

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Relació de les velocitats finals assolides entre la Course Navette de 20 metres i el test de VAM-EVAL. Una proposta per predir la velocitat aeròbica màxima

Gastón César García^{a,b,c,*} i Jeremías David Secchi^{d,e}

^aInstituto Superior de Formación Docente, Mercedes Tomasa de San Martín de Balcarce, San Rafael, Mendoza, Argentina

^bFundación Social y Educativa, San Luis, Argentina

^cSan Jorge Rugby Club, San Rafael, Mendoza, Argentina

^dProfesorado de Educación Física, Universidad Adventista del Plata, Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina

^eDepartamento de Deportes, Municipalidad de Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina

Rebut el 13 de setembre de 2011; acceptat el 21 de novembre de 2011

PARAULES CLAU

Test de camp;
VO_{2max}; Test Course
Navette de 20 metres;
Velocitat aeròbica
màxima

Resum

Introducció: L'objectiu d'aquest estudi fou proposar una taula de correcció per predir la velocitat aeròbica màxima (VAM) a partir del test de la Course Navette de 20 m (CN-20 m) en ambdós sexes.

Material i mètodes: Setanta-set subjectes (46 homes i 31 dones), estudiants d'educació física, participaren voluntàriament a l'estudi. Foren avaluats en 3 ocasions. Primer es féu l'avaluació antropomètrica en el laboratori. En les 2 oportunitats següents foren avaluats aleatòriament en el camp amb el test de la CN-20 m i el test de VAM-EVAL (T-VAM). Les diferències i relacions entre les velocitats i altres característiques quantitatives d'ambdós tests foren analitzades aplicant la prova *t* per a mostres relacionades i el coeficient de correlació de Pearson, respectivament. S'utilitzà l'anàlisi de regressió lineal per confeccionar la taula de correcció per predir la VAM.

Resultats: Els resultats mostraren que les velocitats assolides en el T-VAM (14,0 ± 1,4 i 11,6 ± 1,0 km/h, per homes i dones) foren significativament superiors a les obtingudes en la CN-20 m (12,0 ± 0,8 i 10,3 ± 0,6 km/h, per homes i dones) (*p* < 0,0001). La relació entre les velocitats fou alta en els homes (*r* = 0,87) i de moderada a alta en les dones (*r* = 0,77). L'equació de regressió lineal per predir la VAM a partir de la velocitat assolida en la CN-20 m fou (1,468 · V_{max}) - 3,597 en els homes i (1,2 · V_{max}) - 0,7 en les dones.

Conclusió: Homes i dones assoliren velocitats significativament superiors en el T-VAM comparat amb la CN-20 m.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: garciagaston@yahoo.com.ar (G. C. García).

KEYWORDS

Field test;
 VO_{2max} ; Course Navette
 20 metres test;
 Maximal aerobic speed

Relationship between the final speeds reached in the 20 metre Course Navette and the MAS-EVAL test. A proposal to predict the maximal aerobic speed
Abstract

Introduction: The purpose of the study was to propose a correction chart for the prediction of the maximal speed aerobic (MAS) in the Course Navette of 20 metre test (CN-20 m) in both sexes.

Material and methods: A total of 77 subjects (46 men and 31 women), physical education students, participated voluntarily. They were evaluated on 3 occasions, the first of which was an anthropometric assessment in the laboratory. On the following 2 occasions they were randomly assessed in the field using the CN-20 m test and the MAS-EVAL (T-MAS) test. The differences and relationships between the speeds and other quantitative characteristics of both tests were analysed by applying the Student *t* test for related samples, and the Pearson correlation coefficient. A linear regression analysis was performed to prepare the correction chart for prediction of the MAS.

Results: The results showed that the speeds reached in the T-MAS (14.0 ± 1.4 km/h in men and 11.6 ± 1.0 km/h in women) were significantly higher than those obtained in the CN-20 m (12.0 ± 0.8 km/h in men and 10.3 ± 0.6 km/h in women) ($P < .0001$). There was a high correlation between the speeds for the males ($r = 0.87$) and moderate to high for the women ($r = 0.77$). The linear regression equation to predict the MAS starting from the speed reached in the CN-20 m was $(1.468 \cdot V_{max}) - 3.597$ in men, and $(1.2 \cdot V_{max}) - 0.7$ in women.

Conclusions: Men and women reached significantly higher speeds in the T-MAS in comparison with the CN-20 m test.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducció

La determinació de la velocitat aeròbica màxima (VAM) dels esportistes, tant en els esports d'equip com en els individuals, és de gran utilitat per als entrenadors i preparadors físics. Aquesta velocitat és utilitzada per planificar, controlar i establir càrregues d'entrenament. El 1991, Lacour et al.¹ definiren la VAM com la velocitat mínima amb la qual s'assoleix el consum màxim d'oxigen (VO_{2max}). És important aquest paràmetre fisiològic perquè implica conèixer la velocitat de carrera en què entrena l'esportista amb la màxima activació del metabolisme aeròbic. Aquesta és una de les raons que ha motivat que la VAM fos estudiada i analitzada per diversos investigadors i entrenadors al llarg de les 2 últimes dècades²⁻²⁸.

