

## **Variación prospectiva de rendimiento en diferentes aeróbicos en Futbolistas Juveniles**

**Dr. Rubén Argemi**

Alcanzar niveles de alto rendimiento deportivo es el punto final de un largo proceso de esfuerzo de un deportista. El deporte de hoy reclama que los niveles de desarrollo físico logrado sean de una magnitud impensada en el pasado. No se puede lograr el éxito deportivo individual y colectivo si detrás de un deportista no existe una estructura de trabajo que desarrolle una planificación a corto y mediano plazo. Esta planificación debe abarcar todos los aspectos que hacen al entrenamiento deportivo, el cuidado psico-físico, el mejoramiento técnico, físico, táctico estratégico, psicológico etc.

La planificación del entrenamiento de hoy implica un proceso que parte desde el diagnóstico de las características individuales del jugador y debe terminar en el conocimiento de las características fisiológicas del fútbol. Desde el punto de partida (estado del jugador) a la llegada (necesidades del fútbol) se encuentra la planificación del entrenamiento y aprendizaje, que es indispensable que se realice desde un encuadre científico sumado al aporte de aquellos que tienen las experiencias vividas e historia en el fútbol. Desde la comunión de estos dos elementos podrán lograrse los aspectos deseados.

La etapa diagnóstica fisiológica desarrolla una evaluación basada en protocolos estrictamente definidos, que presenten confiabilidad, repetibilidad y fiabilidad. También es importante que brinden alta sensibilidad para medir aquello que queremos medir, pero que además sean adecuados y específicos para el deporte en estudio. Si nos remitimos al deporte infanto-juvenil también es importante que sean sensibles a los cambios producidos por la edad y el nivel de entrenamiento.

Además es importante analizar el objetivo de una evaluación. La discusión sería si es importante realizar evaluaciones que discriminen o analicen aspectos o capacidades aisladas del rendimiento deportivo. (Ej. VO<sub>2</sub> max, Fuerza máxima etc.). O por el contrario realizar evaluaciones que pongan a prueba más de una variable física y por lo tanto se acerquen más profundamente al rendimiento en el campo.

### **Bases Científicas**

#### **1. Perfil Fisiológico Del Fútbol**

Hoy la exigencia física del fútbol requiere de determinadas características. El futbolista recorre durante un partido de 10 a 14 Km., y a una intensidad que podría ubicarse en un tres cuarto (a frecuencia cardiaca entre 170 y 180, entre 5 a 8 mmol de ácido láctico). Esto ubica al fútbol dentro de lo que los autores lo definen como superaeróbico o trabajo aeróbico de alta intensidad. Comprender este hecho es importante, porque hoy no se puede dudar que un jugador de fútbol profesional necesita desarrollar imprescindiblemente una alta capacidad aeróbica, es decir de recorrer mucha distancia durante un partido, y a una intensidad de tres cuartos. Pero además el futbolista transita durante el juego, trabajos a alta velocidad, sumados a traslados de pelota, frenos, arranques, cambios de dirección y alrededor de 20 saltos por partido. Todo esto sumado, hace que requiera de un nivel de fuerza suficiente para que estas actividades no le reporten fatiga, y por lo tanto imprecisiones técnicas o lesiones.

#### **2. Capacidades Aeróbicas Infantil-Juvenil**

Los niños prepúberes deportistas tienen, mayores niveles de consumo máximo de oxígeno. Esto aparentemente asociado al entrenamiento.

El niño desarrolla pues, naturalmente la resistencia aeróbica desde muy corta edad. La concreción de estos movimientos continuos de mayor duración es posible gracias a que, los procesos metabólicos aeróbicos en los niños empiezan a ser predominante a partir de los 30" (Macek y Vavra 1980). Presentan entrenabilidad aeróbica pero aparentemente de menor magnitud que en el adulto. El niño muestra una capacidad anaeróbica reducida y una capacidad aeróbica periférica mayor, así como una preferencia mayor en la utilización oxidativa de los lípidos ( Berg y Keul 1985).-

La resistencia aeróbica es un componente básico a desarrollar a partir de la niñez (Hollman,1978, Martín, 1982 ; Hann, 1982; S.Buñuelos, 1984; Weineck, 1988). Desde las perspectivas fisiológicas se reconoce, que ante estímulos de larga duración, los niños presentan fenómenos de adaptación similares a los del adulto (Weineck 1988).

