Documento descargado de http://www.apunts.org el 21/02/2012. Copia para uso personal, se prohíbe la transmisión de este documento por cualquier medio o formato.

Apunts Med Esport. 2011;**46(172)**:183–188

apunts
MEDICINA DE L'ESPORT
www.apunts.org



ORIGINAL

Resposta de la freqüència cardíaca i consum d'oxigen d'atletes homes en competicions de duatló esprint

Mauro Ronconi i José Ramón Alvero-Cruz*

Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte, Departamento de Fisiología Humana y Educación Física y Deportiva, Facultad de Medicina, Universidad de Málaga, Màlaga, Espanya

Rebut el 19 de desembre de 2010; acceptat el 17 de febrer de 2011

PARAULES CLAU
Carga;
Duatló;
Freqüència cardíaca;
Consum d'oxigen

Resum L'objectiu d'aquest estudi és descriure els percentatges de càrrega de la freqüència cardíaca i del consum d'oxigen que assoleixen els atletes en competicions de duatló en la modalitat d'esprint (5 km de cursa, 20 km de bicicleta i 2,5 km de cursa = C1-BK-C2). Foren recollides per a l'estudi dades fisiològiques de cinc competicions de duatló de modalitat esprint molt similars en alçada i terreny. Hi participaren deu atletes homes, escollits entre duatletes d'alt nivell nacional. Durant les competicions s'obtingueren registres continus de freqüència cardíaca i successivament, al laboratori, mitjançant dues valoracions ergoespiromètriques de caràcter màxim, una en cinta i l'altra en cicloergòmetre, es comprovaren els valors fisiològics de referència de cada esportista. Els resultats evidencien que els atletes utilitzen un percentatge de càrrega de freqüència cardíaca molt similar en els trams de competició, essent C1: 94,63 ± 3%; BK: 94,50 ± 2,94%, i C2: 92,71 ± 3,54%.

Els nivells de consum d'oxigen s'estimaren mitjançant regressió lineal, a partir dels valors de freqüència cardíaca-consum d'oxigen de la prova d'esforç, i s'evidenciaren en els tres segments uns valors de C1: 89,70 ± 6,11%; BK: 85,73 ± 6,89%; C2: 87,30 ± 8,67%. El menor valor del percentatge VO_2 del tram de BK respecte a C1 i C2 ($p < 0,01$) podria estar justificat per una utilització menor del total de massa muscular i, per tant, d'una menor despesa energètica. L'estudi evidencia que en les competicions de duatló en modalitat esprint el percentatge de càrrega de la freqüència cardíaca se situa entre el 92 i el 95% de la freqüència cardíaca màxima, i el consum d'oxigen, entre el 85 i el 89% del VO_{2max}, i es confirmen uns nivells alts de potència aeròbica màxima i de la freqüència cardíaca considerats paràmetres de referència d'aquesta modalitat esportiva en l'ús de càrregues d'entrenament esportiu, tant de tipus continu com continu variable i d'intervals extensiu llarg.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

*Autor per a correspondència.
Correu electrònic: alvero@uma.es (J.R. Alvero-Cruz).

1886-6581/$ - see front matter © 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

Documento descargado de http://www.apunts.org el 21/02/2012. Copia para uso personal, se prohíbe la transmisión de este documento por cualquier medio o formato.

KEYWORDS
Training load;
Duathlon;
Heart rate;
Oxygen uptake

Heart rate and oxygen uptake responses in male athletes in duathlon sprint competitions

Abstract The aim of this study is to describe the percentages loads of heart rate and oxygen consumption achieved by athletes in duathlon sprint competitions (5 km run, 20 km bike and 2.5 km run = C1-BK-C2). For the study, the physiological data were collected from five duathlon sprint competitions very similar in altitude and terrain. Ten male athletes, chosen from high national level duathletes, participated in the study. Continuous recordings of heart rate were obtained during competitions and subsequently in the laboratory where they were tested by two maximal graded exercise tests, one on a treadmill and another on a cycle ergometer, to obtain physiological reference values for each athlete. The results show that athletes had a very similar percentage of heart rate in the three competition sectors, with C1: 94.63% ± 3%; BK: 94.50% ± 2.94% and C2: 92.71% ± 3.54%.

