

# Módulo 3. Evaluación de resistencia en deportes de equipo

## Unidad 3.1 La valoración de la condición física aeróbica y anaeróbica en deportistas

### 3.1.1 Objetivos de la evaluación de resistencia en el deporte

Teniendo en cuenta lo desarrollado por Vargas (2008), el proceso evaluativo puede resumirse en los siguientes grandes aspectos:

1. Diagnóstico: sabremos en qué condiciones se encuentra el sujeto testado y, a partir de ese punto, podremos comenzar a trabajar puntualmente.
2. Detección de disfunciones: cuando las respuestas a una determinada prueba o test no son los esperados, nos encontramos en presencia de alguna “dificultad”.
3. Selección: Teniendo un perfil del testado, podemos ubicarlo según tabulaciones existentes, dentro de determinados grupos con similares características.
4. Planificación: conociendo las capacidades individuales de cada deportista, estaremos en condiciones de elaborar programas de entrenamiento personalizados.
5. Pronóstico: en determinadas circunstancias podremos trazar las posibles metas que un deportista puede alcanzar a través del programa de entrenamiento.
6. Control: a través del mismo podemos cuantificar la evolución de los deportistas, obteniendo “puntos fuertes” y “puntos débiles” del deportista.
7. Motivación: los distintos resultados obtenidos, nos ayudan a encontrar en los *tests*, elementos de valoración individual, que sirven de motivación para el logro de diferentes objetivos.

### 3.1.2 Formas de evaluación

A pesar de que algunos autores insisten sobre la validez de la evaluación subjetiva, derivada solamente de la experiencia laboral profesional, nosotros postularemos la necesidad de familiarizarnos con una evaluación objetiva, ya que esta es una consecuencia de la utilización de elementos de medición mediante procesos y/o técnicas elaboradas a través de la investigación científica (Vargas, 2008).

Desde el punto de vista de los instrumentos que vamos a utilizar, los denominaremos, de ahora en adelante, *tests*. Los Tests Deportivos son construcciones científicas que apuntan a medir con un cierto porcentaje de veracidad, determinadas cualidades físicas (Vargas, 2008). Éstos son el resultado de minuciosos estudios científicos acerca de las respuestas humanas ante determinados estímulos. Esto implica todo un proceso de investigación: formulación del problema y de la hipótesis, elección de material bibliográfico, estudios de laboratorio en condiciones de esfuerzo, correlaciones entre resultados de laboratorio y de campo, comunicación de las conclusiones finales, puestas a consideración, discusión de autoridades científicas de reconocimiento internacional, etcétera (Vargas, 2008).

Debido a las exigencias actuales de los deportes de situación de campo (fútbol, rugby, hockey, básquetbol, etc.), los deportistas requieren un rango de alto desarrollo de capacidades motoras, como fuerza, potencia y resistencia aeróbica y anaeróbica (Dupont, Akakpo, & Berthoin, 2004; Helegrund et al., 2001), es decir, cualidades físicas al servicio del sistema de juego. Para un desarrollo óptimo de estos parámetros, las intensidades de entrenamiento deberían ser individualizadas según las habilidades de los deportistas (Vargas, 2008).

Debemos acercarnos hacia un marco diferente donde el staff técnico entienda la resistencia en los deportes de equipo como: “La capacidad para poder soportar y adaptarse a las exigencias físicas, técnicas y tácticas establecidas por un determinado sistema de juego durante el encuentro y a lo largo de toda la competición” (Massafret, 1998).

### 3.1.3 Clasificación de las pruebas

Las pruebas de resistencia deben ser clasificadas y contextualizadas para su mejor comprensión, así es que hemos de entender clasificación de esta capacidad en (Massafret, 1998):

- Resistencia general.
- Resistencia específica:
  - Resistencia a la técnica.
  - Resistencia a la toma de decisión.
  - Resistencia al sistema de juego o competición.

A partir de aquí, las propuestas de *test* variarían.

En los deportes de prestación cíclica, la resistencia se entiende como cualidad física fisiológica, entendiendo al jugador como único responsable del rendimiento y donde el rendimiento y el estado de esta cualidad, van estrechamente relacionados. Diferentes

autores (García Manso, Ruiz Caballero, Navarro Valdivielso, 1996) utilizan diferentes taxonomías en función de los criterios:

- En función de la duración del esfuerzo:
  - Resistencia de corta duración.
  - Resistencia de media duración.
  - Resistencia de larga duración.
  
- En función del número de grupos musculares implicados:
  - Resistencia general.
  - Resistencia local.
  
- En función del sistema energético predominante:
  - Resistencia aeróbica.
  - Resistencia anaeróbica láctica.
  - Resistencia anaeróbica aláctica.
  
- En función de relación con entre otras cualidades:
  - Resistencia a la fuerza.
  - Resistencia a la velocidad.
  
- En función de cómo interviene la musculatura:
  - Resistencia estática.
  - Resistencia dinámica.
  
- En función del nivel de especificidad:
  - Resistencia general.
  - Resistencia específica.

La resistencia en los deportes de situación cambiante debe ser entendida como: “La capacidad para poder soportar y adaptarse a las exigencias físicas, técnicas y tácticas establecidas por un determinado sistema de juego durante el encuentro y a lo largo de toda la competición” (Massafret, 1998). Aquí es importante:

1. El rol del jugador dentro del sistema de juego.
2. Las características del sistema de juego.
3. El tipo de adversario directo.

A partir de aquí se genera una adaptación en función de las necesidades del deporte, estableciendo una clasificación diferente:

**1) Resistencia general:** Configurada fundamentalmente por la estructura bioenergética del ser humano, además de por la coordinativa, cognitiva, condicional y socioafectiva (Massafret, 1988).

- a. Estructura bioenergética:** Se encarga de dar sustento de energía al ser humano para poder desarrollar diferentes situaciones.
- b. Estructura coordinativa:** Encargada de dar soporte a la variedad de movimiento técnicos que presenta la disciplina.
- c. Estructura cognitiva:** Presenta un nivel bajo de especificidad, pero siempre está presente en cada una de las situaciones. Para el entrenamiento de esta cualidad no es necesaria la toma de decisión por parte del jugador.
- d. Estructura condicional:** Encargada de dar soporte muscular y energético al ser humano en la realización de tareas. En función de la orientación de la SSP esta estructura adquirirá mayores o menores niveles de especificidad.
- e. Estructura socioafectiva:** Para trabajar la resistencia, normalmente estas situaciones se trabajan en un marco de carácter individual. Sin embargo, existen SSP que pueden buscar desarrollar la comunicación inespecífica del jugador.

## **2) Resistencia específica:**

### **a. Resistencia a la técnica:**

De carácter específico desarrollando contenidos de técnica individual ya automatizados, con toma de decisión inespecífica. Tiene como objetivo optimizar la estructura coordinativa en diferentes estados de fatiga (Massafret, 1988).

**1. Estructura coordinativa:** Específica, contenidos de diferentes especificidad y dificultad. Desplazamiento con y sin balón.

**2. Estructura condicional:** De manera colectiva, implica las expresiones de resistencia del deporte practicado. Participación integrada de los sistemas energéticos.

**3. Estructura cognitiva:** Nivel bajo de especificidad, configurado por la táctica individual donde la toma de decisión no se relaciona con el sistema de juego, sino con la mejora individual de contenidos generales: trayectorias que impliquen determinadas trayectorias de compañeros, capacidad de anticipación general ante determinadas acciones sin relación con el sistema de juego.

**4. Estructura socioafectiva:** Normalmente serán situaciones de orientación individual, pudiéndose fomentar aspectos que favorezcan la comunicación entre compañeros.

## b. Resistencia a la toma de decisiones:

De carácter específico, donde la toma de decisiones es específica y está relacionada con el sistema de juego, teniendo como objetivo principal optimizar la estructura cognitiva en diferentes estados de fatiga.

**1. Estructura coordinativa:** De carácter específico y complejo en función de las necesidades técnicas para desarrollar las SSP y del planteamiento táctico. Se trata de combinar los diferentes elementos técnicos para resolver las diferentes situaciones.

**2. Estructura condicional:** De carácter específico, permite solventar las necesidades del propio sistema de juego al combinarse estas necesidades de manera aleatoria e integrada.

**3. Estructura cognitiva:** De carácter específico alto, donde el jugador debe resolver las diferentes situaciones de la SSP de la manera más eficiente para el sistema de juego. Automatismos, situaciones tácticas concretas, jugadas marcadas de final de posesión, situaciones de marcador tipo, etc.).

**4. Estructura socioafectiva:** De carácter específico alto, donde se fomentan las relaciones de los jugadores en función de las necesidades del sistema de juego. El nivel de competitividad en estas tareas no es muy alto.

## c. Resistencia a la competición:

Busca la mejor coordinación y participación sinérgica de todas las estructuras para que los jugadores puedan resolver las situaciones competitivas para optimizar el sistema de juego (Massafret, 1988).

**1. Estructura coordinativa:** máximo nivel de especificidad, nivel de dificultad adecuado para la competición. Uso de diferentes elementos técnicos en función de las necesidades de la competición y el sistema de juego.

**2. Estructura condicional:** máximo nivel de especificidad. Participación integrada de los sistemas energéticos en función del sistema de juego y la competición.

**3. Estructura cognitiva:** nivel máximo de especificidad, desarrollo del sistema de juego en función de las características de los adversarios.

**4. Estructura socioafectiva:** máximo grado de cooperación y cohesión. Alto nivel de competitividad.

Los objetivos, según la definición de resistencia perteneciente a los deportes de situación cambiante, serán:

- a. Resistir al cansancio, fatiga y desgaste bioenergético, condicional y cognitivo que comporta el sistema de juego.
- b. Optimizar el rendimiento del jugador en la ejecución del gesto técnico y la toma de decisiones durante todo el partido.
- c. Aumentar la intensidad media del sistema de juego evitando períodos temporales donde se pierde el control del dominio del juego por fatiga.
- d. Acelerar el proceso de recuperación entre las micropausas del juego.
- e. Durante el partido – durante la temporada: establecer el ritmo (número de acciones técnico-tácticas / tiempo) como control e índice de intensidad colectiva.

Se agregan otros criterios para la clasificación de los test en el marco de la evaluación de resistencia en el deporte, que pueden servir para comprender el carácter de estos.

### Test directos

Teniendo en cuenta lo manifestado por Vargas (2008), los test directos son aquellos que miden una determinada capacidad física en forma directa, es decir, sin la necesidad de cálculos matemáticos de por medio. Permiten un resultado más objetivo y confiable que los test indirectos. Por ejemplo: medición del VO<sub>2</sub> máximo directo con analizador de gases.

### Test indirectos

Así como ha manifestado Vargas (2008), los *test* indirectos son aquellos que estiman una determinada capacidad física por medio de cálculos matemáticos, y que, por consiguiente, presentan mayor error en el resultado que los test directos. Por ejemplo: el VO<sub>2</sub> máximo estimado por medio del *Test de Course-Navette* (Leger, 1982). Este test tiene un  $r = 0.90$  con respecto al VO<sub>2</sub> máximo medido mediante analizador de gases (automático) en forma directa (Vargas, 2008).

Ahora bien, vamos a aclarar que un test no es directo o indirecto por el hecho de ser tomado en el campo o en laboratorio. De hecho, hoy podemos medir consumo de oxígeno máximo, por ejemplo, en el campo en forma directa por medio de un analizador de gases telemétrico (Vargas, 2008).

En el caso de las pruebas de resistencia, otra clasificación aplicada al ámbito deportivo es la siguiente:

### **Test cíclicos (o lineales)**

Este tipo de pruebas ponen de manifiesto la habilidad motora de la carrera manteniendo una secuencia de movimientos sin cambios en lo que hace a la dirección y el sentido de estos. Estas pruebas pueden ser de velocidad constante, en donde se mantendrá la misma velocidad durante todo el desarrollo del test; o bien, de velocidad incremental, en la que el protocolo que se lleve a cabo determinará, a través de algún tipo de señal (generalmente auditiva a través de sonidos o beeps) aumentos progresivos en la velocidad de desplazamiento en el campo en el que se lleve a cabo la prueba.

