

Comparación del consumo máximo de oxígeno predictivo utilizando diferentes test de campo incrementales: UMTT, VAM-EVAL y 20m-SRT

Gastón C. García^{1,2}, Jeremías D. Secchi^{3,4}, Darío F. Cappa⁵

¹Instituto Superior de Formación Docente, Mercedes Tomasa de San Martín de Balcarce 9-003. San Rafael, Mendoza. Argentina.

²San Jorge Rugby Club. San Rafael, Mendoza, Argentina.

³Universidad Adventista del Plata, Profesorado de Educación Física. Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina.

⁴Departamento de Deportes. Municipalidad de Libertador San Martín, Entre Ríos, Argentina.

⁵Universidad Nacional de Catamarca, Facultad Ciencias de la Salud. Catamarca, Argentina.

Recibido: 17.10.2012

Aceptado: 13.02.2013

Resumen

Introducción: El principal objetivo de nuestro estudio fue establecer comparaciones en la predicción del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) en 3 test de campo; Test de Pista de la Universidad de Montreal (UMTT), Test VAM-EVAL y el Test Course Navette de 20 metros (20m-SRT). El objetivo secundario fue comparar las velocidades finales alcanzadas, las distancias recorridas y la duración entre los test.

Material y métodos: 41 sujetos (24 hombres y 17 mujeres), estudiantes de educación física participaron voluntariamente. Fueron evaluados en 4 ocasiones, en primer lugar se realizó la evaluación antropométrica en laboratorio. En las siguientes tres oportunidades fueron evaluados aleatoriamente en campo con el UMTT, VAM-EVAL y 20m-SRT. Las diferencias y relaciones entre el VO_{2max} predictivo y otras características cuantitativas entre los test fueron analizadas aplicando ANOVA a 1 factor y el coeficiente de correlación de Pearson respectivamente.

Resultados: En ambos grupos no se observaron diferencias en el VO_{2max} predictivo entre el VAM-EVAL y el UMTT, siendo para el grupo de los hombres $48,5 \pm 4,7$ versus $49,1 \pm 4,6$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ($p < 0,05$), y para las mujeres $41,8 \pm 3,4$ versus $42,3 \pm 3,2$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. El VO_{2max} predictivo del 20m-SRT, fue inferior significativamente con respecto a los otros test, siendo para los hombres $43,8 \pm 5,3$ y para las mujeres $34,2 \pm 4,5$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ($p < 0,05$).

Conclusión: En estudiantes de educación física el VO_{2max} predictivo obtenido desde el 20m-SRT fue inferior significativamente con respecto al UMTT y al VAM-EVAL, en ambos sexos. No se encontraron diferencia estadísticamente significativas en el VO_{2max} predictivo entre el UMTT y el VAM-EVAL. En ambos sexos, se observó una tendencia en alcanzar mayores velocidades en el VAM-EVAL.

Palabras clave:

VO_{2max} . VAM. Test UMTT.
Test VAM-EVAL.
Test 20m-SRT.
Course Navette.
Test de campo.

Comparison of the maximal oxygen uptake predictive using different incremental field test: UMTT, VAM-EVAL and 20m-SRT

Summary

Introduction: The main objective of our study was to establish comparisons in the prediction of the maximum consumption of oxygen (VO_{2max}) in 3 field test; Universite de Montreal Track Test (UMTT), VAM-EVAL test and the 20m Shuttle Run Test (20m-SRT). As secondary objective it was to compare the speeds, the running distances and the duration among the test.

Material and methods: 41 individuals (24 men and 17 women), students of physical education participated voluntarily. They were evaluated in 4 occasions; in the first place he was carried out the evaluation anthropometric in laboratory. In the following three opportunities they were evaluated aleatorily in field with the UMTT, VAM-EVAL and 20m-SRT. The differences and relationships between the VO_{2max} predictive and other quantitative characteristics among the test were analyzed applying ANOVA respectively to 1 factor and the coefficient of correlation of Pearson.

Results: In both groups differences were not observed in the VO_{2max} predictive between the VAM-EVAL and the UMTT, being for the group of the men $48,5 \pm 4,7$ versus $49,1 \pm 4,6$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ($p < 0,05$), and for the women $41,8 \pm 3,4$ versus $42,3 \pm 3,2$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. The VO_{2max} predictive the 20m-SRT, was inferior significantly with regard to the other test, being for the men $43,8 \pm 5,3$ and for the women $34,2 \pm 4,5$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ($p < 0,05$).

Conclusion: In students of physical education the VO_{2max} predictive obtained from the 20m-SRT was inferior significantly with regard to the UMTT and to the VAM-EVAL, in both sexes. They were not difference statistically significant in the VO_{2max} predictive between the UMTT and the VAM-EVAL. In both sexes, one observes a tendency to reach high speeds in the VAM-EVAL.

Key words:

VO_{2max} . VAM. UMTT.
Test VAM-EVAL.
20m-SRT.
Course Navette.
Field Test.

