



Original

## VO<sub>2</sub>máx de laboratorio versus Course Navette. Un estudio de concordancia en sujetos físicamente activos.



J.R. Alvero-Cruz<sup>a</sup>, J.F. Vico Guzmán<sup>a</sup>, M.A. Moya Medina<sup>b</sup>, M. Carrillo de Albornoz Gil<sup>a</sup>, J. García Romero<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Málaga-Andalucía TECH. Escuela de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Facultad de Medicina. Málaga. España

<sup>b</sup> I.E.S. La Rosaleda. Málaga. España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 4 de diciembre de 2018, Aceptado el 14 de marzo de 2019, Online el 15 de marzo de 2019

### RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo del presente trabajo ha sido comprobar la concordancia entre el valor estimado de VO<sub>2</sub>máx, a partir del test de Course Navette, (VO<sub>2</sub>CN), comparado con la medición directa del consumo de oxígeno en laboratorio (VO<sub>2</sub>LAB) en un grupo jóvenes de ambos sexos.

**Métodos:** Participaron en el estudio 28 sujetos, físicamente activos (19 varones y 9 mujeres) de 20.5 ± 2.1 años, peso: 67.1 ± 11.9 kg, talla: 171.0 ± 8.5 cm, IMC: 22.8 ± 2.5 kg/m<sup>2</sup>. El VO<sub>2</sub>máx para todos los participantes fue determinado por el método directo en el laboratorio con un test incremental máximo (VO<sub>2</sub>LAB) y por medio de la estimación del test de Course Navette, (VO<sub>2</sub>CN) con un intervalo máximo de una semana entre pruebas. Se realizaron estudios de correlación de Pearson y un estudio de concordancia de Bland-Altman entre los valores de VO<sub>2</sub>LAB y VO<sub>2</sub>CN.

**Resultados:** Se comprueba una correlación moderada significativa entre VO<sub>2</sub>LAB y VO<sub>2</sub>CN (r=0.53; IC95% (0.19 a 0.75), p=0.003). Se obtienen unos valores medios de VO<sub>2</sub>LAB de 46.1 ± 6.7 mL/kg/min y de 47.23 ± 6.1 para VO<sub>2</sub>CN, no presentando diferencias significativas (p = 0.21). Se comprueba con el análisis de concordancia de Bland-Altman, que no existe error sistemático (diferencia: 1.4889 ml/kg/min (-0.895 a 3.8727), p=0.21) ni error proporcional entre los valores de VO<sub>2</sub>LAB y VO<sub>2</sub>CN (T= -0.089 (-0.33 a 1.89), p=0.481). Existen diferencias en el VO<sub>2</sub>LAB entre hombres y mujeres (p=0.01)

**Conclusión:** Los valores VO<sub>2</sub>LAB y VO<sub>2</sub>CN presentan valores bajo-moderados de correlación entre métodos, sin embargo la estimación del consumo máximo de oxígeno mediante el test de Course Navette es un método adecuado en sujetos jóvenes físicamente activos, sin presentar diferencias en los valores medios, ni error proporcional, aunque se observan amplios límites de concordancia.

**Palabras Clave:** Consumo Máximo de Oxígeno, Course Navette, Concordancia.

## Laboratory VO<sub>2</sub>max versus Course Navette. An agreement study on physically active subjects.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to verify the agreement between the estimated value of VO<sub>2</sub>max, from the Course Navette, (VO<sub>2</sub>CN), compared with the direct measurement of oxygen consumption in laboratory (VO<sub>2</sub>LAB) in a group of young people of both sexes.

