PubliCE, (PubliCE) 2000

Revision of Literature

Revisión Bibliográfica sobre las Pruebas de Evaluación de la Potencia Aeróbica en Pruebas de Campo

Leonardo La Valle[1]

RESUMEN

El presente trabajo surge de la necesidad de una revisión más específica de la metodología indirecta para la estimación del VO_2máx. mediante pruebas de campo, motivada fundamentalmente en la actualización de la información disponible para dotar a los profesionales de las Ciencias de la Actividad Física de criterios adecuados para la selección de un instrumento óptimo, según la población a la que pertenezca el individuo o grupo en el que se quiere predecir un valor más preciso de VO_2máx. La cuantificación de esta variable es importante para valorar la capacidad funcional, rendimiento atlético y la evolución del rendimiento físico. Por este motivo, a través de la revisión de la literatura, reportaremos aquellas pruebas que nos puedan predecir con mayor exactitud el rendimiento de nuestros atletas y/o de quienes hacen actividad física para mejorar su estado de salud. Esta es una búsqueda que difícilmente termine, pero es muy importante que vayamos en esa dirección, ya que es la única forma de optimizar el conocimiento de los profesionales de las ciencias aplicadas a la actividad física y el deporte.

Palabras Clave: potencia aeróbica, valoración, tests indirectos

INTRODUCCION

Cuando se pretende predecir el VO_2max, se tiene la posibilidad básicamente de dos caminos: - pruebas de laboratorio, directas o indirectas, pruebas de campo ya sea de tipo directas (midiendo el VO_2 mediante analizadores de gases portátiles) ó indirectas, las cuales estiman el VO_2max. Ahora bien, la selección de la prueba a aplicar será de vital importancia, por sus criterios de calidad (índices de confiabilidad, objetividad y validez), la aplicación correcta del protocolo y el conocimiento del error estándar de estimación (SEE) en la predicción del VO_2max.

Desgraciadamente los costos para estimar el VO_2 no son accesibles a todos, y requieren de personal entrenado, por lo tanto la aplicación de fórmulas de predicción a través de regresiones matemáticas es de uso frecuente.

El interrogante es si están los profesionales de la salud informados de las limitaciones y posibilidades de ciertas pruebas de campo a las que se recurre frecuentemente para valorar estos parámetros o se utilizan indiscriminadamente pudiendo así sobrevalorar o subestimar resultados. Es necesario entonces aclarar algunas cuestiones en cuanto a la elección de pruebas, como sus aplicaciones y limitaciones al momento de su elección.

MARCO TEORICO

Comenzaremos definiendo los términos Capacidad y Potencia Aeróbica y otros relacionados.

Por capacidad Aeróbica entendemos “la máxima cantidad de oxígeno que el organismo puede extraer de la atmósfera y utilizar en los tejidos. Entendiendo, además, desde el punto de vista del sistema energético, como la cantidad total de ATP que este sistema (aeróbico) puede regenerar independientemente del tiempo que tarde en hacerlo.” (1).

Por potencia aeróbica entendemos entonces que es la cantidad de ATP que puede regenerar el sistema por unidad de tiempo, es decir, la tasa de suministro de energía. Su indicador es el Consumo Máximo de Oxígeno (VO_2max.)

La Potencia Aeróbica esta directamente relacionada con la capacidad aeróbica (2) y podemos asegurar que una mayor potencia nos permitirá soportar durante más tiempo antes de la claudicación y la entrada en el umbral anaeróbico.