La VAM pot ser mesurada de forma directa en el camp i en el laboratori, però això suposa utilitzar uns analitzadors de gasos que fan l'avaluació molt costosa i, en conseqüència, no accessible a la majoria de centres esportius. Per aquest motiu, s'han creat diferents tests de camp que poden estimar amb prou precisió la VAM. Tot i que hi ha una gran varietat de proves de camp, n'hi ha poques que hagin estat desenvolupades per estimar la VAM. Entre els tests continus i màxims hi ha el test de 5 min². Entre els tests incrementals discontinus màxims hi ha el de Bordeaux, amb un protocol de 3 min \times 1 km/h amb 1 min de pausa⁸, i entre els tests incrementals continus màxims hi ha el *Université de Montreal Track Test* (UMTT), amb un protocol de 2 min \times 1 km/h²⁹; el test UMTT-Brue, amb un protocol de 30 s \times 0,25 km/h³⁰; el test de VAM-EVAL, amb un protocol

d'1 min \times 0,5 km/h³¹, i recentment a l'Argentina l'UNCa test, amb un protocol d'1 min \times 1 km/h³². Tanmateix, aquests tests no mesuraren la VAM en el camp, sinó que correlacionaren la velocitat final assolida en el camp amb la VAM de laboratori. Per aquest motiu, fora més precís parlar de VAM predictiva (VAMp) quan s'utilitza la velocitat final assolida en un test de camp i reservar la sigla VAM per designar el mesurament directe amb un analitzador de gasos portàtil.

A l'hora d'utilitzar els tests esmentats cal disposar sempre d'una pista d'atletisme de 200, 300 o 400 m. Això és realment problemàtic, especialment pels preparadors físics d'esports d'equip de camp gran (rugbi, futbol i hoquei), perquè el club no disposa d'aquest tipus d'instal·lacions (pista i dispositius d'àudio de gran abast). Per aquest motiu, els entrenadors opten per utilitzar uns altres tests. El test de CN-20 m és el de major difusió i ha estat bastament utilitzat pels professionals de les ciències de l'esport^{33,34}. Aquest test té com a objectiu predir el consum màxim d'oxigen (VO_{2max})³⁵⁻³⁷: la màxima quantitat d'oxigen que l'organisme és capaç d'absorbir, transportar i consumir per unitat de temps³⁸. La CN-20 m té un cost baix, és de fàcil aplicació i també permet mesurar una gran quantitat de subjectes al mateix temps^{35-37,39}. A més, el test demostrà que era un bon predictor del VO_{2max} en un rang d'edats important (8 a 45 anys), i s'obtingueren les correlacions següents: (adults $r = 0,90$)⁴, (nens $r = 0,71$ i adults $r = 0,90$)³⁶, (adults $r = 0,89$)³⁷, (adults $r = 0,93$)⁴⁰, (adults $r = 0,90$)⁴¹, (adults $r = 0,61$)⁴², (adolescents $r = 0,96$)⁴³. El principal motiu de la gran difusió d'aquest test és que es realitza en

Taula 1 Característiques generals dels subjectes

Variables	Homes n = 46	Dones n = 31
Edat (anys)	24,6 ± 3,5	22,6 ± 3,3
Talla (m)	1,75 ± 0,07	1,63 ± 0,6
Pes (kg)	77,3 ± 8,36	62,4 ± 7,7
IMC (kg/m ²)	25,1 ± 2,3	23,4 ± 3,1
Plecs tríceps (mm)	9,5 ± 4,0	17,9 ± 5,5
Plec abdominal (mm)	18,9 ± 7,5	20,8 ± 7,1
Plec panxell (mm)	8,3 ± 3,8	16,1 ± 5,4

un espai reduït de 20 m lineals. D'aquesta manera, els entrenadors solucionen el problema de la pista d'atletisme. De tota manera, degut a aquesta característica, el test subestima significativament la VAM, ja que el subjecte es veu obligat a frenar, girar i arrencar en direcció contrària^{4,31,36,39,42,44-47}. Per aquest motiu, Cazorla i Léger³¹ proposaren 2 opcions: realitzar aquest mateix test amb un recorregut continu, conegut com el T-VAM, acceptat a bastament per avaluadors i entrenadors^{10,11,45,48-50}, o utilitzar una taula de correcció, per estimar la VAM des de la CN-20 m³¹. La diferència entre ambdós tests depèn de la velocitat del palier^a assolit. Aquesta discrepància oscil·la entre el 3 i el 27%³¹.

No hem aconseguit localitzar treballs publicats que hagin estudiat les diferències i relacions existents entre el test de la CN-20 m amb etapes d'1 min³⁶ i el T-VAM³¹ en dones. A més, aquest treball és el primer estudi publicat sobre adults físicament actius (homes i dones) a l'Argentina, que compara i relaciona les velocitats assolides en ambdós tests.

L'objectiu principal d'aquesta recerca fou proposar una taula de predicció de la VAM a partir de la velocitat final assolida de la CN-20 m per prescriure les càrregues d'entrenament, en adults majors de 18 anys, d'ambdós sexes. El segon objectiu fou comparar la taula de predicció de Cazorla i Léger³¹ amb l'estudi present.

Materials i mètodes

L'estudi fou realitzat a les instal·lacions de la Fundación Social y Educativa de la ciutat de San Luis, Argentina. Les avaluacions foren dutes a terme l'octubre de 2010, durant 2 setmanes.