**Methods:** The study involved 28 physically active subjects (19 males and 9 women) of 20.5 ± 2.1 years old, weight: 67.1 ± 11.9 kg, height: 171.0 ± 8.5 cm, BMI: 22.8 ± 2.5 kg/m<sup>2</sup>. The VO<sub>2</sub>max for all participants was determined by the direct method in the laboratory with a graded test (VO<sub>2</sub>LAB) and by means of the estimation of the course Navette Test (VO<sub>2</sub>CN) with a maximum interval of one week between tests. Pearson correlation coefficients were performed to assess associations between variables and a Bland-Altman test to assess agreement between the values of VO<sub>2</sub>LAB and VO<sub>2</sub>CN.

**Results:** A significant correlation between VO<sub>2</sub>LAB and VO<sub>2</sub>CN was found (r = 0.53; IC95% (0.19 to 0.75), p = 0.003). Average values of VO<sub>2</sub>LAB of 46.1 ± 6.7 mL/kg/min and 47.23 ± 6.1 mL/kg/min for VO<sub>2</sub>CN are obtained, not presenting statistical differences (p = 0.21). The concordance analysis of Bland-Altman found no bias (difference: 1.4889 ml/kg/min (-0.895 to 3.8727), p = 0.21) and proportional error VO<sub>2</sub>LAB and VO<sub>2</sub>CN (T=-0.089 (-0.33 to 1.89), p = 0.481). There are differences in the VO<sub>2</sub>LAB between men and women (p = 0.01).

**Conclusion:** The values of VO<sub>2</sub>LAB and VO<sub>2</sub>CN present low-moderate correlation coefficients between methods, however the estimation of maximum oxygen consumption by the Course Navette test is an appropriate method in young subjects physically active, without differences in the average values, nor proportional error; although it is observed broad limits of concordance.

**Keywords:** Maximum oxygen consumption, Course Navette, concordance.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [alvero@uma.es](mailto:alvero@uma.es) (J.R. Alvero-Cruz).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2019.03.006>

Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Laboratório VO2máx versus Course Navette. Estudo de concordância em indivíduos fisicamente ativos.

### RESUMO

**Objetivo:** o objetivo deste estudo foi verificar a concordância entre o valor estimado do VO2máx, a partir do teste do Curso Navette, (VO2CN), em comparação com a mensuração direta do consumo de oxigênio em laboratório (VO2LAB) em um grupo de ambos os sexos.

**Métodos:** participaram 28 indivíduos fisicamente ativos (19 homens e 9 mulheres) de 20.5 ± 2.1 anos, peso: 67 ± 11.12 kg, tamanho: 171 ± 8.5 cm, IMC: 22.5 ± 2.5 kg/m<sup>2</sup>. O VO2máx para todos os participantes foi determinado pelo método direto no laboratório com um teste incremental máximo (VO2LAB) e por meio da estimativa do curso de Teste de Navette (VO2CN) com um intervalo máximo de uma semana entre os testes. Foram realizados estudos de correlação de Pearson e um estudo de concordância de Bland-Altman entre os valores de VO2LAB e VO2CN.

**Resultados:** uma correlação significativa entre VO2LAB e VO2CN foi décima ( $r = 53$ ; IC95% (0.19 a 0.75),  $p = 0.003$ ). Os valores médios de VO2LAB de 46.1 ± 6.7 mL/kg/min e 47.23 ± 6.1 para VO2CN são obtidos, não apresentando diferenças significativas ( $p = 0.25$ ). É décimo com a análise da concordância de Bland-Altman, que não há nenhum erro sistemático (diferença: 1.4889 mL/kg/min (-0.895 a 3.87),  $p = 0.21$ ) nem o erro proporcional entre os valores de VO2LAB e VO2CN ( $T = -0.089$  (-0.33 a 1.89),  $p = 0.481$ ). Existem diferenças no VO2LAB entre homens e mulheres ( $p = 0.01$ ).

**Conclusão:** os valores de VO2LAB e VO2CN apresentam valores baixos de correlação entre os métodos, porém a estimativa do consumo máximo de oxigênio pelo teste de course navette é um método adequado em indivíduos jovens fisicamente ativos, sem para apresentar diferenças nos valores médios, nem o erro contado, embora seja oca amplos limites de concordância.

