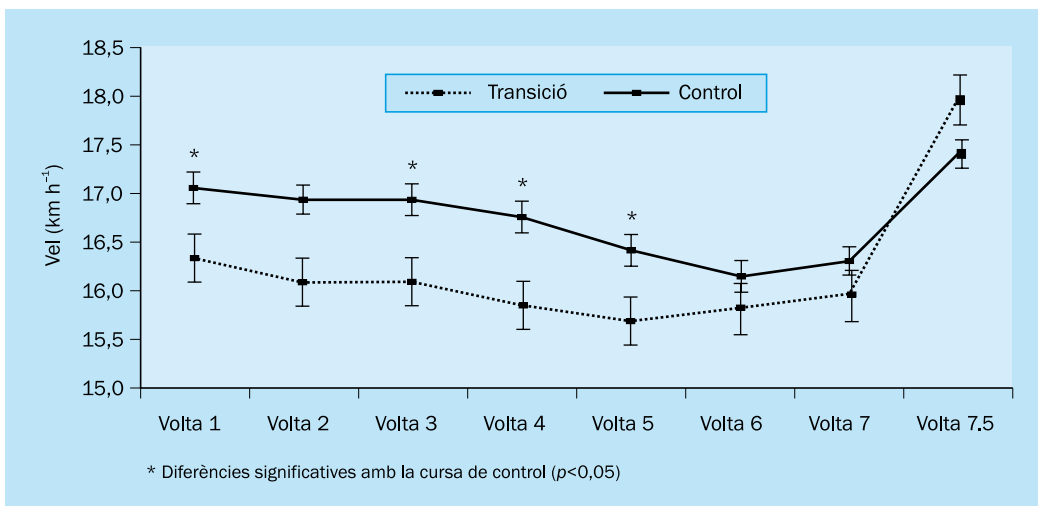
En el nostre estudi, la velocitat i la marca van ser mesurades durant la cursa, i van mostrar diferències entre les proves (*taula 1*). En la literatura, únicament un estudi fa referència a la marca aconseguida per triatletes en 3.000 m després d'una prefatiga de ciclisme. En aquest estudi, l'objectiu del qual era examinar l'efecte de diferents cadències de pedaleig en el rendiment de la cursa, es presenten marques de $625,7 \pm 40,1$ segons per a 60 rpm, $630,0 \pm 44,8$ segons per a 80 rpm i de $637,6 \pm 57,9$ segons per a 100 rpm (Bernard *et al.*, 2003); cosa que suposa marques inferiors als $669,2 \pm 23,8$ segons de la prova T del nostre estudi. D'altra banda, en un estudi amb un objectiu similar a l'anterior es presenten velocitats mitjanes de $16,2 \pm 0,6$ km·h⁻¹ per a la major cadència, $15,1 \pm 0,5$ km·h⁻¹ per a les condicions de control i de $14,7 \pm 0,6$ km·h⁻¹ per a la menor cadència (Gottschall i Palmer, 2002), cosa que suposa velocitats similars o inferiors als $16,25 \pm 0,80$ km·h⁻¹ obtinguts en el nostre treball. Com que la prefatiga en el nostre treball ($3,5 W \cdot kg^{-1}$) va ser inferior a la utilitzada a l'estudi de Bernard i col·laboradors (2003) ($3,9 W \cdot kg^{-1}$), les diferències en la marca poden estar relacionades amb la cadència elegida, atès que diversos treballs mostren efectes en el rendiment en funció d'aquesta (Bernard *et al.*, 2003; Gottschall i Palmer,



◀ **Figura 1**
Evolució del CM al llarg de la cursa de control i la transició (mitjana ± error típic).



◀ **Figura 2**
Evolució del consum d'oxigen al llarg de la cursa de control i la transició. (mitjana ± error típic).



◀ **Figura 3**
Evolució de la velocitat (Vel) al llarg de la cursa de control i la transició (mitjana ± error típic).

2002; Lepers, Millet i Maffioletti, 2001; Vercruyssen, Suriano, Bishop, Hausswirth i Brisswalter, 2005).

En la comparació per voltes (*figura 3*), s'observen diferències en la velocitat fins a la cinquena volta. Això suggereix que l'efecte negatiu de la prefatiga es compensa al llarg de la cursa (Boussana *et al.*, 2001; Millet i Vleck, 2000). L'absència de diferències en les variables cardiorespiratòries suggereix que els mecanismes que poden explicar aquest fenomen es relacionarien amb factors perifèrics (Nummela *et al.*, 2006; Paavolainen, Nummela, Rusko i Hakkinen, 1999) com ara la major implicació de la contracció excèntrica en la cursa en oposició al ciclisme (Carter *et al.*, 2000).

