

ANÁLISIS DE LAS ECUACIONES DEL VO2 MÁXIMO, A PARTIR DE LA

APLICACIÓN DEL TEST DE COOPER: REVISION SISTEMATICA

ANALYSIS OF THE EQUATIONS OF MAXIMUM VO2, FROM THE

APPLICATION OF THE COOPER TEST: SYSTEMATIC REVIEW

Harold David Gutierrez¹
Isabel Adriana Sánchez²

RESUMEN:

Objetivo: A partir de la una revisión documental, determinar cómo se realizó el cálculo del Vo2 máximo estimado para el test de cooper en diferentes poblaciones.

Método: Se realiza bajo el esquema Descriptivo de revisión documental, aplicando el modelo PRISMA (2010), para la elaboración de Revisiones sistemáticas. La revisión se realizó en 5 países (Colombia, Argentina, España, Brasil y Uruguay), donde se estandarizaron parámetros de búsqueda en 3 bases de datos de alto impacto en el campo de la salud, estas bases de datos seleccionadas fueron (PUBMED, Scielo, Sciencedierct). El rango de años en la búsqueda de los artículos seleccionados, fue desde el año 2000 hasta el año 2017. Como términos MeSH se utilizaron: Resistance and cooper test, Cooper test and functional evaluation, Cooper test or physical test, Validations of the test cooper, staggering cooper test.

Palabras clave: Test de cooper, Vo2 Máximo, Regresión lineal, evaluación funcional, ECU Vo2 máx.

Resultados: Se realizó una revisión documental acerca de las diferentes constantes para la validación del test de COOPER en diferentes poblaciones, teniendo en cuenta que el test está destinado a ser aplicado en población deportista. Se consultaron 1037 artículos de los cuales se consideraron 20 artículos; 19 cumplieron con los criterios de búsqueda y solo uno obtuvo positivo en los criterios de exclusión, pero aportó a la investigación para la construcción del marco conceptual. Las tendencias que se hallaron: Medición del Vo2 máx (8 Artículos); Comparación del test de cooper y otros (6 Artículos); Aplicación del Test de cooper (3 Artículos); Composición corporal y test de cooper (2 Artículos).

Conclusiones: Se logró establecer que las ecuaciones planteadas en los modelos de regresión lineal para el Test de Cooper, ajustaron las constantes en las variables de distancia recorrida e intensidad de la prueba, con el fin de poderlas

1 Profesional en Cultura Física Deporte y Recreación. Universidad Santo Tomás. Facultad Cultura Física Deporte y Recreación. Asistente Investigación Grupo GICAEDS, Línea de Fisiología del Ejercicio. Email: harold.gutierrez@usantotomas.edu.co.

2 Fisioterapeuta Universidad Manuela Beltrán; Especialista en Fisioterapia en Cuidado Crítico Corporación Universitaria Iberoamericana. Magister en Educación Tecnológico de Monterrey – México. Docente Investigador Universidad Santo Tomás, Grupo GICAEDS, Línea de Fisiología. Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación. E-mail isabel.sanchez@usantotomas.edu.co

aplicar en distintos grupos poblacionales, sin embargo no se tuvieron en cuenta factores medioambientales como la altura.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación pretende identificar qué tipos de modelos estadísticos emplearon los estudios consultados, para establecer las ecuaciones y la representación de cada uno de los términos, aplicados a las distintas validaciones realizadas para el test de cooper.

El test de cooper es una prueba de resistencia la cual se basa en recorrer la mayor distancia posible en 12 minutos a una velocidad constante; la distancia recorrida en 12 minutos informa sobre el rendimiento y la capacidad aeróbica del deportista. (Weineck, 2005).

Las ecuaciones encontradas tienen diferentes variables, las cuales hacen referencia a el medio ambiente donde se realizó la prueba, la distancia recorrida, el oxígeno consumido en un minuto y los cálculos para hallar el oxígeno en los 12 minutos de realización de la prueba. (López 2006).

Se observó en la revisión realizada diferentes poblaciones a las que se les aplicó la prueba de Cooper, Entre ellas están:

22 estudiantes varones de educación física de la universidad de Catamarca en argentina, 40 cadetes y 40 oficiales de la escuela militar José María Córdova en Bogotá, mujeres corredoras entre 42,7 + o – 6,4 años sometidas e entrenamiento sistematizado, alumnos de enseñanza media de san José, entre otros.

Lo que se halló en estas poblaciones, fue que sin importar los factores medio ambientales (Calor, Altura, Humedad) Se realizó la prueba de 12 minutos de Cooper con fórmulas similares y en algunos casos se aplicó la misma fórmula o ecuación, Siendo esta ecuación una regresión lineal con constantes halladas en poblaciones diferentes, (Deportistas). En ese orden se aplicó el análisis por medio de baremos predispuestos para la misma población descrita anteriormente. Lo que puede desencadenar sesgos en los resultados de las pruebas aplicando estas a poblaciones no entrenadas.

