

Jódar Montoro, R. (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course navette para determinar de manera indirecta el  $VO_2$  max. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 3 (11) pp. 173-181 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista11/revision.htm>

## REVISIÓN

### REVISIÓN DE ARTÍCULOS SOBRE LA VALIDEZ DE LA PRUEBA DE COURSE NAVETTE PARA DETERMINAR DE MANERA INDIRECTA EL $VO_2$ max

### GENERAL OVERVIEW ABOUT THE VALIDITY OF COURSE NAVETTE TEST TO ESTIMATE THE $VO_2$ max IN AN INDIRECT WAY

**Jódar Montoro, R.**

Licenciado en Educación Física  
rjodarm@hotmail.com

#### RESUMEN

Esta revisión bibliográfica pretende conocer los estudios efectuados hasta el momento sobre la validez de la prueba de course navette. Esta prueba calcula de manera indirecta el consumo máximo de oxígeno en población en general y en deportistas de todas las edades y ambos sexos. Para ello se citan los estudios que han pretendido validar la prueba. Posteriormente se explica la aportación que han tenido en el desarrollo de la misma. Los artículos encontrados parecen evidenciar una alta correlación entre los resultados, de consumo máximo de oxígeno, obtenidos mediante una prueba de esfuerzo y los obtenidos mediante el método indirecto de la prueba de course navette. No parece haber estudios específicos de validación para deportistas excepto para atletas de resistencia.

**PALABRAS CLAVE:** Course navette, consumo máximo de oxígeno.

#### ABSTRACT

This bibliographic revision attempts to give a general overview on the currently published studies about the Course Navette test. This test calculates, indirectly, both the maximum consumption of oxygen in humans, in general terms, and in athletes of all ages (both sexes). To achieve this aforesaid-mentioned aim, all these studies, which attempt to validate the test, are cited in this essay. The

benefits that these studies have provided to the development of this test will be explained. The found reference essays appear to show a high degree of relationship between the results of maximum consumption of oxygen, obtained through a stress test and those obtained by means of the indirect method of the course navette test. There seems not to be any specific studies validating these results for athletes (endurance athletics excluded).

**KEYWORDS:** Course navette, maximum consumption of oxygen.

## **INTRODUCCIÓN**

La prueba de Course navette o carrera de 20 metros (20 MST) es un test de aptitud cardiorrespiratoria, mide la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo máximo de oxígeno.

Los sujetos comienzan la prueba andando y la finalizan corriendo. Se desplazan de un punto a otro situado a veinte metros de distancia al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente. Deben haber llegado al otro punto en el momento que suena la señal y hacer un cambio de sentido para encaminarse al punto inicial al que deben llegar cuando vuelva a sonar la señal y así sucesivamente. El momento en el que el sujeto interrumpe la prueba es el que indica su resistencia cardiorrespiratoria.

Los sujetos deben desplazarse corriendo de una línea a otra separada veinte metros, al ritmo que marca una cinta magnetofónica. Este ritmo de carrera aumentará cada minuto. Los sujetos empiezan la prueba a una velocidad de ocho kilómetros por hora, el primer minuto aumenta a nueve kilómetros por hora y, a partir de aquí, cada minuto aumenta el ritmo medio kilómetro por hora. La prueba finaliza cuando no pueden seguir el ritmo marcado.

Se toma la máxima velocidad a la que ha conseguido desplazarse antes de pararse y se introduce este valor en una fórmula que calcula el  $VO_2$  max.

Por tanto, se trata de un test máximo y progresivo. Esta prueba mide la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  max). El consumo máximo de oxígeno es la máxima cantidad de oxígeno que pueden absorber las células. Se expresa en litros por minuto (l/m) o en mililitros por kilogramo por minuto (ml./kg./min.).

Cuanto mayor sea este valor mayor capacidad tendrá ese organismo para producir energía mediante el metabolismo aeróbico, menor necesidad de recurrir al metabolismo anaeróbico láctico y mayor capacidad de eliminación de ácido láctico en caso de haber sido producido.