Si bien en general se demuestran bajo nivel de aumento del VO<sub>2</sub> máximo por el entrenamiento (alrededor del 20%), existe un aumento evidente de la performance deportiva asociada al rendimiento de endurance.

Evaluaciones de VO<sub>2</sub> máximo directo ha mostrado que jugadores de fútbol dinamarqueses juveniles (16 años) y adultos presentan valores similares. (Lindquist-Basgbo,1993)

### **3. Evaluación**

Es realmente difícil aislar aspectos específicos del rendimiento en fútbol. Existe una gran variedad de capacidades físicas a analizar, y se pueden realizar tanto en tests de laboratorio como en campo. Una de esas capacidades es la potencia aeróbica. Ahora los tests tradicionales de potencia aeróbica justifican o explican los diferentes niveles de rendimiento en el fútbol con la edad.

Dentro los test aeróbicos de campo, tenemos test de características cíclicas longitudinales. Puede ser con velocidad constante o incremental. En el primero debe recorrerse la mayor distancia posible en un tiempo dado (test de Cooper), o el menor tiempo posible para una distancia dada (test de 1000 metros, 3000 metros, o 5000 metros entre otros). Test longitudinales incrementales, donde va aumentándose la velocidad de carrera cada un periodo de tiempo o de distancia dada.

También están los test de características especiales donde la carrera no es lineal sino que se recorre una distancia dada en ida y vuelta. Uno de los ejemplo es el Test de Navetta-Laeger. Dentro de este grupo están los Tests YOYO diseñados por el Dr. Bangsbo, que son test incrementales con un componente de frenado y arranque en el espacio dado (20 metros) y pueden ser incrementales continuos o incrementales intermitentes, es decir con pausa entre momento de carrera.

#### **1. Test de Cooper:**

El Dr. Cooper Kenneth, luego de evaluar a más de 30.000 cadetes de la Fuerza Aérea Americana estableció los parámetros para poder evaluar el consumo máximo de oxígeno en una carrera de 12 minutos de duración en la que el participante pudiera recorrer la mayor distancia. Además confeccionó tablas de referencia (Cooper K. " A means of assessing Maximal Oxygen Intake. JAMA 203,201-204, 15-1-1968.)

El test de Cooper valora la resistencia aeróbica y determina VO<sub>2</sub> máx., mediante el recorrido de la máxima distancia posible durante doce minutos de carrera continua en una pista de atletismo de 400 metros o en una cancha de fútbol o cualquier otra instalación donde se pueda correr en una misma dirección.

La ecuación para determinar el VO<sub>2</sub> max es:

$$VO_2 = 22,351 \times \text{Distancia (Km.)} - 11,288$$

Ó

$$VO_2 = \text{distancia recorrida} - 504 / 45$$

## **2. YO-YO Test**

El Dr. Jens Bangsbo, (Act. Phys. Scand. 151: Sup. 619,1994) desarrollo un grupo de tests denominados YO YO Test. Consiste en recorrer una distancia de 20 metros al ritmo de un cassette que aumenta progresivamente la velocidad. El mismo finaliza cuando el evaluado no puede mantener la velocidad emitida por la cinta previamente estandarizada.

Dentro de los YoYO Test son test de los cuales para evaluación aeróbica tenemos en YOYO de resistencia, donde se recorre 20 metros ida y vuelta aumentando la velocidad aproximadamente cada un minuto. El YoYo test de Resistencia Intermitente consiste en recorrer 20 metros ida y vuelta, y presenta una pausa pasiva de 5 segundos entre cada recorrido de 40 metros (20 de ida y 20 de vuelta).

### **Objetivo**

Comparar la evolución de la performance aeróbica en jugadores de fútbol juvenil en diferentes test diseñados para evaluar la potencia aeróbica.

### **Material y Métodos**

Se evaluaron durante 5 años todos los jugadores de fútbol juvenil del Club Atlético Independiente con por lo menos dos evaluaciones de cada test por año.