The oxygen consumption levels were estimated as a dependent variable by linear regression, from heart rate and oxygen consumption values of the effort test, showing a similar values in three segments (C1: 89.70% ± 6.11%; BK: 85.73% ± 6.89%, C2: 87.30% ± 8.67%). The lowest VO_2% of BK with respect to C1 and C2 ($P < .01$) could be justified by lower use of total muscle mass and therefore a lower energy expenditure. The study showed that in sprint duathlon competitions the per cent load of the heart rate range between 92% and 95% of maximal heart rate and oxygen consumption between 85% and 89% of VO_{2max}, confirming high levels of maximal aerobic power and heart rate. These data being considered as a reference for the use of sports training loads in continuous, variable continuous, and long interval extended types of sport.
© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducció

El duatló és un esport amb un component aeròbic important en què els atletes competeixen de forma seqüencial en tres segments: cursa (C1), bicicleta (BK) i cursa (C2). El primer tram de competició és el que el diferencia del triatló; de manera que, segons el reglament, en lloc de la natació hi ha un primer tram de cursa exactament doble en quilometratge del segon tram de cursa. La quasi totalitat d'atletes de duatló, llevat de molt poques excepcions, són triatletes que durant el període d'hivern es dediquen a aquesta disciplina en diferents modalitats: esprint (5 km-20 km-2,5 km), olímpica (10 km-40 km-5 km), mitjana (14 km-60 km-7 km) i llarga distància, que inclou la modalitat Ironman.

Els segments o sectors que conformen el duatló són considerats manifestacions esportives cícliques i constitueixen una successió de moviments repetitius al llarg d'un període de temps que va des dels 80-100 min fins als 100-150 min, en els de tipus curt (esprint) o en els llargs (olímpic). Donades les característiques d'aquesta disciplina, la capacitat de rendiment de l'atleta està determinada per la seva capacitat i la potència aeròbica en percentatges d'alta intensitat. Per tal d'optimitzar l'economia de moviments, amb l'entrenament el duatleta, a més de dominar les tècniques de les diferents disciplines, ha d'assolir una gran capacitat aeròbica i desenvolupar les capacitats fisiològiques necessàries per mantenir una taxa metabòlica aeròbica elevada durant l'esforç[1]. Com a resultat de diversos estudis s'evidencia que els triatletes mostren el llindar anaeròbic en percentatges relatius al VO_{2max} similar al dels especialistes en cada una de las disciplines que composen el duatló i molt alts. L'elevat nivell de consum d'oxigen amb què es realitza la competició té una importància rellevant en el duatló, com en tots els esports aeròbics. La importància del VO_{2max} en esports aeròbics està demostrada amb les dades publicades per diversos autors, i s'evidencia que els triatletes de nivell internacional tenen un consum d'oxigen al voltant de 75-80 ml/kg/min en la modalitat olímpica i que un triatleta amb un consum màxim d'oxigen inferior a 50 ml/kg/min difícilment podrà obtenir bons rendiments en aquest esport.

Hi ha diversos estudis que analitzen el consum d'oxigen en cada segment per separat, i utilitzen tests específics, i en comparar aquests valors amb els de nedadors, ciclistes i corredors s'observa que no hi ha grans diferències amb els triatletes, malgrat el menor volum d'entrenament aplicat en cada modalitat[2,3].

Una altra variable d'importància cabdal en els esports de resistència com el duatló és la freqüència cardíaca, i alguns autors descriuen que la freqüència cardíaca relativa al VO_{2max} és un bon indicador de la càrrega d'entrenament quan s'utilitzen grans masses musculars, com ara el ciclisme i la cursa; sens dubte, la relació existent entre aquests dos paràmetres és un factor que cal tenir en compte en la planificació de l'entrenament[4]. Les referències internacionals s'ocupen principalment del triatló, i és molt difícil trobar estudis específics sobre el duatló, i en particular en la modalitat esprint.

Documento descargado de http://www.apunts.org el 21/02/2012. Copia para uso personal, se prohíbe la transmisión de este documento por cualquier medio o formato.

