

Consumo de Oxígeno Máximo Telemétrico vs. Yo-Yo Endurance Test, en Jugadores del Ftбол Profesional Argentino

Lic. Prof. Ciro Vargas Magnaldi
Universidad del Aconcagua, Mendoza, Rep. Argentina.

Tutor: Dr. Nicolás Terrados Cepeda
Centro Olímpico de Estudios Superiores (COES) y Universidad Autónoma de Madrid (UAM), España.

RESUMEN

Con el objeto de comparar el VO₂ Máximo obtenido en forma directa a través de un analizador de gases telemétrico (Cosmed K4b2, Italia), con el VO₂ Máximo estimado en forma indirecta mediante el Yo-Yo Endurance Test Nivel 1 (Bangsbo, 1996), fueron evaluados 8 jugadores de Ftбол Profesional pertenecientes al Atlético Club San Martín de Mendoza, que compiten en la Primera División "B" del Ftбол Argentino.

El valor medio del pico de VO₂ Máximo Directo, relativo al peso corporal fue de 66,2 ml*kg*min (DS = 6,4 ml*kg*min; CV= 9,6 %), mientras que el VO₂ Máximo estimado de forma indirecta fue de 50,5 ml*kg*min (DS = 3,7 ml*kg*min; CV = 7,2%).

El pico de VO₂ Máximo Directo Pico Relativo promedio para los Mediocampistas fue 67,9 ml*kg*min., para los Delanteros fue 64,7 ml*kg*min. y para el Defensor 64,1 ml*kg*min..

El VO₂ Máximo Estimado en forma indirecta fue para los Mediocampistas 49,6 ml*kg*min, para los Delanteros fue 50,8 ml*kg*min. y para el Defensor fue 53,1 ml*kg*min.

El Coeficiente de correlación R, entre los valores obtenidos en forma directa e indirecta fue 0.24, mientras que el Coeficiente R² fue 0.059. De acuerdo a los valores obtenidos en forma directa e indirecta, se observa una importante tendencia de subestimación del VO₂ Máximo Relativo Estimado en forma indirecta sobre el VO₂ Máximo obtenido en forma directa (p<0.05).

Palabras Clave: consumo de oxígeno * ftбол * Yo-Yo Tests * capacidad física*.

INTRODUCCION

Los fenómenos fisiológicos ligados al rendimiento deportivo pueden asumir roles diversos. En actividades deportivas como el fútbol el consumo de oxígeno (VO₂ Máximo), no siempre determina el rendimiento deportivo de un futbolista, ya que está caracterizado por los contenidos técnicos, tácticos, psicológicos y sociales de la acción. Pero nadie duda de su importancia para permitir un mayor desempeño físico, en cuanto a dinamismo y recuperación durante y después del juego.

Uno de los principales problemas que se plantea, cuando se quiere planificar y programar un plan de entrenamiento dirigido a mejorar las condiciones físicas de un futbolista, es el de conocer las características fisiológicas que debe poseer un buen jugador, de allí la importancia de la evaluación que nos puede mostrar el grado de desarrollo alcanzado en una o varias cualidades físicas.

Al realizar un análisis detallado de los procesos biológicos que se dan en el fútbol, nos encontramos ante grandes dificultades. Debemos recordar que hace tan solo unos años se creía que el metabolismo implicado en el fútbol, era solamente el anaeróbico láctico (Margaria y cols., 1966); o que era 70% anaeróbico y 30% aeróbico (Fox, 1984).

Investigaciones recientes han demostrado que la contribución de los fofágenos del alta energía (ATP y CP), se encuentran alrededor del 50%, mientras que el restante porcentaje viene dado por el metabolismo glucolítico, con formación de ácido láctico (Hiroven y cols., 1987). El porcentaje de consumo de oxígeno utilizado durante el juego se aproxima al 70%-80% del VO₂ Máximo. Estos datos le sitúan como un deporte aeróbico-anaeróbico alternado, de allí la importancia de un correcto trabajo para mejorar las cualidades físicas intervinientes.

La metodología aplicada para la valoración del VO₂ Máximo, ya sea a partir de un analizador de gases telemétrico, o a través de un test indirecto como el Yo-Yo Endurance test, debe ser válida, objetiva y fiable.