### **Test acíclicos (o con cambios de dirección)**

Este tipo de pruebas pone de manifiesto la habilidad de acelerar, desacelerar, cambiar de dirección y reacelerar, generando cambios de dirección y sentido en el desplazamiento del deportista que es evaluado. De la misma manera que en las pruebas cíclicas, estas pruebas pueden ser de velocidad constante, en donde se mantendrá la misma velocidad durante todo el desarrollo del test; o bien, de velocidad incremental, en la que el protocolo que se lleve a cabo determinará, a través de algún tipo de señal (generalmente auditiva, a través de sonidos o beeps), aumentos progresivos en la velocidad de desplazamiento en el campo en el que se lleve a cabo la prueba. En general, son de tipo incremental, como el *test de Course-Navette*, el *Yo-Yo test* de resistencia o el *IFT 30-15*, que se describirán y analizarán más adelante.

# Unidad 3.2 Pruebas de campo de resistencia en el marco deportivo

## 3.2.1 Test de resistencia general I

### Pruebas de campo cíclicas, máximas e indirectas

#### Test de Cooper o Test de 12 minutos (Cooper, 1968)

**Material:** pista de atletismo o lugar medido correctamente que no presente inclinaciones ni modificaciones importantes. Cronómetro.

**Protocolo:** consiste en la realización de una carrera continua durante 12 minutos, intentando realizar la mayor distancia en ese tiempo. El individuo no puede detenerse, pero puede caminar si así lo requiriese. Se registra la distancia al finalizar el tiempo. Puede ser realizado por hombres y mujeres mayores de 13 años. Este test permite la valoración simultánea de varios sujetos, sin necesidad de medios demasiados sofisticados y con poco personal de control. Los diferentes estudios sobre su eficacia, le conceden una validez que oscila entre una  $r=0.24$  y  $0.94$  (Cazorla, 1990) con respecto al  $VO_2$  máximo.

Cálculo de  $VO_2$  máx. (ml/kg/min):

a-  $VO_2$  máx. (ml/kg/min) = (Distancia en mts. – 504)/45

b-  $VO_2$  máx. (ml/kg/min) = 22,351 x distancia en km. – 11,288

A continuación, se presentan las Tablas 1, 2 y 3, que permiten cualificar los resultados obtenidos en el test de Cooper a partir de la estimación del  $VO_2$  máximo registrado, o bien teniendo en cuenta la distancia recorrida en él.

**Tabla 1: Valores del test de Cooper (Howley y Franks, 2000)**

Bueno		
15-34	>2,400 m	>2,800 m
35-54	>2,200 m	>2,500 m
55-70	>1,900 m	>2,100 m
Adecuado		
15-34	2,200 m	2,400 m
35-54	2,100 m	2,200 m

55-70	1,800 m	2,100 m
<b>Dudoso</b>		
15-34	2,100 m	2,200 m
35-54	1,900 m	2,100 m
55-70	1,600 m	1,900 m
<b>Insuficiente</b>		
15-34	<1,900 m	<2,100 m
35-54	<1,700 m	<1,900 m
55-70	<1,400 m	<1,600 m

Fuente: Howley y Franks, 2000.

**Tabla 2: Clasificación según metros recorridos en 12 minutos en hombres (García Manso, Navarro Valdivielso, y Ruiz Caballero, 1996)**

<b>EDAD</b>	<b>13 - 19</b>	<b>20 - 29</b>	<b>30 - 39</b>	<b>40 - 49</b>	<b>50 - 59</b>	<b>&gt;60</b>
<b>Carrera</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Muy Mal	2100	1950	1900	1850	1650	1400
Mal	2200	2100	2100	2000	1850	1650
Mediano	2500	2400	2350	2250	2100	1950
Bueno	2750	2650	2500	2500	2300	2150
Muy bueno	3000	2850	2700	2650	2550	2500
Excelente	3000	2850	2750	2650	2550	2500

Fuente: García Manso, Navarro Valdivielso, y Ruiz Caballero, 1996.

**Tabla 3: Clasificación según metros recorridos en 12 minutos en mujeres (García Manso, Navarro Valdivielso, y Ruiz Caballero, 1996)**

<b>EDAD</b>	<b>13 - 19</b>	<b>20 - 29</b>	<b>30 - 39</b>	<b>40 - 49</b>	<b>50 - 59</b>	<b>&gt;60</b>
<b>Carrera</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Muy Mal	1600	1550	1500	1400	1350	1250
Mal	1900	1800	1700	1600	1500	1400
Mediano	2100	1950	1900	1800	1700	1600
Bueno	2300	2150	2100	2000	1900	1750
Muy bueno	2450	2350	2250	2150	2100	1900
Excelente	2600	2450	2350	2150	2100	1900

Fuente: García Manso, Navarro Valdivielso, y Ruiz Caballero, 1996.

### **Test de Klissouras o test de 1000 metros** (Klissouras)

Este test se utiliza preferentemente para estimar el  $VO_2$  máx. en niños, cuya edad cronológica sea menor a 13-14 años, lo cual no significa que no sea adaptado a adultos. Nosotros recomendamos la utilización de este test, en deportistas de mediano rendimiento, con el objetivo de verificar la  $VO_2$  máx. o velocidad aeróbica máxima (VAM).

**Material:** pista de atletismo o lugar medido correctamente que no presente inclinaciones ni modificaciones importantes. Cronómetro.

**Protocolo:** consiste en la realización de una carrera continua durante 1000 metros, intentando realizar el menor tiempo en dicha distancia. El individuo no puede detenerse. Se registra el tiempo al finalizar la distancia.

Cálculo de  $VO_2$  máx. (ml/kg/min):

$$VO_2\text{max} = (652.17 - \text{Tiempo en 1000 mts. en seg.}) / 6.76$$

### **Test de Cureton o test de la milla corriendo** (Cureton, 1990)

**Material:** pista de atletismo o lugar medido correctamente que no presente inclinaciones ni modificaciones importantes. Cronómetro.

**Protocolo:** esta prueba consiste en recorrer corriendo 1609 mts., registrándose el tiempo empleado en ello. El individuo debe tratar de realizar el menor tiempo en dicha distancia, lo que la convierte en una prueba máxima.

**Importante:** también es necesario saber el sexo, peso corporal, la talla y la edad del sujeto.

Cálculo del  $VO_2$  max (ml/kg/min):

$$VO_2\text{máx} = - 8.41 \times (\text{Tiempo min.}) + 0.34 \times (\text{Tiempo min})^2 + 0.21 \times (\text{Edad} \times \text{Género}) - 0.84 \times (\text{BMI}) + 108.94$$

Dónde:

- Tiempo: expresar el tiempo en minutos y segundos decimales. Para obtener el tiempo decimal correspondiente a los segundos, dividir los segundos por 6, y al resultado sumarlo al entero que está representado por los minutos.
- Edad: años y meses (edad milesimal).
- Género: sexo. Masculino: 1. Femenino: 0.
- BMI: Índice de Masa Corporal (peso/ talla<sup>2</sup>).

## Test del ACSM en cinta deslizante

**Material:** cinta deslizante, cronometro, planilla para recolección de datos y cardiotacómetro.

**Descripción:** este test estima el  $VO_2$  máximo, y es una prueba máxima e indirecta. Se puede aplicar tanto en sujetos deportistas como en recreacionales que posean un apto médico.

El test posee el siguiente protocolo:

- El sujeto inicia el test a una velocidad de 4 millas/hora (6.4 km/h) y la carga se incrementa cada 1 minuto.
- El incremento es de 0.5 millas/h (0.8 km/h) para principiantes y de 1 milla/h (1.6 km/h) para deportistas.
- El test finaliza cuando el sujeto no puede sostener la intensidad de carga.

**Resultado:** se obtiene del test la velocidad en millas o km/h del último período de un minuto completado, dato que deberá ser convertido a metros/minuto para poder estimar el  $VO_2$  máximo.

Cálculo del  $VO_{2m\acute{a}x}$  (ml/kg/min):

$$VO_{2m\acute{a}x} \text{ (ml/kg/min)} = V * 0.20 + 3.5$$

Donde V = velocidad final en metros/minutos (ACSM, 2000).

**Importante:** Es de vital importancia que el sujeto evaluado tenga experiencia para correr a máxima velocidad sobre una cinta rodante, para evitar así accidentes o que el test no mida realmente la máxima capacidad del deportista. Posee un  $r = 0,91$  (Jiménez Gutiérrez, 2005).

**Test de 5 minutos** (Berthoin, Fellmann, Bedu, Beaune, Dabonneville, Coudert, & Chamoux, 1997)

Las características generales de esta prueba son las siguientes:

- Test continuo máximo (cíclico) estable.
- Recorrido de 5 minutos intentando lograr la mayor distancia posible.
- Adecuación de superficies (calzado y terreno).

El *test* posee el siguiente protocolo:

- Se comienza con 5/10 min de calentamiento al 70 % FC<sub>máx</sub>, que posibilita al sujeto para iniciar la prueba a su máximo potencial.
- Se exige un ritmo constante para obtener el rendimiento máximo durante 5 minutos.
- No se puede descansar durante la prueba.
- La técnica de ir y volver fue excluida debido a que este método introduce factores adicionales (fuerza muscular, técnica de cambio de dirección, reactividad) que pueden modificar el rendimiento.

El objetivo principal del test es estimar la velocidad aeróbica máxima (VAM) o  $v\text{VO}_2$  máx. [Vamax].

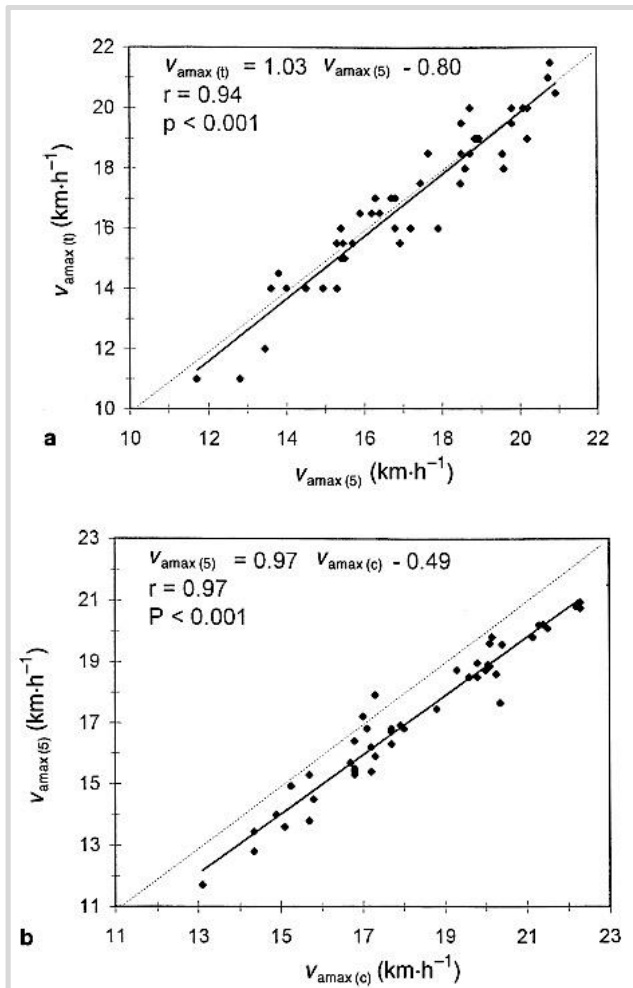
La velocidad aeróbica máxima [Vamax (en kilómetros por hora)] se calculó multiplicando el recorrido de la distancia en el test (d) por 12 (1 h = 5 min\* 12): Vamax (km á h  $\pm$  1) = 12 d (km ejecutados en 5 min).

**VAM (km/h) = 12 x distancia en km recorrida en el test.**

La ecuación de Leger-Mercier (1983) desarrollada para el test de la Universidad de Montreal (1983) fue utilizada en este caso para estimar el  $\text{VO}_2$  máx. (Figura 1 y 2).