## **ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LA PRUEBA COURSE NAVETTE**

La tabla 1 muestra un resumen de los estudios realizados sobre la prueba de Course navette:

**Tabla 1. Estudios realizados para validar la prueba de Course navette.**

| Estudios   | Título del trabajo  | Condiciones  | Resultados  |
|--|---|--|---|
| Leger-L.; Ahamaidi-S.; Berthoin-S.; Cazorla-G.A.; Fargeahe-M.A. <sup>9</sup> 1993.                   | Concordancia y equivalencia entre los test de course navette de 20 metros y la Course en pista.                                       |  | Existe concordancia entre los datos obtenidos con ambas pruebas.  |
| Mahoney_C. <sup>8</sup> 1992   | Validez de los test de Course navette sobre 20 metros y de la capacidad de trabajo en los niños no caucásicos.                        | Niños y niñas de 12 años del Reino Unido   | Indica que la Course navette es un test de campo ideal para evaluar la condición cardiorrespiratoria de los niños y niñas de 12 años. |
| Mombiedro-C.; Leger-L.; Cazorla-G.A.; Delgado-M.; Gutiérrez-A.; Prost-A.; Roy-J.Y. <sup>7</sup> 1992 | Validez del test de Course navette de 20 metros para predecir el VO <sub>2</sub> max. en atletas de resistencia.                      | Metodología y resultados de comparar la predicción del VO <sub>2</sub> max. obtenido mediante Course navette comparado con los resultados obtenidos en tapiz rodante. Atletas de resistencia.  | Los resultados validan el test para atletas de resistencia.   |
| Mombiedro-C. <sup>6</sup> 1991   | Validación del test de Course navette de 20 metros para predecir el VO <sub>2</sub> max. en atletas de resistencia.                   | Atletas de resistencia.  | Los resultados validan el test para atletas de resistencia.   |
| Ahmaid-S.; Adam-B.; Prefaut-C. <sup>5</sup> 1990   | Validación de la Course navette de 20 metros y de la Course en pista para la estimación del consumo máximo de oxígeno en deportistas. | 26 sujetos de ambos sexos, de entre 18 y 30 años. Comparan resultados obtenidos con cicloergómetro (directos) con los obtenidos en Course navette (palier de un minuto sobre 20 metros) y en carrera course en pista (palier de 2 minutos en pista). | Los resultados validan ambos test.  |
| Gadoury-C.; Leger-L. <sup>4</sup> 1989   | Validez del test de la carrera de 20 metros con estadios de 1 minuto para predecir el VO <sub>2</sub> max. en adultos.                | 53 hombres y 24 mujeres, de 19 a 47 años. Comparan resultados de VO <sub>2</sub>   | El test de Course navette parece válido para predecir el consumo máximo de oxígeno en adultos.  |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| Alves De Oliveira, H.; Peres, G.; Lefevre, P.; Chiva, F. <sup>3</sup> 1989                    | Comparación de valores de consumo máximo de oxígeno obtenidos por métodos directos e indirectos.   | max. obtenidos en Course navette (palier de 1 minuto sobre 20 metros) con los obtenidos sobre tapiz rodante.  | Los resultados de campo son ligeramente superiores pero no lo suficiente para desestimar el test indirecto. Además el test reproduce más fielmente los gestos deportivos que posteriormente se dan en determinados deportes. |
| Prat, J. A.; Galilea, J.; Ibáñez, J.; Galilea, P. A; Palacios, L.; Pons, V. <sup>2</sup> 1986 | Correlación entre el test de campo de Leger (Course navette) y un test de laboratorio de cargas progresivas.   | 16 atletas de alto nivel. Comparan resultados de VO <sub>2</sub> max. obtenidos directamente mediante cicloergometro o tapiz rodante con resultados obtenidos indirectamente con el test de campo de Leger. | Obtiene alta y significativa correlación entre los datos obtenidos de ambas pruebas.   |
| Gadoury, C.; Leger, L. <sup>1</sup> 1986  | Validez de la prueba Course navette de 20 metros con paliers de 1 minuto y el test físico canadiense para predecir el VO <sub>2</sub> max. en adultos. | Compara datos biológicos obtenidos mediante un test de campo (Course navette) y un test progresivo en laboratorio.  | Mayor validez de la prueba Course navette que de la prueba física canadiense para predecir el VO <sub>2</sub> max. en adultos de ambos sexos.  |
| Leger LA, Lambert J. <sup>10</sup> 1982   | Un test máximo de 20 metros para predecir el VO <sub>2</sub> max.  | 76 adultos de ambos sexos con alrededor de 35 años. Compara datos obtenidos mediante tapiz rodante con los obtenidos mediante Course navette y con los obtenidos con la Prueba física canadiense.           | Es un test válido para predecir el VO <sub>2</sub> max. de mujeres y hombres adultos.  |
| Leger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y. <sup>11</sup> 1984                          | Capacidad aeróbica de los niños y niñas de Québec de entre 6 y 17 años mediante el test de 20 metros con periodos de un minuto.                        | 91 adultos, 32 mujeres y 59 hombres de 27 años de edad. Primera publicación sobre el test. Paliers de 2 minutos   | Publicación de los resultados obtenidos. Paliers de un minuto validado con niños y niñas de entre 6 y 17 años.   |
| Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper Hc. <sup>12</sup> 1986                                       | Validación de dos test de carrera para estimar el poder  | 3669 niños y 3355 niñas de Québec. Reducción de los palier a 1 minuto   |  |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | máximo aeróbico en niños.   |  |   |
| Leger L, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. <sup>13</sup> 1988                                     | Test de 20 metros para determinar la condición aeróbica.  | 41 niños y 41 niñas entre 12 y 14 años. Se les pasó dos test de carreras, la carrera de 20 metros y correr la mayor distancia posible en 6 minutos. Asimismo se estimó su VO <sub>2</sub> max. en tapiz rodante. | Aunque las diferencias entre los valores obtenidos mediante ambos test son estadísticamente no significativas se recomienda, en las clases de EF utilizar la carrera de 20 metros por razones practicas.  |
| Liu NY, Plowman SA, Looney MA. <sup>14</sup> 1992  | Validez del test de 20 metros en estudiantes americanos de entre 12 y 15 años.                        | El test empieza a 8,5 km/h y se incrementa 0,5 Km/h cada minuto.   | Valido para niños y adultos. Se calcula fórmula para conocer el Vo2 max a partir del palier en el que se para el sujeto. La formula es VO <sub>2</sub> max=31.025+3.238X-3.248 <sup>a</sup> +0.1536AX, siendo X= velocidad a la que se paró el sujeto. A= edad, para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18.                    |
| Sproule J, Kunalan C, mcneill M, Wright H. <sup>15</sup> 1993                                    | Validación del test de 20 metros para predecir el VO <sub>2</sub> max en atletas adultos de Singapur. | Aplicar el test y la ecuación de 1988 <sup>13</sup> en niños y niñas estadounidenses de entre 12 y 15 años.  | No encontraron significativas diferencias.  |
| Berthoin S, Gerbeaux M, Turpin E, Guerrin F, Lensel-Corbeil G, Vanderdorpe F. <sup>16</sup> 1994 | Comparación de dos test de campos para estimar la máxima velocidad aeróbica.                          | 16 hombres y 4 mujeres. Comparan resultados obtenidos mediante prueba en tapiz rodante y los obtenidos mediante la carrera de 20 metros.   | Los valores cardiacos fueron similares en ambos. Encontraron diferencias entre los valores de VO <sub>2</sub> max aunque no significativamente. Se obtuvieron valores inferiores mediante el test. Puede ser debido a diferencias raciales, antropométricas o climáticas. Se recomienda más estudios con población asiática para validar el test. |
| Mercier D, Leger L, Lambert J. <sup>17</sup> 1983  | Predicción de VO <sub>2</sub> max. en niños   | 17 estudiantes de EF. Compara valores de VO <sub>2</sub> max y de maxima velocidad aeróbica obtenidos mediante prueba en tapiz rodante,  | Valores no significativamente diferentes entre los valores en tapiz y en campo de Leger y Boucher. Valores más bajos obtenidos mediante Carrera de 20 metros.   |