Si bien el estudio es de características longitudinales, los planteles sufría un cambio de alrededor del 20 por ciento entre temporada. Fueron tomados todos los jugadores evaluados.

Las evaluaciones se realizaron al inicio de la temporada 4 semanas después del inicio de la misma y 4 meses después. Entre cada evaluación hubo 1 semana de diferencia. Todas las evaluaciones se realizaron en el campo de fútbol, con igual vestimenta, entrada en calor planificada, días donde hacia por lo menos 72 hs donde no llovía, y en jugadores sin lesiones.

### **Protocolo de evaluación.**

Test de Cooper: Se realizó marcación dentro del campo de juego de un perímetro de 300 metros con marcas cada 5 metros. Se tomó la cantidad de metros recorrida en 12 minutos, tomándose como unidad medida de 5 metros.

El test fue realizado después de entrada en calor protocolizada.

YoYo Test de Resistencia: Se realizó marcación dentro del campo de juego de carriles de carrera con un metro de ancho, y marcación a 20 metros de distancia. Se tomó la cantidad de metros recorrida, cuando mantenía la velocidad de carrera marcada por señal sonora. La segunda vez que no llegó a la marcada indicada en el tiempo requerido se suspendió el test. Tomándose como unidad medida de 20 metros correspondiendo a la última etapa recorrida.

El test fue realizado después de entrada en calor protocolizada.

YoYo Test de Resistencia Intermitente: Se realizó marcación dentro del campo de juego de carriles de carrera con un metro de ancho, y marcación a 20 metros de distancia, mas una marcación 5 metros del cono de inicio. Se tomó la cantidad de metros recorrida, cuando mantenía la velocidad de carrera marcada por señal sonora. La segunda vez que no llegó a la marcada indicada en el tiempo requerido se suspendió el test. Tomándose como unidad medida de 40 metros correspondiendo a la última etapa recorrida.

El test fue realizado después de entrada en calor protocolizada.

### **Resultados**

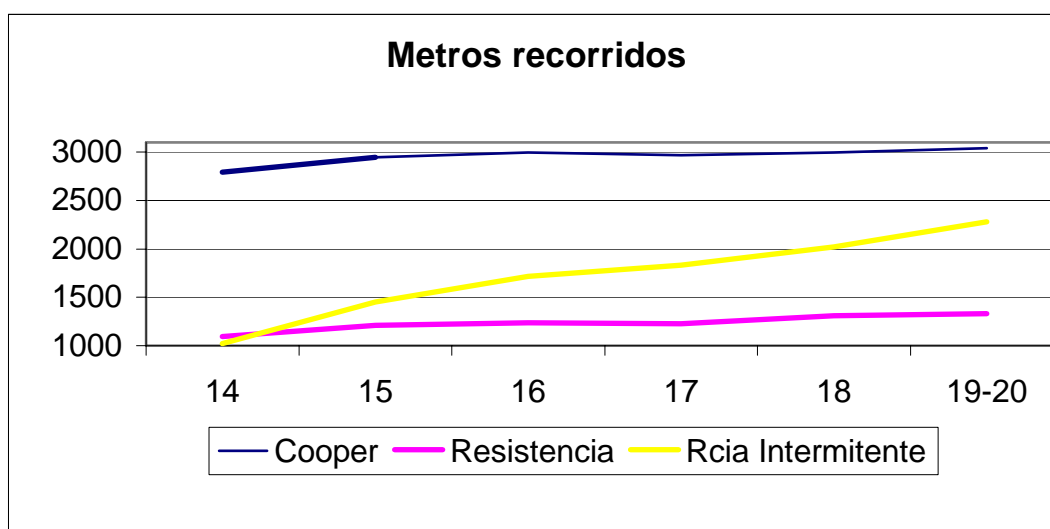
La evaluación de los diferentes test aportó datos relacionados con la distancia recorrida en promedio para cada edad; la velocidad final que tuvo en cada test. La velocidad del test de Cooper se obtuvo a través de la división de los metros recorridos por 720 segundos (12 minutos). Para los test YOYO se tuvo a partir de la medición de la velocidad.

Se realizó tratamiento estadístico en planilla Excel con promedio para cada test por edad tomando como n los datos de la misma edad independiente el año que hubieran sido realizados.