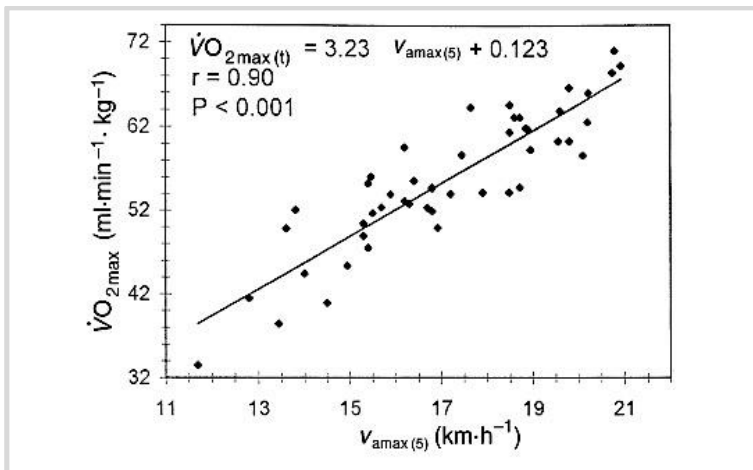
**$\text{VO}_2\text{max (ml/kg/min)} = 3.23 \times \text{VAM} + 0.123$**

**Figura 1: Relaciones entre velocidad aeróbica máxima (VAM), medida sobre cinta rodante  $V_{amax}(t)$  y velocidad de carrera mantenida durante test de 5 minutos  $V_{amax}(5)$ , y entre  $V_{amax}(5)$  y la velocidad de carrera mantenida durante el último estadio completado en test de la Universidad de Montreal (UMTT)  $V_{amax}(c)$**



Fuente: Berthoin, Fellmann, Bedu, Beaune, Dabonneville, Coudert, & Chamoux, 1997.

**Figura 2: Relaciones entre el  $\dot{V}O_{2max}$ , medida sobre cinta rodante, y  $V_{amax}(5)$  medido en test de 5 minutos**



Fuente: Berthoin, Fellmann, Bedu, Beaune, Dabonneville, Coudert, & Chamoux, 1997.

## Test de la Universidad de Montreal (UMTT) (Leger & Boucher, 1980)

El objetivo principal del test es estimar el  $\text{VO}_2$  máx. y, asociado a este, estimar la velocidad aeróbica máxima (VAM o  $v\text{VO}_2$  máx.). Es una prueba máxima continua e incremental, y la población para la que está destinada es de sujetos deportistas.

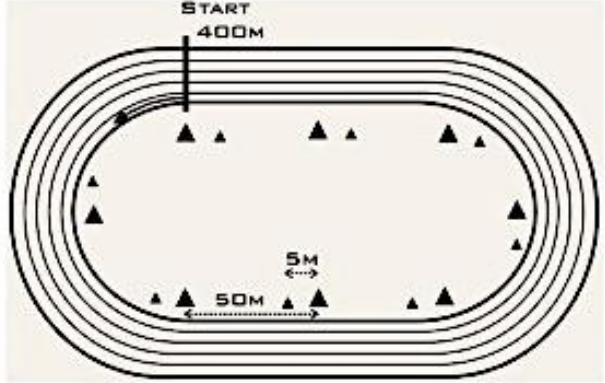
**Materiales:** Pista de atletismo, conos, CD con audio del test, reproductor de sonido con señal audible en todo el recorrido de la pista, planilla de recolección de datos, cronómetro, y cardiotacómetro para el registro de frecuencia cardíaca (FC) (opcional).

El test posee el siguiente protocolo:

- En una pista de atletismo (400 m o 200 m) se colocan conos cada 25 m. Los evaluados, de pie detrás de la línea de largada, a la señal de audio parten corriendo a una velocidad de 6 km/h. A cada señal sonora, el corredor debería encontrarse pasando al lado del cono.
- Cada 2 minutos la velocidad se incrementa 0.5 km/h.
- Cuando el deportista no pueda mantener la velocidad (no llegando al cono junto con la señal sonora), se dará por terminado el test.

**Tabla 1: Protocolo del test de pista, de la Universidad de Montreal (UMTT) (Leger y Boucher, 1980)**

Estadio	$\text{VO}_2$ [ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ]	Tiempo [min]	Velocidad [km/h]	Tiempo cada 50 m [s]
Caminar				
5	17,5	2	6,00	30,0
7	24,5	4	7,10	25,4
Correr				
9	31,5	6	7,16	25,1
10	35,0	8	8,48	21,2
11	38,5	10	9,76	18,4
12	42,0	12	11,00	16,4
13	45,5	14	12,21	14,7
14	49,0	16	13,39	13,4
15	52,5	18	14,54	12,4
16	56,0	20	15,66	11,5
17	59,5	22	16,75	10,7
18	63,0	24	17,83	10,1
19	66,5	26	18,88	9,5
20	70,0	28	19,91	9,0
21	73,5	30	20,91	8,6
22	77,0	32	21,91	8,2
23	80,5	34	22,88	7,9



Fuente: Adaptado de Leger y Boucher, 1980.

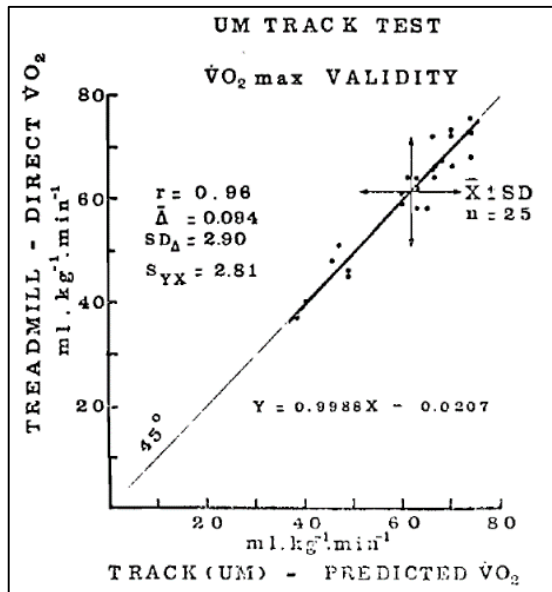
**Resultado:** por un lado, se registra la VAM ( $v\text{VO}_2$  máx.), que sería la velocidad alcanzada en el último estadio completo. Si se utilizó un cardiotacómetro, se registra la FC final.

$$\text{VO}_2 \text{ máx (ml/kg/min)} = 3.5 * V$$

Donde V: Velocidad en km/h en el último estadio completado.

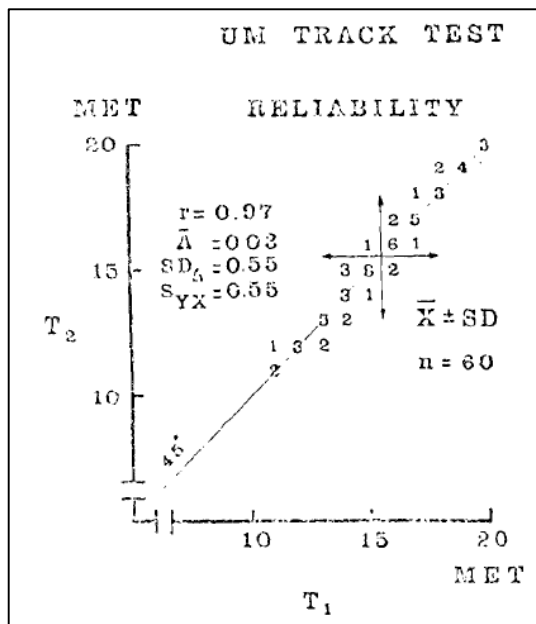
La validez está dada por un coeficiente de correlación  $r = 0.96$  (Leger y Boucher, 1980).

**Figura 1: Validez del test UMTT para estimar el VO<sub>2</sub> máx. ( $r=0.96$ )**



Fuente: Leger y Boucher, 1980

**Figura 2: Confiabilidad del test UMTT ( $r=0.97$ )**



Fuente: Leger y Boucher, 1980

Otra ecuación que es posible aplicar para estimar el VO<sub>2</sub> máx. en el caso del UMTT es la siguiente:

$$\text{VO}_2 \text{ máx (ml/kg/min)} = 1.353 + (3.163 * V) + (0.0122586 * V^2).$$

Donde V: velocidad en km/h en el último estadio completado.



En el caso de esta segunda ecuación, la validez está dada por un coeficiente de correlación  $r = 0.97$ .

Otro aspecto que se debe contemplar es que, si bien se establece que la velocidad alcanzada en el último estadio del test está asociada al  $VO_2$  máx. ( $vVO_2$  máx.), para que sea un dato confiable y poder hacer uso de ella en las planificaciones de los entrenamientos, deberá ser corroborada en un test de tiempo límite ( $TL_{100\%vVO_2}$  máx.).

### **Algunas consideraciones sobre el UMTT**

El test de la Universidad de Montreal (UMTT) es una prueba válida y confiable utilizada para estimar el  $VO_2$  máx. (Lacour et al., 1991). La velocidad desarrollada en el UMTT ( $vUMTT$ ) provee una estimación de la  $vVO_2$  máx. con precisión, como las mediciones en cinta rodante en laboratorio (Leger y Boucher, 1980).

El mayor nivel de precisión en la determinación del  $VO_2$  máx. puede ser ayudado por el pregrabado de la velocidad incremental gradual y la eliminación de la variación causada por la autoestimulación. Sin embargo, a pesar de la alta precisión, también se ha reportado que la  $vVO_2$  máx. medida directamente en laboratorio es probable que sea ligeramente inferior (1.2%; 0.07 m/s) que la  $vUMTT$  (Billat & Koralsztein, 1996; Lancour, Padilla-Magunacelaya, Chatard, Arsac, & Barthelemy, 1991). Es posible que el protocolo de la prueba pueda causar esta discrepancia, como que cada estadio durante el UMTT tiene una duración de 2 minutos en comparación con los protocolos de  $vVO_2$  máx. en cinta ergométrica, donde las etapas pueden durar hasta 4 minutos e incluir inclinación (Eston & Reilly, 2009).

El protocolo del UMTT podría también permitir un ligero aumento de la contribución del sistema de producción de energía anaeróbica debido a la finalización de la prueba y a que la MRS (máxima velocidad de carrera) se calcula con el agotamiento completo del deportista una vez que hubo abandonado su realización (Leger & Boucher, 1980). Esta prueba ha sido previamente utilizada en deportes como el fútbol, aunque este test podría ser más aplicable para todos los deportes de resistencia, los cuales utilizan un estilo de desplazamiento lineal y continuo (Clarke et al., 2016).

### **Test de VAM Eval (Cazorla y Leger, 1993)**

El objetivo principal del test es estimar el  $VO_2$  máx. y, asociado a esto, estimar la velocidad aeróbica máxima (VAM o  $vVO_2$  máx.). Es una prueba máxima continua e incremental, y la población para la que está destinada es de sujetos deportistas.

**Materiales:** pista de atletismo, conos, CD con audio del test, reproductor de sonido con señal audible en todo el recorrido de la pista, planilla de recolección de datos, cronómetro y cardiotacómetro para el registro de frecuencia cardíaca (FC) (opcional).

El *test* posee el siguiente protocolo:

- En una pista de atletismo (400 m o 200 m) se colocan conos cada 25 m. Los evaluados, de pie detrás de la línea de largada, a la señal de audio parten corriendo a una velocidad de 8 km/h. A cada señal sonora, el corredor debería encontrarse pasando al lado del cono.
- Cada 1 minuto la velocidad se incrementa 0.5 km/h. Cuando el deportista no pueda mantener la velocidad (no llegando al cono junto con la señal sonora), se dará por terminado el *test*.

**Resultado:** por un lado, se registra la VAM ( $v\text{VO}_2\text{máx.}$ ), que sería la velocidad alcanzada en el último estadio completo. Y si se utilizó un cardiotacómetro, se registra la FC final.

$$\text{VO}_2 \text{ máx (ml/kg/min)} = 3.5 * V$$

Donde V: velocidad en km/h en el último estadio completado.

La validez está dada por un coeficiente de correlación  $r = 0.96$  (Leger y Boucher, 1980).

Al igual que el UMTT, otro aspecto que se debe contemplar es que si bien se establece que la velocidad alcanzada en el último estadio del test está asociada al  $\text{VO}_2$  máx. ( $v\text{VO}_2$  máx.) para que sea un dato confiable y poder hacer uso de ella en las planificaciones de los entrenamientos, deberá ser corroborada en un test de tiempo límite ( $\text{TLím}100\%v\text{VO}_2$  máx) (Ahumada, 2013).