Tanto la capacidad como la potencia aeróbica conforman un componente importante del acondicionamiento, porque implican al sistema pulmonar para el aprovisionamiento de oxígeno, al sistema cardiovascular para el transporte de oxígeno y productos de desecho y al sistema muscular para la utilización del oxígeno en la producción de energía. Ahora bien, un excelente registro de potencia aeróbica (VO_2 máx.), no siempre va acompañado de registros importantes en la eficacia de la ejecución técnica, en la capacidad de los sistemas energéticos para poner en marcha el sistema glucolítico (umbral anaeróbico). El peso, la edad, el sexo y el nivel de entrenamiento son indicadores importantes y limitantes.(2c)

El ritmo al que el metabolismo aeróbico puede suministrar energía para que el organismo pueda absorber, transportar y consumir depende de los siguientes factores: la capacidad química de los tejidos a la hora de utilizar oxígeno para descomponer combustibles (nivel enzimático mitocondrial) y las capacidades combinadas de los sistemas cardiovascular y respiratorio (que en su conjunto reciben el nombre de SAO). El funcionamiento del SAO se define por la interacción de Q (gasto cardíaco) y la diferencia a-v de O_2. El producto de ambos indica el ritmo con que los tejidos corporales consumen O_2 (capacidad de los mecanismos pulmonar, cardíaco, sanguíneo, vascular y celular para absorber, transportar y brindar oxígeno a la maquinaria aeróbica del músculo.

El funcionamiento conjunto de la ventilación (Ve) el gasto cardiaco (Q) y el % de hemoglobina en sangre, permite a los tejidos utilizar (consumir) el oxígeno en función de sus necesidades metabólicas, lo que se denomina consumo de oxígeno: $VO_2 = Vs \times FC \times Da\text{-}VO_2$

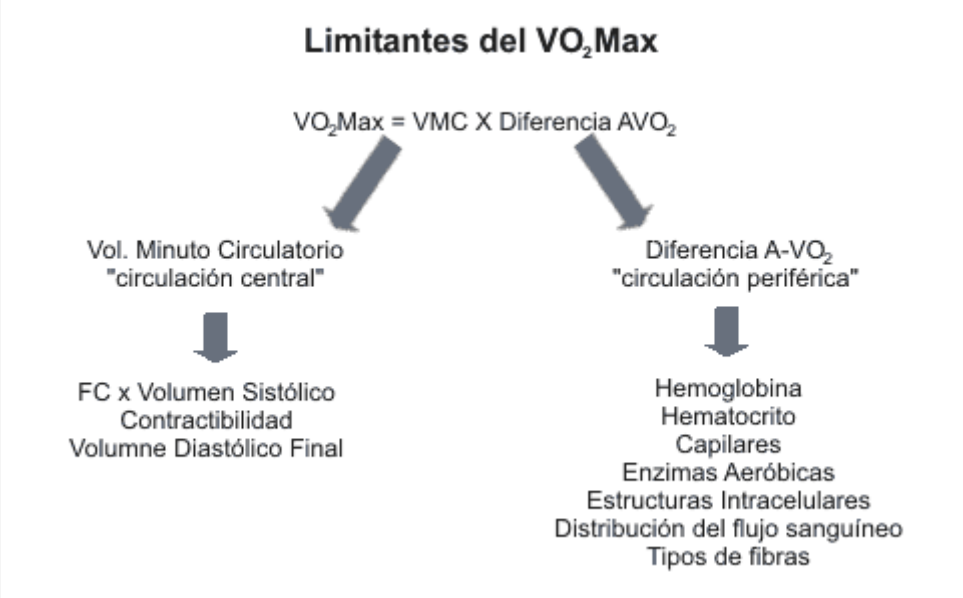


Figura 1. *Límitantes del VO_2Max.*

En reposo, el VO_2 de todo el organismo en su conjunto es de alrededor de 300 ml/min, equivalente a 3.5 ml/kg/min en

valores relativos al peso corporal (índice de metabolismo basal), que es el equivalente 1 MET o unidad metabólica que refleja el gasto energético que precisa el organismo para mantener sus constantes vitales.

Los factores principales que la determinan son: sexo, edad, dimensiones corporales, herencia y nivel de entrenamiento.