En tabla 1 y Grafico 1 aparecen los resultados promedio de los tres test por edad.

	14	15	16	17	18	19-20
<b>Cooper</b>	<b>2789</b>	<b>2947</b>	<b>2993</b>	<b>2968</b>	<b>2993</b>	<b>3039</b>
<b>Rcia</b>	<b>1092</b>	<b>1209</b>	<b>1239</b>	<b>1226</b>	<b>1309</b>	<b>1333</b>
<b>Rcia Intermitente</b>	<b>1022</b>	<b>1453</b>	<b>1719</b>	<b>1830</b>	<b>2021</b>	<b>2279</b>

Tabla 1. Datos promedio por edad de metros recorridos para test de Cooper, YoYo



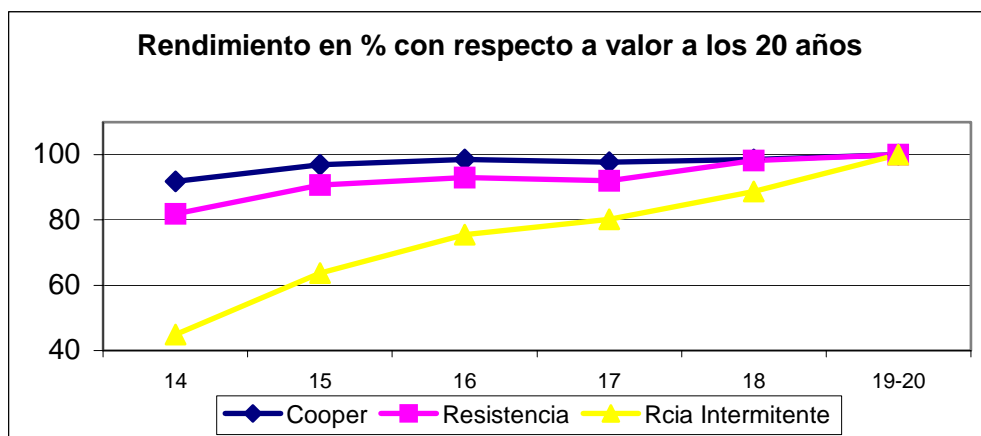
de Resistencia y YoYo de Resistencia Intermitente.

**Figura 1:** Curva comparativa de promedio de metros recorridos por edad para test de Cooper, YoYo de Resistencia y YoYo de Resistencia Intermitente.

En Tabla 2 y Figura 2 se observan los resultados obtenidos en los tres test con valores que representan porcentaje con respecto al valor obtenido a los 20 años. EL valor 20 años es tomado como 100 por ciento y cada edad tiene un valor relativo con respecto a ese 100 %.

Años	14	15	16	17	18	19-20
<b>Cooper</b>	<b>92</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>98</b>	<b>100</b>
<b>Resistencia</b>	<b>82</b>	<b>91</b>	<b>93</b>	<b>92</b>	<b>98</b>	<b>100</b>
<b>Rcia Intermitente</b>	<b>45</b>	<b>64</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>89</b>	<b>100</b>

**Tabla 2.** Porcentaje de metros recorridos en cada test con respecto a los metros recorridos a los 20 años.



**Figura2:** Línea de porcentaje de metros recorridos en cada test con respecto a los metros recorridos a los 20 años

En Tabla se analiza la relación de los metros recorridos comparando un test con otro, a través de un índice que define esa relación. La comparación realizada fue la división de los metros recorridos durante el Test de Cooper con ambos YOYO, y la distancia recorrida en Ambos YOYO entre sí. EL primero los metros recorridos por el Test de Cooper divididos los metros recorridos por el YoYo Rcia; Test de Cooper / YoYo Rcia Intermitente; y YoYo Rcia / YoYo Rcia Intermitente.