L'objectiu d'aquest estudi és descriure quins nivells d'intensitat de la freqüència cardíaca i el consum d'oxigen desenvolupen aquests atletes en competicions de duatló en modalitat esprint. Un altre objectiu és comparar aquests valors de la competició amb els obtinguts en proves màximes de laboratori, tant en la cinta com en el cicloergòmetre, considerats com a referència per la planificació de l'entrenament.

Mètode

Aproximació experimental al problema

Els atletes que participaren a l'estudi foren escollits entre duatletes de nivell nacional, segons els resultats de competicions oficials. Es recolliren registres de freqüència cardíaca durant cinc competicions oficials de duatló en modalitat esprint: 5 km (cursa 1)-20 km (bicicleta)-2,5 km (cursa 2), que tingueren lloc en trams urbans i interurbans i amb desnivells que no van superar els 50-100 m, en terrenys asfaltats i molt similars entre les cinc competicions. Aquestes dades serviren per dissenyar un protocol d'avaluació fisiològica en el laboratori amb l'objectiu de reproduir i simular posteriorment una competició de duatló esprint tant en nivells d'intensitat com en durada.

Subjectes

Deu duatletes homes de les categories junior i sènior participaren a l'estudi de forma voluntària, i després de conèixer-ne els objectius signaren el consentiment informat. Tots els subjectes estaven familiaritzats amb els diversos procediments de laboratori, atès que se'ls havia valorat anteriorment la condició fisiològica. L'estudi fou aprovat pel comitè d'ètica de la Facultat de Medicina de Màlaga, i els procediments i mètodes emprats s'ajustaven als estàndards ètics de la Declaració d'Helsinki de la World Medical Association (1964 i edicions posteriors; <http://www.wma.net/e/policy/b3.htm>).

Recollida de dades de camp

Durant les 5 competicions es recolliren les freqüències cardíaques dels atletes, amb pulsòmetres (Polar 610i, Polar Electro OY, Finlàndia), que s'analitzaren amb el programa Polar Precision Performance SW, juntament als registres de competició oficials, i s'obtingueren valors de freqüència cardíaca mínima, mitjana i màxima de cada sector de la competició.

Protocols de valoració en el laboratori

Antropometria

Es procedí a la recollida de variables antropomètriques segons els procediments metodològics de la International Society for Advancement in Kinanthropometry (ISAK)[5]. L'estimació de la massa grassa es realitzà mitjançant el sumatori de 6 plecs i l'equació de Withers[6], i la massa musculoesquelètica, a partir de l'equació de Lee[7], tot això en base a les recomanacions del document de consens sobre l'estimació de la composició corporal del Grup espanyol de cineantropometria de la Federació Espanyola de Medicina de l'Esport[8]. Igualment s'estimaren els tres components del somatotip antropomètric mitjançant la metodologia antropomètrica de Heath-Carter[9].

Valoració de la potència aeròbica en el laboratori

Amb una setmana de diferència, en les mateixes condicions de descans i nutrició i a la mateixa hora del dia, es realitzaren dues valoracions funcionals de caràcter màxim, una en cinta i una altra en cicloergòmetre, per obtenir els valors fisiològics de referència de cada esportista. En una cinta (Power Jog J series) s'utilitzà un protocol inicialment a 6 km/h i augmentat 1 km/h/min fins a l'extenuació, després d'un escalfament de 5 min a 5 km/h i mantenint un pendent constant de l'1%. En el cicloergòmetre mecànic (Monark Ergomedic 828 E) s'utilitzà un protocol d'inici a 60 watts, amb un augment de 30 watts/min fins a l'esgotament, després d'un escalfament de 5 min amb una càrrega de 50 watts. Per a l'anàlisi dels gasos espirats s'utilitzà un equip de Diagnòstic Cardiopulmonar d'Esforç, MedGraphics CPX/D (St Paul, Minnesota, EUA), i pel processament de dades, el programa Breeze Suite 6.1 A. Es controlaren els paràmetres ambientals segons la normativa ICSSPE, amb un grau d'humitat del 60% i una temperatura ambient entre 22 i 24 °C.

Estimació del VO_2 en competició

L'estimació dels valors de consum d'oxigen es realitzà a partir de les equacions de regressió lineal obtingudes per cada individu entre el VO_2 com a variable dependent i la freqüència cardíaca obtinguda en cada esglaó d'esforç, com a variable independent. Tots els coeficients de correlació de Pearson superaren el valor de 0,97 ($p < 0,001$).