Subjectes

Setanta-set subjectes voluntaris (46 homes i 31 dones), estudiants d'educació física, participaren en aquesta recerca. A la taula 1 es descriuen les característiques de la mostra. Foren exclosos de l'estudi els que no complien les caracte-

^a En el 1r palier assolit (1a etapa), que és de 8,5 km/h, hi ha una diferència d'un 3% entre ambdós tests. A mesura que els subjectes assolien velocitats majors en el T-VAM, augmentava la diferència. A l'últim palier (última etapa), la diferència és d'un 27%.

rístiques següents: ser major de 18 anys, no tenir cap tipus de lesió neuromuscular i/o malaltia cardiorespiratòria, no tenir cap experiència en els 2 tests proposats, i realitzar, com a mínim 3 vegades per setmana, 2 h d'activitat física. Abans de signar el consentiment informat es notificà als subjectes verbalment i per escrit sobre els procediments, beneficis i riscos de participar en aquest estudi.

Avaluació

Els subjectes foren avaluats en 3 ocasions. A la primera trobada es realitzà la valoració antropomètrica en el laboratori. A la segona, els subjectes foren dividits en 2 grups: el grup d'homes i el de dones. Al seu torn, cada grup fou dividit aleatòriament en 2. La meitat de cada grup s'avaluà amb la CN-20 m i l'altra meitat amb el T-VAM. A la tercera trobada s'avaluà de forma inversa. El temps de descans entre els tests fou d'una setmana.

Antropometria

Es mesurà el pes corporal, la talla dempeus i 3 plecs cutanis (tricipital, abdominal i panxell). Els mesuraments es dugueren a terme segons les normes de l'*International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK)⁵¹. Per mesurar els plecs cutanis s'utilitzà un plicòmetre Slimgay de la línia Rosscraft. Es calculà l'índex de massa corporal (IMC, kg/m²) dividint el pes corporal del subjecte per l'estatura expressada en metres al quadrat.

Test de la Course Navette

La velocitat inicial del test és de 8,5 km/h, i s'incrementa a raó de 0,5 km/h. La durada de les etapes és d'1 min. El recorregut del test es realitza en una distància de 20 m. La velocitat és imposada per un senyal sonor cada 20 m. La velocitat registrada és l'assolida a l'última etapa completa. No es tingueren en compte les etapes incompletes. Per calcular el VO_{2max} predictiu s'utilitzà la fórmula de Léger: VO_{2max} = (6 · velocitat) - 27,4.

Test de VAM-EVAL

La velocitat inicial del test és de 8,5 km/h, i s'incrementa a raó de 0,5 km/h. La durada de les etapes és d'1 min. El recorregut del test es realitza en una pista de 200 m³¹. La velocitat és imposada per un senyal sonor cada 20 m. La velocitat registrada és l'assolida en l'última etapa completa. No es consideraren les etapes incompletes. Per calcular el VO_{2max} predictiu s'utilitzà la taula de Cazorla i Léger³¹.

Les etapes incompletes no foren tingudes en compte en l'anàlisi. Durant les avaluacions no s'utilitzà cap analitzador de gasos portàtil en cap dels tests administrats.

Anàlisi estadística

Les dades foren analitzades amb el paquet estadístic SPSS v.18.0. S'aplicà estadística descriptiva per al càlcul de la freqüència, mitjana, desviació estàndard, valor màxim i mínim. Per determinar les diferències significatives de les velocitats assolides i altres característiques quantitatives entre el test de la CN-20 m i el T-VAM s'utilitzà la prova *t* per a mostres relacionades. La relació entre les velocitats assolides es calculà emprant el coeficient de correlació de

Taula 2 Comparació entre el test de la Course Navette i el test VAM-EVAL

Variables	CN-20 m Mitjana \pm DE	T-VAM Mitjana \pm DE	p
Homes (n = 46)			
Velocitat (km/h)	12,0 \pm 0,8	14,0 \pm 1,4	0,0001
Distància (m)	1.388,3 \pm 347,7	2.301,3 \pm 677,7	0,0001
Temps (min)	8,0 \pm 1,7	11,9 \pm 2,8	0,0001
VO _{2max} (ml/kg/min)	44,6 \pm 5,0	49,1 \pm 4,9	0,0001
Dones (n = 31)			
Velocitat (km/h)	10,3 \pm 0,6	11,6 \pm 1,0	0,0001
Distància (m)	725,8 \pm 228,2	1.242,6 \pm 402,2	0,0001
Temps (min)	4,5 \pm 1,3	7,1 \pm 2,0	0,0001
VO _{2max} (ml/kg/min)	34,1 \pm 3,8	40,7 \pm 2,0	0,0001

Pearson. En tots els casos s'acceptà un nivell alfa $p < 0,05$. S'utilitzà l'anàlisi de regressió lineal per confeccionar la taula de predicció de la VAMp d'homes i dones, per separat.

Resultats

La mostra que participà en aquesta recerca estava formada per estudiants d'educació física de segon i quart curs. Les característiques generals es descriuen a la taula 1.

A la taula 2 s'observen les característiques i les diferències obtingudes entre la CN-20 m i el T-VAM en ambdós sexes. El rang de velocitats assolit en la CN-20 m fou, en el grup d'homes, entre 10,5 i 14 km/h, i en el grup de dones, entre 9,0 i 11,5 km/h. El rang de velocitats assolit en el T-VAM fou, en el grup d'homes, entre 11,5 i 17 km/h, i en el grup de dones, entre 10,0 i 14,0 km/h.