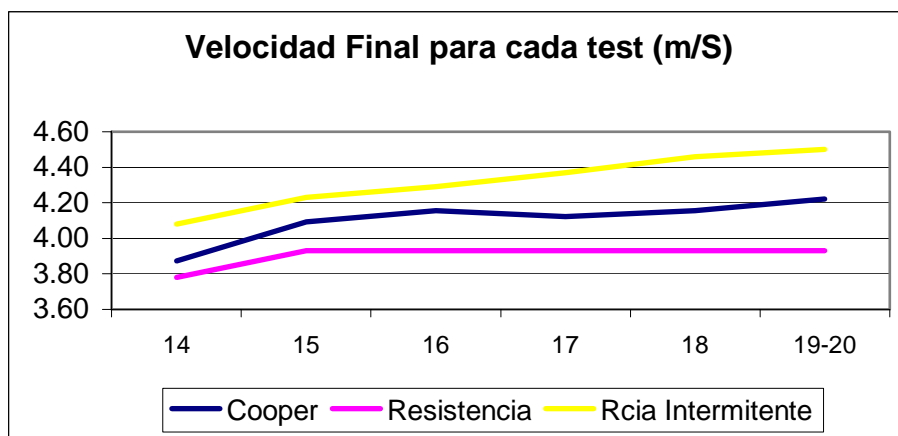
Relación en los metros recorridos entre los diferentes test						
Edad	14	15	16	17	18	19-20
Cooper/ Resistencia	2.55	2.44	2.42	2.42	2.29	2.28
Cooper/ Rcia Intermitente	2.73	2.03	1.74	1.62	1.48	1.33
Rcia/ Rcia Intermitente	1.07	0.83	0.72	0.67	0.65	0.58

**Tabla 3:** Relación de los metros recorridos entre Cooper/YoYo Rcia; Cooper/ YoYo Rcia Intermitente; y YoYo Rcia / YoYo Rcia Intermitente.

En Tabla 4 se observa la velocidad final que obtuvo en promedio cada test. Para obtener la velocidad del test de Cooper (es un test de velocidad constante), se dividió la distancia recorrida por 720seg (60 por 12 minutos). Para la velocidad de los test YOYO se midió la velocidad del estadio final de cada test.

Edad	14	15	16	17	18	19-20
Cooper	3.87	4.09	4.16	4.12	4.16	4.22
Resistencia	3.78	3.93	3.93	3.93	3.93	3.93
Rcia Intermitente	4.08	4.23	4.29	4.37	4.46	4.5

**Tabla 4:** Velocidad promedio final de cada test por edad.

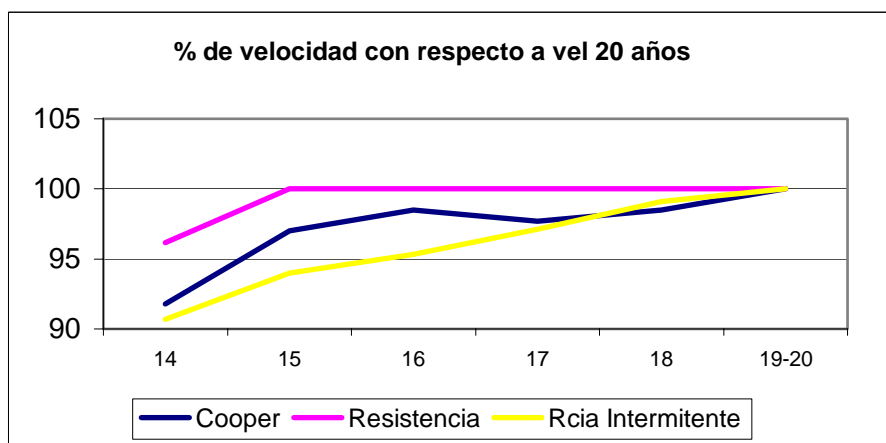


**Figura 3:** Línea de aumento en promedio de velocidad final para cada test por edad.

En Tabla 5 y Figura 4 se muestran los valores correspondientes a porcentaje de velocidad final con respecto a la velocidad máxima desarrollada por los jugadores de 20 años. El procedimiento fue el mismo que para el porcentaje de distancia recorrida.