Correspondencia: Gastón C. García
E-mail: garciagaston@yahoo.com.ar

Introducción

El sistema cardiorrespiratorio ha sido uno de los componentes de la aptitud física más estudiado por los profesionales de las ciencias del ejercicio, desde 1920 hasta la actualidad¹⁻⁷. Esto se debe a su relación con la salud, el rendimiento deportivo y la condición física, independientemente de la edad y el sexo. Hill y su equipo de trabajo fueron pioneros en 1923, dentro de la investigación cardiorrespiratoria, aportando el concepto de consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) y criterios para determinarlo^{1,2}. Se entiende por VO_{2max} la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir, por unidad de tiempo⁸. El VO_{2max} alcanzado en un test progresivo y máximo es considerado la "herramienta de oro" (*Gold Method*) para medir el sistema cardiorrespiratorio³. El VO_{2max} puede ser monitoreado tanto en el laboratorio como en campo, debido a que existen analizadores de gases portátiles. Hay estudios que indican que los valores de VO_{2max} medidos en la cinta, no varían significativamente en relación con los obtenidos de forma directa en el campo^{9,10}. Sin embargo, no todos los clubes o centros deportivos disponen de esta tecnología, que resulta costosa en equipamiento, requiere personal capacitado y consume mucho tiempo^{11,12}. Por esta razón, los entrenadores y preparadores físicos utilizan un test de campo predictivo del VO_{2max} debido a su fácil aplicación, bajo costo y que a su vez se pueden medir varios sujetos al mismo tiempo^{11,12}. El primer autor, en realizar ensayos con el objetivo de crear un test predictivo del VO_{2max} en campo fue Balke 1954. Entre las décadas del 50 y 60 realizó ensayos en la cinta, con tiempos de 1, 5, 12, 20 y 30 minutos¹³. A raíz de estos ensayos confeccionó el Test de 15 minutos¹³. Este se caracteriza por ser un test continuo y máximo hasta la fatiga (CM). Posterior a la publicación del test de 15 minutos, otros test de campo CM fueron desarrollados. Algunos ejemplos de ellos son el test de 12 minutos¹⁴, el test 1,5 milla¹⁵, el test de 1 milla¹⁶, el test de 5 minutos¹⁷ y el test de 1000 metros¹⁸. Por otro lado Leger y Bouchard en 1980, fueron los primeros en desarrollar un test audible, con etapas crecientes, similar a los utilizados en el laboratorio¹⁹. El primer test desarrollado con estas características se denominó *Universite Montreal Track Test* (UMTT). Este se caracteriza por ser un test incremental continuo y máximo hasta la fatiga (ICM). Originalmente se iniciaba a 6,0 $km \cdot h^{-1}$ y se incrementaba 1,2 $km \cdot h^{-1}$ aproximadamente (1 MET) cada 2 minutos. Sin embargo esta versión fue modificada posteriormente por el mismo autor. La versión actual, inicia a 8,0 $km \cdot h^{-1}$ y la velocidad se incrementa 1,0 $km \cdot h^{-1}$ cada 2 minutos. En la bibliografía el UMTT es recomendado como uno de los mejores test predictivo del VO_{2max} en campo, debido a su bajo error estandar de estimación; $EE: 2,8 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ¹⁹ y su alta correlación con el VO_{2max} medido; Berthoin *et al.* 1994; $r = 0,92$ ¹¹, Leger y Bouchard 1980; $r = 0,96$ ¹⁹, Ahmaidi *et al.* 1992-a; $r = 0,83$ ²⁰, Berthoin *et al.* 1996; $r = 0,96$ ²¹. Leger y Lambert 1982, confeccionaron un segundo test audible, aplicable en un espacio reducido, tomando como referencia al UMTT. El test se denominó "*Test Course Navette*" en idioma francés, aunque es más conocido con su nombre en inglés *20m Shuttle Run Test*" (20m-SRT)^{22,23}. Este fue el primer test audible aplicable a niños a partir de los 8 años de edad hasta la adultez²²⁻²⁵. Esto es de gran importancia, ya que el mismo test puede ser utilizado para estudios longitudinales. Por este motivo 20m-SRT es el test más aplicado en la investigación

pediátrica para evaluar el componente cardiorrespiratorio²⁶⁻²⁷. Las Baterías de evaluación escolar como la FITNESSGRAM, EUROFIT Y ALPHA entre otras, incorporaron al 20m-SRT para la valoración del componente cardiorrespiratorio²⁸⁻³⁰. Posterior a la publicación del UMTT y 20m-SRT, otros autores confeccionaron otros test campos audibles tomando como referencia estos dos test. Ejemplos de ellos son, *Test UMTT-Brue*³¹, *Test de Bordeaux II*³², Test VAM-EVAL³³, *Interval Shuttle Run Test* (ISRT)³⁴, *Shuttle Square Test* 20 metros³⁵, UNCa test³⁶, *30*15 Intermittent Fitness test* (30-15_{IFT})³⁷, *Shuttle Square Test* 15 metros³⁸.

Como se puede apreciar existe una gran variedad de test, con similares características, y con un mismo objetivo. A raíz de esto, varios autores han observado si el valor predictivo es semejante entre los test, cuando es aplicado a un mismo sujeto. La mayoría de las investigaciones han empleado como referencia para la comparación a los test UMTT y 20m-SRT³⁹⁻⁴⁶. Algunos ejemplos son los siguientes trabajos; 20m-SRT versus 12 minutos^{39,40}, 20m-SRT versus 1.5 milla^{41,42}, 20m-SRT versus VAM-EVAL^{12,43}, 20m-SRT versus *Shuttle Squared Test*^{35,44,45}, 20m-SRT versus UMTT^{11,20,21,46,47}, 20m-SRT versus 30x15_{IFT}³⁷, UMTT versus 30x15_{IFT}³⁷, 20m-SRT versus 15-m *Shuttles Squared Test*³⁸.

Sin embargo por diferentes motivos no es común encontrar trabajos de investigación en donde se comparen más de dos test de campo de carrera, con las mismas características.

El presente trabajo tiene como objetivo comparar el VO_{2max} predictivo en estudiantes de educación física, de ambos sexos, en un mismo momento, utilizando tres test; UMTT, 20m-SRT y VAM-EVAL. El objetivo secundario fue comparar las velocidades finales alcanzadas, las distancias recorridas y la duración entre los test.

Material y métodos

Sujetos

La muestra que participó en esta investigación, estuvo conformada por 41 estudiantes de educación física de ambos sexos (24 hombres y 17 mujeres), que cursaban de 2º a 4º año, con una edad promedio de 24,4 ± 6,2 años. En la Tabla 1 se describen las características de ambos grupos.

Diseño de estudio

El estudio fue realizado en las instalaciones de la Fundación Social y Educativa de la ciudad de San Luis, Argentina. Antes de aceptar la participación, los sujetos fueron informados de forma verbal y por escrito acerca de los procedimientos, las evaluaciones, los beneficios y riesgos de participar en la investigación. Todas las evaluaciones fueron tomadas en horario de la mañana entre las 09.00 y 11.00 hs con dos horas de ayuno. En todas las evaluaciones, los sujetos utilizaron la misma vestimenta, incluyendo el calzado. Las evaluaciones de campo, fueron llevadas a cabo sobre terreno de pasto. La temperatura siempre fue de 20±1°C y una humedad relativa de 55±5%. Los sujetos no realizaron ejercicio físico intenso 48 horas previas a las evaluaciones. Estos fueron evaluados en 4 ocasiones. En la 1ª evaluación, se realizaron mediciones antropométricas. De la 2ª a la 4ª evaluación, fueron realizados los test de campo de forma aleatoria. Para las evaluaciones en campo, se utilizó un grabador de audio y conos.