En el grup d'homes els valors foren sempre superiors en el T-VAM respecte a la CN-20 m. La velocitat fou més elevada en un 16,6%, equivalent a 2,0 km/h. Recorregueren una distància major en un 65,7%, equivalent a 913,0 m de mitjana, i estigueren més temps en un 49,3%, equivalent a 3,9 min de mitjana. El VO_{2max} predictiu fou superior en un 10,1%, equivalent a 4,5 ml/kg/min. Les correlacions trobades entre la CN-20 m i el T-VAM foren: velocitat (km/h), $r = 0,87$; distància (metres), $r = 0,86$; VO_{2max} predictiu (ml/kg/min), $r = 0,87$, i temps de durada del test (minuts), $r = 0,84$.

En el grup de dones s'aprecià la mateixa tendència. La velocitat fou més elevada en un 12,6%, equivalent a 1,3 km/h. Recorregueren una distància major, un 71,2%, equivalent a 516,7 m de mitjana, i trigaren més, un 59,6%, equivalent a 2,7 min de mitjana. El VO_{2max} predictiu fou superior en un 18,9%, equivalent a 6,5 ml/kg/min. Les correlacions trobades entre la CN-20 m i el T-VAM foren: velocitat (km/h), $r = 0,77$; distància (metres), $r = 0,78$; VO_{2max} predictiu (ml/kg/min), $r = 0,77$, i temps de durada del test (minuts), $r = 0,78$.

A més, la diferència de velocitats entre els tests fou significativament major en els homes en comparació amb les dones ($p < 0,0001$).

La relació entre les velocitats assolides en ambdós tests es pot observar a la figura 1A (homes) i a la figura 1B (dones). Cada cercle representa entre 1 i 4 subjectes. Aquest model de regressió, que tingué una predicció del 76% ($R^2 = 0,76$), mostrà que quan en el test de la CN-20 m

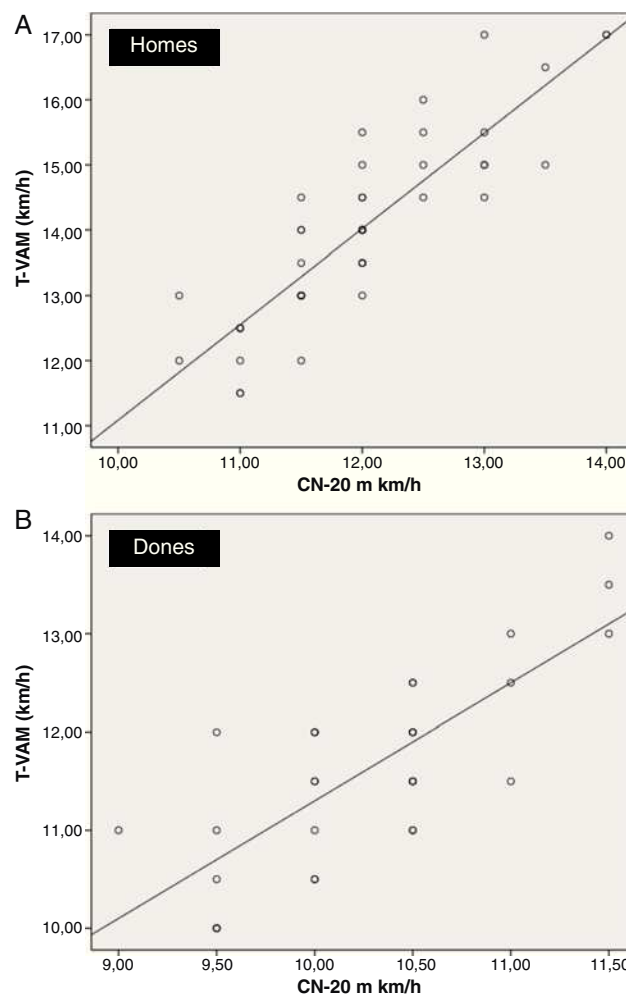


Figura 1 Relació assolida entre la CN-20 m i el T-VAM. A) homes; B) dones.