Edad	14	15	16	17	18	19-20
Cooper	92	97	98	98	98	100
Resistencia	96	100	100	100	100	100
Rcia Intermitente	91	94	95	97	99	100

**Tabla 5:** Porcentaje de velocidad en cada test con respecto a la velocidad a los 20 años.



**Figura 4:** Línea de porcentaje de velocidad en cada test con respecto a la velocidad a los 20 años.

EN la figura 4 se comparan los porcentajes de velocidad y de metros recorridos para cada test. El objetivo es determinar si son más importantes los aumentos de distancia recorrida o de velocidad final desarrollada. En el caso del test de Cooper debido a que la velocidad es producto de la distancia, en ambos casos el resultado es el mismo.

Figura 5: Comparación de resultados para los diferentes test, en metros recorridos y velocidad final alcanzada, en porcentaje del valor promedio máximo que en todos los casos correspondió al valor a los 20 años que se tomo como el 100 %.

## Conclusiones

En todos los casos, tanto en metros recorridos, como velocidad final alcanzada hubo un aumento relacionado con el aumento de la edad. Vale aclarar que en el YoYo de resistencia de 15 años en adelante terminaron en la misma etapa por lo que correspondió a una misma velocidad final en metros por segundo.

El Test de Cooper representó el test donde más metros se recorrieron.

Si analizamos el porcentaje de variación de la distancia recorrida, el test de Cooper fue el test que menor variación presentó, siendo de un 92 % el menor valor. El YoYo de resistencia Intermitente fue de rango intermedio, ya que su valor menor fue del 82%. Y el test de YOYO de Resistencia Intermitente fue el test de mayor variación siendo el menor valor de 45 %.

Cuando comparamos las distancias recorridas por los diferentes test, en la relación entre Cooper/YOYO Rcia, la variación no fue mayor al 10 % a favor del YoYo. En la comparación de estos dos test con respecto al YOYO de Resistencia Intermitente, este último aumentó alrededor del 100 por ciento de distancia con respecto a los dos anteriores.

Si comparamos las diferentes velocidades desarrolladas por los diferentes tests, la velocidad del YoYo de resistencia fue llamativamente constante durante todos los años, y la velocidad de test de Cooper con pequeñas diferencias a partir de los 15 años. El YoYo de resistencia Intermitente presentó mayor variación que los otros dos aunque en menor magnitud que la distancia.

El valor que presentó mayor discriminación fue en la distancia recorrida en ambos YOYO, pero sobre todo en el YoYo de resistencia Intermitente.

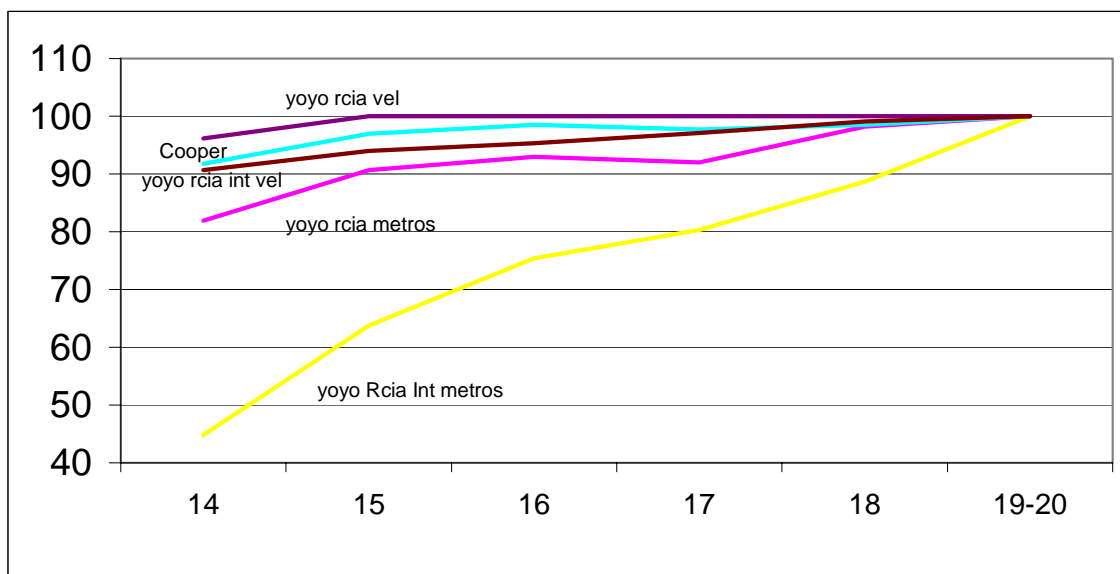
## Discusión

Es ampliamente difundido en la literatura que el VO2 máximo es un dato básicamente relacionado con la genética de un individuo y entrenable en un porcentaje menor de entre 20 a 30 por ciento.

