

EVALUACION DE LA MAXIMA FUNCION CARDIORRESPIRATORIA (VO_2 máx) POR MEDIO DE PRUEBAS DE ESFUERZOS INDIRECTAS

***Dr. Edgardo Molina Sotomayor, **Dr. José González Jurado
*** Ms. Ramón Arcay Montoya, ****Dr. Carlos de Teresa Galván**

*UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA DEFDER-CHILE
emolinaumce@hotmail.com

**ESCUELA UNVERSITARIA CARDENAL SPÍNOLA. FUNDACIÓN SAN
PABLO CEU. SEVILLA ESPAÑA

***UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS, CHILE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FISICA

****CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE. HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.
CONSEJERÍA DE TURISMO Y DEPORTE. JUNTA DE ANDALUCÍA ESPAÑA

RESUMEN

El propósito de este estudio fue dar validez científica a tres pruebas de terreno de tipo indirectas y máximas, como preeditores del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx). Dicho objetivo se llevó a cabo comparando valores de consumo máximo de oxígeno observado en mediciones directas de laboratorio con aquellas tomadas en terreno. Las pruebas estudiadas fueron el test de Cooper, el test de Naveta y el test de Pista de la Universidad de Montreal (TP-UM). Se estudiaron 43 jóvenes universitarios de ambos sexos. La medición directa del VO_2 máx (ml/kg/min) se realizó sobre la cinta rodante estimándose el consumo máximo de oxígeno por el método clásico de circuito abierto. La estimación de los valores de VO_2 máx por medio del test de Naveta y TP-UM fueron hechas a partir de la velocidad máxima alcanzada en el último periodo de trabajo terminado, utilizándose la ecuación de regresión de Mercier, Léger y Lambert (1983) y, de Léger y Boucher (1980) respectivamente, en el test de Cooper se extrapolo la PAM por la distancia máxima alcanzada en 12 minutos, por medio de la ecuación de regresión de Balke (1963). Los coeficientes de validez encontrados fueron; r 0.95 para el test de Cooper, r 0.95 para el test de Naveta y r 0.96 para el test de TP-UM ($p < 0.01$) y las correlaciones entre el test de Cooper y el TP-UM, fue de r 0.95 ($p < 0.01$), y para el test de Naveta con el test de carrera de 12 minutos un coeficiente de correlación r 0.98 ($n = 43$). Concluyéndose, que todas las pruebas son válidas, debiendo ser seleccionada su utilización en atención a las características de la población, hábitos de vida, salud, especificidad deportiva, recursos de infraestructura y materiales disponibles.

Palabras Claves: Pruebas de esfuerzo, Ejercicio físico, Consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), Función cardiorrespiratorio, Correlación, Potencia aeróbica máxima, coeficiente de validez



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

INTRODUCCIÓN

La relatividad del concepto Fitness es conocida, pero no por ello los intentos de analizarla o medirla son ignorados. La medición de la adecuación física tiene dimensiones distintas según los fines que se persigan y el contexto en donde se estudie. En el medio escolar, lo importante es la evaluación continua y el control de las cualidades musculares y orgánicas, no habiendo duda de que la medición de adecuación física en el colegio debe estar ligada íntimamente a la concepción general de los planes y programas. A este respecto, los estudios llevados a cabo por organismos competentes no son suficientes. Es de todos sabida la afirmación que la evaluación y la medición de la adecuación física en el medio escolar está sometida a graves inconvenientes debido a la cantidad de factores que hay que tener en cuenta y al elevado número de estudiantes que hay que controlar. Entre estos inconvenientes, nos permitimos citar la validez científica de los tests aplicados, el nivel de especialización de los profesores, la insuficiencia de recursos, la amplitud de los programas a abarcar y el escaso tiempo asignado a la asignatura y, por supuesto, a otras limitaciones de orden administrativo, material y hasta científico.

En un estudio realizado por Bouchard, Godbout y col (1993) ha revelado que el 3,1% de los 1.859 tests existentes, conocidos y aplicados prácticamente en todo el mundo para evaluar la condición física, han sido considerados como válidos para adaptarlos al medio escolar. No obstante, estamos conscientes de no pretender que se pueda medir la condición física en miles de jóvenes y niños con la misma precisión que lo haríamos en un laboratorio. Por tal razón y teniendo presente este hecho, compartimos la idea de que los profesionales de la actividad física deben estar preparados para seleccionar y discriminar aquellos instrumentos de medición más útiles, confiables y objetivos que estén a su alcance, como también limitarse a medir lo esencial, seleccionando todas aquellas determinantes variables de la condición física que son las más importantes. No obstante que la condición física tenga un sustrato hereditario, estamos seguros de que una educación física bien controlada, medida periódicamente, podrá ayudar a un desarrollo más eficaz del individuo.

Una de las variables de importancia es la aptitud para la realización de un trabajo físico intenso, la que está relacionada con la máxima capacidad del sistema cardiorrespiratorio para absorber, transportar y ceder oxígeno a los tejidos.