**Palavras Chave:** Consumo máximo de oxigênio, Teste de Navette, Concordância.

### Introducción

El consumo máximo de oxígeno ha sido extensamente evaluado debido a su relación con la salud, independientemente de la edad, el sexo y como índice relacionado a la condición física aeróbica<sup>1</sup>. La resistencia cardiorrespiratoria es definida como la capacidad de administrar oxígeno a los músculos y utilizarlo para disponer energía durante la actividad muscular durante el ejercicio físico y está altamente determinada por factores genéticos, pero está muy influenciada por la actividad física<sup>2</sup>. En las personas adultas, una baja resistencia cardiorrespiratoria se asocia a enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, diabetes y enfermedades mentales<sup>3</sup>, existiendo una creciente evidencia de una relación inversa entre la resistencia y una serie de marcadores de salud en niños y jóvenes.

Existe una interacción entre la adiposidad y la resistencia cardiorrespiratoria, lo que sugiere que los altos niveles de resistencia pueden atenuar los efectos deletéreos del sobrepeso u obesidad en niños y jóvenes, de manera que la resistencia proporciona una visión de las capacidades sinérgicas de los diferentes órganos y sistemas del cuerpo que participan en el desempeño de la actividad física y el ejercicio, proporcionando una medida importante de la salud en niños y jóvenes.

La baja aptitud física en la infancia y la adolescencia está ligada al aumento del riesgo de enfermedades metabólicas, la obesidad, la reducción de la calidad de vida y la menor salud esquelética y mental en la edad adulta<sup>4</sup>, además de las consecuencias para la salud, la monitorización de la resistencia cardiorrespiratoria es un factor relacionado con la salud y el rendimiento. Es por ello, que el consumo máximo de oxígeno alcanzado en una prueba de esfuerzo progresivo y máximo es considerada la variable más adecuada para evaluar la resistencia cardiorrespiratoria, pero su alto coste y la necesidad de personal especializado, hace que otros de los profesionales relacionados con el deporte opten por utilizar test de campo que puedan estimar el VO<sub>2</sub>máx, por ello, uno de los test de campo más utilizados en jóvenes es el test de Luc Legér o Course Navette (CN)<sup>5</sup>, el cual consiste en una carrera continua de ida y vuelta a lo largo de una superficie de 20 metros con aumentos progresivos de la velocidad. Especialmente es utilizado en ambientes escolares, pudiendo ser aplicado sobre un gran número de personas simultáneamente, a lo que se suma su fácil realización y su corta duración, implicando un equipo mínimo y de bajo coste y por fin su fácil valoración e interpretación<sup>1,6</sup>.

La validez del test de CN para estimar el VO<sub>2</sub>máx ha sido comprobada en numerosos estudios, generalmente mediante estudios de correlación<sup>7-9</sup>, pero la mayoría carecen de un análisis de concordancia entre métodos. En consecuencia, el objetivo del presente estudio ha sido comparar los valores de consumo de oxígeno directo obtenidos mediante un test máximo en el laboratorio, con la estimación de este, mediante el test de CN en

un grupo de hombres y mujeres sanos, fisicamente activos y analizar su fiabilidad mediante un estudio de concordancia entre métodos.

### Método

#### Sujetos

Participaron en el estudio 28 sujetos fisicamente activos, todos ellos estudiantes de Técnico Superior en Enseñanzas y Animación de Actividades Físicas y Deportivas (19 varones y 9 mujeres) de 20.5 ± 2.1 años de edad, peso: 67.1 ± 11.9 kg, talla: 171.0 ± 8.5 cm, IMC: 22.8 ± 2.5 kg/m<sup>2</sup>. Todos los participantes estaban familiarizados con los procedimientos tanto de campo como de laboratorio. Tras conocer los objetivos del estudio firmaron voluntariamente el consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de Málaga y los diversos procedimientos y métodos empleados se ajustaron a los estándares éticos de la Declaración de Helsinki de la World Medical Association (1964 y ediciones posteriores).