RECUESTO HISTORICO YO-YO ENDURANCE TEST

- Maximal Multistage 20 Mts. Shuttle Run Test: Test de Leger

Desde 1.983 (Mercier y col., 1.983) se ha venido gestando la versión final del test que hoy posee una velocidad de partida de 8.5 km/h, con un incremento de 0.5 km/h. por minuto (Leger y col., 1.984, 1.988, 1.989). Esta última versión del test que se considera la mas utilizada en el mundo, es la que se reconoce como el Test de Leger.

- Multistage Fitness Test (MFT): La versión europea del Test de Leger

Sucesivamente a la publicación del protocolo del Test de Leger, en Europa (Gran Bretaña), surge una nueva propuesta aunque sobre la base del concepto de Leger, con el objetivo de incrementar la precisión del test. La innovación se vinculó con la modalidad de cálculo del resultado final del test.

En la versión original del test (Leger y col., 1.982, 1.984, 1.988 y 1.989) la determinación del resultado corresponde al computo de la velocidad de carrera o del palier efectivamente completado. Tal procedimiento, equipara el resultado de diversos sujetos aunque no hayan finalizado en forma conjunta. Esta situación significa una limitación en la discriminación inter e intra individual.

La primer versión europea desarrollada en la Universidad Queen de Belfast (Paliczka y col., 1.987) se preocupó en considerar el número de idas y vueltas de cada velocidad de carrera o palier.

La versión europea mas popular del Test de Leger, es la validada en 1.988 por Ramsbottom y colaboradores. En su estudio, el equipo del Departamento de Educación Física y Ciencia del Deporte de la Universidad de Loughborough (Ramsbottom y col., 1.988), utilizando el nuevo cálculo de Paliczka y col., operaron una reestructuración del Test de Leger. El autor, con una muestra de 74 sujetos (36 varones y 38 mujeres) con edades comprendidas entre 19 y 36 años, valoró el test con relación al VO₂max determinado en forma directa. De este estudio, se desarrolló una tabla al cual fue posible asignar la estimación del VO₂max al número de idas y vueltas efectuadas (distancia de carrera del test). Según la normativa del test (Brewer y col., 1.988), la primer velocidad de carrera o palier fue efectuada a 8 km/h., y el incremento de velocidad se incrementó cada minuto en 0.14 mts/seg. (Ramsbottom y col., 1.988).

-Yo-Yo Endurance Test: Un nuevo capítulo

Recientemente ha sido desarrollada una versión del Test de Leger y del Multistage Fitness Test: el Yo-yo Endurance Test (Bangsbo 1.994, 1.997). El protocolo del test mantiene la particularidad del propuesto por la Universidad de Loughborough (Ramsbottom y col., 1.988, Bewer y col., 1.998). Además, no sólo la tabla de conversión es muy similar, sino también el resultado final en metros o de idas y vueltas completadas. El sonido del beep registrado en el cassette esta ajustado con una precisión de 100 mseg.. La velocidad de partida es de 8 km/h., y el incremento es de 0.5 km/h..

La particularidad del test es que posee dos versiones, una para principiantes y la otra para avanzados. La primer versión (nivel 1) comienza a 8 km/h., mientras que la segunda (nivel 2) se inicia a 11.5 km/h.. El pasaje de una versión a la otra requiere que el evaluado haya alcanzado en el nivel 1 la velocidad de carrera 17.

MATERIALES Y METODOS

SUJETOS

La Provincia de Mendoza está localizada en el centro-oeste de la República Argentina. Presenta un clima semidesértico, está ubicada a 700 metros sobre el nivel del mar, y presenta una gran amplitud térmica debido al clima de montaña que posee.

Para desarrollar el estudio se tomó una muestra de 8 (ocho) jugadores pertenecientes al Atlético Club San Martín de Mendoza, que participa en la Primera División "B" del Fútbol Argentino.

El estudio incluyó a 4 (cuatro) mediocampistas, 3 (tres) delanteros y 1 (un) defensor.

Sus características antropométricas son presentadas en la tabla 2.

Tabla 2 – Características Antropométricas (n=8)

NOMBRE	EDAD	PESO (KG)	ESTAT (CM)
AG	16	68	179
SR	20	70	176
NS	31	66	170
VE	25	71	167
AJ	19	64	170
ZD	20	66	176
SM	19	71	177
LN	19	62	175
X	21,1	67,3	173,8
Dt	4,7	3,3	4,2
CV	22,3	4,9	2,4

Valores promedio, desvíos estandar y coeficientes de variación

METODOS

El relevamiento de datos a través del Yo-Yo Endurance Test (Bangsbo, 1996) y del analizador de gases telemétrico, fueron efectuados en forma simultánea en el campo de entrenamiento que posee el club, y se realizaron en la segunda fase preparatoria de la temporada, mas precisamente en el mes de Agosto.

