

CORRELACIÓN DEL QUEEN'S COLLEGE STEP TEST Y ERGOESPIROMETRÍA PARA ESTIMACIÓN DE VO₂MAX

QUEEN'S COLLEGE STEP TEST CORRELATION AND ERGOESPIROMETRY FOR VO₂MAX ESTIMATION

Recibido el 1 de agosto de 2019 / Aceptado el 14 de abril de 2020 / DOI: 10.24310/riccafd.2020.v9i2.6706
Correspondencia: Dr. Juan Carlos Galvis jcgalvir@gmail.com

Galvis-Rincón, JC.^{1A-F} M; Mejía-Cano, JE.^{2A-F}; Espinosa-DeLaOssa, PJ.^{3A-F}

¹Especialista en Medicina de la Actividad Física y el Deporte, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Colombia. jcgalvir@gmail.com.

²Médico y Cirujano, Especialista en Docencia Universitaria, Residente de 3er. Año de Medicina de la Actividad Física y el Deporte, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Colombia. jemejia@fucsalud.edu.co

³Médico General Residente de 2do. Año de Medicina de la Actividad Física y el Deporte, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Colombia. pjespino@fucsalud.edu.co.

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación. ^BRecolector de datos. ^CRedactor del trabajo. ^DTratamiento estadístico. ^EApoyo económico. ^FIdea original y coordinador de toda la investigación.

Financiación

El presente artículo fue financiado por la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud mediante convocatoria interna, realizada por el comité de investigaciones Acta N° 08 de 2017.

RESUMEN

El sedentarismo es un factor de riesgo cardiovascular de gran importancia, por lo que conociendo el nivel de consumo de oxígeno máximo (VO₂max), se pueden realizar mejoras en los niveles de actividad física y del ejercicio. El objetivo de este estudio es determinar la relación que existe entre la ergoespirometría y *Queen's College Step Test* en hombres sanos y físicamente activos de los programas deportivos de una universidad de Bogotá - Colombia, debido a que el *Queen's College Step Test* no ha sido validado en población colombiana. Los participantes fueron 52 hombres (Rango edad 17-35 años) a quienes se les realizaron cada una de las pruebas; se analizaron los resultados aplicando el coeficiente de correlación de Pearson, el cual fue baja con un r=0.278; generando una correlación poco significativa y una recomendación desfavorable en esta población.



■ PALABRAS CLAVE:

Queen's College Step Test, ergoespirometría, consumo máximo de oxígeno, estudio de correlación.

■ ABSTRACT

A sedentary lifestyle is a major cardiovascular risk factor, so knowing the level of maximum oxygen consumption (VO_{2max}); you can make improvements in physical activity levels and exercise. The aim of this study is to determine the relationship between ergoespirometry and Queen's College Step Test in healthy and physically active men of the sports programs of a university in Bogotá - Colombia, because the Queen's College Step Test has not been validated in Colombian population. Participants were 52 men (range, age 17-35 years) who underwent each of the tests; the results were analyzed by applying the Pearson correlation coefficient, which was low with $r = 0.278$; generating a little significant correlation and an unfavorable recommendation in this population.

■ KEY WORDS:

Queen's College Step Test, ergoespirometry, maximum oxygen consumption, correlation study.

■ INTRODUCCIÓN

El sedentarismo, toma relevancia en Colombia por su prevalencia creciente no sólo en adultos sino en personas jóvenes¹; éste es definido en 2012 por la *Sedentary Behavior Research Network*, como cualquier comportamiento de vigilia caracterizado por un gasto energético $\leq 1,5$ METS, mientras está sentado o reclinado². Es el cuarto factor de riesgo de mortalidad con un 6 % de las muertes a nivel mundial; compartiendo la posición con la hiperglucemia y siendo sobrepasado únicamente por la hipertensión arterial y el consumo de tabaco, llegando a generar hasta 3,2 millones de muertes al año^{3,4}. La recomendación mundial vigente categoriza al paciente en: "activo" si realiza un mínimo de 30 minutos de actividad física vigorosa, cinco veces por semana o un equivalente de 150 minutos semanales, o "sedentaria" si no cumple la recomendación⁵. Esta recomendación, enfatiza la importancia de tener en cuenta el tiempo y la intensidad de la actividad física, con el fin de lograr adecuados beneficios en la salud⁶.