Aunque en los últimos años se han estado investigando otros parámetros que evalúen el estado de entrenamiento físico, el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) es una de las determinantes variables más importantes de la condición física, siendo aceptada universalmente como uno de los mejores índices del rendimiento físico, y su estimación es, por lo tanto muy importante en la evaluación escolar.

El propósito de este estudio fue dar validez científica a tres pruebas de terreno de tipo indirectas y máximas, como preeditores del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx). Dicho objetivo se llevó a cabo comparando valores de consumo máximo de oxígeno observado en mediciones directas de laboratorio con aquellas tomadas en terreno.

METODOLOGÍA



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

La muestra fue extraída de una población de jóvenes de ambos sexos egresados de la Enseñanza Secundaria y que ingresaron al primer semestre de la carrera de Educación Física. Se estudiaron 43 estudiantes; 23 hombres de edad ($\bar{X} \pm DS$) 18.5 ± 1.4 ; peso corporal 65.9 ± 7.5 kg; talla 173 ± 5.6 cm. y 20 mujeres de edad ($\bar{X} \pm DS$) 18.5 ± 0.7 años; peso corporal, 56.5 ± 3.9 kg y talla 161 ± 5.6 cm.

El proceso de muestreo fue intencionado, considerándose como aspectos relevantes en estos sujetos un buen nivel de condición física, y de estado de salud satisfactorio.

Las estimaciones de consumo de oxígeno fueron realizadas en dos oportunidades y, la medición de VO_2 máx una sola vez, llevándose a cabo estas mediciones bajo las mismas condiciones y con una diferencia de 24 hrs. entre una determinación y otra.

La medición directa de VO_2 máx. ($n = 43$) se realizó sobre una plataforma rodante (Quinton Clinical Research Treadmil 24–72) durante un esfuerzo máximo, comenzando con un calentamiento previo de cinco minutos, que sirvió de adaptación al implemento, llevando al sujeto a una frecuencia cardiaca de 160 a 170 latidos por minuto. Se trabajó a una velocidad constante $\bar{X} 9.7 \pm 0.7$ Km/hr, en los hombres y de $\bar{X} 9.45 \pm 0.5$ Km/hr. en las mujeres. La pendiente fue elevada cada dos minutos, para finalizar el último período de trabajo con una pendiente $\bar{X} 13.7 \pm 1.52\%$ en los varones y de $\bar{X} 9.65 \pm 1.23\%$ en las mujeres.

Durante el ejercicio la frecuencia cardiaca se controló ininterrumpidamente con un electrocardiógrafo (Quinton ECE Monitoring System 621 B-1). El VO_2 máx. se midió por el clásico procedimiento de circuito abierto dos o tres veces antes del agotamiento entre el tercer y quinto minuto. El aire espirado se recolectó en un espirómetro de Tissot, con una válvula de baja resistencia (Otis-Mc Kerrow) y tubos de 38 mm. de diámetro interno, para luego ser analizado por el procedimiento de Sholander¹.

Los criterios utilizados para definir el VO_2 máx fueron los siguientes: no incremento del VO_2 máx. a pesar de subir la pendiente (diferencia inferior a 2.5 ml/kg/min., entre las dos últimas mediciones de VO_2 durante el esfuerzo máximo). Frecuencia cardiaca máxima esperada para la edad de cada sujeto. Cociente respiratorio terminal superior a 1.1 Ventilación pulmonar terminal superior a 1.75 ml/kg/min. (BTPS). Fracción espirada de O_2 superior al 17% e incapacidad para mantener el ritmo de carrera.

Las extrapolaciones del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) fueron realizadas por medio de los protocolos de tres pruebas indirectas y máximas: El test de carrera de 12 minutos (Cooper, 1968)², el que consistió en correr la mayor distancia posible en 12 minutos sobre una pista de 400 m., basándose en el principio teórico que el tiempo de 12 minutos es la duración máxima en la cual un individuo puede mantener un esfuerzo a una intensidad próxima a la del VO_2 máx., prediciéndose el máximo de oxígeno consumido por la ecuación de regresión de Balke³.

$$VO_2 \text{ máx.} = 11.2 + 0.167 x$$

x = metros recorridos en 12 minutos/12

Esta prueba se llevó a cabo en las siguientes condiciones:



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

- Cada tres minutos se les informó a los ejecutantes sobre el tiempo que se llevaba recorrido.
- Se recordó la dosificación del esfuerzo durante la prueba.
- Se indicó correr por el andarivel más interno de la pista sobre todo en las curvas.
- Se les instruyó que al escuchar un silbato indicaba la finalización del test, debiendo detenerse donde se encontraran para el registro de sus resultados.
- Se les motivó constantemente para que realizaran la máxima cantidad de metros durante los 12 minutos.