#### Diseño experimental

El VO<sub>2</sub>máx para todos los participantes fue determinado por el método directo en el laboratorio mediante medición de gases espirados y por medio de la estimación tras el test de campo, con un intervalo máximo de una semana entre pruebas. Todos los participantes fueron advertidos de realizar el día anterior a las pruebas un día de descanso o como mucho una actividad ligera.

Se procedió a la recogida de variables antropométricas por los procedimientos metodológicos de la International Society for Advancement of Kinanthropometry (ISAK)<sup>10</sup>. Se obtuvo el peso corporal en ayunas, por la mañana en una báscula electrónica SECA 813 (SECA, Hamburg) con una precisión de 0.1 kg y la talla en un tallímetro de pared SECA 216 (SECA, Hamburg) de precisión 1 mm. Así mismo se calculó el índice de masa corporal a partir de la ecuación: kg/talla en cm al cuadrado

En una banda rodante (Medisoft, 870C, Italy) se instauró un protocolo de ejercicio escalonado y maximal, con inicio a 6 km/h y aumento de 1 km/h/min hasta el agotamiento, tras un calentamiento de 10 min a 5 km/h y manteniéndose una pendiente constante del 1%. Se consideró criterio de esfuerzo máximo alcanzar una meseta del consumo máximo de oxígeno, con variaciones menores a 2 mL/kg/min<sup>11</sup>. Para el análisis de los gases espirados se utilizó un equipo de Diagnóstico Cardiopulmonar de Esfuerzo, Ultima (Medical Graphics Corporation, St Paul, Minnesota, EE.UU.) calibrado de forma automática con concentraciones de gases conocidas, al inicio de cada prueba y según indicaciones del fabricante y por último el procesamiento de datos se realizó mediante el programa

BreezeSuite®. Se controlaron los parámetros ambientales según la normativa ICSPE, con un grado de humedad no superior del 60% y una temperatura ambiente entre 22 y 24 °C<sup>12</sup>.

Se realizó la prueba de CN, en una pista polideportiva *indoor* con superficie sintética. La velocidad inicial fue de 8.5 km/h con un incremento de 0.5 km/h por minuto. El test se daba por concluido cuando el participante no lograba llegar a las líneas en dos ocasiones, computándose el último escalón completado. Para estimar el VO<sub>2</sub>máx se aplicó la siguiente fórmula:

$$VO_2\text{máx (mL/kg/min)} = (6 \times V) - 27.4$$

dónde V es la velocidad en km/h, alcanzada en el último estadio de la Course Navette<sup>13</sup>.

**Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados utilizando el software MedCalc versión 17.2 (Ostende, Belgium). Los resultados se presentaron como media ± desviación estándar y se comprobó la distribución normal de la muestra mediante el test de Shapiro Wilk. También se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para analizar la asociación entre variables. Se realizó un estudio de concordancia de Bland-Altman entre los valores del laboratorio y los del test de la Course Navette. Así mismo se analizó el error sistemático entre métodos mediante un t-test para muestras apareadas y el error proporcional con el coeficiente de correlación de la Tau de Kendall. En todos los casos el valor de significación aceptado fue de  $p < 0.05$ .

**Resultados**

Los datos antropométricos básicos se presentan en la tabla 1. Existen diferencias significativas en el peso, la talla y el IMC (todas,  $p < 0.05$ ) entre mujeres y hombres. La edad no presenta diferencias significativas entre grupos ( $p > 0.05$ )

**Tabla 1.** Características antropométricas básicas de la muestra

Variable	Todos (n=28)		Mujeres (n=9)		Hombres (n=19)		p
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
Edad (años)	20.54	± 2.08	20.78	± 2.54	20.42	± 1.89	0.68
Peso (kg)	67.13	± 11.97	56.64	± 7.09	72.09	± 10.57	0.0005
Talla (cm)	171.02	± 8.51	163.38	± 5.36	174.64	± 7.27	0.0003
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22.79	± 2.49	21.17	± 2.06	23.56	± 2.34	0.014

IMC: índice de masa corporal; DE: desviación estándar

Se comprueba una correlación significativa moderada entre el VO<sub>2</sub>LAB y el VO<sub>2</sub>CN en el grupo completo ( $r=0.53$ ; IC95% 0.19 a 0.75,  $p=0.003$ , ecuación  $y = 26.132 + 0.466 x$ ).