Evaluaciones

Antropometría: Se midió el peso corporal con una balanza portátil marca Aspen y la estatura con un estadiómetro de pared. Las mediciones fueron llevadas a cabo, según las normas de la ISAK (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría)⁴⁸. Se calculó Índice de Masa Corporal (IMC kg/m²) dividiendo el peso corporal del sujeto por su estatura expresada en metros al cuadrado.

Test Course Navette (20m-SRT): La velocidad inicial del test es de 8,5 km·h⁻¹, y la velocidad se incrementa cada 1 minuto. El recorrido del test se desarrolla en una distancia de 20 metros, yendo y volviendo en forma lineal (Shuttle). La velocidad es impuesta por una señal sonora. El test finaliza cuando el sujeto se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea al sonido del "beep". Los sujetos fueron alentados verbalmente para realizar el máximo esfuerzo. La velocidad registrada, es aquella alcanzada en la última etapa completa. No se consideraron las etapas incompletas. Para el cálculo del VO_{2máx} predictivo, se utilizó la fórmula desarrollada por Leger y Gadoury aplicable en adultos²⁵.

$$VO_{2máx} = (6 \cdot V) - 27,4.$$

V: velocidad final alcanzada de la última etapa completa, en km·h⁻¹.

Test UMTT: El recorrido del test, se realizó en una pista de 200 metros. La velocidad inicial del test es de 8 km·h⁻¹, y se incrementa a razón de 1 km·h⁻¹ cada 2 minutos. La velocidad es impuesta por una señal sonora. Cada 20 metros hay ubicados conos, para que el sujeto regule la carrera con la señal audible. El test finaliza cuando el sujeto se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar la zona delimitada del sonido del "beep". Los sujetos fueron alentados verbalmente para realizar el máximo esfuerzo. La velocidad registrada, es aquella alcanzada en la última etapa completa. No se consideraron las etapas incompletas. Para el cálculo del VO_{2máx} predictivo, se utilizó la fórmula desarrollada por Leger y Mercier⁴⁹.

$$VO_{2máx} = 3,5 \cdot V.$$

V: velocidad final alcanzada de la última etapa completa, en km·h⁻¹.

Test VAM-EVAL: El recorrido del test, se realiza en una pista de 200 metros. La velocidad es impuesta por una señal sonora. La velocidad inicial del test es de 8,5 km·h⁻¹, y se incrementa a razón de 0,5 km·h⁻¹ cada 1 minuto. Cada 20 metros hay ubicados conos, para que el sujeto regule la carrera con la señal audible. El test finaliza cuando el sujeto se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar la zona delimitada del sonido del "beep". La velocidad registrada, es aquella alcanzada en la última etapa completa. No se consideraron las etapas incompletas. Para el cálculo del VO_{2máx} predictivo, se utilizó la fórmula desarrollada por Leger y Mercier^{33,49}.

$$VO_{2máx} = 3,5 \cdot V.$$

V: velocidad final alcanzada de la última etapa completa, en km·h⁻¹.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico (SPSS) 18.0. Se utilizó estadística descriptiva para determinar las características generales de las variables. Para determinar las diferencias significativas en el VO_{2máx} predictivo y otras características entre los test se utilizó ANOVA de un factor y análisis *post hoc* Scheffé. La relación entre las velocidades

alcanzadas y otras características de ambos test fueron calculadas usando el coeficiente de correlación de Pearson. Las diferencias y relaciones estadísticamente significativas fueron consideradas con una $p < 0,05$.

Resultados

Las características generales de la muestra empleada, se pueden observar en la Tabla 1. Solamente se encontraron diferencias significativas en la talla y el peso corporal, entre los sexos.

En la Tabla 2 se pueden observar las variables obtenidas de los test UMTT, VAM-EVAL y 20m-SRT, separados por grupos. En el grupo de los hombres, el rango de velocidades alcanzadas fue: entre 12,0 y 17,0

Tabla 1. Características de los sujetos. Se expresan los valores medios y desviaciones típicas (Media ± DE).

| | Edad (años) | Talla (cm) | Peso (kg) | IMC (kg/m ²) |
|-----------------|-------------|------------|--------------|--------------------------|
| Todos (n= 41) | 24,4 ± 6,2 | 170 ± 10 | 71,2 ± 10,4 | 24,4 ± 2,6 |
| Hombres (n= 24) | 25,4 ± 7,3 | 176 ± 10 | 78,5 ± 8,6 | 25,3 ± 2,3 |
| Mujeres (n= 17) | 23,0 ± 3,9 | 165 ± 10* | 63,9 ± 6,3 * | 23,5 ± 2,5 |

IMC: índice de masa corporal.

* $p < 0,05$ diferencia significativa con respecto al grupo de los hombres.

km·h⁻¹ para el UMTT, entre 12,0 y 17,0 km·h⁻¹ para el VAM-EVAL y entre 10,5 y 14,0 km·h⁻¹ para 20m-SRT. En el grupo de las mujeres, el rango de velocidades alcanzadas fue: entre 10,0 y 13,0 km·h⁻¹ para el UMTT, entre 10,5 y 14,0 km·h⁻¹ para el VAM-EVAL y entre 9,0 y 11,5 km·h⁻¹ para 20m-SRT. Los valores predictivos del VO_{2máx} a través del UMTT, fueron de un rango de 42,3 y 61,8 ml·kg⁻¹·min⁻¹ para el grupo de los hombres, y un rango 37,6 a 47,7 ml·kg⁻¹·min⁻¹ para el grupo de las mujeres. Para los valores predictivos del VO_{2máx} a través del VAM-EVAL, se observó un rango de 42,0 y 59,5 ml·kg⁻¹·min⁻¹ para el grupo de los hombres, y un rango 36,8 a 49,0 ml·kg⁻¹·min⁻¹ para el grupo de las mujeres. En el 20m-SRT el rango del VO_{2máx} predictivo osciló entre 35,6 y 56,6 ml·kg⁻¹·min⁻¹ para el grupo de los hombres, y un rango 26,6 y 41,6 ml·kg⁻¹·min⁻¹ para el grupo de las mujeres.