La segunda prueba realizada fue el test de carrera sobre la pista atlética conocido como test de pista de la Universidad de Montreal (TP-UM). En esta prueba los sujetos corrieron el mayor tiempo posible alrededor de una pista de 400 m. marcada cada 50 m, siguiendo una velocidad impuesta, la que debió ser aumentada a una señal dada, por medio de una banda magnética que emitía sonidos a intervalos regulares cada dos minutos indicándoles a los sujetos el momento preciso de llegada a cada una de las demarcaciones alrededor de la pista. Se extrapolo el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) por la ecuación de regresión de Léger y Boucher 1980⁴.

$$Y = 14.49 + 2.143 + 0.0324 x^2$$

$Y = VO_2$ ml/Kg/min.

$x =$ velocidad máxima en km/hr.

Se consideraron los siguientes aspectos durante la ejecución de ésta prueba:

- Se informó permanentemente en forma verbal la cantidad de Unidades Metabólicas requeridas (METs).
- Se controló el ritmo de carrera en atención al ritmo impuesto.
- Se indicó desplazarse pegados al borde más interno del andarivel de carrera.
- Se controló que los ejecutante se mantuvieran en una hilera durante toda la prueba
- Se recordó correr conservando una distancia no superior a un metro entre un ejecutante y otro.
- Se les motivó constantemente para que realizaran la máxima cantidad de METs durante la ejecución de la prueba.

La última prueba fue el test de carrera Naveta con períodos de un minuto. El que consistió en correr la mayor cantidad de tiempo sobre un trazado de ida y vuelta de 20 m. a una velocidad impuesta por una señal, la que aumentó cada un minuto, por medio de una cinta magnética que



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

emitía señales a intervalos regulares, indicándoles a los sujetos el momento de llegada a uno u otro extremo del trazado de 20 cm. Se estimó el máximo oxígeno consumido por la ecuación desarrollada por Mercier, Léger y Lambert, 1983⁵.

$$Y = -27.4 + 6.0 X$$

Y = VO₂ máx. ml/kg/min.

X = Velocidad máx. en Km/hr.

Se instruyó fundamentalmente en atención al protocolo específico del test como:

- Informar permanentemente en forma verbal la cantidad de minutos trabajados.
- Mantener el ritmo de carrera impuesto
- Sincronizar la llegada y salida de las líneas demarcadas con la señal sonora
- Se recordó correr en línea recta desde un extremo a otro extremo de 20 m
- Se controló tocar con un pie ambas líneas al momento de llegar.
- Se les motivó constantemente para que realizaran la máxima cantidad de minutos durante la ejecución de la prueba.

Se realizó en una superficie dura no deslizante sobre una distancia de 19.833 m. (corregidos) y reproducido a igual que el TP-UM en un equipo de sonido Samsung modelo NO:PD-50 S y una cassette Maxell SMAT EQ (120 us).

Las condiciones de admisión de los sujetos para las mediciones indirectas o directas fueron las siguientes:

- Estado de salud satisfactorio
- Tenida deportiva adecuada
- No haber realizado esfuerzo físico fatigante antes de una hora
- Ayuno de dos horas a lo menos
- No haber fumado
- No haber ingerido drogas o alcohol a lo menos una hora antes de la aplicación de las pruebas.

Los criterios utilizados para finalizar la participación en las pruebas progresivas fueron las siguientes:

- Trastornos neurovegetativos
- Incapacidad de mantener el ritmo impuesto



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

- Retiro voluntario.

Las evaluaciones en general fueron realizadas de acuerdo al protocolo recomendado para cada prueba por su autor, siguiendo, además, los criterios establecidos por el Consejo de Europa para la realización de pruebas de esfuerzos.

La temperatura ambiente promedio fue de 14,4°C con una humedad relativa promedio de 71% y una presión barométrica de 1.140.0 hPa a una altura de 520 m. sobre el nivel del mar.

En el análisis estadístico se utilizaron las medidas de tendencia central de asociación, análisis de la varianza en una dimensión (ANOVA) y el test "t" para grupos pareados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el grafico I se ilustra la regresión lineal de la muestra total (n = 43), de los valores de consumo de oxígeno (VO₂ máx) medidos directamente en el laboratorio y extrapolados por medio de la carrera de 12 minutos (Cooper) evidenciándose un coeficiente de validez de r 0.95 (p < 0.01) pareciendo esta prueba menos válida para las mujeres que para los hombres, ya que los coeficientes observados en este estudio para los sujetos de sexo femenino es de r 0.63 y para los varones de r 0.87.

Esto resultados concuerdan plenamente con otros trabajos similares donde también en las mujeres no se registra una validez suficiente⁶. Prácticamente en sólo un estudio (White 1973)⁷ se observa ligeramente una mejor correlación en mujeres de edades entre 20 y 50 años. No obstante, el grado de validez observado en este estudio para la muestra total y la muestra de sexo masculino es más elevado en comparación a lo reportado en otros estudios. Godoy J. y col.⁸ en Chile también informó de un coeficiente de correlación alto de r 0.97 con un error estándar de 153 ml/min. (7.18%) en niños entre 7 a 11 años de edad.