Puesto que el sedentarismo presenta una relación inversa con la condición física, es imperativo el reconocimiento de las personas con niveles bajos de actividad física, por esta razón debe contarse con parámetros objetivos del estado actual del paciente; uno de esos parámetros de medición, es la aptitud cardiorrespiratoria que tiene una relación significativa con el estado de salud y que a su vez se convierte en una herramienta valiosa para la evaluación del riesgo cardiovascular y la prescripción de ejercicio^{7,8}.

En este sentido, un marcador fiable para cuantificar la condición física es la medición del consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{max}$) concepto manejado desde 1923⁹, y que se define como la mayor captación de oxígeno que tiene una persona durante la realización de un ejercicio, que no aumenta significativamente ($> 150 \text{ ml/Kg/min}$), a pesar de incrementarse la carga de trabajo, manifestándose como un nivel meseta en la curva de VO_2 obtenida mediante un ergoespirómetro, al aplicarse una prueba de esfuerzo incremental continua¹⁰; pero este depende de múltiples factores entre los que se encuentran composición corporal, edad, sexo, etnia, temperatura y la condición física como los más importantes¹¹.

El nivel de $VO_2\text{max}$ de una persona está influido por el gasto cardiaco y la diferencia arteriovenosa, cualquier factor que los altere cambiará el resultado. El factor más importante relacionado con estas variables es el volumen total de sangre, lo que puede limitar el retorno venoso y por lo tanto el volumen de carrera, así como la masa de hemoglobina (Hb) y la capacidad de los músculos para extraer y utilizar el oxígeno, afectando la diferencia arteriovenosa. La hipótesis actual en cuanto a adaptación a la altura es que las presiones parciales de oxígeno inferiores se relacionan con producciones más altas de eritropoyetina en los riñones estimulando la producción de glóbulos rojos a nivel de médula ósea, facilitando el transporte y aumento de la absorción máxima de O_2 y mejorando potencialmente los niveles de VO_2 ; sin embargo, algunos autores muestran que el cambio en el volumen de glóbulos rojos produce un grado bajo de correlación ($r^2= 0,15$) para el cambio de $VO_2\text{max}$, por lo tanto, según estos autores, el 86 % de la varianza es atribuible a factores distintos del cambio en la Hb¹².

Para su medición del $VO_2\text{max}$ se cuenta con la aplicación de prueba de esfuerzo maximal con medición de gases (ergoespirometría) como patrón de oro¹³. Sin embargo, este estudio requiere de personal altamente calificado y equipos costosos, condicionando el abordaje terapéutico y la identificación de factores de riesgo a un grupo médico muy limitado. Es decir, que se requiere de métodos y herramientas prácticas, con un alto nivel de confianza que permitan diagnósticos rápidos y certeros para disminuir los márgenes de error, de fácil interpretación, más



económicos y que estén al alcance de todo el personal de salud.

Una prueba sencilla como el *Queen's College Step Test* para consultorio, sería una alternativa económica y factible para medir el $VO_2\max$. Este es un método indirecto que recomienda el Colegio Americano de Medicina del Deporte con un grado de precisión razonable, una fiabilidad prueba re prueba para la frecuencia cardíaca de recuperación ($r=0,92$) y una correlación entre el $VO_2\max$ y la frecuencia cardíaca de recuperación aceptable ($r = -0,75$)⁹. Estudios como el de Mc Ardle en un grupo de 40 mujeres¹⁴ y el de Chatterjee S y colaboradores en 30 hombres sedentarios^{15,16} presentaron correlaciones altas entre las pruebas ($r=0.95$). Mientras que estudios como el de Perroni y colaboradores en 15 bomberos, no cuenta con adecuados niveles de correlación siendo esta baja ($r=0.47$)¹⁷.