En el grupo de los hombres, se observaron diferencias estadísticas en el VO_{2máx} predictivo entre el 20m-SRT y el VAM-EVAL 4,64±2,45 ml·kg⁻¹·min⁻¹ (9%) y entre el 20m-SRT y el UMTT 5,31±2,99 ml·kg⁻¹·min⁻¹ (11%). En las VFA se observaron diferencias estadísticas entre el 20m-SRT y el VAM-EVAL 1,98±0,70 km·h⁻¹ (14%), y entre el 20m-SRT y el UMTT 1,58±0,79 km·h⁻¹ (11%). En las distancias recorridas se observaron diferencias estadísticas entre 20m-SRT y el VAM-EVAL 870,0±350,0 metros (38%) y entre el 20m-SRT y el UMTT 890,1±386,7 metros (39%). En la duración de los test, se observaron diferencias estadísticas entre 20m-SRT y el VAM-EVAL de 3,79±1,61 minutos (32%) y entre el 20m-SRT y el UMTT de 3,79±1,61 minutos (32%). No se encontraron diferencias en la distancia recorrida, en la duración del test y en el VO_{2máx} predictivo entre el UMTT y el VAM-EVAL.

En el grupo de las mujeres, se observaron diferencias estadísticas

Tabla 2. Descripción de las variables medidas en los test de campo. Se expresan los valores medios y desviaciones típicas (Media ± DE).

| Test de Campo | Todos (n=41) | Hombres (n=24) | Mujeres (n=17) |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Velocidad final alcanzada (km·h⁻¹) | | | |
| 20m-SRT | 11,2 ± 1,1 * ^φ | 11,9 ± 0,9 * ^φ | 10,2 ± 0,7 * ^φ |
| VAM-EVAL | 13,1 ± 1,5 | 13,8 ± 1,3 | 11,9 ± 1,0 |
| UMTT | 12,6 ± 1,5 | 13,4 ± 1,3 | 11,4 ± 1,0 |
| Distancia alcanzada (m) | | | |
| 20m-SRT | 1084,4 ± 449,3 * ^φ | 1339,2 ± 370,5 * ^φ | 724,7 ± 269,3 * ^φ |
| VAM-EVAL | 1860,0 ± 690,7 | 2209,2 ± 636,4 | 1367,0 ± 411,6 |
| UMTT | 1847,8 ± 715,1 | 2229,2 ± 648,5 | 1309,4 ± 384,3 |
| Tiempo (min) | | | |
| 20m-SRT | 6,4 ± 2,3 * ^φ | 7,7 ± 1,7 * ^φ | 4,5 ± 1,5 * ^φ |
| VAM-EVAL | 10,0 ± 3,0 | 11,5 ± 2,7 | 7,9 ± 1,9 |
| UMTT | 10,2 ± 3,0 | 11,9 ± 2,6 | 7,8 ± 1,9 |
| VO_{2máx} predictivo (ml·kg⁻¹·min⁻¹) | | | |
| 20m-SRT | 39,8 ± 6,9 * ^φ | 43,8 ± 5,3 * ^φ | 34,2 ± 4,5 * ^φ |
| VAM-EVAL | 45,7 ± 5,4 | 48,5 ± 4,7 | 41,8 ± 3,4 |
| UMTT | 46,2 ± 5,2 | 49,1 ± 4,6 | 42,3 ± 3,2 |

* p < 0,05 diferencia significativa con el UMTT.

^φ p < 0,05 diferencia significativas con el test VAM-EVAL.

en el VO_{2máx} predictivo entre el 20m-SRT y el VAM-EVAL 7,61±2,51 ml·kg·min⁻¹ (18%) y entre el 20m-SRT y el UMTT 8,10±2,64 ml·kg·min⁻¹ (19%). En las VFA se observaron diferencias estadísticas entre el 20m-SRT y el VAM-EVAL 1,68±0,56 km·h⁻¹ (14%) y entre el 20m-SRT y el UMTT 1,15±0,49 km·h⁻¹ (9%). En las distancias recorridas se observaron diferencias estadísticas entre 20m-SRT y el VAM-EVAL 642,3±232,7 metros (46%) y entre el 20m-SRT y el UMTT 584,7±210,5 metros (46%). En la duración de los test, se observaron diferencias estadísticas entre 20m-SRT y el VAM-EVAL de 3,35±1,11 minutos (42%) y entre el 20m-SRT y el UMTT de 3,29±0,99 minutos (42%). No se encontraron diferencias en la distancia recorrida, en la duración del test y en el VO_{2máx} predictivo entre el UMTT y el VAM-EVAL.

Las diferencias fueron estadísticamente significativas, entre los sexos.

En la Tabla 3, se pueden observar las correlaciones obtenidas entre los test de campo. En todos los casos, las correlaciones obtenidas fueron significativas.

En la Figura 1, se pueden observar los valores individuales de cada test. En ambos grupos, las VFA mas bajas fueron registradas en el 20m-SRT en todos los casos.

La tendencia mostró que las mayores VFA fueron registradas en el VAM-EVAL, con respecto al UMTT en ambos grupos. En el grupo masculino el 54% de los sujetos alcanzaron mayores VFA en el VAM-EVAL, el 54% alcanzaron las mismas velocidades con el UMTT y solamente el 4% alcanzó la mayor VFA en el UMTT (1 hombre).