MATERIAL UTILIZADO

- Analizador de Gases

Para el estudio se utilizó un analizador de gases marca Cosmed K4 b2 (Italia), el cual es un ergoespirómetro portátil que permite monitorear la función cardio-respiratoria del futbolista respiración a respiración (breath by breath) en el campo.

El equipo está compuesto por una unidad portable, llevada por el futbolista mediante un arnés anteroposterior, en donde el analizador de gases va en la cara anterior del cuerpo y la batería colocada por detrás (Figura 1).

Esta unidad portable memoriza hasta 16.000 respiraciones y transmite a una unidad receptora esta información. La unidad receptora está conectada a su vez por un cable serial a la PC (notebook), lo que permite visualizar el test en forma gráfica en el monitor en tiempo real.

El peso total del equipo (analizador de gases y batería) es de 475 gramos, lo que lo hace fácil de llevar para el futbolista.

La unidad portable que tiene el futbolista envía información telemétrica hasta una distancia máxima de 1000 metros a la unidad receptora, la cual es recibida por la PC, permitiendo analizar los datos en tiempo real.



Figura 1 – Colocación del Analizador Telemétrico Cosmed K4 b2

- Cardiotacómetro

Se utilizó un frecuenciómetro cardíaco marca Polar (Target), el cual registra la frecuencia cardíaca durante todo el test en tiempo real.

Esta unidad portátil envía la información en forma telemétrica al analizador de gases, el cual la registra y la almacena, para su posterior bajada de datos.

- YO-YO Endurance Test

Los jugadores fueron evaluados indirectamente en el campo a través del Yo-Yo Endurance Test, Nivel 1 (Bangsbo, 1.996), el cual estima el VO₂ Máximo pico relativo en forma indirecta.

PROTOCOLO

Cada futbolista debe recorrer hacia delante una distancia de 20 metros a tiempo con la primera señal emitida por el cassette. La velocidad de inicio es de 8 km/h. (9 segundos para los 20 metros) y la misma debe ajustarse exactamente con la con la siguiente señal.

Si el sujeto corre demasiado rápido, debe esperar en la marca hasta la siguiente señal. La velocidad aumenta regularmente (aproximadamente cada 1 minuto) y se debe mantener en el campo hasta que cada futbolista sea incapaz de sostener la velocidad indicada.

Cada sujeto realizó en forma individual el test de campo con el Analizador de gases telemétrico incorporado en su cuerpo, y siguiendo las indicaciones de la prueba, emitidas por la cinta casete (Figura 2).

El criterio que se utilizó para la determinación del resultados final de cada estudio, fue la obtención del VO₂ Máximo Pico relativo que determina en forma automática el analizador de gases (Adaptado de Wassermann, 1984), es decir el mayor valor de VO₂ Máximo que se registra a lo largo de todo el test.

Respecto del Yo-Yo Endurance test, se tomó como criterio, el último trayecto de 20mts. alcanzado por cada futbolista, con su correspondiente estimación de VO₂ Máximo pico.

Vale aclarar que este valor máximo pico de VO₂ que se obtiene a través del analizador de gases, no siempre se corresponde con la máxima velocidad de carrera alcanzada, como en este caso en particular, con el ultimo trayecto de 20mts. obtenido a través del Yo-Yo Endurance Test, Nivel 1.

Es decir, que a pesar de que el futbolista pueda seguir aumentando la cantidad de trabajo (sosteniendo o incrementando la velocidad de carrera), el consumo

máximo de oxígeno no aumenta, debido a que el volumen minuto cardíaco ha alcanzado su máximo posible. Debido a este fenómeno, se produce un “plateau” o meseta del VO₂ (Wassermann y cols., 1984).

Los valores de VO₂ fueron considerados máximos para cada futbolista, teniendo en cuenta las siguientes variables:

- 1) Lactato sanguíneo arterial post-esfuerzo >7 mmol/lit (Billat y cols., 1994).
- 2) RER (Cociente respiratorio no proteico) >1,10 (Wassermann y cols, 1984).
- 3) Agotamiento del futbolista (Faina y cols., 1985).