Anàlisi estadística

Les dades foren analitzades utilitzant el software SPSS versió 11.5 (SPSS Inc., Chicago, EUA). Els resultats es presentaren com a mitjana ± desviació estàndard i es comprovà la distribució normal de la mostra mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov. S'utilitzà l'anàlisi de la variància d'una via (ANOVA) per determinar les diferències entre grups (C1-BK-C2). Abans de l'anàlisi ANOVA es realitzà el test de Levene per comprovar la igualtat de variàncies i s'aplicà posteriorment el test de Student-Newman-Keuls per a la comparació de subgrups. Quant a l'associació de variables s'utilitzà el coeficient de correlació de Pearson i la utilització d'equacions de regressió generades. El valor de significació acceptat fou de $p < 0,05$.

Resultats

Els valors antropomètrics bàsics i de composició corporal es presenten a la taula 1.

Els percentatges de freqüència cardíaca respecte a la freqüència cardíaca màxima obtinguda en laboratori, en els tres segments, es troben entre valors del 92,7 i del 94,6%, i els percentatges de consum d'oxigen, entre el 85,7 i el 89,7%, i entre ells no presenten diferències significatives.

Documento descargado de http://www.apunts.org el 21/02/2012. Copia para uso personal, se prohíbe la transmisión de este documento por cualquier medio o formato.

Taula 1 Mesures antropomètriques i de composició corporal

Variables	Mitjana	DE	IC del 95%
Edat (anys)	24,80	6,8	19,92-29,67
Pes (kg)	67,12	8,1	61,34-72,89
Talla (cm)	174,39	6,8	169,50-179,28
Índex de massa corporal (kg/m^2)	22,02	1,7	20,82-23,21
Sumatori de 4 plecs	29,07	7,8	22,55-35,59
Sumatori de 6 plecs	42,42	9,8	34,19-50,65
Sumatori de 8 plecs	52,24	13,3	41,12-63,35
Massa grassa (kg)	5,96	1,72	4,53-7,40
Massa grassa (%)	8,59	1,45	7,38-9,80
Massa muscular esquelètica (kg)	34,38	2,95	31,90-36,85
Massa muscular esquelètica (%)	50,56	2,25	48,67-52,44
Endomorf	1,84	0,37	1,53-2,14
Mesomorf	5,08	0,45	4,70-5,46
Ectomorf	3,11	0,74	2,48-3,73

DE: desviació estàndard; IC: interval de confiança.

Taula 2 Percentatges mitjans de freqüència cardíaca i consum d'oxigen

Segment	FCM (batecs/min)	FCMLab (%)	VO_{2max} (ml/kg/min)	VO_{2max} Lab (%)
Cursa 1	178 ± 9	94,6 ± 3,0	53,10 ± 6.8	89,7 ± 6,1
Bicicleta	168,6 ± 9[a]	94,5 ± 2,9	54,53 ± 5,3	85,7 ± 6,9
Cursa 2	174,4 ± 8	92,7 ± 3,5	51,68 ± 7,1	87,3 ± 8,7

Els percentatges de FCMLab i de VO_{2max} Lab corresponen a valors de prova d'esforç màxim.
[a] Diferència entre cursa 1 i bicicleta ($p < 0,05$).

Els valors de freqüència cardíaca mitjana entre segments C1 i BK presenten diferències significatives ($p < 0,05$) (taules 2 i 3).

Discussió

El duatló és la modalitat hivernal del triatló, i per això en la discussió d'aquest article podem trobar referències a l'esport del triatló en diverses modalitats (curta, mitjana i llarga distància), per la similitud del tipus d'exercici. Això es justifica perquè els atletes d'aquest estudi són, en altres moments de la temporada, triatletes, i de fet introdueixen càrregues d'entrenament específic de triatló en la temporada hivernal del duatló. De fet, tècnicament estem parlant dels mateixos atletes, que en període hivernal realitzen aquesta activitat competitiva específica i canvien el segment de natació pel de la cursa, per la qual cosa ens referim indistintament a què en general aconsegueixen les mateixes adaptacions fisiològiques que els produeix l'entrenament.