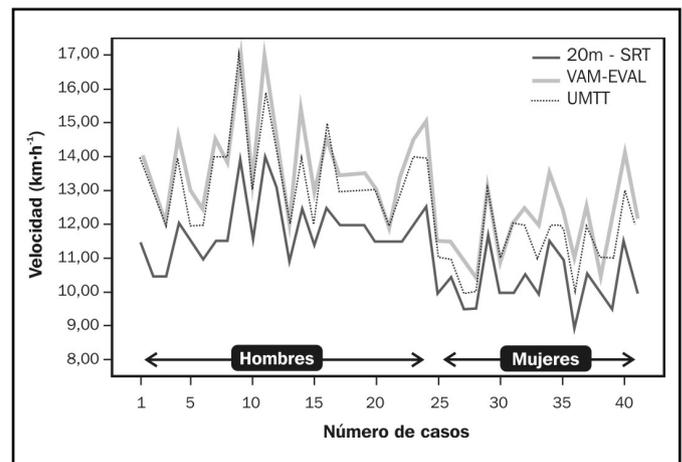
En el grupo femenino el 70% de las mujeres alcanzaron mayores VFA en el VAM-EVAL, el 24% alcanzaron las mismas velocidades con el UMTT y solamente el 5% alcanzó la mayor VFA en el UMTT (1 mujer).

Tabla 3. Coeficiente de Correlación de Pearson obtenido entre las velocidades finales alcanzadas de los test de campo. Se expresan los valores medios y desviaciones típicas (Media ± DE).

| Test de Campo | 20m-SRT | UMTT |
|-----------------------|---------|-------|
| Todos (n=41) | | |
| VAM-EVAL | 0,92* | 0,94* |
| UMTT | 0,91* | --- |
| Hombres (n=24) | | |
| VAM-EVAL | 0,89* | 0,92* |
| UMTT | 0,83* | --- |
| Mujeres (n=17) | | |
| VAM-EVAL | 0,83* | 0,86* |
| UMTT | 0,85* | --- |

* p < 0,05 la correlación es significativa.

Figura 1. Velocidades Finales Alcanzadas de los test de campo; 20m-SRT, UMTT y VAM-EVAL. El grupo de los hombres, esta representado del número de casos del 1 al 24. El grupo de mujeres esta representado del número de casos del 25 al 41.



Discusión

De acuerdo a la revisión de antecedentes realizadas, no hemos podido hallar algún trabajo en el que se compare en un mismo momento y en ambos sexos, los test 20m-SRT, UMTT y VAM-EVAL. Se obtuvieron un total de 123 mediciones en 41 sujetos. Es importante destacarlo, debido a que los 3 test comparten protocolos similares (incremental, continuo y máximo hasta la fatiga).

Los valores predictivo del VO_{2máx} obtenidos en el 20m-SRT, fueron inferiores al compararse con el UMTT y VAM-EVAL. Esta diferencia puede ser atribuida a la formula empleada, debido a que cada sujeto fue medido con los tres test propuesto. Existe evidencia de que algunos autores han constatado que la formula del 20m-SRT propuesta por Leger y Gadoury²⁵, subestima el valor directo obtenido en la cinta^{11,20,35}.

En la Tabla 4, se pueden apreciar los trabajos de investigación más importantes, en donde compararon los valores predictivos del VO_{2máx} utilizando al menos uno de los test del presente estudio. De manera opuesta a nuestro trabajo, Ahmaid *et al.* 1992-a, no encontraron

Tabla 4. Resumen de trabajos de investigación, que aplicaron diferentes test, para comparar el VO_{2max} predictivo y otras variables.

| Autor Año | Muestra | Sexo | Test Utilizado | $VO_{2max} \phi$ ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹ | Velocidad km·h ⁻¹ | Fórmula Empleadas para Predecir el VO_{2max} |
|----------------------------------------|---------|------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Ahmaidi S. ²⁰ 1992-a | n= 11 | H | 20m-SRT UMTT | 51,8 ± 1,3 57,1 ± 1,7 | 13,3 ± 0,7 16,6 ± 2,0 | =6*V-27,4 =31,025+3,238*V-3,248*E+0,1536*E*V |
| Ahmaidi S. ⁴³ et al. 1992-b | n= 12 | H | 20m-SRT VAM-EVAL | 53,0 ± 1,3 53,4 ± 1,1 | 13,3 ± 0,2 15,7 ± 0,3 | =6*V-27,4 =1,353+3,163*V+0,0122586*V ² |
| Berthoin S. ⁴⁶ et al. 1992 | n= 266 | H-M | 20m-SRT UMTT | 46,4 ± 5,5 45,4 ± 5,0 | 11,2 ± 1,0 12,4 ± 1,8 | =31,025+3,238*V-3,248*E+0,1536*E*V =22,859+1,913*V-0,8664*E+0,0667*E*V |
| Anderson G. ⁴¹ 1992 | n= 37 | H | 20m-SRT 1.5 milla | 49,6 ± 5,2 48,0 ± 4,8 | No No | =6*V-27,4 Tabla de Cooper K. ¹⁴ |
| Anderson G. ⁴¹ 1992 | n= 26 | M | 20m-SRT 1.5 milla | 39,3 ± 4,9 38,4 ± 4,0 | No No | =6*V-27,4 Tabla de Cooper K. ¹⁴ |
| Berthoin S. ²¹ et al. 1994 | n= 12 | H | 20m-SRT UMTT | 54,1 ± 3,6 59,5 ± 4,0 | 13,6 ± 0,6 16,6 ± 1,2 | =6*V-27,4 =0,0324*V ² +2,143 *V+14,49 |
| Berthoin S. ²¹ et al. 1994 | n= 5 | M | 20m-SRT UMTT | 43,9 ± 3,9 50,2 ± 4,0 | 11,9 ± 0,7 13,6 ± 1,3 | =6*V-27,4 =0,0324*V ² +2,143 *V+14,49 |
| Flouris A. ³⁸ et al. 2004 | n= 40 | H | 20m-SRT Suttle Square | 46,2 ± 4,6 46,4 ± 3,2 | 12,3 ± 0,1 14,5 ± 1,3 | =V*3,679-7,185 =V*3,56+2,584 |
| Flouris A. ³⁸ et al. 2004 | n= 10 | H | 20m-SRT Shuttle Square | 46,9 ± 4,9 55,3 ± 4,9 | 13,4 ± 0,7 14,7 ± 1,4 | =V*3,679-7,185 =V*3,56+2,584 |
| Metsios G. ⁴⁴ et al. 2006 | n= 40 | H | 20m-SRT Shuttle Square | 51,2 ± 4,8 47,8 ± 2,1 | 12,7 ± 0,7 14,9 ± 1,1 | =6*V-27,4 =V*3,56+2,584 |
| Metsios G. ⁴⁵ et al. 2008 | n= 74 | H | 20m-SRT Shuttle Square | 52,2 ± 2,2 47,7 ± 4,0 | 12,9 ± 0,4 15,0 ± 0,7 | =V*6,592-32,678 =V*3,56+2,584 |
| Thebault N. ⁴⁶ et al. 2011 | n= 19 | H | 20m-SRT UMTT | no 58 ± 3,5 | 15,6 ± 1,4 16,5 ± 0,6 | no =3,5*V |
| Penry J. ⁴⁵ et al. 2012 | n= 33 | M | 20m-SRT 12 min | 40,1 ± 6,0 40,7 ± 7,4 | No No | Tabla de Ramsbottom ⁵⁴ Tabla de Cooper K. ¹⁴ |
| Penry J. ⁴⁰ et al. 2012 | n= 27 | H | 20m-SRT 12 min | 50,4 ± 5,3 49,9 ± 6,6 | No No | Tabla de Ramsbottom ⁵⁴ Tabla de Cooper K. ¹⁴ |
| García G. ¹² et al. 2013 | n= 46 | H | 20m-SRT VAM-EVAL | 44,6 ± 5,0 49,1 ± 4,9 | 12,0 ± 0,8 14,0 ± 1,4 | =6*V-27,4 =3,5*V |
| García G. ¹² et al. 2013 | n= 31 | M | 20m-SRT VAM-EVAL | 34,1 ± 3,8 40,7 ± 2,0 | 10,3 ± 0,6 11,6 ± 1,0 | =6*V-27,4 =3,5*V |
| Presente Trabajo | n= 24 | H | 20m-SRT VAM-EVAL UMTT | 43,8 ± 5,3 48,5 ± 4,7 49,1 ± 4,6 | 11,9 ± 0,9 13,8 ± 1,3 13,4 ± 1,3 | =6*V-27,4 =3,5*V =3,5*V |
| Presente Trabajo | n= 17 | M | 20m-SRT VAM-EVAL UMTT | 34,2 ± 4,5 41,8 ± 3,4 42,3 ± 3,2 | 10,2 ± 0,7 11,9 ± 1,0 11,4 ± 1,0 | =6*V-27,4 =3,5*V =3,5*V |