### 3.2.2 Test de resistencia general II

#### Pruebas de campo acíclicas, máximas e indirectas

**Test de Course-Navette. Test de ir y volver. 20-M Shuttle Run Test** (Leger y Lambert, 1982; Leger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988)

El test de 20 metros de ir y volver, comúnmente denominado 20-M *Shuttle Run Test* (20SRT) (Leger & Lambert, 1982) es una prueba continua, de velocidad incremental y con la modalidad de ir y volver (*shuttle*) diseñada para predecir el  $\text{VO}_2$  máx. (Leger & Lambert, 1982). Este test ha sido utilizado en deportes como el squash (St. Clair Gibson, Broomhead,

Lambert, & Hawley, 1998) y fútbol (Aziz, Yau & Chuan, 2005), así como también con sujetos recreacionalmente activos, niños y adultos (Leger et al., 1988; Ramsbottom, Brewer & Williams, 1988).

**Objetivo:** estimar/predecir el  $VO_2$  máx.

El protocolo inicial utilizaba estadios de 2 minutos (Leger & Lambert, 1982), y luego fue adaptado a usar estadios de 1 minuto debido al tiempo necesario para registrar la  $vVO_2$  máx. (Leger et al., 1988). Este protocolo fue revalidado en sucesivas investigaciones para predecir  $VO_2$  máx. en niños y adultos (Leger & Lambert, 1982; Ramsbottom et al., 1988) mostrando continuamente confiabilidad a través de múltiples ejecuciones (Aziz, Yau & Chuan, 2005).

**Material:** Lugar plano con una distancia marcada de 20 metros. Equipo de audio con CD de señales sonoras específicas del test. Cronómetro.

**Descripción:** Este test tiene la modalidad de ejecutar carrera en ida y vuelta (*shuttle*) en una distancia de 20 metros, es decir que el individuo debe intercalar aceleraciones y frenos cada 20 metros. El test consiste en recorrer tramos de 20 metros a velocidad creciente en cada palier o tramo de 1 minuto, siendo indicado el ritmo mediante señales sonoras (*beep*). Cada 1 minuto las señales sonoras (*beep*) se van haciendo más rápidas en el tiempo exigiendo al sujeto a incrementar su ritmo de carrera.

El  $VO_2$  máx. se estima a partir de la velocidad de carrera que alcanzó el sujeto en el último palier o tramo que fue capaz de soportar manteniendo la velocidad de carrera. Este test es de gran utilidad para determinar la capacidad aeróbica de sujetos con poco, medio o alto nivel de condición física, no siendo tan interesante en sujetos de edad elevada y muy bajo nivel de condición física.

Los sujetos comienzan el test a una velocidad de 8 Km/h en el primer minuto, y a partir aquí se incrementa la velocidad medio km/h por cada minuto. Se toma la velocidad a la que se ha desplazado antes de pararse y esta velocidad se introduce en la ecuación matemática de predicción de  $VO_2$  máx. Se trata de un test máximo, continuo, acíclico y progresivo.

Cálculo de  $VO_2$  máx. (ml/kg/min).

Para individuos mayores de 19 años (ambos sexos)

**$VO_2$  máx = 5.857 x Velocidad (km/h) – 19.458**

Para individuos de 6 a 18 años (ambos sexos)

$$VO_2 \text{ máx} = 31.025 + (3.238 \times V) - (3.248 \times E) + (0.1536 \times V \times E)$$

Dónde:

V: Velocidad Máxima en Km/h.

E: Edad en años.

Se presenta la Tabla 5 para determinar, en función del estadio completado y la velocidad (km/h), el  $VO_2$  máx. (ml/kg/min) utilizando la ecuación presentada anteriormente. Este test posee un  $r = 0.84$  (Jiménez, 2005).

**Tabla 5: Tabla de Test de Course-Navette / Test de ir y volver / 20-M Shuttle Run Test**

Test de resistencia "course navette"			
Fases (minutos)	Velocidad en km/h	Tiempo fraccionado (segundos)	Distancias recorridas (m)
1	8	9.00	133
2	9	8.00	283
3	9.5	7.58	441
4	10	7.20	608
5	10.5	6.86	783
6	11	6.54	966
7	11.5	6.26	1158
8	12	6.00	1358
9	12.5	5.76	1566
10	13	5.54	1783
11	13.5	5.33	2008
12	14	5.14	2241
13	14.5	4.97	2483
14	15	4.80	2733
15	15.5	4.64	2991
16	16	4.50	3258
17	16.5	4.36	3533
18	17	4.23	3816
19	17.5	4.11	4108
20	18	4.00	4408
21/23	18.5	3.90	

Fuente: [Imagen intitulada sobre Tabla de Test Course Navette]. (s. f.). Recuperado de <http://goo.gl/mjvsH8>

Para la estimación del  $VO_2$  máx., se considera la velocidad del estadio completado.

### **Algunas consideraciones sobre el test de Course-Navette / test de ir y volver / 20-M Shuttle Run Test (SRT)**

Durante el 20SRT, la MRS se determina desde el estadio final completado (v20SRT), a pesar de que una variación podría existir entre individuos que finalizan en la misma etapa, ya que cada etapa contiene múltiples idas y vueltas (colocando el desarrollo del sistema neuromuscular, la capacidad de acelerar y desacelerar y la habilidad de cambio de dirección como otros componentes a considerar). Sin embargo, ha sido reportado que la validez no cambió cuando el rendimiento en el test consideró la velocidad final en lugar de la distancia total cubierta (O’Gorman, Hunter, McDonnacha, & Kirwan, 2000).

El 20SRT a menudo subestima el  $VO_2$  máx. del sujeto evaluado (Berthoin et al., 1997), particularmente en deportistas entrenados. Esto podría ser debido a que la demanda en

los 20 metros de ir y volver resulta en un incremento de la dificultad de mantener el ritmo de carrera a altas velocidades, lo que dificulta la contribución aeróbica completa. Las velocidades de ir y volver son menores con las realizadas en línea recta debido al tiempo requerido desacelerando y reaccelerando (Ahmaidi, Collomp, Caillaud, & Pre'faut, 1992; Leger & Lambert, 1982). Debido a la diferencia encontrada entre la evaluación lineal y la de ir y volver (*shuttle*), la v20SRT debería ser convertida para usar con estilo de entrenamiento lineal usando previamente una ecuación de regresión lineal (Berthoin et al., 1997). Como esta conversión seguiría siendo una estimación, el protocolo de 20SRT no puede ser adaptado a los deportistas con un alto nivel de condición física, y se puede concluir con que esta prueba es una mala elección para la sesión de individualización, independientemente del deporte (Clarke, 2016).

### **Yo-yo test de resistencia - Yo-Yo Endurance Test** (Bangsbo, 1996; 1997)

Bangsbo (1996; 1997) desarrolló una nueva versión del test de *Course-Navette* (Leger y Lambert, 1982; Leger et al., 1988). La ejecución es similar a su antecesor, como también la tabla de conversión y el resultado final en metros o recorridos de idas y vueltas completadas. La velocidad de partida es de 8 km/h, y los incrementos son de 0.5 km/h por cada minuto.

**Objetivo:** estimar o predecir el  $VO_2$  máx.

**Material:** lugar plano con una distancia marcada de 20 metros. Equipo de audio con CD de señales sonoras específicas del test. Cronómetro.

La particularidad de este test es que posee dos versiones: una para principiantes y otra para avanzados. La primera versión (*level 1/nivel 1*) comienza en 8 km/h, mientras que la segunda (*level 2/nivel 2*) comienza en 11.5 km/h. El pasaje de una versión a otra requiere que el sujeto evaluado haya alcanzado en el nivel 1 la velocidad del palier 17 (nivel mínimo de  $VO_2$  máx. de 68 ml/kg/min).

Bangsbo brinda una tabla que permite correlacionar el nivel de velocidad alcanzado en el test (*level 1*) y el  $VO_2$  máx. (Tabla 6).

**Tabla 6: Tabla Yo-Yo Endurance Test Level 1 (permite estimar VO<sub>2</sub> máx. en relación al estado obtenido en el test)**

<b>Resultados</b>	<b>VO<sub>2</sub>máx.</b>	<b>Resultados</b>	<b>VO<sub>2</sub>máx.</b>
<i>Nivel de Velocidad alcanzado</i>	<i>ML/kg/min.</i>	<i>Nivel de Velocidad alcanzado</i>	<i>ML/kg/min.</i>
5.2	27.1	11.4	48.0
5.4	28.0	11.4	49.2
5.6	28.5	11.8	49.9
5.9	29.9	11.11	50.9
6.2	30.5	12.2	51.4
6.4	31.4	12.4	52.0
6.6	32.2	12.6	52.6
6.9	33.2	12.8	53.1
7.2	34.0	12.10	53.7
7.4	34.6	12.12	54.2
7.6	35.6	13.2	54.9
7.8	36.1	13.4	55.5
7.10	36.7	13.6	56.0
8.2	37.5	13.8	56.6
8.4	38.3	13.10	57.1
8.6	39.1	13.12	57.7
8.8	39.7	14.2	58.1
8.10	40.6	14.4	58.7
9.2	41.1	14.6	59.2
9.4	41.6	14.8	59.8
9.6	42.4	14.10	50.4
9.8	43.0	14.13	61.2
9.11	43.9	15.2	61.7
10.2	44.4	15.4	62.2
10.4	45.0	15.6	62.8
10.6	45.7	15.8	63.3
10.8	46.3	15.10	63.9
10.11	47.4	15.13	64.7

11.2	47.9	16.2	65.2
------	------	------	------

Fuente: Bangsbo, 1996.

Bangsbo brinda una tabla que permite correlacionar el nivel de velocidad alcanzado en el test (level 2) y el VO<sub>2</sub> máx. (Tabla 7).

**Tabla 7: Tabla Yo-Yo Endurance Test Level 2 (permite estimar VO<sub>2</sub>máx. en relación al estadio obtenido en el test)**

<b>Resultados</b>	<b>VO<sub>2</sub>máx.</b>	<b>Resultados</b>	<b>VO<sub>2</sub>máx.</b>
<i>Nivel de velocidad alcanzado</i>	<i>ml/kg/min.</i>	<i>Nivel de velocidad alcanzado</i>	<i>ml/kg/min.</i>
16.4	65.8	19.6	77.6
16.6	66.3	19.8	78.1
16.8	66.9	19.10	78.6
16.10	67.4	19.12	79.2
16.13	68.2	19.15	80.0
17.2	68.7	20.2	80.5
17.4	69.2	20.4	81.1
17.6	69.8	20.6	81.6
17.8	70.3	20.8	82.1
17.10	70.9	20.10	82.7
17.12	71.4	20.12	83.2
17.14	72.0	20.15	83.8
18.2	72.6	21.2	84.5
18.4	73.1	21.4	85.1
18.6	73.6	21.6	85.6
18.8	74.2	21.8	86.1
18.10	74.8	21.10	86.7
18.12	75.3	21.12	87.2
18.14	75.9	21.14	87.8
19.2	76.4	21.16	88.3
19.4	77.0		

Fuente: Bangsbo, 1996.



Finalmente se presentan dos tablas (Tablas 8 y 9) con datos de VO<sub>2</sub> máx. en sujetos cuyo nivel de actividad física es recreacional y sujetos deportistas de alto rendimiento, para poder comparar resultados con dichos datos si es necesario.

**Tabla 8 Valores de VO<sub>2</sub> en población recreacional (Howley y Franks, 2000)**

Edad en años	VO <sub>2</sub> máx. (ml/kg/min). Mujeres	VO <sub>2</sub> máx. (ml/kg/min). Hombres
<b>Bueno</b>		
15-34	>40	>45
35-54	>35	>40
55-70	>30	>35
<b>Adecuado</b>		
15-34	35	40
35-54	30	35
55-70	25	30
<b>Dudoso</b>		
15-34	30	35
35-54	25	30
55-70	20	25
<b>Insuficiente</b>		
15-34	<25	<30
35-54	<20	<25
55-70	<15	<20

Fuente: Howley y Franks, 2000.