Este tipo de estudios correlacionales se han realizado en poblaciones específicas que difieren de las características fenotípicas de la población bogotana, además del factor geográfico que en su mayoría han sido en altitudes por debajo de los 2000 metros con respecto al nivel del mar. Al ser Bogotá una ciudad que se encuentra a 2630 metros de altura y que puede alcanzar hasta 3250 metros de altura en la parte montañosa, es importante conocer su validez, ya que altitudes superiores a 2000 metros son consideradas como moderadas a altas respectivamente¹⁸.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue establecer la relación que existe entre la ergoespirometría y la frecuencia cardíaca de recuperación obtenida por el método *Queen's College Step Test*, como métodos de medición del $VO_2\max$, en población masculina activa físicamente que se encuentran en los programas deportivos de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio correlacional entre la medición indirecta del $VO_2\max$ del *Queen's College Step Test* y la medición obtenida por ergoespirometría.

■ Sujetos

La población se conformó por los hombres inscritos en los programas de entrenamiento deportivo de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia en el año 2018.

Los criterios de inclusión fueron: a) individuos activos físicamente determinados como aquellas personas que realizan un mínimo de 150 minutos semanales de ejercicio moderado a intenso; b) edad



comprendida entre 20 a 45 años, c) estudiante matriculado a un programa académico de la FUCS y d) Lugar de vivienda en Bogotá por un periodo ininterrumpido mayor a dos años. Como criterios de exclusión se tomaron a) individuos con antecedentes quirúrgicos o traumáticos con secuelas que limiten la ejecución o alteren el resultado de la prueba; b) individuos que presenten antecedentes patológicos que limiten la ejecución o alteren el resultado de la prueba y c) antecedente de consumo de tabaco.

■ Pruebas

El Queen's College Step Test. Es una prueba basada en el tiempo de recuperación como índice fiable de la capacidad aeróbica, la cual consiste en subir y bajar un escalón que presenta una altura de 16.25 pulgadas (41,3cm) durante 3 minutos, a una velocidad de 24 ejecuciones/min para hombres. Luego de completarse los 3 minutos, el participante debe permanecer de pie por 5 segundos y posterior a esto se debe tomar el pulso durante 15 segundos, multiplicándolo por cuatro, convirtiéndolo así en latidos por minuto; a este valor se le llamará frecuencia cardiaca de recuperación (FCR) la cual servirá para estimar el consumo de oxígeno máximo mediante la siguiente fórmula: Hombres VO_{2max} (ml/kg/min) = $111.33 - (0.42 \times FCR)^{19}$.

Ergoespirometría. Se realiza en una banda sin fin eléctrica en la cual el individuo debe caminar, trotar o correr según la velocidad e inclinación, esto de acuerdo al protocolo Bruce, el cual fue el utilizado para esta prueba de esfuerzo. El análisis de VO_2 se realiza mediante un analizador de gases y la frecuencia cardiaca mediante un monitor de frecuencia cardiaca. El resultado de VO_{2max} obtenido se compara con baremos específicos avalados científicamente. En este estudio se realizó la interpretación con las tablas normativas de VO_{2max}^{19} . (Tabla 1).

Tabla1. Tabla normativa de VO_{2max} .

Edad	Muy Pobre	Pobre	Promedio	Bueno	Excelente	Superior
13-19	<35	35-38,3	38,4-45,1	45,2-50,9	51-55,9	>55,9
20-29	<33	33,0-36,4	36,5-42,4	42,5-46,4	46,5-52,4	>52,4
30-39	<31,5	31,5-35,4	35,5-40,9	41-44,9	45-49,4	>49,4
40-49	<30,2	30,2-33,5	33,6-38,9	39-43,7	43,8-48	>48
50-59	<26,1	26,1-30,9	31-35,7	35,8-40,9	41-45,3	>45,3
>60	<20,5	20,5-26	26,1-32,2	32,3-36,4	36,5-44,2	>44,2



■ Procedimiento

El procedimiento abarcó tres etapas.

Etapas 1: Invitación a la población

El total de individuos de sexo masculino de los programas deportivos de sexo masculino de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud del año 2018, fueron citados para valoración médico deportiva en el Hospital Infantil Universitario de San José, en donde se seleccionaron los aptos para el estudio, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión. Posteriormente se les informó en qué consistía el estudio y se procedió a firmar la autorización de participación y realizar las pruebas físicas.

Etapas 2: Aplicación del Queen's College Step Test

Se llevó a cabo la prueba indirecta *Queen's College Step Test* con cálculo de VO_2 max mediante fórmula por personal experto y especializado. Se registraron los datos en el instrumento correspondiente para el *Queen's College Step Test*. Una vez finalizada esta prueba se citó al individuo 24 horas después para la realización de la prueba de ergoespirometría.