ϕVO_{2max} : Consumo Máximo de Oxígeno Predictivo. H: hombres. M: mujeres. E: edad expresado en años. V: velocidad expresado en km·h⁻¹. V²: velocidad al cuadrado expresado en km·h⁻¹.

diferencia en el $VO_{2m\acute{a}x}$ predictivo entre el VAM-EVAL y el 20m-SRT⁴³. En un segundo trabajo, Ahmaidi y su equipo compararon el UMTT y el 20m-SRT no encontrando diferencias entre los test²⁰. Del mismo modo, Berthoin *et al.* 1992, no encontraron diferencias entre el UMTT y el 20m-SRT utilizando adolescentes⁴⁶. Sin embargo el mismo grupo de investigación, si encontraron diferencias entre el UMTT y el 20m-SRT, utilizando poblaciones adultas¹¹. García y Secchi encontraron diferencias entre el VAM-EVAL y 20m-SRT, en ambos sexos¹². Anderson utilizando un test CM, no encontró diferencia entre el test de 1.5 milla y el 20m-SRT, en ambos sexos⁴¹.

Al comparar los valores predictivos del $VO_{2m\acute{a}x}$ con los demás trabajos de investigación, se pueden apreciar que son heterogéneos. Esto puede deberse a varios motivos; la muestra empleada, el sexo, el nivel de condición física, la edad, consideración de las etapas incompletas en los test, otros factores. En la Tabla 4, se pueden visualizar las fórmulas empleadas para los respectivos test. En reiteradas ocasiones a un mismo test, son aplicadas diferentes fórmulas predictivas. Este puede ser otro de los factores a tener en cuenta, con respecto a la variabilidad del $VO_{2m\acute{a}x}$ entre los trabajos, sumado a lo anteriormente expuesto (Tabla 4).

Las velocidades finales alcanzadas de los test empleados, fueron inferiores con respecto a los demás trabajos de investigación. Esto puede ser atribuido a que la muestra estaba integrada por estudiantes de educación física que poseían bajos niveles de aptitud física.

Las diferencias encontradas entre las velocidades del 20m-SRT en relación al UMTT y VAM-EVAL, son atribuidas a las características propias del test (ir y volver). A diferencia del UMTT y VAM-EVAL, el 20m-SRT presenta las característica de ser un test ICM, pero no bajo un recorrido lineal, sino un recorrido de ir y volver (shuttle). Esta característica fue desarrollada intencionalmente por sus creadores, para poder ser aplicado en espacios reducidos²³. Debido a esto, la VFA del 20m-SRT es inferior cuando es comparado con otro test audible de tipo incremental^{12,20,21,38,45-47}. Al igual que en nuestro trabajo, Ahmaidi *et al.* 1992-a, encontraron que las velocidades del VAM-EVAL fueron superiores en 2,4 $km\cdot h^{-1}$ (18%) con respecto al 20m-SRT²⁰. Un segundo trabajo de Ahmaidi *et al.*, encontraron que las velocidades del UMTT fueron superiores en 3,3 $km\cdot h^{-1}$ (19%) con respecto al 20m-SRT⁴³. Flouris *et al.*, utilizando el test *Shuttle Squared*, encontraron que la velocidades fueron superiores en 1,3 $km\cdot h^{-1}$ en ambos grupos con respecto al 20m-SRT³⁸. Metsios *et al.*, encontraron que las velocidades del *Shuttle Square* fueron superiores en 2,2 $km\cdot h^{-1}$ (17%) con respecto al 20m-SRT⁴⁴. Posteriormente encontró valores similares en un segundo trabajo. La velocidad del *Shuttle Square* fue superior en 2,1 $km\cdot h^{-1}$ (16%) con respecto al 20m-SRT⁴⁵. Cabe aclarar que a diferencia del VAM-EVAL, el *Shuttle Squared Test*, utiliza el mismo protocolo (1 $min*1,0 km\cdot h^{-1}$), remplazando la pista por un cuadrado de 20 metros por lado. Arcuri aplicando un test CM, encontró que la VFA del test de 1000 metros fue superior en 3,7 $km\cdot h^{-1}$ (28%) con respecto al 20m-SRT⁵⁰. Thebault *et al.*, encontraron que la velocidades del UMTT fueron superior en 0,9 $km\cdot h^{-1}$ (6%) con respecto al 20m-SRT⁴⁷. García y Secchi 2013, encontraron que la velocidades del VAM-EVAL fueron superiores en 2,0 $km\cdot h^{-1}$ (16%) en el grupo de los hombres y 1,3 $km\cdot h^{-1}$ (12%) en el grupo de la mujeres, con respecto al 20m-SRT¹².