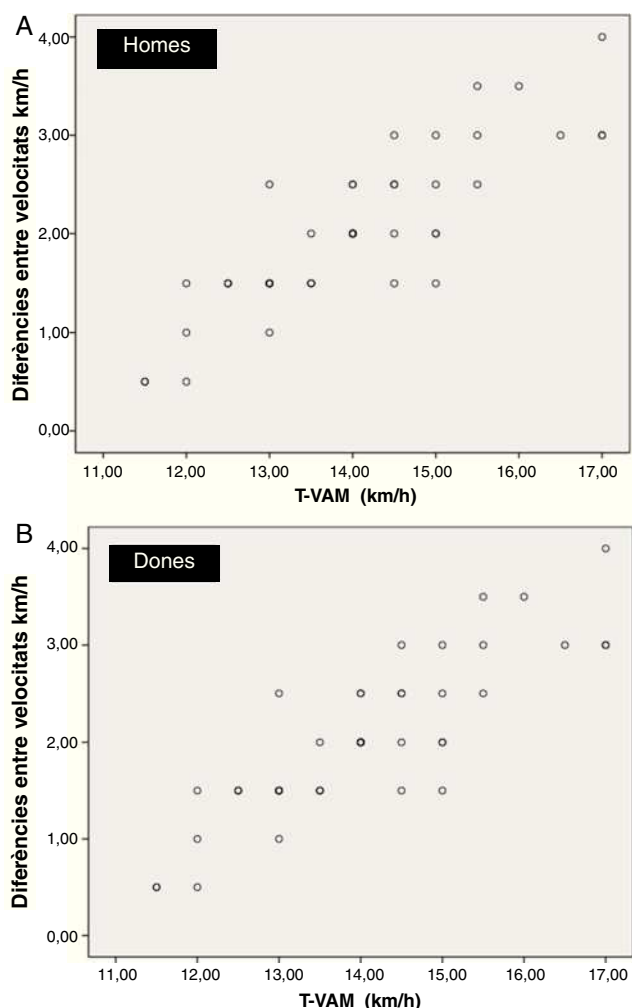


Figura 2 Tendència entre ambdós tests. A) homes; B) dones.

els subjectes homes incrementen la velocitat en 1 km/h s'estima que podien assolir de mitjana velocitats 1,5 km/h superiors en el test de T-VAM, i es pot afirmar amb un 95% de seguretat que el veritable increment podria estar entre 1,21 i 1,72 km/h ($p = 0,0001$).

En el cas de les dones, el model de regressió tingué una predicció del 60% ($R^2 = 0,60$); quan en el test de la CN-20 m incrementen la velocitat 1 km/h, s'estima que de mitjana podien assolir velocitats 1,2 km/h superiors en el test de T-VAM, i es pot afirmar amb un 95% de seguretat que el veritable increment podria estar entre 0,83 i 1,58 km/h ($p = 0,0001$).

A les figures 2A i B s'aprecia la tendència següent: a mesura que augmenta la velocitat assolida en el T-VAM, també s'incrementen les diferències de les velocitats finals assolides en tots 2 tests, tot i que cal dir que les diferències de velocitats són menors en les dones que en els homes.

Discussió

Després de realitzar una extensa revisió bibliogràfica a través de Pubmed, Medline SportDiscus, Scopus, i també haver

sol·licitat la col·laboració d'autors estrangers per correu electrònic, podem afirmar que, pel que podem saber, aquest és el primer treball de recerca a nivell mundial que inclou dones en la comparació entre la CN-20 m i el T-VAM. El nostre treball és el primer estudi que comprovà que les dones assolien velocitats significativament superiors, perquè els altres estudis només utilitzaren homes. Al mateix temps, és el primer treball d'investigació del nostre país en què es comparen les velocitats assolides en ambdós tests. Aquest fet és rellevant, donat que obre una nova porta i invita altres entrenadors a investigar sobre aquesta temàtica.

En aquest estudi els homes assoliren una velocitat significativament més elevada en el T-VAM respecte a la CN-20 m. Això coincideix amb els resultats d'altres treballs d'investigació (taula 3). Ahmadi et al.⁴⁵ utilitzaren únicament homes, i trobaren una diferència del 18,0% major respecte a la CN-20 m. Cal destacar que el treball d'aquests autors és l'únic treball de recerca que es localitzà publicat amb el T-VAM.

Els treballs de Flouris et al.^{42,46-47} no utilitzaren el T-VAM, però empraren el mateix àudio i protocol (1 min \times 0,5 km/h) i modificaren el recorregut de la CN-20 m per adaptar-lo a un quadrat de 20 \times 20 m denominat *Shuttle Square Test*. En tots els treballs de Flouris et al.^{42,46-47} sempre es trobaren velocitats superiors en el *Shuttle Squared Test* respecte a la CN-20 m. En l'estudi de Flouris et al.⁴² s'utilitzà una mostra de 50 subjectes masculins dividits en 2 grups. En el grup 1 ($n = 40$) es trobà una diferència més gran del 17,8% amb el *Shuttle Squared Test* respecte a la CN-20 m, i en el grup 2 ($n = 10$) es trobà una diferència major del 9,7% amb el *Shuttle Squared Test* respecte a la CN-20 m. De manera similar, en una mostra de 40 subjectes masculins Metsios et al.⁴⁶ trobaren una diferència major del 17,0% amb el *Shuttle Squared Test*. En un estudi més recent, Metsios et al.⁴⁷, en una mostra de 74 subjectes masculins, trobaren una diferència major del 16,2% amb el *Shuttle Squared Test* respecte al CN-20 m. Podem observar que les diferències percentuals entre les velocitats de l'estudi d'Ahmadi et al.⁴⁵ foren similars a les trobades en el grup d'homes del nostre estudi. Cal precisar que en els treballs de Flouris et al.^{42,46-47}, tot i que no utilitzaren el T-VAM, les diferències percentuals entre les velocitats trobades amb el *Shuttle Square Test* són similars a les trobades en el nostre treball.

Cap treball de recerca no ha pogut trobar que la velocitat final de la CN-20 m sigui major que el T-VAM en homes. Altres autors, que han utilitzat el mateix protocol, tampoc no han pogut trobar que la velocitat final de la CN-20 m sigui major si es modifica el recorregut, encara que només sigui un quadrat. Per tant, les nostres dades coincideixen amb els treballs d'investigació esmentats, i es posa de manifest que el fet de frenar i arrancar influeix considerablement en la velocitat final assolida.