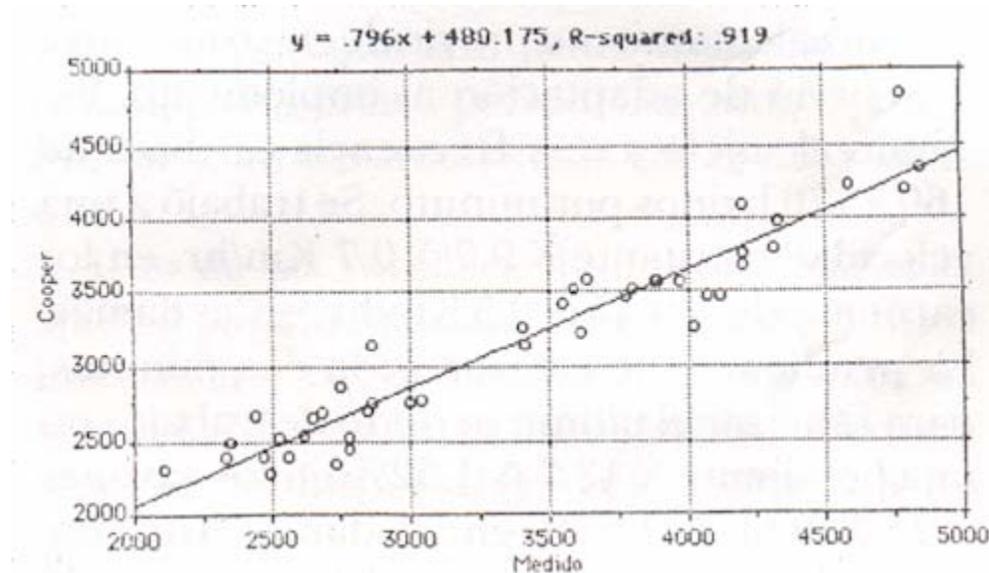
GRAFICO I

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LOS VALORES DE VO₂ máx. ESTIMADOS EN EL TEST DE COOPER Y LOS MEDIDOS EN EL LABORATORIO PARA LA MUESTRA TOTAL.



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>



La diversificación de estos resultados parecen estar directamente relacionados al grado de homogeneidad y al tamaño efectivo de la muestra evaluada, no pareciendo ser discriminatoria esta prueba para los grupos muy homogéneos, pudiendo serlo quizás mucho más para aquellos más heterogéneos.

Uno de los mejores resultados observados en la mujeres entre 18 y 23 años de edad son los encontrados por Katch y col. (1973)⁹ con un coeficiente de r 0.76 y un error de estimación de 7.4% ($n = 17$), y uno de los más bajos que reporta la literatura los de Burris (1970)¹⁰ en mujeres entre 17 y 23 años de edad ($n = 16$) con un r 0.43.

En el caso de los hombres las correlaciones son bastante mejores como son los hallazgos de Wyndham y col. (1974)¹¹ en sujetos de edades entre 17 y 54 años ($n = 25$) con un error de estimación de 3.0 ml/kg/min (6.7%) y un r 0.94, siendo los más bajos en varones los reportados por Jessup y col. (1974)¹² en sujetos de edades \bar{X} 19.5 ($n = 40$) con un coeficiente de validez de r 0.34.

En atención a éstos resultados, cabe señalar que el VO_2 difiere de un estudio a otro cuando la regresión es distinta ya que las conductas de las curvas de regresión serán diferentes para cada estudio. Burris (1970)¹⁰ reportó que para un grupo de estudiantes universitarios que observaron para 2.09 km/12 min un VO_2 máx estimado según la ecuación de Cooper de 35.7 ml/kg/min. y de 40.4 ml/kg/min para la ecuación de Balke, era de 37.8 ml/kg/min.

Katch y col. (1973)⁹ agregan una subestimación de un 18% en la aplicación de la ecuación de regresión de Cooper en los jóvenes estudiantes antes mencionados, quedando con esto demostrado una vez más la necesidad de desarrollar una sola ecuación de regresión a cada subgrupo (edad y sexo) o de considerar un valor objetivo de km/12 min como índice de la capacidad aeróbica.



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

También parece importante resaltar que el grado de entrenamiento no afecta el grado de validez de esta prueba ya que la regresión establece la relación entre la distancia recorrida en 12 minutos y el VO_2 máx. Sin embargo, su validez puede ser mejorada ya que Burris (1970)¹⁰, tal como se mencionó anteriormente obtuvo un coeficiente de validez en mujeres de r 0.43 el que fue obtenido en la primera ejecución de la prueba de 12 minutos y el test sobre el tapiz rodante donde fue determinado directamente el VO_2 máx. La validez aumentó significativamente a un r 0.74 cuando fue permitida su práctica previa.