## **EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA PRUEBA Y APORTACIONES DE LOS DIFERENTES ESTUDIOS CITADOS**

En 1982 Leger y Lambert<sup>10</sup> diseñan un test para calcular de manera indirecta el consumo máximo de oxígeno. Los sujetos debían recorrer un espacio de 20 metros siguiendo un ritmo que aumentaba progresivamente. La velocidad inicial era de ocho kilómetros por hora, y aumentaba medio kilómetro por hora cada dos minutos hasta que los sujetos no podían seguir el ritmo y se paraban. Esta velocidad máxima aeróbica y la edad del sujeto se introducían en una fórmula que proporcionaba de manera indirecta el consumo máximo de oxígeno.

En 1983 Leger y Rouillard<sup>18</sup> nos recuerdan la importancia que puede tener en los resultados de algunos test, entre ellos la course navette, la velocidad de giro de los casete que se usen con el protocolo. Pequeñas modificaciones en las revoluciones pueden afectar seriamente a los mismos. Antes de realizar el test es conveniente comprobar este extremo, normalmente las cintas con los protocolos comienzan con una prueba de este tipo para establecer las pequeñas modificaciones en la distancia que deben recorrer los sujetos.

En 1984 Leger et al<sup>11</sup> pretenden que el test pueda ser aplicado en las clases de EF y que no sea demasiado aburrido en los primeros estadios para que los sujetos, niños y adultos, no lo abandonen prematuramente. Para ello, modifican el test y reducen el tiempo de cada periodo, de modo que aumentan cada minuto la velocidad de los pitidos en medio kilómetro. Este estudio se centra en niños y adolescentes de ambos sexos de Québec. Valida el test modificado para niños y adolescentes.