El nostre darrer punt de discussió té a veure amb la taula proposada per Cazorla i Léger³¹. Com es pot veure a la figura 3, les dades obtingudes en el nostre treball a partir de l'equació de regressió lineal són afins. Per aquest motiu, creiem que la mostra de Cazorla i Léger³¹ presenta característiques similars a la dels subjectes d'aquest estudi.

Per predir la velocitat del T-VAM mitjançant la CN-20 m s'utilitzà la següent equació de regressió:

Taula 3 Diferències de les velocitats assolides entre el test de la Course Navette versus altres tests de protocol igual (1 min × 0,5 km/h)

Autor (any)	Mostra	Sexe	Test utilitzat	Protocol	Velocitat (km/h)	Diferència %	km/h
Ahmaidi et al. (1992) ⁴⁵	n = 12		Course Navette Test VAM-EVAL	1 min × 0,5 km/h	13,3 ± 02	+ 18,0	2,4
Flouris et al. (2004) ⁴²	n = 40		Course Navette Shuttle Square	1 min × 0,5 km/h	15,7 ± 03		
			Course Navette Shuttle Square	1 min × 0,5 km/h	12,3 ± 0,1	+ 17,8	2,2
Metsios et al. (2006) ⁴⁶	n = 40	Home	Course Navette	1 min × 0,5 km/h	14,5 ± 1,3		
			Shuttle Square	1 min × 0,5 km/h	13,4 ± 0,7	+ 9,7	1,3
Metsios et al. (2008) ⁴⁷	n = 74	Home	Course Navette	1 min × 0,5 km/h	14,7 ± 1,4		
			Shuttle Square	1 min × 0,5 km/h	12,7 ± 0,7	+ 17,0	2,2
Estudi present	n = 46	Home	Course Navette	1 min × 0,5 km/h	14,9 ± 1,1		
			Test VAM-EVAL	1 min × 0,5 km/h	12,9 ± 0,4	+ 16,2	2,1
	n = 31	Dona	Course Navette	1 min × 0,5 km/h	15,0 ± 0,7		
			Test VAM-EVAL	1 min × 0,5 km/h	12,0 ± 0,8	+ 16,6	2,0
			Course Navette	1 min × 0,5 km/h	14,0 ± 1,4		
			Test VAM-EVAL	1 min × 0,5 km/h	10,3 ± 0,6	+ 12,6	1,3
			Course Navette	1 min × 0,5 km/h	11,6 ± 1,0		
			Test VAM-EVAL	1 min × 0,5 km/h			

Homes				Homes				Dones			
Cazorla G. & Leger L. 1993				García G. & Secchi J. 2011				García G. & Secchi J. 2011			
CN-20	VAMp	CN-20	VAMp	CN-20	VAMp	CN-20	VAMp	CN-20	VAMp	CN-20	VAMp
8,5	8,8	13,5	16,3	8,5	8,9	13,5	16,2	8,5	9,5	13,5	15,5
9	9,5	14	17,0	9	9,6	14	17,0	9	10,1	14	16,1
9,5	10,3	14,5	17,8	9,5	10,3	14,5	17,7	9,5	10,7	14,5	16,7
10	11,0	15	18,5	10	11,1	15	18,4	10	11,3	15	17,3
10,5	11,8	15,5	19,3	10,5	11,8	15,5	19,2	10,5	11,9	15,5	17,9
11	12,5	16	20,0	11	12,6	16	19,9	11	12,5	16	18,5
11,5	13,3	16,5	20,8	11,5	13,3	16,5	20,6	11,5	13,1	16,5	19,1
12	14,0	17	21,5	12	14,0	17	21,4	12	13,7	17	19,7
12,5	14,8	17,5	22,3	12,5	14,8	17,5	22,1	12,5	14,3	17,5	20,3
13	15,5	18	23,0	13	15,5	18	22,8	13	14,9	18	20,9

Figura 1 Comparació de la taula de correcció de Cazorla i Léger amb el present treball en ambdós sexes. CN-20: Course Navette de 20 m. VAMp: velocitat final assolida del test de VAM-EVAL.

$$\text{Homes} = (1,468 \cdot V_{\max}) - 3,597$$

(V_{\max} : última etapa completa de la CN-20 m)

$$\text{Dones} = (1,2 \cdot V_{\max}) - 0,7$$

(V_{\max} : última etapa completa de la CN-20 m)

Conclusió

Ambdós sexes assoliren velocitats significativament superiors en el T-VAM en comparació amb la CN 20 m. A més, és el primer estudi publicat que desenvolupà 2 taules de correcció per predir la VAM a partir de la CN-20 m en homes i

dones. Dites taules poden ser de gran utilitat per als entrenadors que vulguin administrar càrregues d'entrenament. La taula de correcció dels homes en aquest estudi fou similar a la publicada per Cazorla i Léger³¹.

Aplicacions pràctiques

El T-VAM pot aplicar-se per predir la VAM en el camp. Si no es disposa de l'espai suficient es recomana utilitzar la CN-20 m i aplicar la taula de correcció, sempre que la població que s'hagi de mesurar tingui les mateixes característiques que les d'aquest treball d'investigació.

Orientacions per als estudis futurs

Es recomana replicar aquest treball de recerca però utilitzant un analitzador de gasos portàtil en el camp. Això és de gran importància, degut a què no sempre la última etapa coincideix amb el VO_{2max} , i en conseqüència amb la VAM⁵²⁻⁵⁴. A més, seria interessant poder ampliar aquesta recerca amb altres poblacions, com nens, adolescents i esportistes.