En general, en el test de 12 minutos también se observa una mejor fidelidad en los niños que en las niñas. Para las mujeres adultas (White 1973)⁷ y Katch y col. (1973)⁹ comunican de un coeficiente de fidelidad de r 0.80. Para los hombres entre 20 y 50 años la literatura informa de mejores resultados. En este estudio, se observó en las mujeres ($n = 20$) un coeficiente de fidelidad de r 0.87 ($p < 0.01$) y en los varones ($n = 23$) un r 0.91 ($p < .01$) y para la muestra total ($n = 43$) un r 0.95 ($p < 0.01$).

Además de encontrarse una significativa estabilidad entre los promedios muestrales de VO_2 máx, lo que difiere de la experiencia de Burris (1970)¹⁰, que informa que en las mujeres entre 17 y 23 años de edad ($n = 30$) la performance aumentaba en estos sujetos a partir de la segunda y también de la tercera ejecución en forma consecutiva.

No se alcanzó a visualizar este fenómeno significativamente, pudiendo ser que estos resultados se han visto influenciados por las características y circunstancias que rodeaban al grupo experimental. Sin embargo, se sugiere de preferencia, considerar previo a una determinación indirecta de consumo máximo de oxígeno, realizar ensayos de práctica días u horas antes de la verdadera medición, a fin de eliminar todo efecto de aprendizaje durante el control.

Uno de los coeficientes de fidelidad comparativamente más alto, observado en el test de carrera de 12 minutos es el de Doolittle y Bigbee¹³ en una muestra de sujetos de sexo masculino ($n = 153$) en edades entre 14 y 15 años de edad, con una diferencia expresada tanto en valores absolutos de 0.02 km. Y en valores relativos de 0.9% con un coeficiente de fidelidad de r 0.94, siendo los coeficientes de Cartier et al. (1979)¹⁴ uno de los más bajos ($n = 77$) con un r 0.66. En el caso de las mujeres los coeficientes más altos obtenidos, son también al parecer los reportados por este último autor en sujetos entre 16 y 17 años de edad con un r 0.93, siendo los de Martín (1971)¹⁵ uno de los más bajos obtenidos en las mujeres ($n = 93$) en individuos de edades promedios 16.2 años con un r 0.72.

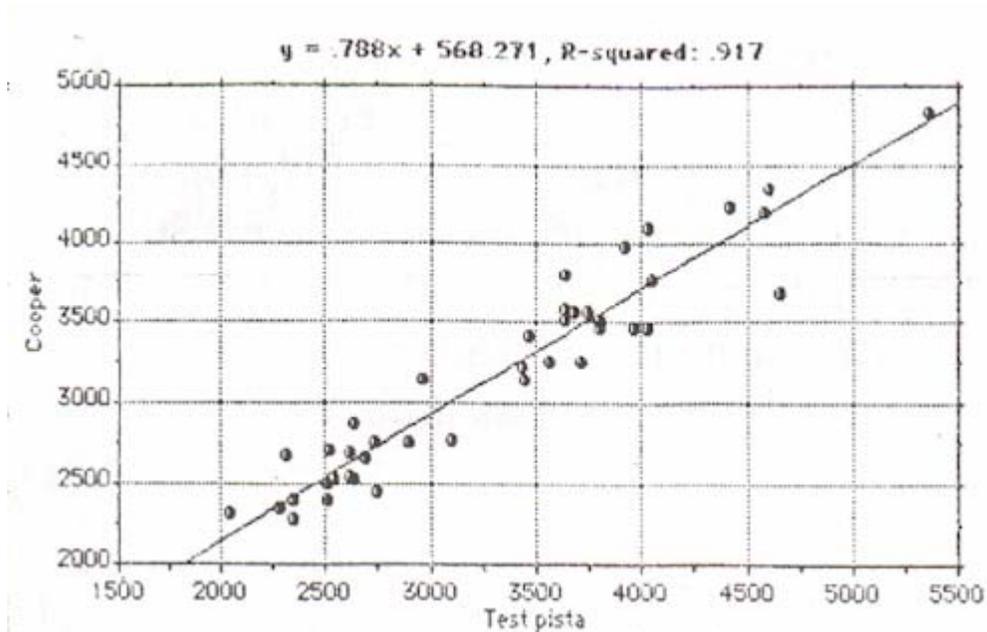
GRAFICO 2

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LOS VALORES DE VO_2 máx. ESTIMADOS POR EL TEST DE COOPER Y LOS EXTRAPOLADOS POR EL TEST DE PISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MONTREAL.



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>



En la comparación del test de Cooper con el test de pista de la Universidad de Montreal (TP-UM), cuya regresión obtenida se ilustra en el grafico II con un R-squared $.917$ $r = 0.95$ ($p < 0.01$) en una muestra de 43 sujetos de ambos sexos se consigna también al igual que en el test de Cooper un coeficiente mayor en los varones ($r = 0.85$) que en las damas ($r = 0.71$). También Léger (1981)¹⁶ ha obtenido un conjunto de resultados parecidos para el test de carrera de 12 minutos cuando ha sido correlacionado con otros test de Cooper y el TP-UM informa de un coeficiente menor al encontrado en este estudio con una $r = 0.80$ en una muestra de 62 estudiantes de Educación Física entre 20 y 23 años de edad.