Herencia: un rango de valores de VO_2 max. Parece estar predeterminado por la dotación genética del sujeto y su VO_2 max. Más alcanzable debe entrar dentro de ese rango, Bouchard y cols.) Llegaron a la colusión de que la herencia es responsable de entre un 25 a un 50 % de la variación de los valores del VO_2 max (4)

Dimensiones corporales: tanto el tamaño como la constitución del individuo influyen sobre el VO_2, se sabe que los hombres tienen mayor VO_2 que las mujeres por su tamaño corporal(mayor porcentaje de peso magro), y que a su vez la masa magra de un individuo también afecta al VO_2, ya que a mayor masa magra mayor VO_2.en forma absoluta''

Sexo: en cualquier edad es mayor en los hombres. En estas diferencias parecen intervenir varios factores –condicionantes genéticos, hormonales, e incluso la menor cantidad de HB(hemoglobina). Que las mujeres presentan.

Edad: aumenta gradualmente con el crecimiento, con relación a la ganancia de peso, siendo mayor en los niños varones, llegando al valor máximo entre los 18 y 25 años.

En contra punto esta variable declina alrededor del 10% por década, en personas no entrenadas.

La pendiente cae mas rápidamente cuanto antes se alcanza el pico máximo y disminuye en menor grado y en forma significativa en las personas que mantienen actividad

Por ultimo la reducción del VO_2max con el envejecimiento y la inactividad, se explica principalmente por una reducción de la Fc máx. del vs. máx. y de la diferencia a-v (arteria venosa). La reducción de la Fc se debe en gran medida a las disminuciones en la actividad del sistema nervioso simpático y alteraciones en el sistema de conducción cardiaca, la disminución del VS máx., se debe a la mayor resistencia periférica total causada por una menor adaptación de las arterias con el envejecimiento y a posibles reducciones de la contractibilidad del ventrículo izquierdo. La reducción de la dif a-VO_2 esta relacionada con el flujo sanguíneo a los músculos activos que se debe a un menor gasto cardiaco. Tanto la Fc como el Vs son menores, por lo qué el gasto cardiaco también debe haberse reducido.(6)

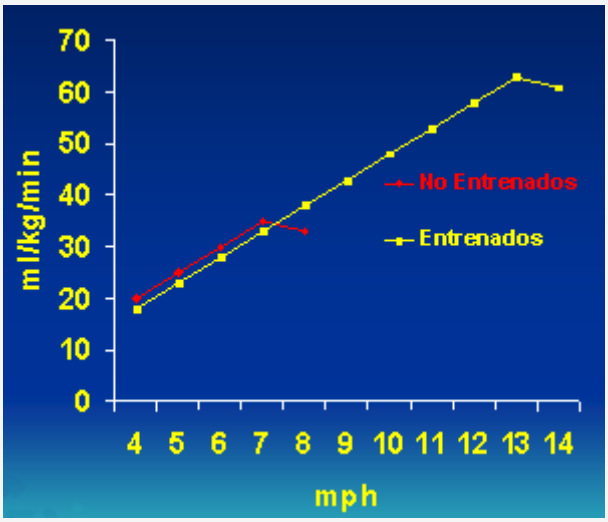


Figura 2. *VO_2 Max en Entrenados y No Entrenados. VO_2 Promedio en universitarios: Varones = 50 ml/kg/min; Mujeres = 40 ml/kg/min. Declina 0.5 ml/kg/min/año. A los 70 años; 25 ml/kg/min en varones y 15-20 ml/kg/min en mujeres. Un sujeto con 82ml/kg/min en su pico, cayó a 65 ml/kg/min luego de un año de inactividad (25-30% menos). 94 ml/kg/min es el valor más alto registrado; 70 en elite, 60 en buena condición, 50 en el medio del grupo y 30-40 en la cola del grupo*

METODOLOGIA DIRECTA PARA LA EVALUACION DE LA POTENCIA AEROBICA

La misma implica la utilización de técnicas de medición de volúmenes y fracciones gaseosas espiradas –o espirometría. Es el método de elección para la valoración de deportistas y siempre que se exija una validez y confiabilidad elevadas.

