

**PRUEBA CARMINATTI'S VS. PRUEBA EN CICLOERGÓMETRO:
DIFERENCIAS EN EL PUNTO DE DEFLEXIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA
EN JUGADORES DE FUTSAL**

Aldo A. Vasquez-Bonilla¹**RESUMEN**

Introducción: Evaluar el rendimiento físico en deportistas a través de pruebas de esfuerzo siempre es de interés por los médicos y preparadores físicos para el control del entrenamiento, el objetivo de este estudio es analizar las diferencias en una prueba de campo intermitente (prueba Carminatti's) y una prueba de laboratorio tradicional a través de la estimación del umbral anaeróbico medida por el punto de deflexión de la frecuencia cardiaca (PDFC). Método: La muestra fueron 16 jugadores hondureños de la selección universitaria de futsal. se realizaron mediciones indirectas de metabolismo energético y composición corporal, además la valoración de la frecuencia cardiaca durante las dos pruebas. Se utilizó la prueba kruskal-wallis, y correlación de spearman para la comparación y relación entre variables. Resultados: Durante la prueba Carminatti's el PDFC es mayor que una prueba en cicloergometro ($170 \pm 14,7$ ppm vs. $177 \pm 15,9$ ppm $P < 0,01$). También se encontró que el peso muscular (kg) afectan el PDFC durante la prueba de Carminatti's 12 (Km/h) ($r = -0,79$ $P < 0,05$), asimismo el PDFC en la prueba en cicloergómetro es afectado por el índice de masa corporal 185(w) ($r: -0,62/p: 0,02$). Conjuntamente, el PDFC está relacionado con el consumo de oxígeno máximo obtenido en la prueba de cicloergómetro ($r = 0,74$ $P < 0,03$). Conclusiones: Se presenta la prueba de Carminatti's como una prueba específica, eficaz y de bajo coste para valorar el rendimiento físico mediante PDFC en jugadores universitarios de futsal.

Palabras claves: Consumo de oxígeno máximo. Composición corporal. Rendimiento físico. Umbral anaeróbico.

1-Departamento de Educación Física, Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, San Pedro Sula, Honduras.

ABSTRACT

Test Carminatti's vs. Cycle ergometer test: differences in the deflection point of the heart rate in futsal players

Background: Assessment the physical performance in athletes through stress tests is always of interest to doctors and trainers for the control training, the aim of this study is to analyze the differences in an intermittent field test (Carminatti's test) and a traditional laboratory test through the estimation of the anaerobic threshold measured by the deflection point of the heart rate (PDFC). Method: The sample was 16 Honduran players from the futsal university team. Indirect measurements were made of energy metabolism and body composition, as well as the assessment of heart rate during the two tests. The kruskal-wallis test and the Spearman correlation was used for the comparison and relationship between variables. Results: During the Carminatti's test the PDFC is greater than a cycle ergometer test ($170 \pm 14,7$ ppm vs. $177 \pm 15,9$ ppm $P < 0,01$). It was also found that the muscle weight (kg) affect the PDFC during the Carminatti's test 12 (Km / h) ($r = -0.79$ $P < 0.05$), also the PDFC in the cycle ergometer test is affected by body mass index 185 (w) ($r: -0.62 / p: 0.02$). Together, the PDFC is related to the maximum oxygen consumption obtained in the cycle ergometer test ($r = 0.74$, $P < 0.03$). Conclusions: The Carminatti's test is presented as a specific, effective and low-cost test to evaluate the performance through PDFC in futsal university players.

Key words: Maximum oxygen consumption. Body composition. Physical performance. Anaerobic threshold.

E-mail:
aldovasquez1994@hotmail.com

Correspondencia del autor:
Aldo Vasquez
Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán. San Pedro Sula, Honduras.

INTRODUCCIÓN

La capacidad cardiovascular de un deportista podría ser uno de los mejores parámetros para evaluar la condición física (García-Tabar, Izquierdo y Gorostiaga, 2017) ya que se puede detectar anomalías y aciertos en el sistema nervioso autónomo con la respuesta cardíaca ante el ejercicio (Drezner y colaboradores, 2013), además de ser un parámetro para identificar zonas de entrenamiento y la estimación de los principales índices fisiológicos de la aptitud aeróbica en los deportistas de equipo (Dittrich y colaboradores, 2011).

Es fundamental identificar respuestas fisiológicas para individualizar el entrenamiento y mejorar la potencia aeróbica en jugadores de fútbol ya que existen estudios donde se han valorado diferentes test físicos en deportistas (Cleary y colaboradores, 2011; Da Silva y colaboradores, 2011; García-Tabar y colaboradores, 2015) a través de la frecuencia cardíaca al esfuerzo, lo cual parece ser un buen candidato para determinar el rendimiento en diferentes deportistas.