En el presente trabajo el TP-UM ($n = 43$) ha alcanzado una correlación significativa entre el VO_2 máx. estimado por medio del protocolo de Léger y Boucher⁴ en función al gasto energético promedio del último período de trabajo terminado y expresado en litros de oxígeno consumido por minuto ($TP-UM = 3.31 \pm 0.79 \bar{X} \pm DS$) y el VO_2 máx. medido directamente durante una prueba de esfuerzo sobre una cinta rodante ($t = 3.39 \pm 0.78 \bar{X} \pm DS$), con un coeficiente de validez de $r = 0.96$ ($p < 0.01$) con un valor $t = 0.467$ ($p < 0.01$) no significativo y con un error de estimación ± 1.45 ml O_2 /kg/min., cuya regresión se ilustra en el grafico III, revela también coeficientes más altos en los varones ($r = 0.83$) que en las mujeres (0.76). No obstante, este último es más alto que el observado en el test de Cooper. Estos hallazgos resultan similares a los encontrados por Léger y Boucher (1980)¹⁶ quienes han informado de un coeficiente de validez par este (TP-UM) de $r = 0.96$ con un error de estimación de 2.81 ml O_2 /kg/min. en una muestra de 25 sujetos de ambos sexos de edades $\bar{X} 24.7 \pm 2.8$ años. La finalidad encontrada por sus autores es también muy elevada $r = 0.97$, observando casi siempre una misma tendencia tanto en los hombres como las mujeres, en los adultos, jóvenes y viejos, en los sujetos con buena o mala condición física, lo que concuerda plenamente con el coeficiente de fidelidad encontrado por este estudio $r = 0.98$ ($n = 43$).

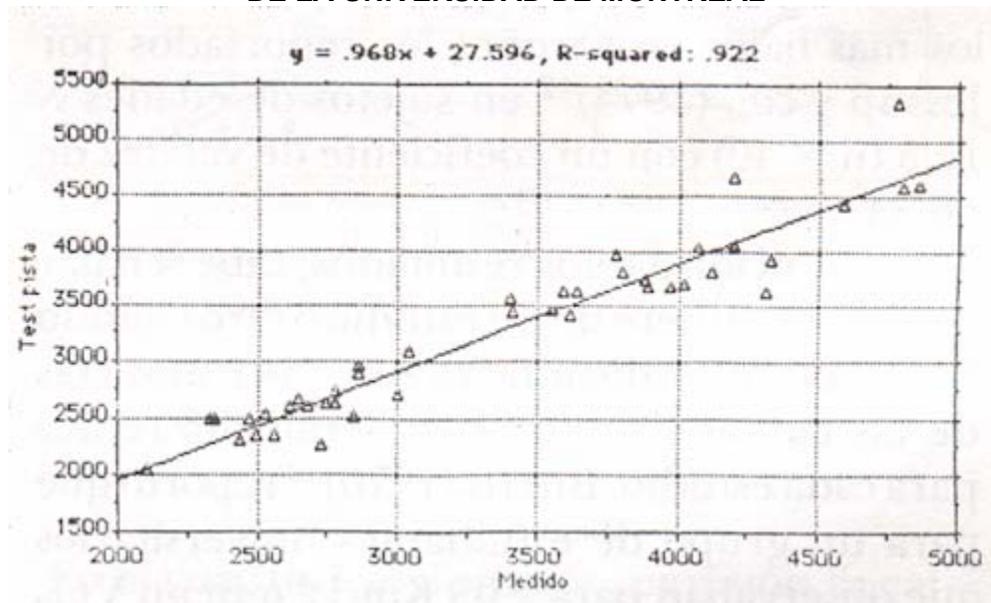
GRAFICO III



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LOS VALORES DE VO₂ máx. MEDIDOS DIRECTAMENTE EN EL LABORATORIO Y LOS ESTIMADOS POR EL TEST DE PISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MONTREAL



Otro estudio de Léger y Boucher¹⁶ muestra la especificidad de la prueba al comparar el VO₂ máx estimado en el TP-UM, el medido directamente sobre la cinta rodante por medio del protocolo del TP-UM y por último, por medio del test de marcha progresiva sobre la cinta rodante con pendientes de Balke¹⁶, en una muestra de seis hombres no entrenados (35.2 ± 3.7 años). Se observó que, en general, todas las pruebas dieron resultados similares, sólo que para los sujetos entrenados en el test de Balke se evidenciaron resultados superiores, lo cual se debe probablemente a la fuerte pendiente que pudo hacer intervenir una musculatura adicional y demandar un mayor consumo de oxígeno, dejando con esto en evidencia las posibilidades de obtener una capacidad aeróbica más elevada con la marcha progresiva en pendiente, en relación a la carrera en superficie.