Conflicte d'interessos

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

Agraïments

A Luc Léger per respondre a les nostres inquietuds, pel material enviat, en especial els treballs d'investigació de les revistes franceses, i per la seva col·laboració en contactar amb G. Cazorla i F. Brue.

A Georges Cazorla per la seva col·laboració i pels manuscrits originals del Test VAM-EVAL, i pels articles publicats en francès.

A François Brue per la seva col·laboració en els manuscrits originals del Test UMTT-Brue i pels articles publicats en la revista francesa d'atletisme.

Al Prof. Jorge Flores Quiroga, President de la Fundació Social y Educativa (FuSEdu), per la col·laboració incondicional durant les avaluacions i per la cessió dels espais d'avaluació.

A la llicenciada Daniela Escudero, del Centro de Investigación de la Facultad de la Salud, Universidad Adventista del Plata, per la seva ajuda en l'estadística.

Bibliografia

- Lacour JR, Padilla S, Arsac L, Barthelemy J. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1991;62:7-82.
- Berthoin P, Fellmann N, Bedu M, Beaune B, Dabonneville M, Coudert J, et al. A 5-min running field test as a measurement of maximal aerobic velocity. *Eur J Appl Physiol.* 1997;75:233-8.
- Berthoin S, Pelayo P, Linsel-Corbeil G, Robin H, Gerbeaux M. Comparison of maximal aerobic speed as assessed with laboratory and field measurements in moderately trained subjects. *Int J Sports Med.* 1996;17:525-9.
- Berthoin S, Gerbeaux M, Turpin E. Comparison of two field tests to estimate maximum aerobic speed. *J Sports Sci.* 1994;12:355-62.
- Billat V, Hill D, Pinoteau J, Petit B, Koralsztein J. Effect of protocol on determination of velocity at VO_{2max} and on its time to exhaustion. *Arch Physiol Biochem.* 1996;104:313-21.
- Billat V. Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Special recommendations for middle and long distance running. Part 1: Aerobic interval training. *Sports Med.* 2001;31:13-31.
- Bisciotti G. L'incidenza fisiologica dei parametri di durata, intensità e recupero nell'a intermitente. *Rivista Sds.* 2004;60:61:90-6.
- Cazorla G. Tests de terrain pour évaluer la capacité aérobie et la vitesse maximale aérobie. En: Cazorla G, Robert G, editors. *L'évaluation en activité physique et en sport.* Cestas: AREAPS; 1990. p. 151-74.
- Cazorla G, Benezzedine-Boussaidi L, Carré FD. Aptitude aérobie sur le terrain. Pourquoi et comment évaluer l'aérobie. *Medicins du Sport.* 2005;73:13-23.
- Dellal A, Keller D, Carling C, Chaouachi A, Wong del P, Chamari K. Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *J Strength Cond Res.* 2010;24:3219-26.
- Dellal A, Chamari K, Pintus A, Girard O, Cotte T, Keller D. Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: comparative study. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1449-57.
- Dupont G, Blondel N, Linsel G, Berthoin S. Critical velocity and time spent at a high level of VO_2 for short intermittent runs at supramaximal velocities. *Can J Appl Physiol.* 2002;27:103-15.
- Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res.* 2004;18:584-9.
- Dupont G, Moalla W, Guinhouya C, Ahmaidi S, Berthoin S. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:302-8.
- Esfarjani F, Laursen P. Manipulating high-intensity interval training: Effects on VO_{2max} , the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *J Sci Med Sport.* 2007;10:27-35.
- García G. Test de campo para la predicción de la velocidad aeróbica máxima. *Curso de Ciencias Aplicadas al Deporte, el Fútbol y el Entrenamiento Deportivo [14 y 15 de agosto].* Mendoza, Argentina: Fortius Gym. Ciudad; 2009.
- García G. Velocidad aeróbica máxima predictiva del UNCa test versus otros test de campo. 1.ª Jornada de Actualización en Ciencias del Ejercicio. San Luis, Argentina: Ministerio de Educación de San Luis; 2009.
- García G. Evaluación del VO_{2max} y la VAM, en laboratorio y en campo. 1.ª Jornada de Actualización en Ciencias del Ejercicio. Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina: Universidad Adventistas del Plata; 2009.
- Gerbeaux M, Linsel-Corbeil G, Branly G, Dierkens JM, Jacquet A, Lefrenac JF, et al. Estimation de la vitesse maximale aérobie chez les élèves des collèges et lycées. *Science et Motricité.* 1991;13:19-26.
- Gharbi A, Chamari K, Kallel A, Ahmaidi S, Tabka Z, Abdelkarim Z. Lactate kinetics alter intermittent and continuous exercise training. *J Sport Med.* 2008;7:279-85.
- Léger L. Aptitude aérobie – Test de terrain. En: Rochcongar P, Monod H, editors. *Medicine du Sport.* 4a ed. Elsevier-Masson; 2009. p. 51-9.
- Mercier D, Léger L. Prediction of the running performance with the maximal aerobic power. *STAPS.* 1986;14:5-28.
- Millet GP, Candau R, Fattori P, Bignet F, Varray A. VO_2 responses to different intermittent runs at velocity associated with VO_{2max} . *Can J Appl Physiol.* 2003a;28:410-23.
- Millet GP, Libicz S, Borrani F, Fattori P, Bignet F, Candau R. Effects of increased intensity of intermittent training in runners with differing VO_2 kinetics. *Eur J Appl Physiol.* 2003b;90:50-7.
- Smith T. Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O_2 uptake and the time for which this can be maintained. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89:337-43.
- Thevenet D, Tardieu M, Zouhal H, Jacob C, Abderrahman E, Prioux J. Influence of exercise intensity on time spent at high percentage of maximal oxygen uptake during an intermittent session in young endurance-trained athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2007;102:19-26.