Una altra de les troballes d'aquest estudi és l'aparició de diferències en la relació VE/VO₂ i en la FC, significativament majors en la prova T (*taula 1*). Altres estudis han mostrat resultats similars que suggereixen un descens de l'eficiència respiratòria durant T (Boussana *et al.*, 2003; Hue, Le Gallais, Boussana, Chollet i Prefaut, 1999; Hue *et al.*, 1998; Hue, Le Gallais i Prefaut, 2001). Tanmateix, també s'han presentat diferències en la relació VE/VCO₂, VO₂ i VE (Guezennec *et al.*, 1996; Hausswirth, Bigard, Berthelot, Thomaidis i Guezennec, 1996; Hue *et al.*, 1999; Hue *et al.*, 1998; Hue *et al.*, 2001; Kreider, Boone, Thompson, Burkes i Cortes, 1988). L'absència de diferències en algunes de les variables cardiorespiratòries podrien relacionar-se amb l'alt nivell dels nostres triatletes (Millet *et al.*, 2000), igual com amb una prefatiga insuficient per generar-les.

Conclusions

Aquest treball confirma l'efecte negatiu de la prefatiga sobre el rendiment de la cursa durant la segona transició del triatló; tanmateix, aquesta no afecta el CM en triatletes joves d'elit, cosa que suggereix la importància d'aquesta variable en la detecció de talents.

Agraïments

Els autors desitgen agrair a Juan Rodríguez Biehn la seva col·laboració en aquest treball. Aquest estudi ha estat finançat pel Ministeri d'Educació i Ciència i el Consell Superior d'Esports, expedient núm. 04/UPB 10/05.

Bibliografia

Ariens, G. A.; van Mechelen, W.; Kemper, H. C. i Twisk, J. W. (1997). The longitudinal development of running economy in males

and females aged between 13 and 27 years: the Amsterdam Growth and Health Study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 76(3), 214-220.

Bernard, T.; Vercruyssen, F.; Grego, F.; Hausswirth, C.; Lepers, R.; Vallier, J. M. *et al.* (2003). Effect of cycling cadence on subsequent 3 km running performance in well trained triathletes. *Br J Sports Med*, 37(2), 154-159.

Boussana, A.; Galy, O.; Hue, O.; Matecki, S.; Varray, A.; Ramonatto, M. *et al.* (2003). The effects of prior cycling and a successive run on respiratory muscle performance in triathletes. *Int J Sports Med*, 24(1), 63-70.

Boussana, A.; Matecki, S.; Galy, O.; Hue, O.; Ramonatto, M. i Le Gallais, D. (2001). The effect of exercise modality on respiratory muscle performance in triathletes. *Med Sci Sports Exerc*, 33(12), 2036-2043.

Carter, H.; Jones, A. M.; Barstow, T. J.; Burnley, M.; Willimas, C. A.; i Doust, J. H. (2000). Oxygen uptake kinetics in treadmill running and cycle ergometry: a comparison. *J Appl Physiol*, 89(3), 899-907.

Di Prampero, P. E. (1986). The energy cost of human locomotion on land and in water. *Int J Sports Med*, 7(2), 55-72.

Díaz, V.; Benito, P. J.; Peinado, A. B.; Álvarez, M.; Martín, C. i di Salvo, V. *et al.* (2008). Validation of a new portable metabolic system during a incremental running test. *J Sport Sci Med*, 7(4), 532-536.

Gottschall, J. S. i Palmer, B. M. (2002). The acute effects of prior cycling cadence on running performance and kinematics. *Med Sci Sports Exerc*, 34(9), 1518-1522.

Guezennec, C. Y.; Vallier, J. M.; Bigard, A. X. i Durey, A. (1996). Increase in energy cost of running at the end of a triathlon. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 73(5), 440-445.

Hausswirth, C.; Bigard, A. X.; Berthelot, M.; Thomaidis, M. i Guezennec, C. Y. (1996). Variability in energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. *Int J Sports Med*, 17(8), 572-579.

Hausswirth, C.; Bigard, A. X. i Guezennec, C. Y. (1997). Relationships between running mechanics and energy cost of running at the end of a triathlon and a marathon. *Int J Sports Med*, 18(5), 330-339.

Hausswirth, C.; Brisswalter, J.; Vallier, J. M.; Smith, D.; Lepers, R. (2000). Evolution of electromyographic signal, running economy, and perceived exertion during different prolonged exercises. *Int J Sports Med*, 21(6), 429-436.

Hue, O.; Le Gallais, D.; Boussana, A.; Chollet, D. i Prefaut, C. (1999). Ventilatory responses during experimental cycle-run transition in triathletes. *Med Sci Sports Exerc*, 31(10), 1422-1428.

Hue, O.; Le Gallais, D.; Boussana, A.; Chollet, D. i Prefaut, C. (2000). Performance level y cardiopulmonary responses during a cycle-run trial. *Int J Sports Med*, 21(4), 250-255.

Hue, O.; Le Gallais, D.; Chollet, D.; Boussana, A. i Prefaut, C. (1998). The influence of prior cycling on biomechanical and cardiorespiratory response profiles during running in triathletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 77(1-2), 98-105.

Hue, O.; Le Gallais, D. i Prefaut, C. (2001). Specific pulmonary responses during the cycle-run succession in triathletes. *Scand J Med Sci Sports*, 11(6), 355-361.