La última prueba correlacionada en este trabajo fue el test de carrera Naveta con períodos de un minuto descrito en nuestro país por Olmedo, L. (1989)¹⁷ y validado en Chile por Molina E., Arcay, R. Y col. (1991)¹⁷, reportando dicho estudio un coeficiente de validez $r = 0.95$ ($p < 0.01$) con una probabilidad del 99% y un valor $t = 1.168$ ($p < 0.01$) no significativo ($n = 43$). Este coeficiente resulta ser mayor al reportado por otro estudio nacional que no menciona el protocolo utilizado y la estabilidad de los valores de VO₂máx. obtenidos para determinar con exactitud la validez de la prueba. No obstante, en España, Prat J. A. y col. (1989)¹⁸ informan de un coeficiente de $r = 0.885$ ($n = 10$) y en Canadá Gadawry, C., Léger, L. (1986), reportan una elevada validez de esta prueba $r = 0.90$ ($n = 77$).

La comparación del test de carrera progresiva Naveta con el test de carrera de 12 minutos ha sido efectuada por Léger (1981)⁵ observando un coeficiente de correlación $r = 0.98$ ($n = 43$) para la muestra total, de 0.79 para las damas ($n = 20$) y $r = 0.96$ para los varones ($n = 23$) (grafico IV).

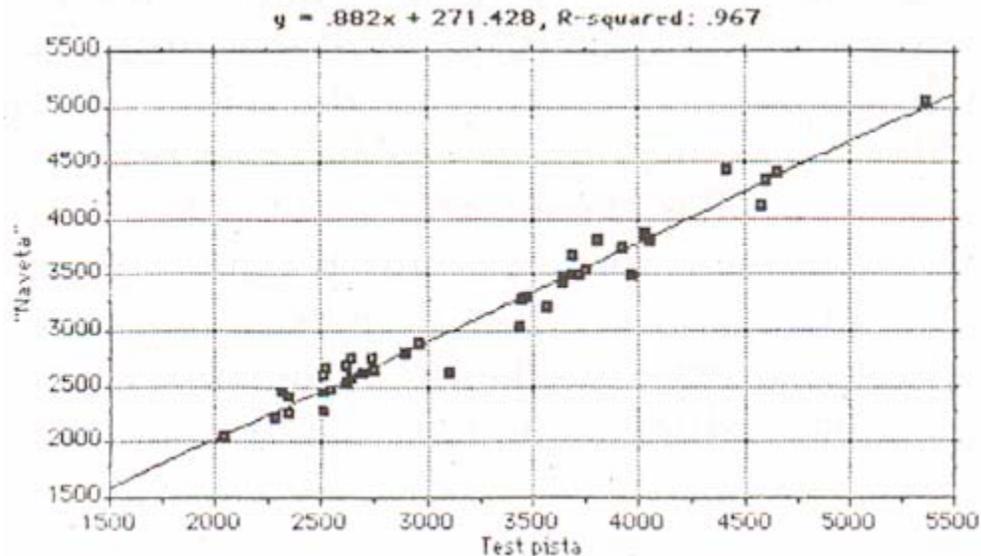


Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

GRAFICO IV

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LOS VALORES DE VO₂ máx. ESTIMADOS POR EL TP-UM Y LOS EXTRAPOLADOS POR EL TEST DE NAVETA.



CONCLUSIÓN

En atención a los resultados correlacionados de éstos tres tests indirectos maximales se puede decir que ellos indican una desviación estándar en torno a la media mucho más grande en la prueba de carrera Naveta que en el test de Cooper y TP-UM, lo que podría ser más evidente cuando el grupo utilizado para la obtención de los datos sea más heterogéneo.

El test de carrera sobre la pista (TP-UM) observa por lo general valores de consumo máximo de oxígeno (VO₂máx.) ligeramente superiores del test de Cooper y Naveta con períodos de un minuto; sin embargo, esta diferencia mínima y los resultados evidenciados de un test a otro son bastante consistentes. A pesar de que el test de carrera Naveta es el que observa resultados ligeramente inferiores a los otros test, éste se correlaciona excelentemente con el TP-UM; quizás pueda ser porque ambas pruebas, a diferencia del test de Cooper, son de naturaleza progresiva. Esta mayor subestimación del test de carrera Naveta puede ser debido fundamentalmente a causa de las variaciones interindividuales en el rendimiento energético de la carrera con detenciones y aceleraciones, ya que esta prueba es la menos natural de las tres, pero se compara aventajadamente en relación a los protocolos de pruebas de banco o de bicicleta ergométrica de elevada resistencia.