Etapas 3: Aplicación de la ergoespirometría

Pasadas las 24 horas se realizó la prueba de ergoespirometría utilizando como protocolo incremental el protocolo de Bruce. Para llevar a cabo esta prueba se utilizó: la banda sin fin Caminadora Trotadora Nimes Hp 3 Marca *Sport Fitness* y el analizador de gases Cosmed's FitMate™. Una vez finalizada la prueba se registraron los datos del VO_2 max en el instrumento correspondiente para la prueba de ergometría.

Las características analizadas fueron la edad, talla, peso, índice de masa corporal (IMC), perímetro abdominal, frecuencia cardiaca de recuperación del *Queen's College Step Test*, consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) por *Queen's College Step Test*, frecuencia cardiaca máxima de ergoespirometría y el consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) de ergoespirometría.

■ Obtención e interpretación de los resultados

Una vez se aplicaron las pruebas, se registraron en la base de datos y se interpretaron por medio del software estadístico Stata versión 13.0. Las variables cualitativas nominales se registraron por medio de



medias, desviaciones estándar, medianas y rangos intercuartiles. Se aplicó la prueba Shapiro-Wilk para establecer normalidad a las variables cuantitativas. Se calculó la correlación de las pruebas con el coeficiente de correlación de Spearman y se consideró la categorización de la siguiente manera: 0 correlación nula, de 0.01 a 0.19 correlación muy baja, 0.20 a 0.39 correlación baja, 0.40 a 0.69 correlación moderada, 0.70 a 0.79 correlación alta y 0.80 a 0.99 correlación muy alta y 1 correlación perfecta²⁰.

■ Consideraciones éticas

La aplicación de test y los datos recolectados durante la investigación fueron manejados con total discreción y confidencialidad como lo contempla las normas en materia de ética médica en Colombia, bajo la ley 23 de 1981, así mismo siguiendo la resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, el estudio es considerado como una investigación sin riesgo, ya que el *Queen's College Step Test* y la ergoespirometría, son pruebas realizadas de forma rutinaria en una evaluación de certificación de aptitud deportiva. El protocolo de investigación fue aprobado por el comité de investigaciones y el comité de ética de la facultad de medicina de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud.

■ RESULTADOS

Durante el año 2018, 52 individuos conformaron la población masculina físicamente activa de los programas deportivos de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Siete hombres fueron excluidos debido a: a) tener la condición de egresados de la FUCS (n=2), b) lesión de ligamento cruzado de rodilla (n=2), c) desgarró muscular (n=1), d) esguince de tobillo (n=1) y e) ser fumador (n=1).

La valoración médico deportiva fue realizada en 45 individuos. La edad mediana fue de 20 años (rango intercuartilico: 17 a 35 años). La talla osciló desde 1.57 hasta 1.92 metros, con un promedio de 1.74 (\pm DE 0.07). El peso promedio fue de 73.15 Kg (\pm DE 11.2). El perímetro abdominal fluctuó de 70 hasta 102 centímetros, con un promedio de 84.44 cm (\pm DE 7.73). El índice de masa corporal estuvo entre los 19.4 y los 31.2 con un promedio de 24.13 (\pm DE 2.8); En el índice de masa corporal se encontró que 33 pacientes (73,34%) estaban en un rango normal, 10 pacientes (22,22%) se encontraban en sobrepeso y 2 pacientes (4,44%) presentaban obesidad. Los resultados de VO_2 max de la ergoespirometría oscilaron de 36.8 hasta 63.7 ml/kg/min con un promedio de 50.1 ml/kg/min (\pm DE 5.8). El análisis puntual del VO_2 max



de la ergoespirometría mostró que 11 participantes (24.44%) tuvieron resultados superiores, 19 participantes (42,23%) obtuvieron resultados excelentes, 10 participantes (22,22%) presentaron resultados buenos para su edad y 5 (11,11%) lograron resultados promedio para su edad según la tabla normativa del VO_2 max descrita en la Tabla 1. También se analizó la frecuencia cardiaca máxima de la ergoespirometría observando que esta fluctuó de 172 hasta 211 latidos por minuto con un promedio de 193.89 lpm (\pm DE 8.5). El Queen College Step Test presentó un VO_2 max calculado con un promedio de 52.01 ml/kg/min (\pm DE 6.71) y una frecuencia cardiaca de recuperación con un promedio de 141,24 lpm (\pm 15,98) (Tabla 2).