Figura 2 – Registro de Datos por medio del Analizador Telemétrico durante el ENDtest

Tratamiento Estadístico

El tratamiento estadístico utilizado incluyó el cálculo del Coeficiente de Correlación de Pearson, y las diferencias estadísticas fueron determinadas a través del Test T para muestras dependientes. Los niveles de significación fueron establecidos al $p < 0.05$ (Thomas et al. 1.996).

Consentimiento

La totalidad de los participantes fueron autorizados por los responsables de la Conducción Técnica Institucional, una vez informados acerca de los objetivos del presente estudio.

RESULTADOS

Para una mejor y más amplia comprensión de este trabajo, se decidió presentar los resultados de acuerdo con las características descriptivas del estudio.

Se exponen los resultados del pico de VO₂ Máximo directo relativo obtenido, el VO₂ Máximo pico relativo estimado a través del Yo-Yo Endurance test (Bangsbo, 1996), los palieres o steps obtenidos, la frecuencia cardíaca máxima alcanzada y el lactato final post-esfuerzo (Tabla 3).

El VO₂ Máximo pico relativo directo promedio para los Mediocampistas fue 67,9 ml*kg*min., para los Delanteros fue 64,7 ml*kg*min. y para el Defensor 64,1 ml*kg*min..

El VO₂ Máximo pico relativo dpromedio estimado a través del Yo-Yo Endurance Test Nivel 1 (Bangsbo, 1996) para los Mediocampistas fue 49,6 ml*kg*min, para los Delanteros fue 50,8 ml*kg*min. y para el Defensor fue 53,1 ml*kg*min.

Tabla 3 – Variables Funcionales

NOMBRE	POSICION	ENDTEST (L1)	VO2 (EST) ML*KG*MIN	VO2 (K4b2) ML*KG*MIN	FC (L/M)	RER	AL (MMOL/L)
AG	MC	10,3	45,0	67,0	184	1,12	6,0
SR	MC	10,7	46,3	70,4	186	0,91	10,7
NS	DL	11,1	47,9	60,0	187	1,19	7,9
VE	DL	11,10	50,9	59,5	196	1,24	10,7
AJ	MC	12,3	52,0	59,8	195	1,30	6,5
ZD	DF	12,8	53,1	64,1	198	1,08	11,4
SM	DL	12,10	53,7	74,5	202	0,96	4,3
LN	MC	13,1	54,9	74,4	189	1,19	8,7
X			50,5	66,2	192,1	1,12	8,3
Dt			3,7	6,4	6,5	0,1	2,6
CV			7,2	9,6	3,4	12,0	31,0

Valores promedio, desvíos estandar y coeficientes de variación. Diferencia Significativa ($p < 0,05$) entre valores promedio de VO₂ Máximo Pico Relativo estimado por el Yo-Yo Endurance Test y el determinado en forma directa y telemétrica.

El Coeficiente de correlación R, entre los valores obtenidos en forma directa e indirecta fue 0.24, mientras que el Coeficiente R₂ fue 0.059. De acuerdo a los valores obtenidos en forma directa e indirecta, se observa una importante tendencia de subestimación del VO₂ Máximo Pico Relativo Estimado en forma indirecta sobre el VO₂ Máximo obtenido en forma directa ($p < 0,05$).

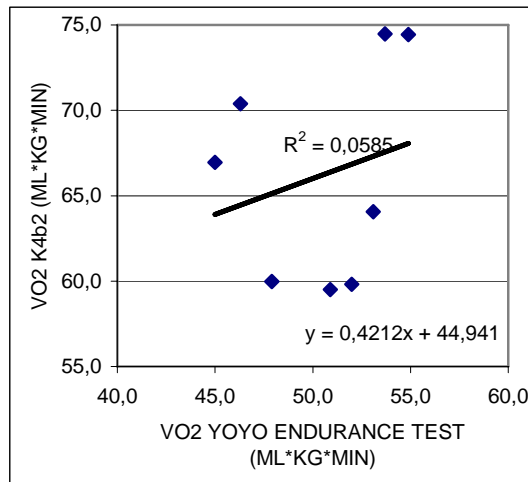


Grafico 1: Coeficiente de Correlación $r = 0,24$ y $r^2 = 0,06$ ($p < 0,05$) entre el VO2 Máximo Pico Relativo estimado por el Yo-Yo Endurance Test y el determinado en forma directa y telemétrica (Cosmed K4 b2).

En cuanto a la obtención de los resultados finales del estudio, cabe aclarar que todos los tests se llevaron a cabo sobre el campo de juego del club, es decir sobre una superficie césped con una altura de corte media. Todos los futbolistas recorrieron el trazado de los 20 mts., con botines de fútbol (zapatos de fútbol).