El presente análisis estadístico permite demostrar, en atención al test de criterio, que las tres pruebas, la carrera de 12 minutos de Cooper, la carrera progresiva sobre la pista de la Universidad de Montreal (TP-UM) y la carrera progresiva de Naveta arrojan resultados similares en cuanto a la estimación del máximo oxígeno consumido al ser aplicadas en sujetos jóvenes y sanos, tanto damas como varones. Desde este punto de vista, si bien estas tres pruebas permiten ser utilizadas



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

indistintamente, con el propósito de estimar la máxima función cardiovascular de sujetos sometidos a programas de desarrollo o de entrenamiento de uno de los componentes físicos más importantes que es la capacidad aeróbica, se debe tener presente que desde el punto de vista mecánico y psicológico, cada una de ellas somete a requerimientos distintos al ejecutante. Para algunos, la carrera de 12 min., aun cuando pueda resultar un esfuerzo más prolongado en cuanto a tiempo de duración, se otorga libertad al sujeto para establecer su ritmo de ejecución. Por el contrario, el TP-UM y la carrera de Naveta son esfuerzos progresivos que por lo general resultan de menor tiempo de duración, pero que llevan al individuo a desarrollar esfuerzos de más alta intensidad en menos tiempo, para el cual pudiera estar o no psíquicamente dispuesto.

En cualquier caso, y teniendo en consideración lo analizado, corresponderá al evaluador, sea éste profesor o técnico, seleccionar la prueba a aplicar teniendo presentes las características de la población a evaluar en atención a sus hábitos de vida, salud, especificidad deportiva, etc., y los recursos de infraestructura y materiales disponibles.

BIBLIOGRAFÍA

1. CONSOLAZIO, C.F., R.E. JOHNSON, and L.J. PECORA. *Physiological Measurements of Metabolic Functions in Man*. New York: McGraw - Hill. 1963
2. COOPER, K.H. *The New Aerobic*, Bantam, New York, Mc Graw – Hill. 1974
3. BALKE, B. *A simple field test for the assesement of physical fitness*, Bulletin 63-6, april 1963. Civil Aeromedical Research Institute, Oklahoma, USA.
4. LÉGER, L., and R BOUCHER. *An indirect continuous running multitage field test*, The Université de Montréal Track Test. Can. J. Appl. Spt. Sci. 5: 77-84, 1980.
5. LÉGER, L. A., and LAMBERT, J. *A Maximal multistage 20m shuttle run test to predict VO₂máx*. Europ. J. Appl. Physiol. 1982. 49: 1-12 pp. 1982
6. TECPA, *Test d'Evaluation de la condition physique de l'adulte*. Capacité Aérobic. Fascicule B-4, Comité Kino-Québec sur le dossier Evaluation 1981.
7. WHITE, J. A. *An investigation of the relationship between the aerobic capacity of undergraduate college women and this performance of walkrum field test of eight, ten and twelve minute duration*. Mémoire. Eugene, Oregon, 1973.
8. GODOY Y QUINTANA. *Estimación del consumo máximo de oxígeno mediante la carrera de 12 minutos*. "Archivos de la Sociedad Chilena de Medicina del Deporte". Volumen 23. pp. 10-13, septiembre, 1978.
9. KATCH, F.I., W.D. Mc. ARDLE, R. CZULA et G.S. PECHAR. *Maximal oxigen intake, endurance running performance, and body composition in college women*. Res. Quat. 44:301-312, 1973.
10. BURRIS, B.J. *Measurement of aerobic capacity in college*, Unplished Doctor's dissertation, Universidad of Wisconsin, 1970.
11. WYNDHAM, C.H.B. STRYDOM, C.H. VAN GRAAN, A.J. VAN RRENSBORG, G.C. ROGERS, J.C. GREYSON, W.H. VANDER WALT. *Estimating the maximun aerobic capacity for exercice*. South african Med. J. 45: 53-57, 1974.
12. JESSUP, C.T., TOLSON, H. TERRY, J.W. *Prediction of maximal oxygen intake from Astrand-Ryhming Test 12 minute run, and athropometric variables using stepwise multiple regression*, Am. J. Physical Med. 53 (4): 200-207, 1974.
13. DOOLITTLE, T.L., A. BIGBEE. *The twelvw minute runwalk; a test of cardiorespiratory fitness of adolescent boy*. Res. Cuart. 39 (3) 491, 1970.
14. CARTIER, D., GODBOUT, PET. Datos no publicados 1979.



Videos / cds / Libros / Editoriales Paidotribo, Inde, Stadium, Gymnos Medica Panamericana

Pedidos: portalfitness@olimpica.com.ar
<http://www.portalfitness.com/servicios/shopping>

15. MARTÍN, B.J. *The reliability and validity of the twelve minute run walk test for high school girls*. M.S. Physical Educación. Uiversity of Idaho, 1971.
16. TECPA, *Test d'évaluation de la condition phisque de l'adulte*. Capacité Aérobic. Fascicule B-6, Comité Kino-Québec sur le dossier évaluation 1981.
17. OLMEDO, L. *Test progresivo de carrera Naveta 20 m con períodos de trabajo de 1 minuto de Léger y Lambert*, Revista chilena de Educación Física N° 224, PP. 22-25, 1991.
18. MOLINA, E. , ARCAJ, R. , DONOSO, H. , *Test de Campo Naveta veinte metros, con períodos de un minuto para estimar el VO₂ máx. en los jóvenes chilenos*. Revista Educación Física, Chile, N° 224 pp. 24-25, 1991.