El triatló i el duatló han aconseguit una gran acceptació a Espanya, donat que ofereixen a una multitud d'atletes la possibilitat de realitzar competicions en circuits gene-

Taula 3 Valors fisiològics d'esforç màxim en cinta i cicloergòmetre

	Cinta			Cicloergòmetre		
	VAM (km/h)	FC_{max} (batecs/min)	VO_{2max} (ml/kg/min)	PAM (watts)	FCmax (batecs/min)	VO_{2max} (ml/kg/min)
Mitjana	20,3	187,4	59,2	366,7	178,0[a]	63,6
DE	0,8	9,7	6,1	29,2	12,1	5,5
Min	19	174	48,5	330	168	53,5
Max	21	205	67,1	420	203	70,1

VAM: velocitat aeròbica màxima (km/h); FC_{max}: freqüència cardíaca màxima; VO_{2max}: consum màxim d'oxigen; PAM: potència aeròbica màxima (watts); DE: desviació estàndard; Min: valor mínim; Max: valor màxim.
[a] Diferència entre FC_{max} de cinta i cicloergòmetre ($p = 0,012$); VO_{2max}: no significatiu.

Documento descargado de http://www.apunts.org el 21/02/2012. Copia para uso personal, se prohíbe la transmisión de este documento por cualquier medio o formato.

ralment tancats al trànsit, ben senyalitzats, segurs i no excloents des del punt de vista de la diversitat dels esportistes.

El duatló en les modalitats de curta i mitjana distància té moltes similituds amb el triatló, basades en l'execució ràpida i cíclica de moviments, desenvolupats a una intensitat alta de freqüència cardíaca i consum d'oxigen[10]. La majoria d'estudis han estat realitzats sobre la modalitat de triatló, i un dels determinants d'aquest esport és fonamentalment la gran quantitat d'entrenament que es realitza[11] per aconseguir un bon nivell d'economia de moviments i esforç[12,13]. D'altra banda, els factors metabòlics d'aquesta modalitat esportiva influeixen notablement sobre la despesa energètica i són el factor que diferencia els atletes, tot i que tinguin característiques fisiològiques similars. Aquest fet adquireix major importància en les competicions de llarga distància que es veuen influïdes per aspectes de despesa energètica i que són conferides, entre altres, per les condicions ambientals, l'especificitat de la prova i les necessitats del metabolisme segons l'estat d'entrenament i/o la fatiga. Altres factors fisiològics, com l'augment de la temperatura central o la falta d'una aportació hídrica i el balanç corporal, també poden determinar un augment del cost energètic total[14].

Un altre àmbit en què se sosté una part del rendiment esportiu en els esports de resistència és la correlació amb els factors morfològics, com són un baix pes corporal i un baix pes de greix. Les dades antropomètriques bàsiques dels subjectes d'aquest estudi concorden amb altres estudis de triatletes internacionals[3,13], i també es remarca que els valors de greix corporal concorden amb els publicats sobre triatletes espanyols[15]. Un component important de la composició corporal és la massa muscular esquelètica (MME), i aquests esportistes destaquen per tenir valors que superen el 50% de la massa corporal. Algunes variables concretes, com el baix pes corporal, la talla i valors baixos de superfície corporal, confereixen uns valors de potència que són considerats determinants en el rendiment del triatló, sobretot en el segment de bicicleta[4,13]. En aquest estudi s'han obtingut valors mitjans de potència màxima de 5,46 ± 0,87 watts/kg de pes corporal, i aquests valors també concorden amb els de triatletes de nivell nacional i només s'han observat en esportistes amb nivells alts de càrrega d'entrenament[13].

El somatotip predominant dels duatles és mesoectomòrfic, i és igualment concordant en comparar cadascun dels components, destacant-ne valors baixos d'endomorfia i uns valors mitjans-alts de mesomorfia. Aquesta configuració del somatotip es relaciona amb alts valors de massa muscular esquelètica i ofereix la possibilitat de generar una potència alta en els tests de valoració de potència aeròbica realitzats[16].