27. Thevenet D, Leclair E, Tardieu-Berger M, Berthoin S, Regueme S, Prioux J. Influence of recovery intensity on time spent at maximal oxygen uptake during an intermittent session in young, endurance-trained athletes. *J Sport Sci.* 2008;104:1-9.
28. Vuorimma T. Comparison of physiological strain and muscular performance of athletes during two intermittent running exercise at the velocity associated with VO_{2max} . *Int J Sports Med.* 2000;21:96-101.
29. Léger L, Boucher R. An indirect continuous running multistage field test: The University de Montréal Track Test. *Can J Sport Sci.* 1980;5:77-84.
30. Brue F. Une variante du test de piste progressif et maximal de Léger et Boucher, pour la précise et facile de la vitesse maximale aérobie. Fédération Française d'Athlétisme. 1985:25-30.
31. Cazorla G, Léger L. Comment évaluer et développer vos capacités aérobies, Epreuves de course navette et épreuve Vam-éval. Editorial AREAPS; 1993.
32. García G, Antonio J. Relación entre la velocidad aeróbica máxima de laboratorio y la de campo. Tesis de Grado. Licenciatura en Educación Física. Catamarca, Argentina: Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca; 2008.
33. Olds T, Tomkinson G, Léger L, Cazorla G. Worldwide variation in the performance of children and adolescents: an analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries. *J Sports Sci.* 2006;24:1025-38.
34. Tomkinson GR, Léger LA, Olds TS, Cazorla G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20 m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med.* 2003;33:285-300.
35. Léger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y. Capacité aérobie des Québécois de 6 a 17 ans –Test navette de 20 mètres avec paliers de 1 minute. *Can J Appl Sport Sci.* 1984;9:64-9.
36. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6:93-101.
37. Léger L, Gadoury C. Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO_{2max} in adults. *Can J Sport Sci.* 1989;14:21-6.
38. López-Chicharro J, Vaquero F. Fisiología del ejercicio. Capítulo 24. 3a ed. Buenos Aires, Madrid: Editorial Panamericana; 2006, p. 409.
39. Léger L, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_{2max} . *Eur J Appl Physiol.* 1982;49:1-12.
40. Palicska VJ, Nichols AK, Boreham CAG. A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults. *Brit J Sports Med.* 1987;21:338-42.
41. Aziz AR, Chia MY, Teh KC. Measured maximal oxygen uptake in a multi stage shuttle test and treadmill run test in training athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45:306-14.
42. Flouris AD, Koutedakis Y, Nevill A, Metsios GS, Tsiotra G, Parasiris Y. Enhancing specificity in proxy-design for the assessment of bioenergetics. *J Sci Med Sport.* 2004;7:197-204.
43. Ruiz JR, Ramirez-Lechuga J, Ortega FB, Castro-Piñero J, Benitez JM, Arauzo-Azofra A, et al. Artificial neural network-based equation for estimating VO_{2max} from the 20 m shuttle run test in adolescents. *Artif Intell Med.* 2008;44:233-45.
44. Ahmaidi S, Collomp K, Caillaud C, Prefaut C. Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. *Int J Sports Med.* 1992;13:243-8.
45. Ahmaidi S, Collomp K, Prefaut C. The effect of shuttle test protocol and the resulting lactacidaemia on maximal velocity and maximal oxygen uptake during the shuttle exercise test. *Eur J Appl Physiol.* 1992;65:475-9.
46. Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y, Theodorakis Y. The effect of performance feedback on cardiorespiratory fitness field tests. *J Sci Med Sport.* 2006;9:263-6.
47. Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y, Nevill A. Criterion related validity and test-retest reliability of the 20 m squared shuttle test. *J Sci Med Sport.* 2008.
48. Chaouachi M, Chaouachi A, Chamari K, Chtara M, Feki Y, Amri M, et al. Effects of dominant somatotype on aerobic capacity trainability. *Br J Sports Med.* 2005;39:954-9.
49. Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Chaouachi A, Koubaa D, Feki Y, et al. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br J Sports Med.* 2005;39:555-60.
50. Chtara M, Chaouachi A, Levin GT, Chaouachi M, Chamari K, Amri M, et al. Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *Strength Cond Res.* 2008;22:1037-45.
51. International Standards for Anthropometric Assessment (2001). International society for the advancement of kinanthropometry (ISAK). Adelaide, Australia: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
52. Bassett DR, Howley ET. Maximal oxygen uptake: Classical versus contemporary viewpoints. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29:591-603.
53. Howley ET, Bassett DR, Welch HG. Criteria for maximal oxygen uptake: Review and commentary. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:1292-301.
54. Taylor HL, Buskirk E, Henschel A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol.* 1955;8:73-80.