En el grupo de mujeres, la misma correlación es muy baja ( $r=0.09$ ; IC95% -0.61 a 0.71,  $p=0.81$ ) y en el de hombres es baja, ( $r=0.39$ ; IC95% -0.07 a 0.71,  $p=0.09$ ) ambas no significativas.

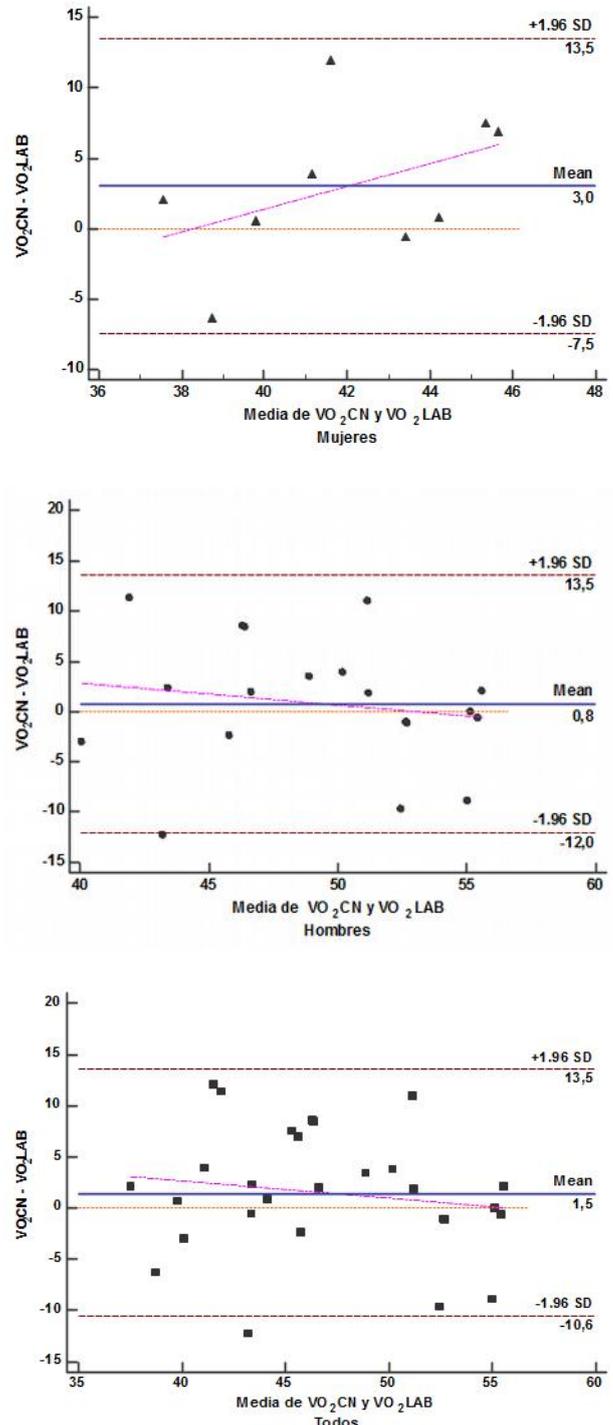
Se obtienen unos valores medios de VO<sub>2</sub>LAB para todo el grupo es de  $46.1 \pm 6.7$  mL/kg/min y de  $47.23 \pm 6.1$  mL/kg/min para VO<sub>2</sub>CN, no presentando diferencias significativas ( $p=0.21$ ). Para el grupo diferenciado de mujeres y hombres tampoco existen diferencias entre métodos (mujeres  $p=0.12$  y hombres  $p=0.68$ ). En la comparación entre hombres y mujeres, si se demuestran diferencias significativas entre el VO<sub>2</sub>LAB y VO<sub>2</sub>CN (Tabla 2)