**Tabla 9: Valores típicos de VO<sub>2</sub> máx. en varios deportes (ml/kg/min) (Howley y Franks, 2000)**

Deporte	VO <sub>2</sub> máx(ml/kg/min). Hombres	VO <sub>2</sub> máx(ml/kg/min). Mujeres
<b>Resistencia</b>		
Fondo (A)	75-80	65-70
Esquí	75-80	65-70
Biatlón	75-80	65-70
Ciclismo ruta	70-75	60-65
Medio fondo	70-75	65-68
Patinaje	65-72	60-65
Fondo (N)	60-70	55-60

Remo	65-69	60-64
Piragüismo	60-68	50-55
Caminar	60-65	55-60
<b>Deportes acíclicos</b>		
Fútbol	60-65	45-48
Hándbol	55-60	48-52
Hockey hielo	55-60	-
Voleibol	55-60	48-52
Tenis	48-52	40-45
Tenis de mesa	40-45	38-42
<b>Deportes de combate</b>		
Boxeo	60-65	-
Lucha	60-65	-
Judo	55-60	50-55
Esgrima	45-50	40-45
<b>Deportes de potencia</b>		
Veloc. 200 m	55-60	45-50
Veloc. 100 m	48-52	43-47
Salto largo	50-55	45-50
Decatlón	60-65	50-55
Pesas	40-50	-
Lanzamientos	40-45	35-40
Jabalina	45-50	42-47
Garrocha	45-50	-
Saltos esquí	40-45	-
<b>Deportes técnicos acrobáticos</b>		
Esquí alpino	60-65	48-53
Patinaje artíst.	50-55	45-50
Gimnasia	45-50	40-45
Gimnasia rítmica	-	40-45
Vela	50-55	45-50
Tiro	40-45	35-40

Fuente: Howley y Franks, 2000.

## Evaluación de la resistencia intermitente

Los Yo-Yo tests de resistencia intermitente y recuperación intermitente evalúan la capacidad de efectuar repetidamente fases de trabajo por un período de tiempo prolongado y de recuperarse durante un esfuerzo progresivamente creciente, respectivamente.

### **Yo-yo test de resistencia intermitente o Yo-Yo Intermitent Endurance Test (YYIE)** (Bangsbo, 1996; 1997)

**Objetivo principal:** inducir progresivamente una respuesta máxima de los sujetos a ejercicio intermitente. Relacionado con este objetivo está la valoración de la capacidad de los deportistas de resistir un esfuerzo de intensidad creciente en ejercicio de resistencia intermitente.

**Descripción:** Teniendo en cuenta la descripción de Vargas (2008), el *test* consiste en períodos de carrera interrumpidos por breves fases de recuperación. Para efectuar el test se debe disponer de dos límites a una distancia de 20 metros uno del otro, mientras un tercer límite está colocado a 2.5 metros de la línea de partida del *test*.

Al sonido del beep inicial, el sujeto comienza a correr hasta el límite puesto en los 20 metros, debiendo arribar al momento exacto de escuchar el segundo beep. En este momento el sujeto efectúa un cambio de sentido para retornar al punto de partida, donde sonará el tercer beep. Cuando llega al punto de partida, el sujeto continúa corriendo a una velocidad más lenta y dispone de 5 segundos para girar en torno nuevamente al límite inicial (punto de partida), donde se escuchará el cuarto beep. Esta secuencia se repetirá hasta el momento en que el sujeto no pueda mantener la velocidad (que es progresivamente creciente) por dos veces, no necesariamente consecutivas. La primera vuelta en que el sujeto no pueda hacer coincidir su llegada al límite con el beep, se le asigna una amonestación, y al segundo retardo el sujeto tiene que parar. De ese modo, finaliza el test. El objetivo del test es completar cuantas más veces o posibilidades tenga de ir y volver. La duración total del test puede variar de 5 a 30 minutos, dependiendo del nivel del sujeto.

Al término se registra el número del último step o palier, el número de fracciones de a dos por 20 metros seguidos en el último step (aunque no haya sido completado totalmente), y la velocidad final.

También, en el caso en que haya dos niveles de atletas, el primero parte de una velocidad de 8 km/h (step o palier 1), mientras que el segundo parte de una velocidad de 11 km/h (step o palier 8). Se pasa del nivel 1 al nivel 2 una vez que el sujeto es capaz de completar el nivel 1. Cabe aclarar que estos tests no están disponibles para estimar el consumo

máximo de oxígeno ( $VO_2$  máximo), ni la velocidad aeróbica máxima (VAM) de los sujetos, por su baja correlación ( $r$ ) (Ruspantini, 2005).

La Tabla 10 muestra datos de referencia para el test Yo-Yo de resistencia intermitente.

**Tabla 10: Valores de referencia a partir del test Yo-Yo de resistencia intermitente (Ruspantini, 2005)**

Deportistas	Nivel 1	Autores
18 Jugadores de fútbol de 16 años	2,914 m ( $\pm$ 448 m) 11.5:1 13.25 km/h	(Castagna y Belardinelli, 2006)
Deportistas	Nivel 2	Autores
Corredores de elite	2,960 m (2,680 – 3,560 m) 18.5:22 (18:1 – 19.5:5) 16.75 km/h (16.5 – 17.25)	(Bangsbo, 1997)
Jugadores de fútbol de elite	2,280 m (1,960 – 3,200) 17:3 (16.5:1 – 19:2) 16 km/h (15.75 – 17 km/h)	(Bangsbo, 1997)
114 Jugadores de elite serie A y B portugueses	1,158 m ( $\pm$ 263.1 m) 14:7 14.5 km/h	(Oliveira et al., 1998)
17 Jugadores de básquetbol	1,287.06 m ( $\pm$ 395.53 m) 14.5:2 14.75 km/h	(Calafate y Janeira, 1998)

Fuente: Ruspantini, 2005.

### **Test yo-yo de recuperación intermitente o Yo-yo Intermittent Recovery Test (YYIRT)** (Bangsbo, 1996; 1997)

Este test evalúa la capacidad individual de realizar ejercicios intensos (Bangsbo, Iaia, & Kustrup, 2008). Incluye aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección (COD) a alta intensidad. También tiene recuperaciones incompletas en ejercicio de alta intensidad.

**Objetivo principal:** inducir progresivamente una respuesta máxima de los sujetos a ejercicio intermitente con pausas. Relacionado con este objetivo está la valoración de la capacidad de recuperación de deportistas en ejercicio de resistencia intermitente de alta intensidad con pausas intraesfuerzo cortas.

**Descripción:** el test consiste en recorrer ida y vuelta dos límites colocados a una distancia de 20 metros, y efectuando, al término de cada fracción de 40 metros (cada ida y vuelta), 10 segundos de recuperación activa (trote suave) girando detrás de la línea de partida hacia un tercer límite colocado a 5 metros y con un ángulo de 30 grados.

La velocidad de carrera y el tiempo de recuperación de 10 segundos vienen detallados a lo largo de toda la prueba con una señal sonora (*beep*).

La velocidad inicial del test es de 10 km/h (step o palier 5) para el nivel 1, mientras que para el nivel 2 es de 13 km/h (step o palier 11). Para pasar de un nivel a otro, el sujeto debe ser capaz de llegar al step o palier 15 del nivel 1 (Bangsbo, 1997). Cuando el sujeto no es capaz de llegar a la línea de partida junto con el beep en una primera vuelta, se le asigna una amonestación, mientras que, si sucede en una segunda vuelta, tiene que frenar o parar, finalizando el test. La duración del test puede ser de 5 a 15 minutos, dependiendo del nivel del sujeto.

Este test (en sus dos niveles) pone foco en la capacidad de recuperarse de ejercicio intermitente intenso con alta contribución aeróbica (nivel 1) y anaeróbica (nivel 2).

Con el resultado del test vienen considerados los *steps* o paliers logrados, el número total de idas y vueltas, el número de metros totales recorridos y la velocidad final.

Este test resulta particularmente importante para la evaluación de deportes donde predominan la alternancia de fases de actividad a alta intensidad (16 a 25 km/h), con fases de media o baja intensidad (correr, trotar, caminar o estático), como lo son el fútbol, básquet, vóley, tenis, hándbol, rugby, etcétera. Debemos entonces saber que una buena capacidad de recuperación intraesfuerzo resultará ser de un seguro auxilio a la prestación técnica del sujeto.

En un estudio de investigación donde se confrontaron 44 jugadores de fútbol profesional daneses (Reilly, Bangsbo y Franks, 2002), los mediocampistas resultaron ser los mejores valores respecto de los jugadores de otros puestos del mismo equipo. Este estudio confirma y evidencia el hecho que los mediocampistas poseen los valores más elevados de  $VO_2$  máx., y que, en la pausa de recuperación, este valor toma una importancia significativa para el futbolista (Bangsbo, 1997).

Es importante aclarar que el YYIRT no deberá usarse para estimar el  $VO_2$  máx., ni la velocidad aeróbica máxima (VAM) de los deportistas. Existe una baja precisión en la posible estimación del  $VO_2$  máx. debido a la contribución de los sistemas anaeróbicos de producción de energía, el desarrollo de la capacidad de cambio de dirección (COD) y la capacidad de recuperación interesfuerzo durante dicho test (Bangsbo et al., 2008).

El establecimiento de una MRS para estas pruebas se ha completado mediante el uso de la velocidad alcanzada en la última etapa finalizada (Castagna, Impellizzeri, CHamari, Carlomagno, & Rampini, 2006) o una ecuación previamente desarrollada (Kuipers et al., 1985), utilizada junto con el YYIRT (Dupont et al., 2010). El uso de la velocidad en la etapa final puede sufrir los mismos problemas discutidos en el 20SRT, donde los deportistas

alcanzan la misma etapa, pero completando un número diferente de idas y vueltas (*shuttles*). En contraste, se considera que la ecuación mencionada puede proporcionar una relación casi perfecta entre la distancia recorrida y la MRS como idas y vueltas (*shuttles*) completadas (Kuipers y et al., 1985).

Aunque el uso de las pruebas basadas en carreras de ida y vuelta para determinar una MRS podría ser cuestionable, estas pruebas son comúnmente usadas en deportes de dinámica intermitente (como fútbol) debido a su mayor sensibilidad en la determinación de cambios en rendimiento comparados con el VO<sub>2</sub> máx. (Krustrup & Bangsbo, 2001). La Tabla 11 muestra algunos valores de referencia.

**Tabla 11: Valores de referencia para el test Yo-Yo de recuperación intermitente nivel II**

Deportistas	Resultados	Autor
Corredores de elite	1,240 m (960 – 1,520 m) 22:4 (21:5-23:3) 18.5 km/h	(Bangsbo, 1997)
Futbolistas de elite	1,000 m (600 - 1320 m) 21:6 (20:4 - 22:6) 18 km/h	(Bangsbo, 1997)

Fuente: Bangsbo, 1997.

### **Intermittent Fitness Test 30-15 (IFT 30-15)** (Buchheit, 2008)

El objetivo principal de esta prueba es proveer una velocidad de referencia para programar sesiones de entrenamiento intervalado de alta intensidad (intermitente) que incluyan cambios de dirección (Buchheit, 2008) (Del Rosso, 2013a).

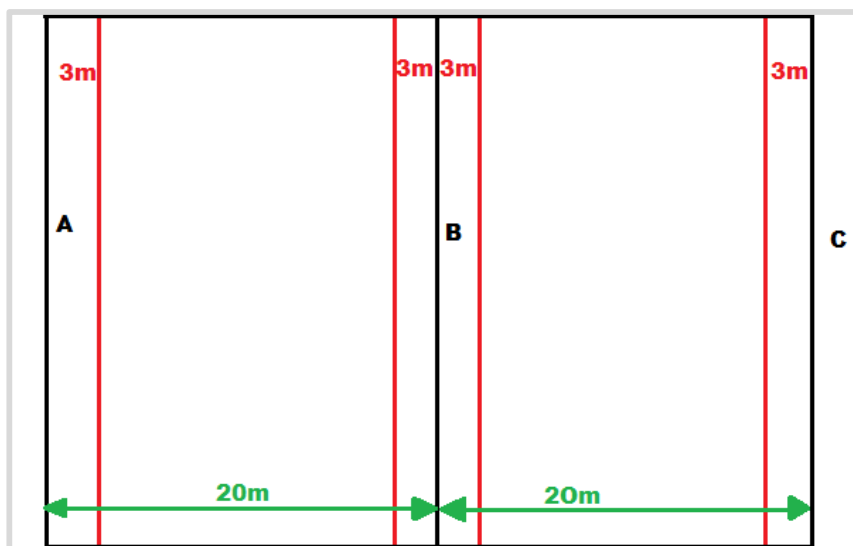
Algunas características de este test son las siguientes:

- Test de ir y volver (*shuttle*).
- Incluye aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección (COD).
- Alterna 30 segundos de trabajo x 15 segundos de pausa.
- Posee un importante componente metabólico en aceleraciones.
- Manifiesta un importante componente neuromuscular (mecánico) en desaceleraciones y COD.