MATERIALES Y METODOS

Se realiza bajo el esquema Descriptivo de revisión documental, aplicando el modelo PRISMA (2010), para la elaboración de Revisiones sistemáticas y metaanálisis. La revisión se realizó en 5 países (Colombia, Argentina, España, Brasil y Uruguay), donde se estandarizaron parámetros de búsqueda en 3 bases de datos de alto impacto en el campo de la salud, estas bases de datos seleccionadas fueron (PUBMED, Scielo, Sciencedirect).

El eje central de la revisión documental se enfocó en el análisis sobre las diferentes constantes para la validación de la prueba COOPER en diferentes poblaciones, teniendo en cuenta que la prueba inicialmente está direccionada a población de atletas de alto rendimiento. Para ello se llevó a cabo la consulta de los estudios realizados después del año 2000 hasta el año 2017. Se encontraron 1037 artículos, de los cuales 20 cumplieron los criterios de inclusión; las tendencias identificadas para la información recolectada mostraron: (10) artículos de correlación, (5) son artículos experimentales y (4) son artículos correlacionales y experimentales.

Finalmente, los modelos de regresión lineal empleados para estimar el vo_2 max del sujeto, no evidenciaron ajustes en las variables, considerando ciclo vital, factores medio ambientales y características propias de la población. En virtud de ello, la presente revisión documental busca establecer las ecuaciones empleadas, las constantes aplicadas y los grupos poblacionales más impactados tras la aplicación de este test y la efectividad de dichas formulas en la estimación del vo_2 max.

Como términos MeSH se emplearon: Resistance and cooper test, cooper test and functional evaluation, cooper test or physical test, validations of the test cooper, staggering cooper test. Se encontraron 1037 artículos de los cuales 19 cumplieron con los criterios de inclusión, en estos se identificaron diferentes

tendencias de las cuales (12) son artículos de correlación, (5) son artículos experimentales y (4) son artículos correlacionales – experimentales.

Tabla 1. Términos MeSH y Ecuaciones de Búsqueda

TÉRMINOS MESH: Resistance and cooper test, Cooper test and functional evaluation, Cooper test or physical test, Validations of the test cooper, staggering cooper test.

ECUACIONES DE BÚSQUEDA: (Cooper test AND Physical training) – (Cooper test or physical resistance test) – (Physical endurance OR test of physical valuation) – (AND 2000 YEAR - AND full text - Intermittent resistance AND cooper test) - (Aerobic endurance test OR physical assessment) – (validation of the cooper test OR resistance equation) .

Fuente: Autores (2017)

Como elemento de recolección de datos se elaboró una matriz cuyos criterios fueron los siguientes: ecuaciones de búsqueda previamente seleccionadas; términos seleccionados; elementos propios del artículo como país, año de publicación, base de datos de donde fue seleccionado, niveles de evidencia, fórmula utilizada, grados de recomendación según USPSTF.

La categorización de la información fue planteada de la siguiente manera: Categoría A: Estudios relacionados con valoración de la capacidad física aeróbica: Test de cooper y fórmulas utilizadas. Categoría B: Estudios relacionados con evaluación del rendimiento físico: Test de cooper en diferentes poblaciones. Categoría C: Estudios excluidos entendiéndose como aquellas publicaciones que no cumplieron con los criterios de inclusión.

Como límites de búsqueda se tuvieron en cuenta que los mismos estuvieran en inglés español y portugués, que su fecha de publicación estuviese dentro del rango de 2000 a 2017 y que el texto de consulta estuviese completo. Del total vinculado 12 son

artículos de tipo correlacional; 5 corresponden a estudios de tipo experimental y 3 corresponden a estudios experimental – correlacional.

Considerando los niveles de evidencia y grados de recomendación con base en la escala USPSTF el 45 % (9 artículos) aportan un nivel de evidencia 2/B ; 15 % (3 artículos) son de nivel 2/A; 15 % (3 artículos) son de nivel 2-/B ; 5 % (1 artículo) aportan evidencia de tipo 1/B ; 10 % (2 artículos) muestran evidencia 1- / B ; 5 % (1 artículo) muestra evidencia 2+/A y finalmente el 5 % (1 artículo) presenta evidencia y grado de recomendación 2+/A.

Los criterios de inclusión para la selección de la información fueron: año de publicación, no anteceder al año 2000 de haberse hecho público. El artículo debe usar el test de cooper para revisar antecedentes o realizar intervención. Se escogieron solo artículos de bases de datos de alto impacto. Se escogieron artículos científicos en dónde se aplica intervención. Se escogieron artículos científicos que aplicaran correlación de dos o más pruebas. Los criterios de Exclusión se centraron en que los artículos no fuesen revisiones bibliográficas, que no estuvieran en bases de datos de alto impacto y cuyos estudios no fuesen aplicativos.