De los 33 individuos con IMC normal, dos de ellos se encontraban en el rango promedio (6,06%), cinco participantes en el rango bueno (15,15%), dieciséis participantes en el rango excelente (48,49%) y diez participantes en el rango superior (30,30%). De los 10 individuos con índice de masa corporal en sobrepeso, dos participantes presentaron un rango promedio (20%), cuatro participantes un rango bueno (40%), tres participantes un rango excelente (30%) y un participante un rango superior (10%); y de los dos individuos que presentaron un índice de masa corporal en obesidad un participante presento un rango Promedio (50%) y un participante presento un rango bueno (50%). Tabla 3, de lo anterior se evidencio que un índice de masa corporal adecuado puede llegar a ser un factor fundamental para obtener un nivel óptimo de VO_2 max.

El coeficiente de correlación de Pearson entre las escalas VO_2 max por ergoespirometría y el VO_2 max calculado por el método Queen College Step test, fue débil ($r=0.279$). Figura 1. Además de evidenciar que la prueba de consultorio sobreestima los resultados de VO_2 max como se observa en la figura 2.

Tabla 2. Tabla de Caracterización de los pacientes.

CARACTERÍSTICAS	Total
	n= 45
	% (n)
Edad en años, mediana (rango)	20 (17 – 35)
Talla, promedio (DE)	1,738 (0,07)
Peso, promedio (DE)	73,15 (11,2)
Perímetro Abdominal, promedio (DE)	84.44 (7,73)
FC Recuperación QCST, promedio (DE)	141,24 (15,98)
VO2 Max Calculado QCST, promedio (DE)	52 (6,71)



CARACTERÍSTICAS	Total
	n= 45
	% (n)
FC Máxima Ergoespirometría, promedio (DE)	193,89 (8,5)
EQUIPO DEPORTIVO	
Futsal	31,11 (14)
Futbol	26,67 (12)
Baloncesto	15,56 (7)
Voleibol	11,11 (5)
Tenis	8,89 (4)
Taekwondo	4,44 (2)
Patinaje	2,22 (1)
TOTAL	100 (45)
Índice de Masa Corporal, promedio (DE)	24,13 (2,8)
Normal (18,5 – 24,99)	73,33 (33)
Sobrepeso (25 – 29,99)	22,22 (10)
Obesidad (>30)	4,44 (2)
VO²max Ergoespirometría, promedio (DE)	50,1 (5,8)
Superior	24,44 (11)
Excelente	42,22 (19)
Bueno	22,22 (10)
Promedio	5 (11,11)

Tabla 3. Tabla de cruce de variables IMC/ VO²max Ergoespirometría.

IMC / VO ² max Ergoespirometría	NORMAL	SOBREPESO	OBESIDAD	TOTAL
PROMEDIO	2 6,06%	1 50%	2 20%	5 11,11%
BUENO	5 15,15%	1 50%	4 40%	10 22,22%
EXCELENTE	16 48,48%	0 0%	3 30%	19 42,22%
SUPERIOR	10 30,30%	0 0%	1 10%	11 24,44%
TOTAL	33 100%	2 100%	10 100%	45 100%