Con respecto a las velocidades alcanzadas entre el UMTT y VAM-EVAL, no hemos podido encontrar comparaciones entre ellos, independientemente del sexo. Sin embargo queremos aclarar un detalle de orden práctico. Si bien no se encontraron diferencia entre ambos

test, la tendencia mostró que los sujetos alcanzaron velocidades mas altas en el VAM-EVAL (Figura 1). Este dato puede ser relevante para el entrenador, ya que la intensidad del entrenamiento se logra alterando las velocidades de carreras^{12,32,33,51-53}. Por este motivo en aquellos sujetos que alcanzaron velocidades diferentes, el entrenamiento puede influir, dependiendo el test utilizado, especialmente en aquellos sujetos en donde la diferencia fue superior a 1.0 $km\cdot h^{-1}$. Por esta razón es necesario continuar investigando en esta área, para arribar a conclusiones definitivas entre estos dos test.

Por ultimo nos parece importante resaltar una limitación del estudio, para futuras investigaciones. No se evaluó el $VO_{2m\acute{a}x}$ de forma directa (analyzer de gases), por lo tanto no se puede apreciar cual de lo test aplicados estima mejor el $VO_{2m\acute{a}x}$ como así también EEE.

Conclusión

El $VO_{2m\acute{a}x}$ predictivo obtenido desde el 20m-SRT fue inferior significativamente con respecto al UMTT y al VAM-EVAL, en ambos sexos. No se encontraron diferencia estadísticamente significativas en el $VO_{2m\acute{a}x}$ predictivo entre UMTT y al VAM-EVAL.

Del mismo modo, el tiempo empleado, las velocidades, y las distancias alcanzadas en el 20m-SRT, fueron inferiores significativamente con respecto al UMTT y al VAM-EVAL, en ambos sexos. No se encontraron diferencia estadísticamente significativas en el tiempo empleado, las velocidades, y las distancias alcanzadas entre UMTT y al VAM-EVAL.

Aplicaciones prácticas

Para valorar el componente cardiorrespiratorio, los test UMTT y VAM-EVAL pueden ser utilizados para predecir el $VO_{2m\acute{a}x}$. En el caso de no contar con el espacio, se recomienda utilizar el 20m-SRT.

Agradecimientos

Al Prof. Jorge Flores Quiroga, Presidente de la Fundación Social y Educativa (FuSEdu), por la colaboración incondicional durante las evaluaciones y por la prestación de los espacios de evaluación. A los alumnos de educación física, que amablemente integraron la muestra.

Bibliografía

- Hill AV, Lupton H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q J Med.* 192316:135-71.
- Astrand PO. Measurement of maximal aerobic capacity. *Can Med Assoc J.* 1967; 96(12):732-35.
- Bassett DR, Howley ET. Maximal oxygen uptake: Classical versus contemporary viewpoints. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29:591-603.
- Blair SN, Kampert JB, Kohl HW, Barlow CE, Macera CA, Paffenbarger RS, *et al.* Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA.* 1996;276(3):205-10.
- Lee DC, Artero EG, Sui X, Blair SN. Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *J Psychopharmacol.* 2010;24(4 Suppl):27-35.
- Tomlin DL, Wenger HA. The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. *J Sci Med Sport.* 2002;5(3):194-203.
- Secchi JD, García GC. *Aptitud Física en Estudiantes de Educación Física, Medicina y Contador Público de la Universidad Adventista del Plata.* G-SE Standard. Accedido 20/03/2012. www.g-se.com/a/1395/.