De la mateixa manera que el triatló, el duatló es basa en un grau de condicionament físic en què domina la resistència aeròbica, tant a nivells submàxims com màxims[16-19]. Cal remarcar alguns aspectes com els alts valors de consum màxim d'oxigen[4,18,19], alta velocitat de cursa, propera al valor de velocitat aeròbica màxima, i també valors alts de velocitat de la cursa a nivells estables en el llindar làctic de 4 mMol/l[16,19]. La importància d'aquest factor està demostrada amb les dades publicades per altres autors[20] que compararen el VO_{2max} de triatletes d'elit amb el de triatletes amateurs, essent significativament major el VO_2 dels professionals. Els estudis que analitzen els valors de VO_{2max} desenvolupats en cada segment són semblants als valors que presenten els de nedadors, ciclistes i corredors[13,16,21,22], i només s'observa alguna diferència relativa al nivell esportiu (professional, internacional, nacional o amateur).

La troballa més important d'aquest treball és la similitud dels valors de freqüència cardíaca i consum d'oxigen en una disciplina cíclica amb tres segments, en què els determinants fisiològics són de gran importància en base a l'execució de moviments amb alta intensitat i rapidesa[10].

Els percentatges de freqüència cardíaca mitjana entre 93 i 94,5% demostren que la intensitat de treball s'estableix lleugerament per sobre del llindar de compensació respiratòria (VT2), que en aquests atletes es troba entre el 90 i el 92% del VO_{2max}. De la mateixa manera, els percentatges mitjans de VO_2 en els tres segments se situa en valors de 86-90%, també per sobre dels nivells del llindar anaeròbic entre 70 i 84% del VO_{2max}[23]. Aquests valors alts de freqüència cardíaca i consum d'oxigen per sobre del llindar anaeròbic s'uneixen a valors mitjans entre 4,6 i 6,3 mMol/l (dades no publicades) en una prova de laboratori simulada[24], i sens dubte el manteniment dels nivells d'esforç té a veure amb la disponibilitat de recursos energètics i el grau d'oxidació. S'evidencien consums d'oxigen majors en cadascun dels segments de competició en comparar-los amb modalitats de triatló de llarga distància[25].

El menor valor del percentatge de VO_{2max} en el tram de ciclisme respecte als trams de cursa ha estat corroborat en un estudi recent de competició simulada de duatló esprint[24] i podria estar relacionat amb el fet que l'esportista a la bicicleta utilitza una fracció menor de la massa muscular activa[17,23] i, per tant, utilitza una quantitat menor d'oxigen[22].

El VO_{2max} és un bon paràmetre indicador de la potència aeròbica en el triatló. Alguns autors el consideren de màxima importància, i per al rendiment en triatló és el temps en què un atleta és capaç de mantenir el consum d'oxigen a prop del valor màxim: com major sigui el temps, el triatleta tindrà més possibilitat d'obtenir un bon rendiment. A parer nostre, això també es pot afirmar clarament del duatló, atès que les característiques fisiològiques de les dues especialitats són molt similars.

Conclusió i aplicacions pràctiques

L'estudi evidencia que en competicions de duatló en modalitat esprint el percentatge de càrrega de freqüència cardíaca és entre el 92 i el 95% de la freqüència cardíaca màxima, corresponent a un consum d'oxigen entre el 85 i el 89% del VO_{2max}.

Les proves de valoració del metabolisme aeròbic en el laboratori i el control de la resposta de la freqüència cardíaca es fan imprescindibles per al control de variables fisiològiques determinants en el rendiment competitiu.

Aquests paràmetres podrien considerar-se valors de referència de l'entrenament en intensitats relatives a l'entrenament específic del duatló esprint.