Hue, O.; Valluet, A.; Blanc, S. i Hertogh, C. (2002). Effects of multicycle-run training on triathlete performance. *Res Q Exerc Sport*, 73(3), 289-295.

Kreider, R. B.; Boone, T.; Thompson, W. R.; Burkes, S. i Cortes, C. W. (1988). Cardiovascular and thermal responses of triathlon performance. *Med Sci Sports Exerc*, 20(4), 385-390.

- Landers, G. J.; Blanksby, B. A.; Ackland, T. R. i Smith, D. (2000). Morphology and performance of world championship triathletes. *Ann Hum Biol*, 27(4), 387-400.
- Lepers, R.; Millet, G. Y. i Maffiuletti, N. A. (2001). Effect of cycling cadence on contractile and neural properties of knee extensors. *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1882-1888.
- Miller, M. R.; Hankinson, J.; Brusasco, V.; Burgos, F.; Casaburi, R.; Coates, A. *et al.* (2005). Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*, 26(2), 319-338.
- Millet, G. P. i Bentley, D. J. (2004). The physiological responses to running after cycling in elite junior and senior triathletes. *Int J Sports Med*, 25(3), 191-197.
- Millet, G. P.; Millet, G. Y.; Hofmann, M. D. i Candau, R. B. (2000). Alterations in running economy and mechanics after maximal cycling in triathletes: influence of performance level. *Int J Sports Med*, 21(2), 127-132.
- Millet, G. P. i Vleck, V. E. (2000). Physiological and biomechanical adaptations to the cycle to run transition in Olympic triathlon: review and practical recommendations for training. *Br J Sports Med*, 34(5), 384-390.
- Miura, H.; Kitagawa, K. i Ishiko, T. (1997). Economy during a simulated laboratory test triathlon is highly related to Olympic distance triathlon. *Int J Sports Med*, 18(4), 276-280.
- Miura, H.; Kitagawa, K. i Ishiko, T. (1999). Characteristic feature of oxygen cost at simulated laboratory triathlon test in trained triathletes. *J Sports Med Phys Fitness*, 39(2), 101-106.
- Nummela, A. T.; Paavolainen, L. M.; Sharwood, K. A.; Lambert, M. I.; Noakes, T. D. i Rusko, H. K. (2006). Neuromuscular factors determining 5 km running performance and running economy in well-trained athletes. *Eur J Appl Physiol*, 97(1), 1-8.
- O'Toole, M. L. i Douglas, P. S. (1995). Applied physiology of triathlon. *Sports Med*, 19(4), 251-267.
- Paavolainen, L.; Nummela, A.; Rusko, H. i Hakkinen, K. (1999). Neuromuscular characteristics and fatigue during 10 km running. *Int J Sports Med*, 20(8), 516-521.
- Perret, C. i Mueller, G. (2006). Validation of a new portable ergospirometric device (Oxycon Mobile) during exercise. *Int J Sports Med*, 27(5), 363-367.
- Quanjer, P. H.; Tammeling, G. J.; Cotes, J. E.; Pedersen, O. F.; Peslin, R. i Yernault, J. C. (1993). Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J Suppl* (16), 5-40.
- Quigley, E. J. i Richards, J. G. (1996). The effects of cycling on running mechanics. *J Appl Biomech*, 12(4), 470-479.
- Rosdahl, H. i Gullstrand, L. (2004, 3-6 juliol). *Validity and reproducibility of the Oxycon Mobile portable BBB metabolic system as compared to the Douglas bag technique*. Paper presented at the 9th Annual Congress of European College of Sport Science, Clermont-Ferrand (France).
- Rowlands, D. S. i Downey, B. (2000). Physiology of Triathlon. In W. E. J. Garret & D. T. Kirkendall (Eds.), *Exercise and Sport Science* (pp. 919-939). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Sjodin, B. i Svedenhag, J. (1992). Oxygen uptake during running as related to body mass in circumpubertal boys: a longitudinal study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 65(2), 150-157.
- Vercruyssen, F.; Brisswalter, J.; Hausswirth, C.; Bernard, T.; Bernard, O. i Vallier, J. M. (2002). Influence of cycling cadence on subsequent running performance in triathletes. *Med Sci Sports Exerc*, 34(3), 530-536.
- Vercruyssen, F.; Suriano, R.; Bishop, D.; Hausswirth, C. i Brisswalter, J. (2005). Cadence selection affects metabolic responses during cycling and subsequent running time to fatigue. *Br J Sports Med*, 39(5), 267-272.
- World Medical Association. (2004, 17/05/05). Declaration of Helsinki. Retrieved 01/05/01, 2005, from <http://www.wma.net/e/ethicsunit/helsinki.htm>
- Zderic, T. W.; Ruby, B. C.; Hartpence, J. W. i Meyers, M. (1997). Physiological predictors of combined cycling and running performance in trained male triathletes [abstract no. 1262]. *Med Sci Sports Exerc*, 29(5 Suppl.), S221.