Finalmente dentro de las variables propias de la prueba y construcción de las constantes se analizaron las Regresiones lineales que los autores tuvieron en cuenta dependiendo de constantes tales como sexo, edad, distancia, tiempo, litros consumidos por minuto, cálculo de oxígeno consumido en 12 minutos y porcentaje de individuos comparados con una prueba gold estándar medido de forma directa.

RESULTADOS

De los 19 artículos seleccionados se evidenciaron diferentes fórmulas de VO₂ máx, pero la gran mayoría de autores tomaron como referencia para hallar las constantes de la regresión lineal solo una constante, teniendo en cuenta que

las regresiones realizadas se establecen según el mayor porcentaje de usuarios con varias variables iguales o similares, como por ejemplo la edad, el sexo y los lts consumidos por minuto. De las cuales nacen los números de las constantes. EJM: 5.4 = Litros consumidos en un minuto de actividad. (Barbany 2002).

En los artículos revisados se encuentran varias constantes que cambian dependiendo el autor y siendo este test desde un principio para hallar el máximo consumo de oxígeno en deportistas o sujetos entrenados; ahora bien, estas constantes pueden cambiar para adaptarse a la población que se desee evaluar. De acuerdo con Weineck (2005) el test de cooper se creó específicamente para medir la capacidad aeróbica de población atlética, deportistas de rendimiento de diferentes disciplinas, aunque se podría adaptar para diferentes poblaciones.

Tabla 2. Ecuaciones encontradas.

Variable	Constante	Justificación	Autor	Año
----------	-----------	---------------	-------	-----

VO2 máx.= 22,351 x distancia en km - 11,288	22,351 11,288	-	22,351 11,288	11,288 = Lts consumidos por minuto - Cálculo de a	Gade 1	201
VO2 (ml/kg/min.) = metros recorridos * 0,02 – 5,4	0,02 - 5,4	*	0,02 - 5,4	oxigeno consumido en 12 minutos. 0,02 = Porcentaje de individuos comparados con una prueba gold estándar z medida de forma directa - 5,4 Lts Consumidos minuto. 480,0 = Calculo de oxigeno consumido en 12 minutos - 3,5 = Cálculo e de oxigeno consumido minuto.	Martíne 4	200
VO2 máximo = (480/Tempo) + ml.min.	480,0 3,5	+	3,5	de oxigeno consumido en 12 minutos - 3,5 = Cálculo e de oxigeno consumido minuto.	Wallac 2	201
VO2máx (ml·kg- 1·min-1) = 111,33 - (0,42 × FC)	111,33 0,42	-	111,33 0,42	111,33 = Cálculo de oxigeno consumido en 12 minutos - 0,42 Porcentaje de individuos comparados en una prueba gold estándar.	Pellisar 3	201

$$\begin{aligned}
 & \text{22,859} = \\
 & \text{Porcentaje de} \\
 & \text{oxígeno} \\
 & \text{consumido 12} \\
 & \text{minutos - 1,91} \\
 & \text{22,859 - = Lts} \\
 & \text{1,91 - consumidos} \\
 & \text{0,8664 - minuto - z} \\
 & \text{0,0667 y} \\
 & \text{0,8664 y} \\
 & \text{0,0667 =} \\
 & \text{Porcentaje de} \\
 & \text{individuos} \\
 & \text{comparados} \\
 & \text{en una prueba} \\
 & \text{gold estándar.}
 \end{aligned}$$

$VO_2 = 22,859 + (1,91 \times V \text{ (Km/h)}) - (0,8664 \times E) + 1,91 - (0,0667 \times V \text{ (Km/h)}) \times 0,8664$
 Dónde: $V =$ velocidad máxima y $E =$ edad en años

González 2014

Fuente: Autores (2017)

Tabla 3. Tipos de Tendencias de la Revisión Literaria

TIPOS DE TENDENCIA	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Medición del Vo2 máx	8
Comparación del test de cooper y otros	5
Aplicación del Test de cooper	3
Composición corporal y test de cooper	3
TOTAL	19

Fuente: Autores (2017)

CONCLUSIONES

El test de resistencia aeróbica Cooper, ha sido utilizado para hallar el Vo2 máx en diferentes poblaciones no deportistas, pero no se recomienda realizar la medición con las fórmulas que se encontraron, ya que estas son para personas entrenadas y los baremos son con Gold Standard de Vo2 muy elevados.