Esta aclaración se basa sobre el concepto, de que el estudio original realizado por Leger y col, 1984, fue realizado sobre una superficie de goma, y esto podría abrir un interrogante sobre los resultados obtenidos en el campo de juego y las correspondientes correlaciones realizadas entre el VO2 Máximo pico relativo obtenido en forma directa y el VO2 Máximo pico relativo estimado en forma indirecta.

Con el objeto de darle mayor validez y confiabilidad a nuestro trabajo, se tomó en consideración la posibilidad de comparar los resultados obtenidos, con otros trabajos de investigación históricos que han mostrado resultados válidos y fiables, lo que permite que los mismos hayan sido utilizados en el campo de la investigación y del entrenamiento deportivo.

Los trabajos que se tomaron para comparar los resultados son: los de Leger y colaboradores (1.982 y 1.988) y el de Ramsbottom y colaboradores (1.988).

Los resultados obtenidos en la comparación con los trabajos de investigación, se describen en la tabla 1.

Tabla 1 – Resultados comparativos

Tests	Edad	Sexo	n	VO2 Max (ml*kg*min)	Shuttle Test (ml*kg*min)	% Error	R	Referencia
20 mts. SRT (2min)	24.8-27.3	M+F	59-32	47.3	41.9	11.4	0.84	Leger,1982
20 mts. SRT (1min)	31.0-31.0	M+F	53-24	49.4	47.1	4.7	0.90	Leger,1988
Multistage Fitness Test	JA	M+F	36-38	53.0	50.3	5.0	0.92	Ramsbottom, 1988
Yo-Yo endurance	21.1	M	8	66.2	50.5	23.7	0.24 (*)	Presente Estudio

(*) Diferencia Significativa ($p < 0.05$).

DISCUSION

El Consumo de Oxígeno (VO₂), es una de las variables profusamente analizadas dentro del ámbito de la Actividad Física y el Deporte, como forma de valorar la dinámica funcional aeróbica de deportistas y no deportistas.

Tal cual se mencionó con anterioridad, dentro del ámbito de la aplicación práctica, generalmente existe una gran utilización de diversos procedimientos evaluativos (generalmente indirectos) en función de estimar variables aeróbicas. Tales procedimientos, colaboran en la estimación por ejemplo del VO₂max., con diversos porcentajes de error respecto a valoraciones directas.

Hemos observado como diversos estudios de referencia, han sugerido correlaciones a partir de procedimientos directos en condiciones de laboratorio. No obstante que las correlaciones han sido informadas como aceptables, siempre han quedado por determinarse en forma directa, los valores alcanzados bajo condiciones de campo y propias de juego.

Según Naughton et al. (1.996), los resultados de un estudio comparativo entre el Test de Leger, la versión europea de Ramsbottom y correlaciones directas de VO₂ (Quinton Metabolic Cart); informan que los dos procedimientos indirectos estiman valores significativamente diferentes a los determinados en forma directa. De todas formas, la versión europea que subestima el VO₂max directo (7,7%), es mas precisa que el Test de Leger, el cual lo sobrestimó en un 11,4%.

Nuestros resultados a pesar de constituir una muestra relativamente pequeña ($n = 8$), si bien con un error del 23,7% ($p < 0.05$), concuerdan con la tendencia de subestimación respecto a los valores alcanzados en forma directa y telemétrica. De todas formas, el acceso a un mayor número de casos, podrá brindar la consistencia necesaria para avalar el supuesto

Las condiciones de realización de ENDtest para el presente estudio (campo de juego y calzado de fútbol) en comparación a la de los estudios originales (superficies sólidas y antideslizantes), y el equipamiento utilizado, podrían abrir interrogantes sobre las correlaciones realizadas entre la valoración Indirecta y Directa.

Cabe considerar de acuerdo a un estudio reciente (Duffield et al., 2004), analizando la precisión y confiabilidad del analizador telemétrico Cosmed K4 b2; que la diferencia porcentual encontrada también pueda estar vinculada con una tendencia de sobreestimación del analizador telemétrico respecto a valores igualmente directos pero obtenidos con equipamiento fijo, tal cual fueran generadas las correlaciones de los estudios de referencia.