En 1986 Prats et al<sup>2</sup> dicen que no hay diferencias significativas entre los datos obtenidos con la course navette y la cinta ergométrica del laboratorio, una mayor frecuencia cardiaca en course navette y un consumo de oxígeno equiparable en ambas pruebas. El estudio se hace con 10 estudiantes de EF, 6 varones y 4 hembras, de entre 21 y 30 años.

En 1986 Van Mechelen<sup>12</sup> publicaron un estudio para validar dos test de carrera, la course navette y el test de resistencia de 6 minutos. A los adolescentes de entre 12 y 14 años se les paso una prueba de tapiz rodante para comparar resultados. Se determinó que ambas pruebas eran validas pero se recomendaba, por cuestiones practicas, la course navette para las clases de EF.

En 1988 Leger et al <sup>13</sup> publican la formula actualmente utilizada para determinar el VO<sub>2</sub> max en niños a partir de la course navette. La formula es  $VO_2 \text{ max} = 31.025 + 3.238X - 3.248A + 0.1536AX$ , siendo X la velocidad a la que se paró el sujeto y A la edad. Para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18, quedando la formula  $VO_2 \text{ max} = -27,4 + 6,0X$  siendo X la velocidad a la que se paró el sujeto<sup>7</sup>. En la evolución de la formula hay que mencionar el trabajo de Mercier et al <sup>17</sup>

En 1989 Leger y Gadoury <sup>4</sup> presentan un estudio que valida el test modificado a paliers de un minuto para adultos. En este estudio utilizan a 53 hombres y a 24 mujeres de entre 19 y 47 años. Anteriormente los mismos autores <sup>1</sup> en 1986 publican un estudio en el que validan el test con los paliers de un minuto pero utilizan sólo sujetos de alrededor de 35 años. En el mismo estudio se comparan los valores de VO<sub>2</sub> max. obtenidos mediante la Course navette y el fisio test canadiense, resultando más valido el primero para predecir el consumo máximo de oxígeno.

En 1989 Alves de Oliveira et al <sup>3</sup> compara los valores de VO<sub>2</sub> max obtenidos mediante cicloergómetros y tapices rodantes con los obtenidos de Course navette y establece que éste es un buen método indirecto para determinar el consumo máximo de oxígeno. Encuentra los valores de frecuencia cardiaca y consumo de oxígeno ligeramente más altos en el test de campo

En 1991 Mombriedo <sup>6</sup> y en 1992 Mombiedro <sup>7</sup> validan el test para atletas específicos de resistencia.

En 1992 Mahoney <sup>8</sup> valida el test para chicos y chicas de 12 años de raza no caucasiana en el Reino Unido.

En 1992 Liu et al <sup>14</sup> pretende validar la course navette y las formulas de predicción de Leger et al <sup>13</sup> para adolescentes de entre 12 y 15 años de Estados Unidos. Leger et al habían hecho su estudio con adolescentes canadienses. Obteniendo no significativas diferencias entre ambos grupos y validando la course navette para el calculo del consumo máximo de oxígeno de manera indirecta.

En 1993 Sproule et al <sup>15</sup> compararon valores de VO<sub>2</sub> max obtenidos mediante ergoespirometría en tapiz y mediante course navette en adultos de Singapur. Estimaron alta correlación pero recomendaron la realización de más estudios con otros asiáticos.

En 1996 Berthoin et al<sup>16</sup> compararon resultados de VO<sub>2</sub> max. obtenidos mediante tapiz y mediante dos pruebas indirectas, course navette y test de Leger-Boucher. Los valores mediante tapiz y test de Montreal fueron muy similares, sin embargo los de course navette fueron algo más bajos.

## CONCLUSIONES

Para concluir, podemos decir:

1. En 1982 se diseña un test indirecto para el calculo del  $VO_2$  max. (palier de dos minutos), que es modificado en 1984 (palier de un minuto).
2. Principalmente en los años ochenta, pero también en los noventa, se hacen varios trabajos para validar el test tanto en niños y niñas como en adultos de ambos sexos.
3. Estos trabajos corroboran la validez de la prueba course navette en las poblaciones estudiadas para calcular, de manera indirecta, el consumo máximo de oxígeno.
4. Existe una alta correlación entre los valores de consumo máximo de oxígeno calculados a través de course navette y los obtenidos en tapiz rodante o ciclo ergómetro.
5. De todos los test indirectos de calculo de consumo de oxígeno sólo el de Leger y Boucher tiene una mayor correlación con los valores de  $VO_2$  max<sup>4</sup>. Pero tiene más dificultad para realizarse, ser controlado y necesita una pista de atletismo.
6. Los mayor parte de los estudios respecto a la prueba de course navette, tanto sobre su validez como sobre cualquier otro aspecto de la misma están realizados por grupos de influencia francesa, no olvidemos que la prueba tiene su origen el la Universidad de Montreal (zona francófona de Canadá). Es en estos países donde está más implantada.
7. Actualmente esta bastante implantado por su validez y la facilidad para pasarlo a grupos numerosos y en las clases de EF.
8. Es un test que tiene transferencia a muchos deportes colectivos, en los que hay muchos cambios sentido.
9. Hay adaptaciones para aplicarlo a deportistas en sillas de ruedas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gadoury, C; Leger, L. (1986). Validite de l'epreuve de course navette de 20 m avec paliers de une minute et du physitest canadien pour predire le  $VO_2$  max des adultes. Staps france. 7. 13. 57-68.
2. Prats, Ja; Galilea, J; Ibañez, J; Estruch, A; Galilea, P.A.; Palacios, L; Pons, V. (1986). Correlación entre el test de campo de Leger (Course navette) y un test de laboratorio de cargas progresivas. Apunts, Medicina De L'esport. 23. 90. 209-212.

3. Alves De Oliveira, H; Peres, G; Lefevre, P.; Chiva, F. (1988). Comparaison Des Valeurs De Consommation Maximale D'oxygene Obtenles Par Methodes Directe Ou Indirecte. European Congress Of Sports Medicine
4. Gadoury, C; Leger, L. (1989). Validity Of The 20 M Shuttle Run Test With 1 Min Stages To Predict VO<sub>2</sub> Max In adults. Canadian Journal Of Sports Science. 14. 1. 21-26.
5. Ahmaidi, S; Adam, B; Prefaut, C. (1990). Validite Des Epreuves Triangulaires De Course navette De 20 M Et De La Course Sur Piste Pour L'estimation De La Consommation Maximale D'oxygene Du Sportif". Science Et Sports. 5. 71-76.
6. Mombiedro, C. (1991). Validation Du Test De Course navette De 20 M Pour Predire Le VO<sub>2</sub> Max D'athletes D'endurance. Montreal: Universite De Montreal.
7. Monbiedro, C; Leger, L; Cazorla, Ga; Delgado, M; Gutierrez, A; Prost, A; Roy, Jy. (1992). Validation Du Test De Course navette De 20 M Pour Predire Le VO<sub>2</sub> Max D'athletes D'endurance. Science Et Motricite.17. 3-10.
8. Mahoney-C. (1992). 20-Mst And Pwc 170 Validity In Non-Caucasian Children in the Uk. British Journal Of Sports Medicine. 26. 1. 45-47.
9. Leger, L; Ahamaidi, S; Berthoin, S; Cazorla, Ga; Fargeahe, Ma. (1993). Concordance Et Equivalence Entre Les Test De Course navette De 20 M Et De Course Sur Piste. Acaps France. 3-4.
10. Leger, L; Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. Eur J Appl Physiol. 49 (1). 1-12.
11. Leger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y. (1984). Aerobic capacity of 6 to 17 years-old Quebecois-20 meter shuttle run test with 1 minute stages. Can J Sport Sci. 9(2).64-9.
12. Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. (1986). Validation of two running test as estimates of maximal aerobic power in children. Eur Appl Physiol Occup Physiol; 55(5).503-6.
13. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. (1998). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. J Sports Sci Summer. 6(2). 93-101.
14. Liu NY, Plowman SA, Looney MA. (!992). The reliability and validity of the 20 meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. Res Q Exerc Sport. 63(4). 360-5.
15. Sproule J, Kunalan C, Mcneill M, Wright H. (1993). Validity of 20-MST for predicting VO<sub>2</sub> max of adult Singaporean athletes. Br J Sports Med. 27(3). 202-4.
16. Berthoin S, Gerbeaux M, Turpin E, Guerrin F, Lenseil-Corbeil G, Vanderdorpe F. (1994). Comparison of two field test to estimate maximum aerobic speed. J Sport Sci. 12(4). 355-62..
17. Mercier D, Leger L, Lambert J. (1983). Relative efficiency and predicted VO<sub>2</sub> max. in children. Med Sci. Sports Exercise 15(2): 143.
18. Leger L, Rouillard M. (1983). Speed reliability of cassette and tape players. Can J Appl Sport Sci. 8 (1): 47-8.