**Protocolo:** el 30-15IFT consiste de carreras ida y vuelta de 30 segundos, alternadas con períodos de recuperación de 15 segundos. La velocidad inicial es de 8 km/h y se incrementa en 0.5 km/h en cada etapa subsiguiente de 30 segundos (los jugadores bien entrenados pueden comenzar el test con una velocidad de 10 o incluso de 12 km/h). Los

deportistas deben correr ida y vuelta entre dos líneas separadas por una distancia de 40 m (Figura 5) a un ritmo determinado por una señal auditiva. La señal auditiva pregrabada permite que los individuos ajusten su velocidad de carrera al entrar en la zona de 3 metros ubicada en el medio y a cada extremo de la zona de evaluación. Durante el período de 15 segundos de recuperación pasiva, los jugadores caminan hacia delante, hacia la línea más cercana (ya sea hacia la línea media o hacia las líneas de los extremos de la zona de evaluación, dependiendo del lugar en el cual ha finalizado la carrera). En esta línea dará comienzo la siguiente etapa. Se les debe informar a los deportistas que deben completar la mayor cantidad posible de etapas. La prueba finaliza cuando los deportistas no pueden mantener la velocidad de carrera requerida o cuando no pueden alcanzar la zona de 3 metros conjuntamente con la señal auditiva en tres ocasiones consecutivas. La velocidad alcanzada durante la última etapa completada, determina la velocidad del Intermittent Fitness Test (VIFT) del jugador (Buchheit, 2008).

**Figura 5: Gráfico de espacio requerido para realización del IFT 30-15. Se observan las zonas de 3 metros**



Fuente: Buchheit, 2008.

El  $VO_2$  máx puede estimarse a partir de la VIFT de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$VO_2 \text{ max}_{30-15IFT} \text{ (ml/kg/min)} = 28.3 - 2.15 G - 0.741 A - 0.0357 W + 0.0586 A \times VIFT + 1.03 VIFT$$

Donde G es el sexo (mujeres = 2, hombres = 1); A es la edad y W es el peso en kg.

### **Consideraciones importantes del IFT 30-15**

La velocidad final del IFT 30-15 (vIFT) está significativamente correlacionada con el  $VO_2$  máx. ( $r=0.68$ ), altura de salto con contra movimiento (CMJ) ( $r=0.65$ ) y velocidad de aceleración en 10 metros ( $r=0.63$ ) (Buchheit, 2008).

Debido a la habilidad de cambio de dirección sobre las velocidades de idas y vueltas (*shuttles*), un valor de 0.7 segundos se resta del período de carrera de cada cambio de dirección (Buchheit, 2008). Por ejemplo, a una velocidad de 11.5 km/h con desplazamiento lineal podría recorrer 96 metros en 30 segundos, aunque cuando se utilizan 40 metros en ida y vuelta (*shuttle*), requiriendo dos cambios de dirección ( $2 \times 0.7$  segundos), la distancia de carrera se reduce a 91.6 metros (11.5 km/h en 28.6 segundos) (Buchheit, 2008).

Esta conversión ayuda al IFT 30-15 a proveer medidas válidas y confiables de rendimiento en aceleraciones multidireccionales (Buchheit, 2008). La vIFT provista, también diferencia jugadores con diferentes perfiles fisiológicos para lograr un nivel similar de demanda cardiorrespiratoria durante el entrenamiento (Buchheit, 2008), desarrollando una prueba muy adecuada para la individualización del acondicionamiento supramáximo multidireccional en deportes intermitentes como fútbol, baloncesto y rugby (Buchheit, 2008).

### **3.2.3 Consideraciones sobre pruebas de campo (cíclicas y acíclicas) máximas para determinar velocidad de entrenamiento**

La prescripción de entrenamiento generalizado, donde las intensidades de entrenamiento de los deportistas son todas bajas o todas altas, podría no causar adaptación o generar sobreentrenamiento (Kuipers et al., 1988). Se ha reportado que el uso de la velocidad de entrenamiento puede ser preciso y altamente efectivo durante el desarrollo de la aptitud física aeróbica y anaeróbica (Blondel, Berthoin, Billat, & Lensel, 2001; Buchheit, 2008). A pesar de que la información respecto de la implementación de la velocidad de entrenamiento altamente variable (Baquet, Berthoin, Gerbeaux, & Van Praagh 2001; Berthoin, Manteca, Gerbeaux, & Lensel-Corbeil, 1995; Buchheit, 2008; Buchheit & Laursen, 2013; Denadai, Ortiz, Greco, & de Mello, 2006; Dupont et al., 2010; Wong, Chaouachi, Chamari, Dellal, & Wisloff, 2010), hay una escasez de investigaciones disponibles que comparan el rango de pruebas capaces de determinar una velocidad apropiada.

La evaluación precisa de la función aeróbica y anaeróbica individual debería ser óptima durante condiciones de laboratorio (Clarke et al., 2016). Los procedimientos producirán con frecuencia una medida que se refiere a un estado fisiológico específico, por ejemplo, velocidad de umbral ventilatorio o de lactato, y velocidad al máximo consumo de oxígeno ( $VO_2$  máx.) o  $vVO_2$  máx. (Billat, 2001). La  $vVO_2$  máx. se definió como la velocidad de carrera más baja que provoca el máximo consumo de oxígeno durante una prueba de ejercicio continuo (Billat & Koralsztein, 1996). Teniendo en cuenta el resultado de la prueba como una velocidad, en lugar de un marcador fisiológico como  $VO_{2Max}$ , el entrenamiento futuro puede incluir la prescripción individualizada y el monitoreo dentro de la sesión.

Por ejemplo, una sesión prescrita a una intensidad del 100 % del  $\text{VO}_2$  máx. no es fácilmente aplicable debido a las dificultades de medición del trabajo deseado. Sin embargo, una sesión prescrita al 100 % de la  $v\text{VO}_2$  máx. tiene una aplicación fácil por la distancia y el tiempo de aplicación. Por ejemplo, una sesión con método intervalado debería ser diseñada con una intensidad de entrenamiento del 120 % de  $v\text{VO}_2$  máx. por 15 segundos de trabajo y 15 segundos de recuperación pasiva, siendo este estímulo repetido por 5 minutos y 2 series.

A pesar de la consideración de que el umbral de lactato o la medición directa del  $\text{VO}_2$  máx. podría ser beneficiosa, muchos deportistas no pueden tener acceso a ella debido a los costos, dificultades o tiempo requerido para dicha evaluación. Sin embargo, pruebas de campo de procedimiento simple están disponibles para una determinación indirecta de un rango de estados fisiológicos, porque de los rangos en demandas fisiológicas durante las pruebas de campo es más apropiado determinar la velocidad producida como velocidad de carrera al máximo (MRS) antes que la  $v\text{VO}_2$  máx (Clarke et al., 2016). Al comparar las pruebas y sus registros de MRS, el protocolo usado determina el estrés fisiológico total y, subsecuentemente, el estado fisiológico medido. Por ejemplo, las pruebas intermitentes son propensas a tener una mayor contribución de energía anaeróbica y ser adecuadas para la prescripción de sesiones de entrenamiento supramáximas (por encima de  $v\text{VO}_2$  máx). En comparación, versiones continuas podrían ser más aeróbicas dominantes y adecuadas para la prescripción de entrenamiento submaximal (al nivel o debajo del  $\text{VO}_2$  máx.) (Clarke et al., 2016).

En los siguientes puntos se describirán consideraciones de validez para una serie de pruebas capaces de producir MRS, ya sea para una prescripción submáxima o supramáxima del entrenamiento de resistencia.

Estos dos estilos de entrenamiento (submáximo por debajo o al nivel de la  $v\text{VO}_2$  máx., o supramáximo o por sobre la  $v\text{VO}_2$  máx.) pueden ser implementados en una amplia gama de deportes, dependiendo de los objetivos del programa de entrenamiento y las fortalezas y debilidades de los deportistas. Tradicionalmente, la selección de una prueba de campo se basa en la capacidad para que coincida con el estrés fisiológico durante la competencia. Sin embargo, no todas las pruebas son capaces de producir una MRS. Por lo tanto, las siguientes pruebas son discutidas en relación a su capacidad para producir una MRS capaz de influenciar futuras programaciones de entrenamiento (Clarke et al., 2016).

### **3.2.4 Determinación de velocidad de carrera en entrenamiento submáximo y supramáximo**

#### **Determinación de velocidad de carrera para entrenamiento submáximo**

## Pruebas de tiempo/distancia

El *test de Cooper* (Cooper, 1968) es una prueba de campo continua y estable donde el rendimiento del sujeto es correlacionado significativamente con el  $\text{VO}_2$  máx. en cinta rodante (O'Gorman et al., 2000). El test de Cooper utiliza un protocolo de carrea lineal donde el atleta debe mantener el mismo ritmo de carrera y recorrer la mayor distancia en 12 minutos (Cooper, 1968). Una prueba de tiempo sobre 5 km también es correlacionada significativamente con el  $\text{VO}_2$  máx. realizado en cinta rodante (Ramsbottom, Nute, & Williams, 1987), lo cual justifica la utilización de pruebas de tiempo o distancia basadas en dichos protocolos u otros similares (Clarke et. al., 2016).

La duración requerida de una prueba de tiempo depende del tiempo requerido para manifestar la contribución aeróbica máxima con una participación anaeróbica reducida. Se ha reportado que el tiempo requerido para el máximo estrés del sistema aeróbico y para valorar la  $v\text{VO}_2$  máx. es 4 minutos 58 segundos (Chamoux, Berthon, & Laubignat, 1996), con un tiempo promedio para el agotamiento a  $v\text{VO}_2$  máx. (VAM) en el rango de 4 a 8 minutos (Billat & Koralsztein, 1996; Hill & Rowell, 1996). Además, se han reportado correlaciones significativas entre  $v\text{VO}_2$  máx., la velocidad promedio durante un test de 5 minutos ( $v5\text{TT}$ ) (Berthon et al., 1997) y un test de 1,500 metros (Lancour et al., 1991). Por esto el uso de un test tradicional como el de Cooper (12 minutos) podría ser innecesario, ya que el mismo estado fisiológico se puede medir con más eficiencia de tiempo (Clarke et. al., 2016).

A pesar de las varias formas de pruebas basadas en tiempo para recorrer una distancia, se pueden producir estimaciones válidas y confiables de la  $v\text{VO}_2$  máx. El estilo de la evaluación podría requerir el desarrollo de una estrategia de estimulación (desarrollo a través de la familiarización) para un rendimiento óptimo (Sheppard et al., 1984). La determinación lineal continua de una MRS podría ser más adecuada a estilos de entrenamiento con una naturaleza similar y, subsecuentemente, en deportes como el atletismo y las pruebas de pista, o bien en deportes de naturaleza cíclica. Sin embargo, este estilo de entrenamiento (cíclico y con velocidad estable) podría también ser aplicable a individuos en edades de entrenamiento tempranas o bajo nivel de aptitud física aeróbica. La facilidad de aplicación a ergómetros también provee un amplio rango de posibilidades para deportistas con contraindicaciones (como recomendaciones de trabajar en carreras lineales sin cambios de dirección), que pueden proporcionar utilidad para los deportes de contacto con alta prevalencia de lesiones (Clarke et. al., 2016).