8. López-Chicharro J, Vaquero F. *Fisiología del ejercicio*. Tercera edición. Editorial Panamericana; 2006. Capítulo 24. p. 409.
9. Meyer T, Welter JP, Scharhag J, Kindermann W. Maximal oxygen uptake during field running does not exceed that measured during treadmill exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2003;88(4-5):387-9.
10. Aziz AR, Chia MY, The KC. Measured maximal oxygen uptake in a multi-stage shuttle test and treadmill-run test in trained athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2005;45(3):306-14.
11. Berthoin S, Gerbeaux M, Turpin E. Comparison of two field tests to estimate maximum aerobic speed. *J Sports Sci*. 1994;12:355-62.
12. García GC, Secchi JD. Relationship between the final speeds reached in the 20 metre Course Navette and the VAM-EVAL test. A proposal to predict the maximal aerobic speed. *Journal Apunts Med Esport*. 2013;48 (177):27-34.
13. Balke B. *A simple field test for assessment of physical fitness*. Publications Civil aeromedical research institute. Oklahoma. 1963;63-1-8.
14. Cooper KH. A means of assessing maximal oxygen intake. *JAMA*. 1968;203:201-4.
15. George JD, Vehrs PR, Allsen PE, Fellingham GW, Fisher AG. VO_{2max} estimation from a submaximal 1-mile track jog for fit college-age individuals. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(3):401-6.
16. Cureton KJ, Sloniger MA, O'Bannon JP, Black DM, McCormack WP. A generalized equation for prediction of VO_{2peak} from 1-mile run/walk performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(3):445-51.
17. Berthoin P, Fellmann N, Bedu M, Beaune B, Dabonneville M, Coudert J, Chamoux A. A 5-min. running field test as a measurement of maximal aerobic velocity. *Eur J Appl Physiol*. 1997;75:233-8.
18. Diaz FJ, Montano JG, Melchor MT, Guerrero JH, Tovar JA. Validation and reliability of the 1,000 meter aerobic test. *Rev Invest Clin*. 2000;52(1):44-51.
19. 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.
20. 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-a;13(3): 243-8.
21. Berthoin S, Pelayo P, Lenseil-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;17:52-9.
22. Leger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y. Capacité aérobie des Québécois de 6 a 17 ans -Test navette de 20 metres avec paliers de 1 minute. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*. 1984;9:64-9.
23. Leger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_{2max} . *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1982;49(1):1-12.
24. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988;6:93-101.
25. 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(1):21-6.
26. 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 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med*. 2003;33(4):285-300.
27. Olds T, Léger LA, Olds TS, 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(10):1025-38.
28. Georgiades G, Klissouras V. Assessment of youth fitness: the European perspective. *Am J Clin Nutr*. 1989;49(5):1048-53.
29. Ruiz JR, Castro-Piñero J, España-Romero V, Artero EG, Ortega FB, Cuenca MM, et al. Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *Br J Sports Med*. 2011;45(6):518-24.
30. Castro-Piñero J, Artero EG, España-Romero V, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2010;44(13):934-43.
31. Brue F. *Une Variante du test de piste progressif et maximal de Leger et Boucher, pour la précise et facile de la vitesse maximale aérobie*. Colloque Médico-Technique. Resumes des communications. Toulouse: Bulletin medical de la Fédération Française d'Athlétisme: 1985. p. 25-30.
32. Cazorla G. *Tests de terrain pour évaluer la capacité aérobie et la vitesse maximale aérobie*. En: Cazorla G, Robert G. L'évaluation en activité physique et en sport. Cestas: Editorial A.R.E.A.P.S. 1990;151-74.
33. Cazorla G, Léger L. *Comment évaluer et développer vos capacités aérobie*. Epreuves de course navette et épreuve Vam-éval. Editorial A.R.E.A.P.S. 1993.
34. Lemmink KA, Visscher C, Lambert MI, Lamberts RP. The interval shuttle run test for intermittent sport players: evaluation of reliability. *J Strength Cond Res*. 2004;18(4):821-7.
35. 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.
36. Cappa DF, García GC, Secchi JD, Meagan ME. Relation among the maximal aerobic speed of laboratory and the final reached speed in a test of field, with same protocols (UNCa Test). *Journal Medicine Sport and Physical Fitness* (PISSN 0022-4707 - E-ISSN 1827-1928). (En prensa, ingresado 8 de octubre de 2012).
37. Buchheit, M. The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *J Strength Cond Res* 2008;22(2):365-74.
38. Flouris AD, Metsios GS, Famisis KG, Koutedakis NY. Prediction of VO_{2max} from a new field test based on portable indirect calorimetry. *J Sci Med Sport*. 2010;13(1):70-3.
39. Grant S, Amjad AM, Wilson J, Aitchison T. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *Br J Sports Med*. 1995;29(3):147-52.
40. Penry JT, Wilcox AR, Yun J. Validity and reliability analysis of Cooper's 12-minute run and the multistage shuttle run in healthy adults. *J Strength Cond Res*. 2011;25(3):597-605.
41. Anderson GS. A comparison of predictive tests of aerobic capacity. *Can J Sport Sci*. 1992;17(4):304-8.
42. Grant JA, Joseph AN, Campagna PD. The Prediction of VO_{2max} : A comparison of 7 indirect test of Aerobic Power. *J Strength Cond Res*. 1999;13(4):346-52.
43. Ahmaidi S, Collomp K, Prefaut C. The effect of shuttle test protocol and the resulting lactacidemia on maximal velocity and maximal oxygen uptake during the shuttle exercise test. *Eur J Appl Physiol*. 1992-b;65:475-9.
44. Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y, Theodorakis Y. The effect of performance feedback on cardiorespiratory .tness .eld tests. *J Sci Med Sport*. 2006;9(3):263-6.
45. Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y. Criterion related validity and test-retest reliability of the 20 m squared shuttle test. *J Sci Med Sport*. 2008;11(2):214-7.
46. Berthoin S, Gerbeaux M, Guerrin F, Lenseil-Cobeil G, Vandedorpe F. Estimation de la VMA. *Science & Sport*. 1992;7:85-91.
47. Thebault N, Leger LA, Passelergue P. Repeated-sprint ability and aerobic fitness. *J Strength Cond Res*. 2011;25(10):2857-65.
48. ISAK (International Standards for Anthropometric Assessment. International society for the advancement of kinanthropometry). Adelaide, Australia: International Society for the Advancement of Kinanthropometry 2001.
49. Léger LA, Mercier D. Gross energy cost of horizontal treadmill and track running. *Sports Medicine*. 1984;1:270-7.
50. Arcuri CR. *Relación entre las velocidades máximas alcanzadas en tests aeróbicos lineales de carga constante y no-lineales incrementales en jugadores de deportes intermitentes, de ambos sexos, diferentes niveles aeróbicos, y categorías*. Tesina. Licenciatura en Educación Física. Instituto de Ciencias de la Rehabilitación y el Movimiento. Universidad Nacional de Gral. San Martín. Bs. As. Argentina, 2009.
51. Esfarjani F, Laursen P. Manipulating high-intensity interval training: Effects on VO_{2max} , the lactate threshold and 3000m running performance in moderately trained males. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2007;10:27-35.
52. Dupont G, Blondel N, Lenseil 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(2):103-15.
53. Millet GP, Candau R, Fattori P, Bignet F, Varray A. VO_{2max} responses to different intermittent runs at velocity associated with VO_{2max} . *Can J Appl Physiol*. 2003; 28:410-23.
54. Ramsbottom R, Brewer J, Williams C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *Br J Sports Med*. 1988;22(4):141-4.