También es ampliamente difundido que el rendimiento en deportes Acíclicos como el fútbol el rendimiento deportivo esta más relacionado a capacidad y resistencia aeróbica que a potencia aeróbica. Es decir la performance a nivel umbral anaeróbico o ácido láctico de 3 mmol/l, que ha nivel VO2 max.

### **The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity.**

Krustrup y col correlacionaron la carrera de alta intensidad con YoYo recuperación intermitente ( $r = 0.71$ ,  $P < 0.05$ ) pero no con test progresivo de VO2 max directo. Si tanto por evaluaciones de VO2 directas o indirectas existen tan pocas diferencias entre las edades pero que a su vez presentan rendimiento deportivo totalmente diferente. ¿Como participa la resistencia en este diferente nivel de rendimiento?



Es posible que este estudio intente explicar esa pregunta. A pesar de presentar un consumo determinado de oxígeno, a la hora de realizar un ejercicio, por un lado intermitente y por otro con el agregado de frenados y arranques permanentes, aparezcan razones fisiológicas relacionados, con la capacidad enzimática, el transporte de fosfocreatina, la mayor eficiencia neuromotora en el ciclo de estiramiento- acortamiento, y la resistencia a la fuerza explosiva de frenado y arranque que justifique una mayor y mejor utilización del oxígeno periférico.

Futuras Investigaciones

Una cuestión final es una pregunta a la cuál este estudio hoy no da respuestas. Las evaluaciones aeróbicas de campo deben analizarse desde el punto de vista de pruebas de aumento progresivo de velocidad; o debe analizarse la resistencia para realizar un esfuerzo a una determinada velocidad. Los resultados de este estudio indicarían que la velocidad final de un test no justifica totalmente el rendimiento deportivo, o por lo menos no discrimina en la magnitud que si lo hace la distancia recorrida.

### **Bibliografía**

- Juveniles: Un enfoque Fisiológico-Pedagógico. Sobreentrenamiento.com
- Bangsbø. Muscle oxygen uptake in humans at onset of and during intense exercise. *Acta Physiol Scand.* 2000, 168: 457-64.
- Bangsbø y co. Muscle oxygen kinetics at onset of intense dynamic exercise in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2000 279:R869-R906
- Bangsbø J. La Fisiología del Fútbol, con especial referencia al ejercicio intermitente. Copenhague 1993. Traducción. Bs As 1999.
- Brooks-Fahey. *Fundamentals of Human Performance.* 1987. Ed Macmillan.
- Cooper, K. *Capacidad Aeróbica.* 1972. Editorial Forum.
- Demari et co. Time limit and time at VO<sub>2</sub>max during a continuous and an intermittent run. *J Sports Med Phys Fitness.* 2000. 40: 96-102.)
- Eklom . *Applied physiology of soccer.* *Sports Med* 3,50-60.
- Greenhaff et al. Interaction between aerobic y anaerobic metabolism during intense muscle contraction. *Exercise and sports sciences reviews.* Vol 26,1:30.
- Krustrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Pedersen PK, Bangsbø J. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003 Apr; 35(4): 697-705
- Institute of Exercise and Sport Sciences, August Krogh Institute, Department of Human Physiology.
- Larovere, Paul. *El desarrollo de la Resistencia Aeróbica en poblaciones Infanto-McArdle-Katch-Katch.* *Exercise Physiology.* Ed Lippincott Williams & Wilkins. 1996.
- Mouche, M, Determinación de una nueva forma de evaluación de consumo máximo de oxígeno en deportes Acíclicos. Aplicación específica en el básquet.
- Reilly. 1993. The physiological profile of the soccer player. Fkblom. *Socci.* BC in press. Shepard-Astrand. *La resistencia en el Deporte.* ed paidotribo. 8-11.
- Withers y co. Match analysis of Australian professional soccer players. *J Hum Mov Stud* 8, 159-176