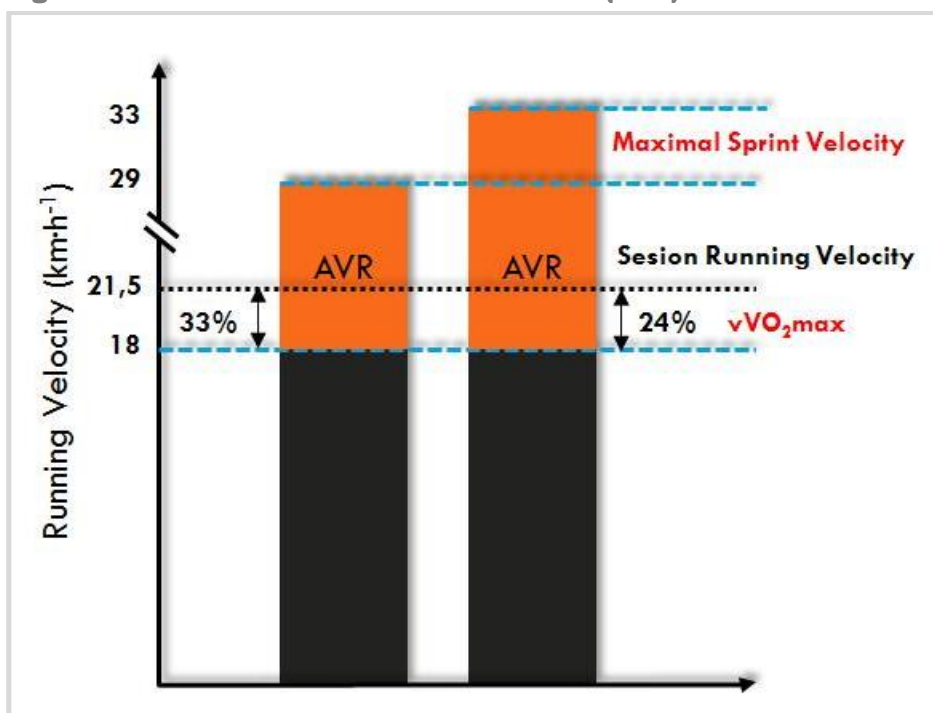
## Determinación de la velocidad de carrera para entrenamiento supramaximal

Reserva anaeróbica de velocidad (AVR)

La reserva anaeróbica de velocidad (AVR) se considera como la diferencia entre la velocidad de aceleración máxima del individuo y su velocidad de máximo consumo de oxígeno ( $v\text{VO}_2$  máx. o VAM) (Blondel et al., 2001; Bundle, Hoyt, & Weyand, 2003; Dardouri et al., 2014). Teniendo una AVR más alta disminuye la intensidad relativa (porcentaje de reserva anaeróbica de velocidad) del ejercicio sobre la  $v\text{VO}_2$  máx., disminuyendo la contribución de energía anaeróbica y la fatiga periférica (Bundle et al., 2003; Weyand & Bundle, 2005).

En la figura se puede observar una ilustración esquemática de la Reserva Anaeróbica de Velocidad (AVR) de dos jugadores que poseen una  $v\text{VO}_2$  máx similar pero diferentes velocidades máximas de sprint. Durante una sesión de entrenamiento intervalado de alta intensidad, el jugador B que posee una mayor AVR trabajará a un menor porcentaje de su AVR, y por lo tanto una menor carga de ejercicio en comparación con el jugador A (Buchheit, 2008) (Figura 4). (Del Rosso, 2013a).

**Figura 6: Reserva anaeróbica de velocidad (AVR)**



Fuente: [Imagen intitulada sobre reserva anaeróbica de velocidad]. (s. f.). Recuperado de <https://goo.gl/dfrgm1>.

Sin embargo, durante en esfuerzos repetidos a intensidades cercanas a la máxima velocidad de carrera (velocidad de aceleración máxima), una AVR larga (si es debido a una baja  $v\text{VO}_2$  máx.) debería ser considerada como un aspecto negativo para el rendimiento. Por ejemplo, ha sido reportado que un incremento en la AVR está correlacionado positivamente con el índice de fatiga durante repetición de aceleraciones (*sprints* repetidos) en cicloergómetro (Méndez-Villanueva, Hamer, & Bishop, 2008). Es probable

que, debido a una baja  $vVO_2$  máx., la producción de energía aeróbica sea insuficiente para sostener el proceso de recuperación intraesfuerzo, causando una rápida aparición de fatiga (Clarke et. al., 2016). También se ha informado de que la AVR, por sí sola, es incapaz de predecir mejoras en el tiempo promedio de *sprints* repetidos (Buchheit & Mendez-Villanueva, 2014), debido al cambio independiente de la  $vVO_2$  máx., y a la velocidad de aceleración máxima y sus efectos sobre el cálculo de la AVR.

Por lo tanto, aunque el entrenamiento individualizado a la  $vVO_2$  máx. más un porcentaje de la AVR debería ser utilizada para el desarrollo de la aptitud física anaeróbica, los registros de AVR no deberían ser comparados entre individuos o ser considerados en relación con el rendimiento sin la  $vVO_2$  máx. y la velocidad de aceleración máxima analizadas independientemente (Clarke et. al., 2016).

### **Comparación entre pruebas**

Como se analizó previamente, es probable que las pruebas intermitentes tengan el mayor aporte de energía anaeróbica en comparación con las pruebas de ejecución continua, y que, por lo tanto, sean más adecuadas para la determinación de intensidades de entrenamiento supramáximas. Las pruebas supramáximas (como el IFT 30-15 y el YYIRT) producen velocidades muy diferentes, como la MRS final, la cual podría tener cualquier proporción de la reserva de velocidad anaeróbica (AVR) sobre la  $vVO_2$  máx. Por ejemplo, la  $vIFT$  es consistentemente un 20-25 % más rápida que la  $vVO_2$  máx. (Buchheit et al., 2009), y aproximadamente un 15-25 % mayor que la  $vUMTT$  (Buchheit et al., 2009).

Concentraciones de lactato significativamente más altas se han encontrado durante el IFT 30-15 comparado con el UMTT, manifestando una mayor producción de energía anaeróbica (Buchheit et al., 2009). Esta relación, sin embargo, depende del protocolo específico utilizado y puede también ser afectada por los niveles de aptitud física individual (Clarke et. al., 2016). Por ejemplo, no se reportaron diferencias significativas entre el rendimiento en el YYIRT (nivel 1), la  $vVO_2$  máx. (Castagna et al., 2006) o  $vUMTT$  (Dupont et al., 2010). Sin embargo, cuando la MRS de los sujetos fue mayor que 16.3 km/h, la  $vUMTT$  fue frecuentemente mayor que la manifestada en la  $vYYIRT$  (nivel 1) (Dupont et al., 2010), concluyendo que la  $vUMTT$  y la  $vYYIRT$  (nivel 1) son más apropiadas para deportistas con mayores y menores niveles de  $vVO_2$  máx., respectivamente (Dupont et al., 2010).

Al comparar las velocidades producidas durante pruebas con predominancia de aporte energético aeróbico (submaximales) (Clarke et. al., 2016), como el *test* de 5 minutos y el UMTT, una pequeña variación se presenta debido a que los protocolos intentan representar una demanda fisiológica similar. Por ejemplo, el UMTT está correlacionado fuertemente con los resultados encontrados en el *test* de Cooper (12 minutos) (Leger & Lambert, 1980), la  $v5TT$ , y la prueba de  $VO_2$  máx. en cinta rodante (Berthon et al., 1997). Sin

embargo, cuando se analizan los resultados en detalle, la vUMTT fue 1.1 km/h más rápida que la v5TT y, aproximadamente, 1.4 km/h más rápida que la vVO<sub>2</sub> máx. en la cinta rodante (Berthon et al., 1997). Por esto, individuos con mayor AVR presentan mayores diferencias entre la vUMTT y la vVO<sub>2</sub> máx. (Leger & Boucher, 1980). Esta variación podría ser debido al método de *sprint final* utilizado en pruebas incrementales que usan la velocidad final realizada como una MRS, como a aquellos que con una mayor AVR pueden tener un mayor estallido de velocidad durante la etapa final (Clarke et. al., 2016).

## Conclusiones

- 1.** Determinar la resistencia que se va a evaluar, si es resistencia general o específica, y, dentro de la resistencia específica, si es resistencia a la técnica, a la toma de decisión o al sistema de juego.
- 2.** Si el objetivo es realizar una valoración de la aptitud física general de los deportistas, sería conveniente inclinarse hacia los *Yo-Yo test* (YYIRT nivel 1 e YYIRT nivel 2).
- 3.** Si el objetivo es estimar el VO<sub>2</sub> máx, el test de *Course-Navette* (20SRT) puede ser una opción. Si no se cuentan con instalaciones espaciosas (por ejemplo, básquetbol), también pueden utilizarse otros test, como el UMTT.
- 4.** Si el objetivo es determinar la VAM, preferiblemente utilizar el UMTT, test de 5 minutos o el Vam-Eval.
- 5.** Si el objetivo es prescribir entrenamientos intermitentes, el 30-15 IFT sería el test de elección. (Del Rosso, 2013b)
- 6.** Si el objetivo es prescribir un entrenamiento de resistencia cíclico, con métodos intervalados (entre el Uan y el VO<sub>2</sub> máx.) la determinación de la VAM sea conveniente a partir de UMTT, Vam-Eval o test de 5 minutos.
- 7.** Si el objetivo es prescribir un entrenamiento de resistencia acíclico, con métodos intermitentes (velocidad > VO<sub>2</sub> máx.), la determinación de la velocidad de trabajo sería conveniente a partir de IFT 30-15.

## Referencias

**Ahumada, F.** (2013). Test de pista de la Universidad de Montreal.

**Ahmaidi, S., Collomp, K., & Pre'faut, C.** (1992). *The effect of shuttle test protocol and the resulting lactacidaemia on maximal velocity and maximal oxygen uptake during the shuttle exercise test (Traducción propia)*. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65, 475-479.

**Ahmaidi, S., Collomp, K., Caillaud, C., & Pre'faut, C.** (1992). *Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects (Traducción propia)*. *International Journal of Sports Medicine*, 13, 243-248.

**Aziz, A. R., Yau, F. T. H., & Chuan, T. K.** (2005). *The 20m multistage shuttle run test: Reliability, sensitivity and its performance correlates in trained soccer players (Traducción propia)*. *Asian Journal of Exercise and Sports Science*, 2, 1-7.

**Bangsbo, J.** (1994). *Fitness Training in Football: A Scientific Approach (Traducción propia)*. Bagsvaerd: HO+Storm.

**Bangsbo J.** (1996). *The Yo-Yo tests. (Traducción propia)*. Copenhagen, Dinamarca: August Krogh Institute.

**Bangsbo, J.** (1997). *Entrenamiento de la condición física en fútbol*. Paidotribo. Barcelona

**Baquet, G., Berthoin, S., Gerbeaux, M., & Van Praagh, E.** (2001). *High-intensity aerobic training during a 10 week one-hour physical education cycle: Effects on physical fitness of adolescents aged 11 to 16 (Traducción propia)*. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 295-300.

**Berthoin, S., Gerbeaux, M., Guerrin, F., Lensele-Corbeil, G., & Vandendorpe, F.** (1992). *Estimation de la VMA (Traducción propia)*. *Science & Sports*, 7, 85-91.

**Berthoin, S., Gerbeaux, M., Turpin, E., Guerrin, F., Lensele-Corbeil, G., & Vandendorpe, F.** (1994). *Comparison of two field tests to estimate maximum aerobic speed (Traducción propia)*. *Journal of Sports Sciences*, 12, 355-362.

**Berthoin, S., Manteca, F., Gerbeaux, M., & Lensele-Corbeil, G.** (1995). *Effect of a 12-week training programme on Maximal Aerobic Speed (MAS) and running time to exhaustion at 100% of MAS for students aged 14 to 17 years (Traducción propia)*. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35, 251-256.

**Berthoin, P., Fellmann, N., Bedu, M., Beaune, B., Dabonneville, M., Coudert, J., & Chamoux, A. A.** (1997). *5-min running field test as a measurement of maximal aerobic velocity (Traducción propia)*. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 75, 233-238.

**Billat, L. V.** (2001). *Interval training for performance: A scientific and empirical practice: Special recommendations for middle-and longdistance running. Part I: Aerobic interval training (Traducción propia)*. *Sports Medicine*, 31, 13-31.

**Billat, L. V., & Koralsztejn, J.** (1996). *Significance of the velocity at VO<sub>2</sub>max and time to exhaustion at this velocity (Traducción propia)*. *Sports Medicine*, 22, 90-108.