**Tabla 2.** Valores de VO<sub>2</sub>max en Laboratorio y Course Navette

Variable	Todos (n=28)		Mujeres (n=9)		Hombres (n=19)		p
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	
VO <sub>2</sub> LAB (ml/kg/min)	46.11	± 6.70	40.44	± 2.96	48.79	± 6.31	0.013
VO <sub>2</sub> CN (ml/kg/min)	47.23 <sup>†</sup>	± 6.10	43.43 <sup>‡</sup>	± 4.73	49.57 <sup>‡</sup>	± 5.41	0.007

VO<sub>2</sub>LAB: VO<sub>2</sub> máximo en Laboratorio; VO<sub>2</sub>CN:VO<sub>2</sub> máximo estimado en el Test de Course Navette; p: diferencias entre mujeres y hombres. <sup>†</sup> No diferencias entre VO<sub>2</sub>CN y VO<sub>2</sub>LAB

Se comprueba con el análisis de concordancia de Bland-Altman, que no existe error sistemático (diferencia: 1.49 mL/kg/min (IC95%: -0.895 a 3.87),  $p=0.21$ ), ni error proporcional entre los valores de VO<sub>2</sub>LAB y VO<sub>2</sub>CN del grupo total ( $T= -0.089$  (IC95%: -0.33 a 1.89),  $p=0.481$ ), (Figura 1. Abajo). En un análisis por sexos, en el grupo de mujeres, no se desvela tampoco error entre métodos (diferencia: 2.98 mL/kg/min (IC95%: -1.12 a 7.08),  $p=0.13$ ), ni error proporcional ( $T= 0.33$  (IC95%: -0.269 a 0.75),  $p=0.25$ ), (Figura 1. Arriba). En los hombres, las diferencias medias entre métodos tampoco son significativas (diferencia: 0.78 mL/kg/min (IC95%: -2.35 a 3.91),  $p=0.6$ ), ni error proporcional ( $T= -0.123$  (IC95%: -0.46 a 0.24),  $p=0.44$ ). (Figura 1. Medio)



**Figura 1.** Gráfico de Bland-Altman para analizar la concordancia entre métodos en el grupo de mujeres (arriba), hombres (medio) y grupo completo (abajo)

## Discusión

El objetivo del presente trabajo ha sido comprobar la concordancia entre el valor estimado de  $VO_2$ máx, a partir de la prueba de CN comparado con la medición directa del consumo de oxígeno en laboratorio. El hallazgo principal es que no existen diferencias entre valores de  $VO_2$ máx medidos directamente y con la estimación con el test de campo, en jóvenes físicamente activos, así como una correlación moderada entre dichas variables. Igualmente, estas características no se hacen patentes con un análisis por sexo.

Las condiciones fundamentales que debe tener un test de campo para la predicción de una variable, son la validez, la fiabilidad y la sensibilidad<sup>14</sup>. Estos atributos no son suficientes a veces para validar pruebas en el área de la fisiología del ejercicio y son necesarios otros, como el desarrollo de un modelo conceptual que requiera la descripción del concepto, la interpretabilidad y la carga administrativa demandada<sup>15</sup>.

En cuanto a la validez de constructo y validez predictiva del test de CN es bastante aceptable, con correlaciones desde 0.5 a 0.9 y en un rango amplio de edades<sup>16-18</sup>. En el caso del presente trabajo es de 0.53 considerándose baja en relación a otros trabajos con el mismo tipo de participantes<sup>16-18</sup>. Este bajo coeficiente de correlación esta seguramente ligado a la muestra utilizada en este estudio, compuesta de varones y mujeres con diferentes niveles de condición física y consumos máximos de oxígeno y esta circunstancia influye de manera en los amplios límites de concordancia y los bajos- moderados coeficientes de correlación<sup>14</sup>.