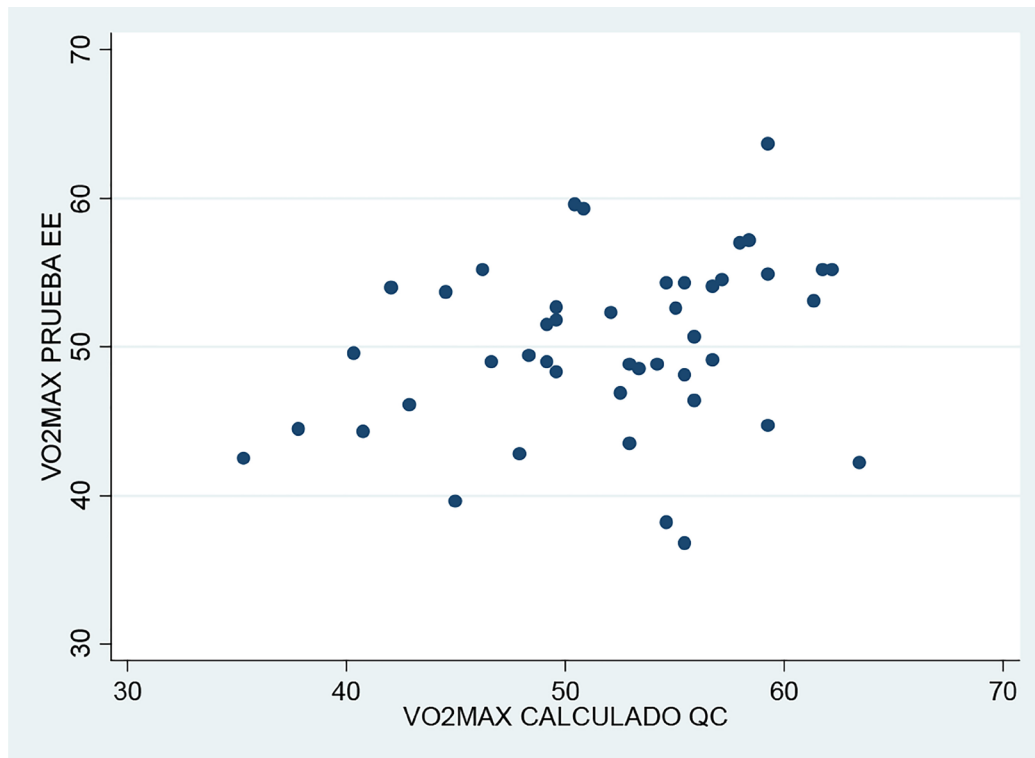


Figura 1. Correlación VO2max Ergoespirometría y VO2max Queen's College Step Test.

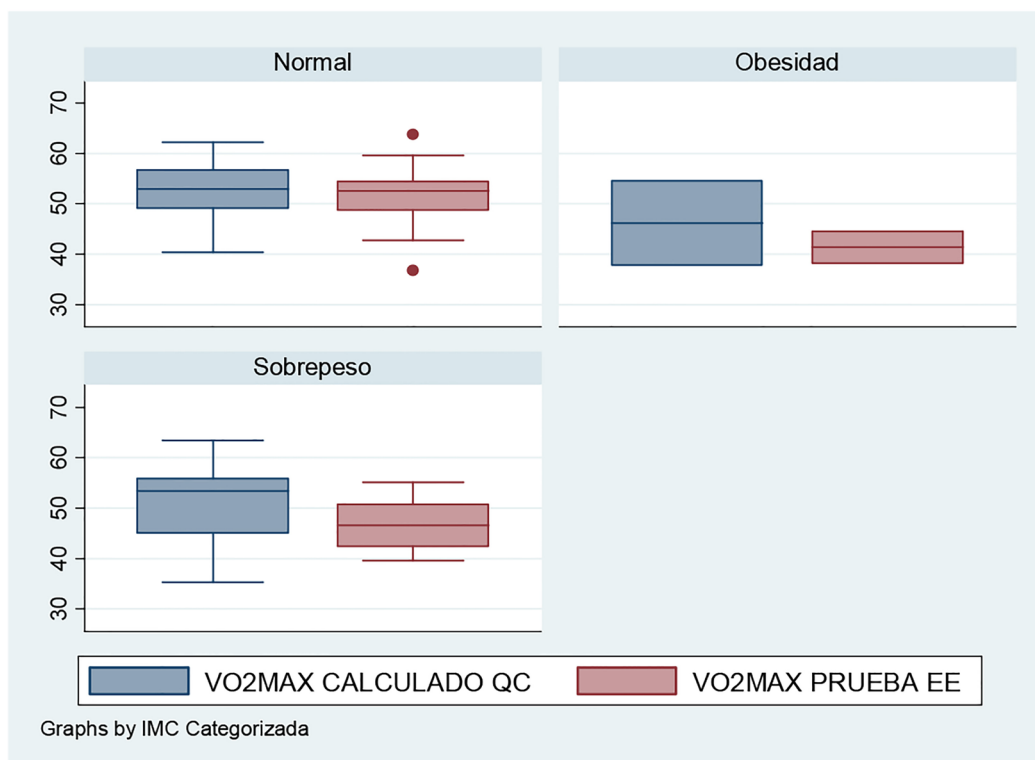


Figura 2. Resultados de VO2max Ergoespirometría y VO2max Queen's College Step Test con relación al índice de masa corporal.