Llegados a este punto de discusión y respaldados por un desarrollo tecnológico actual sin precedentes en el ámbito de las Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte, también podríamos avanzar en la interesante problemática acerca del "Gold Standard Method", como forma de indagar acerca de los procedimientos y equipamientos más adecuados para explorar las variables de estudio; pero esto, seguramente con el requerimiento de una mayor cantidad de sujetos, podrá ser planteado para ser abordado en un futuro proyecto de investigación.

CONCLUSIONES

El presente estudio puede considerarse una nueva aproximación en el camino de explorar la validez y precisión de los diferentes métodos de valoración de la capacidad física, dentro del ámbito de la Actividad Física y el Deporte.

Existe una importante tendencia a la subestimación del VO₂ Máximo de los futbolistas, cuando se valora mediante el test indirecto (yo-yo test).

A la luz de los resultados obtenidos, parece ser necesario analizar aun más su administración bajo las condiciones específicas de campo y juego. El importante porcentaje de subestimación informa, aunque para un número reducido de casos, sobre un nivel de imprecisión elevado que podría influir negativamente ante su aplicación con diversos fines, entre otros, diagnóstico, comparativos, prescripción de tareas de entrenamiento, etc.

Es importante recalcar que a pesar que el presente estudio se vincula con deportistas, esto no se trata de una condición de aplicación exclusiva, sino que resultan igualmente decisivas las valoraciones en los diferentes niveles, incluido el de la rehabilitación y el ejercicio físico para la salud, por la relevancia de los beneficios de la práctica de la Actividad Física.

BIBLIOGRAFIA

- Ahmaidi S., Collomp K., Caillaud C., Prefaut C. (1.992) 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. 13 (3): 243 – 248.
- Astrand PO., Rodahl K. (1.992) Fisiología del Trabajo Físico 3ra. Edición. Bs. As., Argentina. Ed. Médica Panamericana.
- Balsom, P. (1.994) Evaluation of physical performance. In Ekblom, P. Football (Soccer), (107 –109). Blackwell Scientific Publications.
- Bangsbo, J. (1.996) Yo - Yo tests. Copenhagen, Denmark. August Krogh Institute.
- Bangsbo, J. (1.994) The Physiology of Soccer – with Special Reference to Intense Intermittent Exercise. Copenhagen, Denmark. Acta Physiologica Scandinavica, 150, S615.
- Bangsbo, J. (1.994) Fitness Training in Football. Copenhagen, Denmark. DBU.
- Castagna C. (1.999) La valutazione della massima potenza aeróbica con i test a navetta. Ancona, Italy. L quaderni di Teknosport, 2.
- Duffield R., Dawson B., Pinnington HC., Wong P. (2004) Accuracy and reliability of a Cosmed K4 b2 portable gas analysis system. J Sci Med Sport. Mar;7(1):11-22.
- Ekblom, B. (1.986) Applied physiology of soccer. Sports Med. 3:50-60.
- Grant S., Corbett K., Amjad AM., Wilson J., Aitchison T. (1995) A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. Br J Sports Med. Sep;29(3):147-52.
- Leger LA, Lambert J. (1982) A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 49(1):1-12.
- Leger LA., Rouillard M. (1983) Speed reliability of cassette and tape players. Can J Appl Sport Sci. Mar;8(1):47-8.
- Leger L, Gadoury C. (1989) Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO₂max in adults. Can J Sport Sci. Mar;14(1):21-6.
- Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. (1988) The multistage 20 metres shuttle run test for aerobic fitness. J Sports Sci. Summer;6(2):93-101.
- Naughton LM, Cooley D, Kearney V, Smith S. (1996) A Comparison of two different shuttle run tests for the estimation of VO₂ Max. J Sports Med Phys Fitness Jun;36(2):85-9.
- Paliczka VJ., Nichols AK., Borehan CA. (1.987) A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxigen uptake in adults. Brit. J. Sports Med. 21 (4): 163 – 165.
- Ramsbottom R., Brewer J., Williams C. (1988) A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. Br J Sports Med. Dec;22(4):141-4.
- Thomas JR., Nelson JK. (1.996) Research Methods in Physical Activity 3rd Edition. United States. Human Kinetics.

- Withers R., Gore C., Gass G., Hahn A. (2000) Determination of Maximal Oxygen Consumption (VO₂max) or Maximal Aerobic Power. In Christopher John Gore, Australian Institute of Sports. Physiological Tests for Elite Athletes (114 – 127). Australian Sports Commission.
- Zavala, DC. y Mazzei, JA. (1.996). Manual de Pruebas de Ejercicio y Rehabilitación Cardíaca y Pulmonar. Fundación Favalaro. Argentina.