Los valores de  $VO_2$ máx estimados con la ecuación de Leger<sup>13,19</sup>, tienden a subestimar dichos valores<sup>1</sup>, aunque en nuestro grupo de estudio, los valores medios estimados han sido ligeramente mayores aunque sin significación estadística. En el grupo de mujeres las diferencias han sido algo mayores (2.98 mL/kg/min, IC 95% (-1.12 a 7.08),  $p=0.60$ ) que en los varones (0.78 mL/kg/min, IC 95% (-2.35 a 3.91),  $p=0.13$ ) y ambos sin diferencias significativas, pero ambos grupos con amplios límites de concordancia.

Otros trabajos han demostrado que las ecuaciones de predicción infraestimaban los valores de consumo de oxígeno medido en el laboratorio<sup>8,20</sup>, destacando un estudio que se realizó también en estudiantes de educación física de ambos sexos encontrando unas variaciones en torno a 5.7 mL/kg/min que correspondían a una infravaloración del 9.3%<sup>21</sup>.

La fiabilidad del test de Luc Leger está bien determinada en la literatura con los coeficientes de correlación<sup>5,8,9,13,17,18,22</sup>, pero en la actualidad se recomienda un análisis de la fiabilidad absoluta (Advisor Committee Scientific, 2002) con el test de concordancia de Bland Altman<sup>23</sup> así como un adecuado tratamiento estadístico<sup>14</sup>.

Existen pocos trabajos en la literatura que hayan realizado un análisis de Bland-Altman y se aporten datos relativos a sus límites de concordancia<sup>16</sup>, en el cual analiza a 40 varones de 20.4 años de edad y de 54 kg de peso. Los límites de concordancia de este estudio son muy pequeños (-1.13 a 1.31) y una diferencia entre métodos de 0.09 mL/kg/min., sin diferencias por supuesto entre métodos, pero con bajos valores de consumo de oxígeno (en torno a 39 mL/kg/min).

En un estudio de Metsios<sup>7</sup>, se evalúan a 64 varones sanos de 21.6 años de edad, todos ellos atletas aficionados, con unos valores medios de  $VO_2$ máx de  $52.3 \pm 2.3$  mL/kg/min. y un coeficiente de correlación de 0.63 entre los consumos de oxígeno y unos límites de concordancia de  $\pm 7.25$  mL/kg/min y un sesgo medio de 4.23 mL/kg/min, datos estos muy parecidos a los del presente estudio. Aunque los límites de concordancia de nuestro estudio son amplios, destacar que dos tercios de la muestra estarían dentro de unos límites de concordancia muy aceptables ( $\pm 5$  mL/kg/min)

Por otro lado hay que destacar que el test de CN es fácil de interpretar y existen muchos datos extraídos de en torno a 170 trabajos, realizados en 50 países de donde comparar los

resultados<sup>3</sup> y también es un buen método con el cual monitorizar las tendencias de los niveles de resistencia cardiorrespiratoria relacionada a la salud y la actividad física<sup>2</sup>. Se considera que también el test de CN, es un procedimiento muy aceptable desde los requerimientos fisiológicos, pues se realiza de forma muy progresiva y es a la par muy motivante pues este, se realiza en grupo.

Otro factor a tener también en cuenta es la carga demandada, o sea la exigencia que soporta el sujeto a quien se le realiza la prueba de campo, que en este caso se considera baja, pues es una prueba de duración corta y de una exigencia física solo en la última parte de dicha evaluación, siendo por ello un test muy aceptado en general.