■ DISCUSIÓN

El *Queen's College Step Test* como prueba alternativa a la ergoespirometría para determinar el Volumen de oxígeno (VO_2) ha sido recomendado por el ACSM por una razonable precisión y una fiabilidad aceptable prueba re prueba en la correlación de VO_2 y la frecuencia cardíaca de recuperación¹⁴; sin embargo, de acuerdo con el análisis estadístico del presente estudio se encontró como hallazgo principal una relación baja entre las pruebas en la población activa físicamente de los programas deportivos de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Aunque se conoce que existen variables que pueden influir en los resultados y que en el presente estudio se presentaron condiciones como la altura de Bogotá y el tipo de población, llama la atención que los resultados sean tan controversiales con los encontrados en la literatura.

Al encontrar que la correlación de las pruebas es débil y que a su vez los resultados obtenidos mediante el *Queen's College Step Test* sobreestiman los valores reales, hace controversial el uso de métodos de consultorio para la evaluación del VO_{2max} , teniendo en cuenta que estos métodos podrían generar errores en el análisis de resultados, la progresión de entrenamiento y el diagnóstico de enfermedades, tales como el síndrome de sobreentrenamiento o las lesiones por sobreuso, patología frecuente en este tipo de población, por no limitar adecuadamente los alcances de cada deportista⁸.

A su vez el presente estudio evidencia importantes novedades poco esperadas, como lo es encontrar individuos con sobrepeso y obesidad en programas deportivos de una universidad, ya que sería ideal que un deportista sea una persona con un peso y un físico adecuado, atlético y con una capacidad física superior al estándar de la población general.

Al analizar detenidamente el cruce de variables de índice de masa corporal con el del consumo máximo de oxígeno por ergoespirometría, evidenciamos que es de gran importancia estar en una relación peso/talla adecuada (índice de masa corporal normal), ya que, al combinarse con una vida activa y una actividad física regular, se encontrarán niveles mayores de VO_{2max} , lo que a su vez puede traducirse en un mejor rendimiento físico y una adecuada condición de vida.

Sin embargo, en función de los resultados de VO_{2max} podemos afirmar que la mayoría de los deportistas hombres de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud presentan una capacidad aeróbica por encima del promedio para la edad, que sumado con un óptimo entrenamiento y un adecuado control y seguimiento médico podría ser un punto a favor



y de gran importancia para estos deportistas de cara a las competencias nacionales.

Al comparar este estudio con estudios anteriormente realizados como lo son el de Mc Ardle¹⁴ y los de Chatterjee S y colaboradores^{15,16}, encontramos que la mayoría fueron realizados en población sedentaria y/o adultos mayores, cosa que difiere del nuestro ya que este fue realizado en individuos activos, deportistas y jóvenes, punto a tener en cuenta, ya que puede ser un factor predisponente para que no se encuentre una adecuada correlación; así mismo es importante recalcar que no se discrimino el tipo de deporte que realiza cada individuo, lo cual también podría generar un factor causal a los resultados obtenidos.