Documento descargado de http://www.apunts.org el 21/02/2012. Copia para uso personal, se prohíbe la transmisión de este documento por cualquier medio o formato.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Bibliografia

1. Chavarren Cabrero J, Dorado García C, López Calbet JA. Triatlón: factores condicionantes del rendimiento y del entrenamiento. Revista de Entrenamiento Deportivo. 1996;10: 29-37.
2. O'Toole ML, Douglas PS. Applied physiology of triathlon. Sports Med. 1995;19:251-67.
3. Sleivert GG, Rowlands DS. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. Sports Med. 1996;22: 8-18.
4. Millet GP, Candau RB, Barbier B, Busso T, Rouillon JD, Chatard JC. Modeling the transfers of training effects on performance in elite triathletes. Int J Sports Med. 2002;23:55-63.
5. ISAK. International Standards for Anthropometric Assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. 2001.
6. Withers RT, Craig NP, Bourdon PC, Norton KI. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. Eur J Appl Physiol. 1987;56:191-200.
7. Lee R, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield S. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. Am J Clin Nutr. 2000;72: 796-803.
8. Alvero Cruz JR, Cabañas Armesilla MD, Herrero de Lucas A, Martinez Riaza L, Moreno Pascual C, Porta Manzañido J, et al. Body composition assessment in Sports Medicine. Statement of Spanish Group of Kinanthropometry of Spanish Federation of Sports Medicine. Archivos de Medicina del Deporte. 2009;26:166-79.
9. Carter JEL. The Heath-Carter Anthropometric Somatotype. Instruction Manual. 2002. Disponible en: http://www.somatotype.org/Heath-CarterManual. pdf.
10. Hue O, Galy O, Le Gallais D. Exercise intensity during repeated days of racing in professional triathletes. Appl Physiol Nutr Metab. 2006;31:250-5.
11. Holly RG, Barnard RJ, Rosenthal M, Applegate E, Pritikin N. Triathlete characterization and response to prolonged strenuous competition. Med Sci Sports Exerc. 1986;18:123-7.
12. Miura H, Kitagawa K, Ishiko T. Economy during a simulated laboratory test triathlon is highly related to Olympic distance triathlon. Int J Sports Med. 1997;18:276-80.
13. Sleivert GG, Wenger HA. Physiological predictors of short-course triathlon performance. Med Sci Sports Exerc. 1993;25: 871-6.
14. Hausswirth C, Lehénaff D. Physiological demands of running during long distance runs and triathlons. Sports Med. 2001;31: 679-89.
15. Fernández Paneque S, Alvero-Cruz JR. La producción científica en cineantropometría: Datos de referencia de composición corporal y somatotipo. Archivos de Medicina del Deporte. 2006;111:17-35.
16. Suriano R, Bishop D. Physiological attributes of triathletes. J Sci Med Sport. 2010;13:340-7.
17. Alvero Cruz JR, Marin González MC, Álvarez Rey G, Ávila Romero F, García Romero J. Aspectos diferenciales en las pruebas de esfuerzo en cicloergómetro y banda rodante en triatletas. Apunts Med Esport. 2004;143:27-32.
18. Bentley DJ, Millet GP, Vleck VE, McNaughton LR. Specific aspects of contemporary triathlon: implications for physiological analysis and performance. Sports Med. 2002;32:345-59.
19. Schabort EJ, Killian SC, St Clair Gibson A, Hawley JA, Noakes TD. Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. Med Sci Sports Exerc. 2000;32:844-9.
20. Laurenson NM, Fulcher KY, Korkia P. Physiological characteristics of elite and club level female triathletes during running. Int J Sports Med. 1993;14:455-9.
21. O'Toole ML, Douglas PS, Hiller WD. Applied physiology of a triathlon. Sports Med. 1989;8:201-25.
22. Schneider DA, Lacroix KA, Atkinson GR, Troped PJ, Pollack J. Ventilatory threshold and maximal oxygen uptake during cycling and running in triathletes. Med Sci Sports Exerc. 1990; 22:257-64.
23. Diego Acosta AM, Ronconi M, Alvero-Cruz JR. Heart rate maximal oxygen uptake at ventilatory threshold and maximal effort in trained duathletes. Archivos de Medicina del Deporte. 2008;128:531-2.
24. Ronconi M, González-Haro C, Alvero-Cruz JR, Carrillo M, García Romero J, Diego Acosta AM, et al. Effect during a short distance duathlon laboratory simulation on fat and carbohydrate oxidation rate. Med Sci Sports Exerc. 2009;41:S545.
25. Laursen PB, Rhodes EC, Langill RH, Mc Kenzie DC, Taunton JE. Relationship of exercise test variables to cycling performance in an Ironman triathlon. Eur J Appl Physiol. 2002;42:396-402.