La estimación del  $VO_2$ máx, mediante el test de Course Navette, presenta una validez moderada frente al  $VO_2$ máx directo. Se puede concluir que la estimación del consumo máximo de oxígeno mediante el test de Course Navette es un método adecuado en sujetos jóvenes físicamente activos, sin presentar diferencias en los valores medios, aunque se observan amplios límites de concordancia.

**Autoría.** Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

## Bibliografía

- García GC, Secchi JD. Test course navette de 20metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunt Med l'Esport*. 2014;49(183):93-103.
- Lang JJ, Tremblay MS, Léger L, Olds T, Tomkinson GR. International variability in 20 m shuttle run performance in children and youth: who are the fittest from a 50-country comparison? A systematic literature review with pooling of aggregate results. *Br J Sport Med*. 2018;52(4):276.
- Tomkinson GR, Lang JJ, Tremblay MS, Dale M, LeBlanc AG, Belanger K, et al. International normative 20 m shuttle run values from 1 142 026 children and youth representing 50 countries. *Br J Sports Med*. 2017;51(21):1545-54.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes*. 2008;32(1):1-11.
- Léger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict  $VO_2$ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1982;49(1):1-12.
- Eston R, Lambbrick D, Sheppard K, Parfitt G. Prediction of maximal oxygen uptake in sedentary males from a perceptually regulated, sub-maximal graded exercise test. *J Sports Sci*. 2008;26(2):131-9.
- Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y, Nevill A. Criterion-related validity and test-retest reliability of the 20 m square shuttle test. *J Sci Med Sport*. 2008;11(2):214-7.
- 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.
- Stickland MK, Petersen SR, Bouffard M. Prediction of maximal aerobic power from the 20-m multi-stage shuttle run test. *Can J Appl Physiol*. 2003;28(2):272-82.
- Marfell-Jones M, Olds L. International Standards for Anthropometric Assessment. ISAK. Potchefstroom, South Africa; 2006.
- Casajús JA, Piedrafita E, Aragonés M. Criteria for maximal exercise test. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2009;9(35):217-31.
- Mellerowicz H. Ergometría. 3ª ed. Buenos Aires: Panamericana; 1984. p. 44-7.
- Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*. 1988;6(2):93-101.
- Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sport Med*. 1998;26(4):217-38.
- Aaronson N, Alonso J, Burnam A, Lohr KN, Patrick DL, Perrin E, et al. Assessing health status and quality-of-life instruments: attributes and

- review criteria. *Qual Life Res.* 2002;11(3):193-205.
16. Chatterjee P, Banerjee AK, Das P, Debnath P. A regression equation for the estimation of  $VO_{2max}$  in nepalese male adults. *J Hum Sport Exerc.* 2010;5(2):127-33.
  17. Mahar MT, Guerieri AM, Hanna MS, Kemble CD. Estimation of aerobic fitness from 20-m multistage shuttle run test performance. *Am J Prev Med.* 2011;41(4 Suppl 2):S117-23.
  18. Mahoney C. 20-MST and PWC170 validity in non-Caucasian children in the UK. *Br J Sports Med.* 1992;26(1):45-7.
  19. Leger 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.
  20. St Clair Gibson A, Broomhead S, Lambert MI, Hawley JA. Prediction of maximal oxygen uptake from a 20-m shuttle run as measured directly in runners and squash players. *J Sports Sci.* 1998;16(4):331-5.
  21. Berthoin S, Gerbeaux M, Turpin E, Guerrin F, Lensele-Corbeil G, Vandendorpe F. Comparison of two field tests to estimate maximum aerobic speed. *J Sports Sci.* 1994;12(4):355-62.
  22. Matsuzaka A, Takahashi Y, Yamazoe M, Ku,akura N, Ikeda A, Wilk B, et al. Validity of the Multistage 20-M Shuttle-Run Test for Japanese Children, Adolescents, and Adults. *Pediatric Exerc Sci.* 2004;16(2):113-25.
  23. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1(8476):307-10.