- Blondel, N., Berthoin, S., Billat, V., & Lensel, G.** (2001). *Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of  $vVO_{2max}$  and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity (Traducción propia)*. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 27-33.
- Buchheit, M.** (2005a). *The 30-15 intermittent fitness test: A new intermittent running field test for intermittent sport players-Part 1 (Traducción propia)*. *Approches Handball*, 87, 27-34.
- Buchheit, M.** (2005b). *Illustration of interval-training prescription on the basis of an appropriate intermittent maximal running speed-the 30- 15 intermittent fitness test—part 2 (Traducción propia)*. *Approches Handball*, 88, 36-46.
- Buchheit, M.** (2008). *The 30-15 intermittent fitness test: Accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players (Traducción propia)*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B.** (2013). *High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle (Traducción propia)*. *Sports Medicine*, 43, 313-338.
- Buchheit, M., & Mendez-Villanueva, A.** (2014). *Changes in repeated-sprint performance in relation to change in locomotor profile in highly-trained young soccer players (Traducción propia)*. *Journal of Sports Sciences*, 32, 1-9.
- Buchheit, M., Al Haddad, H., Millet, G. P., Lepretre, P. M., Newton, M., & Ahmaidi, S.** (2009). *Cardiorespiratory and cardiac autonomic responses to 30-15 intermittent fitness test in team sport players (Traducción propia)*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23, 93-100.
- Bundle, M. W., Hoyt, R. W., & Weyand, P. G.** (2003). *High-speed running performance: A new approach to assessment and prediction (Traducción propia)*. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1955-1962.
- Calafate J.A., Janeira M.A.** (1998). *Validade do Yo-Yo Intermittent Endurance Test na avaliação da potencia maxima aerobia, um estudo em basquetbolistas seniores masculinos (Traducción propia)*. Abstract presented at the IV World Congress of Notational Analysis of Sport, Porto, Portugal, 22-25.
- Castagna, C., Belardinelli, R.** (2005) *The  $VO_2$  and HR response to training with the ball in youth soccer players, in: T. Reilly, J. Cabri and D. Araújo (Eds) (Traducción propia)*. *Science and Football V*, pp. 462–464. London/New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Belardinelli, R., Abt, G., Coutts, A., Chamari, K., & D’Ottavio, S.** (2006). *Cardiorespiratory responses to Yo-yo Intermittent Endurance Test in nonelite youth soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 326–330
- Castagna, C., Impellizzeri, F., Chamari, K., Carlomagno, D., & Rampini, E.** (2006). *Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent test performances in soccer players: A correlation study (Traducción propia)*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 320-325.
- Cazorla G, Léger L.** (1993). *Comment évaluer et développer vos capacités aérobies. (Traducción propia)*. *Epreuves de course navette et épreuve Vam-éval*. Editorial A.R.E.A.P.S.

- Cazorla, G.** (1990). *Capacité aérobie et vitesse aérobie maximale de course. (Traducción propia)*. Bulletin de Liaison et d'Information des Enseignants d'EPS, (22), 12-37.
- Chamoux, A., Berthon, P., & Laubignat, J.** (1996). *Determination of maximum aerobic velocity by a five minute test with reference to running world records. A theoretical approach (Traducción propia)*. Archives of Physiology and Biochemistry Journal, 104, 207-211.
- Clarke, R., Dobson, A. and Hughes, J.,** (2016). Metabolic Conditioning: Field Tests to Determine a Training Velocity. Strength and Conditioning Journal, 38 (1)
- Cooper, K.** (1968). *A means of assessing maximal oxygen intake: Correlation between field and treadmill testing (Traducción propia)*. Journal of the American Heart Association, 203, 135-138.
- Cureton, K.J., and G.L. Warren.** (1990). Criterion-referenced standards for youth health-related fitness test: A tutorial. Res. Q. Exerc. Sports 61:7-19
- Cureton KJ, Plowman SA.** (2008). *Aerobic capacity assessments. (Traducción propia)*. En: Welk GJ, Meredith MD, editores. Fitnessgram/Activitygram. Reference Guide. Dallas, TX: The Cooper Institute; p. 1-29.
- Dardouri, W., Selmi, M. A., Sassi, R. H., Gharbi, Z., Rebhi, A., Yahmed, M. H., & Moalla, W.** (2014). *Relationship between repeated sprint performance and both aerobic and anaerobic fitness (Traducción propia)*. Journal of Human Kinetics, 40, 139-148.
- Davies, C., Di Prampero, P., & Cerretelli, P.** (1972). *Kinetics of cardiac output and respiratory gas exchange during exercise and recovery (Traducción propia)*. Journal of Applied Physiology, 32, 618-625.
- Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Preen, D., Polglaze, T., Fitzsimons, M., & Fournier, P.** (1997). *Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts (Traducción propia)*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 7, 206-213.
- Del Rosso, S.** (2013a). El 30-15 IFT. Recuperado de: <http://bio-kinetics.org/es/blog/el-30-15-ift>
- Del Rosso, S.** (2013b). Errores conceptuales en la valoración de la Resistencia en deportes de prestación intermitente. Recuperado de: <http://bio-kinetics.org/es/blog/errores-conceptuales-en-la-valoracion-de-la-resistencia-en-deportes-de-prestacion-intermitente>
- Denadai, B. S., Ortiz, M. J., Greco, C. C., & de Mello, M. T.** (2006). *Interval training at 95% and 100% of the velocity at V O<sub>2</sub> max: Effects on aerobic physiological indexes and running performance (Traducción propia)*. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 31, 737-743.
- Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S.** (2004). *The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players (Traducción propia)*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 18, 584-589.
- Dupont, G., Defontaine, M., Bosquet, L., Blondel, N., Moalla, W., & Berthoin, S.** (2010). *Yo-Yo intermittent recovery test versus the Université de montreal track test: Relation with a high-intensity intermittent exercise (Traducción propia)*. Journal of Science and Medicine in Sport, 13, 146-150.

- Eston, R., & Reilly, T.** (2009). *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Anthropometry (Traducción propia)*. London: Taylor & Francis.
- Fanchini, M., Castagna, C., Coutts, A. J., Schena, F., McCall, A., & Impellizzeri, F. M.** (2014). *Are the Yo-Yo intermittent recovery test levels 1 and 2 both useful? Reliability, responsiveness and interchangeability in young soccer players (Traducción propia)*. *Journal of Sports Sciences*, 32, 1950-1957.
- García Manso, J.M., Navarro Valdivielso, M. Ruiz Caballero, J.A.,** (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Ed. Gymnos.
- Haydar, B., Al Haddad, H., Ahmaidi, S., & Buchheit, M.** (2011). *Assessing inter-effort recovery and change of direction ability with the 30-15 Intermittent Fitness Test (Traducción propia)*. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 346-354.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U., & Hoff, J.** (2001). *Aerobic endurance training improves soccer performance (Traducción propia)*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1925-1931.
- Hill, D. W., & Rowell, A. L.** (1996). *Significance of time to exhaustion during exercise at the velocity associated with VO<sub>2</sub>max (Traducción propia)*. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 72, 383-386.
- Howley, H.T.; Franks, B.D.** (2000). *Manual del técnico en salud y fitness. Segunda Edición*. Paidotribo, Barcelona.
- [Imagen intitulada sobre Tabla de Test Course Navette]. (s. f.). Recuperado de [http://www.tafadycursos.com/load/fundamentos\\_biologicos/entrenamiento\\_deportivo/pruebas\\_inef\\_cafyd/84-1-0-17](http://www.tafadycursos.com/load/fundamentos_biologicos/entrenamiento_deportivo/pruebas_inef_cafyd/84-1-0-17)
- Jiménez, A. (Coord.)**. (2005). *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: INDE.
- Krustrup, P., & Bangsbo, J.** (2001). *Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training (Traducción propia)*. *Journal of Sports Sciences*, 19, 881-891.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., & Bangsbo, J.** (2003). *The yo-yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity (Traducción propia)*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 697-705.
- Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Majgaard Jensen, J., Jung Neilson, J., & Bangsbo, J.** (2006). *The yo-yo IR2 Test: Physiological response, reliability, and application to elite soccer (Traducción propia)*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38, 1666-1673.
- Kuipers, H., & Keizer, H.** (1988). *Overtraining in elite athletes. Review and directions for the future (Traducción propia)*. *Sports Medicine*, 6, 79-92.
- Kuipers, H., Verstappen, F., Keizer, H., Geurten, P., & Van Kranenburg, G.** (1985). *Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates (Traducción propia)*. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 197-201.
- Lancour, J., Padilla-Magunacelaya, S., Chatard, J., Arsac, L., & Barthelemy, J.** (1991). *Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake (Traducción propia)*. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62, 77-82.

- Leger, L., & Boucher, R.** (1980). *An indirect continuous running multistage field test: The Universite de montreal track test (Traducción propia)*. Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 5, 77-84.
- Leger, L. A., & Lambert, J. A.** (1982). *Maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max (Traducción propia)*. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 49, 1-12.
- Leger, L., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J.** (1988). *The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness (Traducción propia)*. Journal of Sports Sciences, 6, 93-101.
- Leger, L., y Mercier, D.** (1983). *Cout energetique de la course sur tapis roulant et sur piste*. Motricité humaine. 2, 66-69.
- Massafret, M.** (1998). *Preparación física en los deportes de equipo. Curso de Postgrado en Preparación Física*. Inédito. La Coruña.
- McCully, K., Iotti, S., Kendrick, K., Wang, Z., Posner, J., Leigh, J. Jr., & Chance, B.** (1994). *Simultaneous in vivo measurements of HbO<sub>2</sub> saturation and PCr kinetics after exercise in normal humans (Traducción propia)*. Journal of Applied Physiology, 77, 5-10.
- Mendez-Villanueva, A., Hamer, P., & Bishop, D.** (2008). *Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity (Traducción propia)*. European Journal of Applied Physiology, 103, 411-419.
- O’Gorman, D., Hunter, A., McDonnacha, C., & Kirwan, J. P.** (2000). *Validity of field tests for evaluating endurance capacity in competitive and international-level sports participants (Traducción propia)*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 14, 62-67.
- Oliveira J., Magalhães J., Rebelo A.N., Duarte J.A., Gonçalves J.P., Soares J.M.C** (1998). *The endurance capacity of soccer players evaluated by the Yo-Yo Intermittent Endurance Test (Traducción propia)*. Abstract presented at the III Annual Congress of the European College of Sport Science, Manchester, UK, 15-18.
- Paliczka, V., Nichols, A., & Boreham, C.** (1987). *A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults (Traducción propia)*. British Journal of Sports Medicine, 21, 163-165.
- Rampinini, E., Sassi, A., Azzalin, A., Castagna, C., Menaspa, P., Carlomagno, D., & Impellizzeri, F. M.** (2010). *Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players (Traducción propia)*. European Journal of Applied Physiology, 108, 401-409.
- Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C.** (1988) *A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake (Traducción propia)*. British Journal of Sports Medicine, 22, 141-144.
- Ramsbottom, R., Nute, M., & Williams, C.** (1987). *Determinants of five kilometre running performance in active men and women (Traducción propia)*. British Journal of Sports Medicine, 21, 9-13.
- Ruspantini A** (2005). *Ii test YO-YO*. Canale Preparazione Fisica. Alleniamo. Portale per allianatori di Calcio.
- Shephard, R. J.** (1984). *Tests of maximum oxygen intake a critical review (Traducción propia)*. Sports Medicine, 1, 99-124.

**St. Clair Gibson, A., Broomhead, S., Lambert, M., & Hawley, J.** (1998). *Prediction of maximal oxygen uptake from a 20-m shuttle run as measured directly in runners and squash players (Traducción propia)*. *Journal of Sports Sciences*, 16, 331-335.

**Vargas C. (2008)**. *Evaluación Fisiológica del Rendimiento Humano en Deportes de Conjunto*.

**Weyand, P. G., & Bundle, M. W.** (2005). *Energetics of high-speed running: Integrating classical theory and contemporary observations (Traducción propia)*. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 288, 956-965.

**Wong, P., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., & Wisloff, U.** (2010). *Effect of preseason concurrent muscular strength and high intensity interval training in professional soccer players (Traducción propia)*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 653-660.