En relación a lo anterior, logramos concluir que una adecuada condición física es importante para mejorar la capacidad funcional de un individuo y a su vez podría ayudar en la prevención de enfermedades en la población general, que la prueba de *Queen College Step test* es una prueba simple que proporciona un estimado de la capacidad cardiorrespiratoria de los individuos; sin embargo, en la población masculina activa físicamente de los programas deportivos de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá-Colombia es una herramienta poco útil, al no presentar una adecuada correlación. A pesar de ser un estudio en una población específica genera resultados controversiales en la predicción del $VO_2\text{max}$, no recomendando su uso, por lo que se hace necesario realizar investigaciones futuras con el fin de evaluar la confiabilidad de este tipo de pruebas en nuestra población.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Varela M, Duarte C, Salazar I, Lema L, Tamayo J. Física y sedentarismo en Jóvenes Universitarios de Colombia: Prácticas, Motivos y Recursos realizarlas. Colombia Médica. 2011:9.
2. Gibbs BB, Hergenroeder AL, Katzmarzyk PT, Lee IM, Jakicic JM. Definition, measurement, and health risks associated with sedentary behavior. Med Sci Sports Exerc. 2015; 47(6):1295-300.
3. Organización mundial de la salud. Centro de prensa. Actividad física, Nota descriptiva N°384, consultado 2016 julio 17. Disponible <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>.
4. Vidarte-Claros JA, Vélez-Álvarez C, Parra-Sánchez JH. [Levels of sedentarism in the 18- to 60-year old population in Manizales, Colombia]. Rev Salud Pública (Bogotá). 2012; 14(3):417-28.



5. Guerrero N., Muñoz R., Muñoz A., Pabón J., Ruiz D., Sánchez D. Nivel de sedentarismo en los Estudiantes de Fisioterapia de la Fundación Universitaria María Cano, Popayán. . *Hacia la Promoción de la Salud* 2015; 20:13.
6. Cristi-Montero C, Rodríguez F. Paradoja: “activo físicamente pero sedentario, sedentario pero activo físicamente”. Nuevos antecedentes, implicaciones en la salud y recomendaciones. *Revista Médica de Chile*. 2014; 142:7.
7. Muros JJ, Cofre-Bolados C, Zurita-Ortega F, Castro-Sánchez M, Linares-Manrique M, Chacón-Cuberos R. Relación entre condición física, actividad física y diferentes parámetros antropométricos en escolares de Santiago (Chile). *Nutrición Hospitalaria*. 2016; 33:5.
8. Lopategui Corsino, E. (2013). Prescripción de ejercicio - delineamientos más recientes: American College of Sports Medicine (ACSM) – 2014. Disponible en: <http://www.saludmed.com/rxejercicio/rxejercicio.html> 2013.
9. Midgley AW, McNaughton LR, Polman R, Marchant D. Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports Med*. 2007; 37(12):1019-28.
10. Niño Hernández C. Estimación Del Consumo Máximo De Oxígeno Mediante Pruebas De Ejercicio Maximales Y Submaximales. *Movimiento Científico*. 2012; 6:12.
11. Poole DC, Wilkerson DP, Jones AM. Validity of criteria for establishing maximal O₂ uptake during ramp exercise tests. *Eur J Appl Physiol*. 2008; 102(4):403-10.
12. Saunders PU, Garvican-Lewis LA, Schmidt WF, Gore CJ. Relationship between changes in haemoglobin mass and maximal oxygen uptake after hypoxic exposure. *Br J Sports Med*. 2013; 47 Suppl 1:i26-30.
13. Ilarraza-Lomelí H. Cardiopulmonary exercise testing. *Arch Cardiol Mex*. 2012; 82(2):160-9.
14. McArdle WD, Katch FI, Pechar GS, Jacobson L, Ruck S. Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. *Med Sci Sports*. 1972; 4(4):182-6.
15. Chatterjee S, Chatterjee P, Mukherjee PS, et al. Validity of Queen’s College step test for use with young Indian men *British Journal of Sport Medicine*. 2004; 38:3.
16. Chatterjee S, Chatterjee P, Bandyopadhyay A. Validity of Queen’s College step test for estimation of maximum oxygen uptake in female students. *Indian Journal of Medical Research*. 2005; 121(1):5.
17. Perroni F, Cortis C, Minganti C, et al. Maximal oxygen uptake of Italian firefighters: Laboratory vs. field evaluations *Sport Sciences for Health*. 2013; 9:5.
18. Gore CJ, Clark SA, Saunders PU. Nonhematological mechanisms of improved sea-level performance after hypoxic exposure. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39(9):1600-9.
19. Magel, John y William McArdle. *Laboratory Experiments in Exercise Physiology*. New York: Queens College of the City University of New York, 1976. Pags. 39-45.



20. Fowler J., Cohen I. and Jarvis P. Practical Statistics for Field Biology. Chichester; Nueva York: Wiley 2009. Pag 132.