Para realizar medición de Vo2 máx con las fórmulas halladas, en personas no entrenadas se debe reducir la distancia recorrida por el grupo de experimento, o realizar la regresión lineal para la población escogida, esto hará la prueba más exacta y se podrá medir el avance o condición física actual de una mejor manera.

Referencias Bibliográficas:

Alba, B. (1996). *(Revista Kinesis). Test de Evaluación Funcional en el Deporte. Armenia.*

Colombia. Médica Panamericana.

Barbany, J. (2002). *Fisiología del Ejercicio Físico y del Entrenamiento. Barcelona.*

España. Paidotribo.

Bustamante, A. (2012). *Evaluation of Physical Fitness Levels in Children and Adolescents :*

Establishing Percentile Charts for the Central Region of Peru.

Claudino, K. (2012). *Cardiorespiratory Fitness of a Brazilian Regional Sample Distributed in Different Tables.*

Cordero, P. Sanagua, J. (2008). *Validación del test de Cooper en Jóvenes.*

Daza, J. (2007). *Evaluación Clínico-Funcional del Movimiento Corporal Humano. Bogotá Colombia. Médica Panamericana.*

Dra González, M. (2014). *Pruebas de Terreno para la Evaluación Funcional de la Potencia Aerobia Máxima: Una revisión.*

Dra Montero, K. Dra Cuervo, J. (2012). *Medición de Condición Física y Consumo de Oxígeno en Prueba test de Cooper en Cadetes y Oficiales de la Escuela Militar de Cadetes General José María Cordova.*

Farinola, M. (2008). *Pruebas de Campo para la Valoración del Consumo Máximo de Oxígeno, la Velocidad Aeróbica Máxima, y la Resistencia.*

Florindo, A. Rosario, M. (2003). *Validation and Reliability of the Baecke Questionnaire for the Evaluation of Habitual Physical Activity in Adult Men.*

Gadea, V. (2011). *Aplicación del test de Cooper en Alumnos de Enseñanza Media.*

Gamboa, W. Mendoza, D. (2009). *Comparison of the Woo Test of aerobic Constant and Intermittent Resistance in Conditions of Intermediate Height in Umpires of Football.*

Garatachea, N. (2010) (Ediciones Diaz de Santos). *Evaluación de la Capacidad Física. Barcelona. España. Paidotribo.*

Granell ; J. (2002). *Análisis de la Intensidad del Esfuerzo en el Test de Cooper para la Valoración de la Condición Física en Alumnos de Secundaria.*

Heyward, V. H. (2001). *Evaluación y Prescripción del Ejercicio. Barcelona. España. Paidotribo.*

Lopategui, E. (2012). *Prueba Aeróbica (Caminar – Correr) de Cooper de 12 minutos.*

- López Barrancos, S. (2008). *Fiabilidad y Validez de un Protocolo de Evaluación de la Condición Física Relacionada con la Salud (COFISA) en Escolares. (Tesis de maestría).* Universidad De Murcia, Murcia.
- López, C. J. (3). (2006). *Fisiología del Ejercicio.* Madrid, España: Editorial Médico Panamericana.
- López, E.J. (2004). *Aplicación de la Prueba de Cooper y Coorse Navette y test ruffier. Resultados y Análisis Estadísticos en Educación Secundaria.*
- Mikkaola, I. (2012). *Aerobic Perfeormance and Body Composition Changes During Military Service.*
- Ogorman; D. (2000). *Validez de los Test de Campo para Evaluar la Capacidad de Resistencia en Deportistas de Nivel Competitivo e Internacional.*
- Pelissari, A. (2013). *Comparacao entre os Métodos Direto e Indireto de Determinacao do Vo2 máx de Practicantes de Corrida.*
- Pessanha, W. (2012). *Avalicao da Capacidade Aeróbica de Jogadores Juvenies de Futebol no Teste de Cooper de 2400.*
- Rodahl, K. (2010). *Manual de Fisiología del Ejercicio.* Barcelona. España. Paidotribo.
- Rodriguez, M. (2009). *Fisiología del Deporte y el Ejercicio.* Buenos Aires. Argentina. Médica Panamericana.
- Segabinazi; C. Mezzaroba; P. (2011). *Comparación Entre Métodos Directos e Indirectos para la Determinación de la Captación Máxima de Oxigeno en Corredores Femeninos.*
- Simarro; A (2005). *Validación de Diferentes Ecuaciones del Vo2 Máximo en el Test de Cooper para Alumnos de Bachillerato.*
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento Total.* Barcelona. España. Paidotribo.

Weisgerprer; M. Danduran, M. (2009). *Evaluation of Cooper 12 Minute Walk / Run test as Amaker of Cardiorespiratory Fitnes in Young Urban Children With Persisten Asthma.*

Wilmore, J. (2007). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte.* Barcelona. España. Paidotribo.