CONSIDERACION PRACTICA

Con los métodos directos podemos medir el VO_2max, pero podemos lograr una estimación del mismo a través de metodología indirecta, utilizando ecuaciones de predicción.

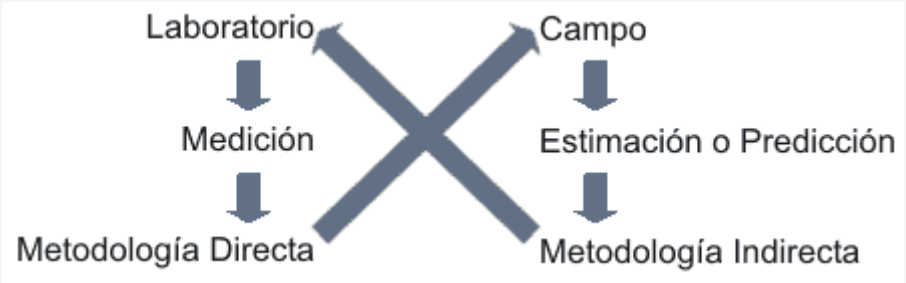
Las condiciones que una prueba debe cumplir para resultar válida en la medición de la potencia aeróbica máxima son: 1- implicar un ejercicio dinámico que ponga en juego grandes grupos musculares, mínimo 1/6 ó 1/7 de la musculatura esquelética total. 2- que el ejercicio sea lo más natural posible y no requiera habilidades motrices especiales para su ejecución, el modo que la eficacia mecánica (si no es un parámetro que se deba evaluar de forma específica) sea similar en todos los sujetos valorados; y 3- que el esfuerzo sea mensurable y reproducible, de manera que los resultados obtenidos puedan compararse y repetirse.

En general puede decirse que las pruebas de laboratorio tienden a ser más fiables y precisas, ya que suelen garantizar la constancia de algunas variables que pueden influir en el resultado de las distintas mediciones, además de permitir mediciones con aparatos más sofisticados. En cambio, las pruebas de campo suelen ser más específicas, por cuanto permiten la realización de la actividad en el medio en el que se desarrolla normalmente el sujeto, con sus características temporales y de intensidad propias, y sobre todo, con sus aspectos (características) biomecánicas específicas.

Particularmente nos hemos centrado en analizar, las pruebas de campo, con el fin de encontrar las que se adapten mejor al tipo de población evaluada.

Los siguientes requisitos metodológicos son especialmente importantes para obtener una información válida y fiable mediante las pruebas de campo:

1. Definir el objetivo que se persigue con el registro, las capacidades funcionales que se pretenden estimar y los parámetros indicadores de dichas capacidades.
2. Conocer el nivel de validez, confiabilidad y objetividad de la prueba, y escoger, en caso de existir varias alternativas, las que ofrezcan mayor información y mejor calidad de la misma según esos parámetros.
3. Elaborar y describir protocolos precisos de ejecución de la prueba que incluyan: material, método, preparación de la prueba, condiciones de ejecución, consignas para el sujeto y el técnico, registro de los datos y valoración.
4. Reducir al mínimo las variables ambientales no controlables, por ejemplo, realizar la prueba a la misma hora, en unas condiciones de temperatura, humedad y viento no extremas o predeterminadas, utilizar la misma pista u otra de características similares, etc.
5. Seleccionar pruebas específicas, ya que son las que suelen tener una mayor capacidad predictiva del rendimiento y cuentan con una mayor aceptación por parte del deportista/participante de actividad y del entrenador y/o tipo de población especifica, en consecuencia, comportan una mayor motivación del sujeto.
6. Disponer elaborar un sistema válido de valoración de los resultados –baremos, valores de referencia normalizados, ecuaciones de predicción, etc.- en función de la edad el sexo, la categoría deportiva del sujeto y otras variables relevantes.
7. Combinar y relacionar los registros funcionales –FC, lactacidemia, VO_2, etc.- con los de rendimiento mecánico –distancia, tiempo, velocidad, fuerza, trabajo, percepción de el esfuerzo, potencia- o al menos con los que sea posible registrar o estimar. Esquemáticamente como se diferencian ambas:



CONSIDERACIONES SOBRE LAS PRUEBAS DE CAMPO

Cuando se utilizan ecuaciones de predicción que facilitan la estimación del consumo de oxigeno, estas tienen el potencial para cometer errores

Para minimizar estos las ecuaciones deben usarse con el propósito para el que fueron diseñadas. Se debe tener en cuenta:

Se producirá una sobrestimación si se utiliza un alto porcentaje de energía anaeróbica durante el ejercicio, podría ocurrir durante los minutos iniciales y antes de alcanzar un estado estable o por arriba de este (al incrementar la velocidad bruscamente , sucede especialmente en niños y adultos sin entrenamiento).

Las formulas están diseñadas para intensidades y velocidades especificas, por ejemplo, en la ecuación de caminar deben emplearse para velocidades comprendidas entre los 50 y 100 m/min (3.6 km/h) la ecuación de carrera para velocidades mayores a 134m/min. (8km/h). Estas formulas son aplicables para correr sobre superficies lisas, la estimación sobre otro terreno producirá errores en forma inevitable ya que la variabilidad de velocidades implica una subestimación del VO_2max final.

REFERENCIAS

1. Mac Dougal (1998). Evaluación fisiológica del deportista. *ed Paidotribo*
2. Wilmore & Cosill (1996). Ficología del Ejercicio. *Cap18 pag231/2 / 432*
3. J. D. George y A. G. Fisher (1996). Test y pruebas físicas. *Cap. 10 , pag 224*
4. Leger and Lambert (1982). A maximal multistage 20m shuttle run test to predict VO2max. *European journal of applied physiology 49:1-12*
5. J. Ferrero y A. Vaquero (1996). Consumo de oxigeno bases fisiológicas y aplicaciones. *No Disponible*
6. James D. George & Col (1990). No Disponible. *Med. Sci. Sport Exercise,25:3 401- 406*
7. Raija Laukkanen (1993). Development and evaluation of 2 km walking test for asseing maximal aerobic power of adults in field conditions, doctoral dissertation. *Kuopio unv, publ med sciencies 23 kuopio*
8. M. Daboneville y P. Berthon (1990). The 5 min running field tets and retest realiabity on trained men and women. *Eur j appl physiol (2003) 88:353-360*
9. F . Lothian and M. R. Farrally (1990). A comparasion of methods for estimating oxygen uptake durimg intermittennt exercise. *Jssc, 1995, 13, 491497*
10. J. Brewer and C. Williams (1988). A progressive shutle run test to estimate maximal oxigen uptake. *Brit. J. Sport Med vol 22 n4 dec 141-144*
11. H. J. Green and A. Patala (1992). Maximal aerobic power: neuromuscular and metabolic considerations. *Med and scien in sport and exercise, vol 24 n1*
12. Ceri W. Nicholas, Frank E. Nuttal & coll (2000). The loughborough intermitent shuttle test: a field tets that simulates the activity patern of soccer. *Journal of sport sciencies, 18, 97-104*
13. Jens Bangsbo, Peter Krustrup &coll (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med sci. sport exerc, vol 35 n4 pp 697-705*
14. Carl R. Honig, Richard J. Connett & coll (1992). O2 transport and its whit metabolism ; a systems view of aerobic capacity. *Med and sciencie in spor t medicine, vol 24 Nro1*
15. Kirk J Cureton , Mark A Sloniger, Jane P.O Bannon, Donna M Black and William. P. Mc Cormack (2000). No Disponible. *.Exercise*

physiology laboratoty, dep of exerc sci, univ of georgia , athens ,GA306002-3654.