En el 2011 se publica el estudio de Dittrich (Dittrich y colaboradores, 2011) donde realizó una prueba de campo intermitente y de carrera progresiva denominado test Carminatti's (TCAR) que utiliza la frecuencia cardíaca para valorar la potencia aeróbica y umbrales de entrenamientos a través de la técnica punto de deflexión de la frecuencia cardíaca (PDFC), propuesto por Conconi (Conconi y colaboradores, 1982) basado en la relación entre la frecuencia cardíaca (FC), la intensidad del esfuerzo y la velocidad en que ocurre un punto de ruptura de la linealidad, este fenómeno se asocia al umbral anaeróbico (Grazzi y colaboradores, 2005). "Estos mismos autores proponen estudios que examinen el potencial de TCAR para la evaluación de la aptitud aeróbica en jugadores de deportes de equipo, de diferentes niveles de condición física y género sobre todo en la pretemporada."

Otro factor que contempla en el rendimiento durante pruebas de esfuerzo es el metabolismo energético, que se pueden medir con el consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_{2max}$), esta medición puede ser indirecta y han demostrado ser válidas en el campo científico de la fisiología del ejercicio (Koutlianos y colaboradores, 2013). Estas mediciones pueden obtenerse por medio de la frecuencia cardíaca en diferentes grupos con gran

precisión, después de ajustarlo a un modelo por edad, sexo, masa corporal y estado físico (Keytel y colaboradores, 2005).

Por lo tanto, los objetivos del estudio son describir, comparar y correlacionar las variables fisiológicas, metabólicas, composición corporal con el PDFC durante una versus la prueba T-CAR versus prueba incremental máxima en cicloergómetro en jugadores universitarios de fútbol.

MATERIALES Y METODOS

Participantes

En la investigación participaron 16 jugadores hondureños, reclutados de la selección universitaria de fútbol lobos UPNFM de la ciudad de San Pedro Sula. La media fue (edad: $21 \pm 4,2$ años, talla: $171,9 \pm 6,9$ cm, masa corporal $70,3 \pm 11,4$ kg y grasa corporal $10,1 \pm 2,5\%$). Firmaron un consentimiento informado por escrito del protocolo de acción previo a la realización de las pruebas. Para este estudio se siguió los principios de declaración de Helsinki.

Mediciones e instrumentos

Composición corporal: La altura del cuerpo se midió usando un estadiómetro de un pie (SECA, Alemania) con una precisión de 1 mm. El peso corporal se midió con una báscula seca de 225 kg (Alemania), aprox. 0,1 kg, y luego se obtuvo el índice de masa corporal (IMC). El índice cintura-cadera (ICC) se midió con una cinta métrica (SECA 20, Alemania). Para obtener el porcentaje de grasa se midieron los pliegues (tríceps, subescapular, abdomen, cresta-suprailíaca, pierna y muslo) con la fórmula de Yuhaz de 1974 % de grasa = $(0,1051 \times \text{sum de pliegues}) + 2,585$ y el % muscular tomando de referencia los permitidos corregidos de los pliegues cutáneos, donde se utilizó la fórmula de Lee 2000 % Masa muscular (kg) = $\text{Talla} \times (0,00744 \times \text{PBC}^2 + 0,00088 \times \text{PMC}^2 + 0,00441 \times \text{PGC}^2) + (2,4 \times \text{Sexo}) - 0,048 \times \text{Edad} + \text{Etnia} + 7,8$. Las medidas están estandarizadas de acuerdo con los criterios del grupo español de cineantropometría de la Federación Española de Medicina Deportiva (GREC-FEMEDE) (Alvero Cruz y colaboradores, 2009) para atletas masculinos y las técnicas propuestas por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropometría (ISAK).

Prueba incremental máxima en cicloergómetro

Los sujetos realizaron una prueba incremental máxima hasta el agotamiento en un cicloergómetro (ergometrics 900, ergoline Alemania) que mide la potencia (vatios) y tiempo. Se les pidió que mantuvieran una velocidad de pedaleo entre 60 y 75 revoluciones por minuto (rpm). El protocolo consistió en un calentamiento a 35 vatios durante 5 minutos, luego comienza la prueba a 65 vatios y con incrementos de 25 vatios cada 3 minutos. Se realizó la recuperación a 50 vatios durante tres minutos. Se midió la frecuencia cardíaca cada minuto con un monitor de FC portátil (Polar® S810i) desde el inicio de la prueba hasta el final.

Consumo máximo de oxígeno (VO₂max): El consumo de oxígeno se midió de manera indirecta con las ecuaciones de la American College of Sports Medicine (ACSM-modificadas) descritas en el estudio de Silva y Araújo (2015) fórmulas para Hombres: (carga final / peso) x 10,791 + 7, y Mujeres: (carga final / peso) x 9,820 + 7.

Equivalente Metabólico de Actividad (Mets): Un MET también se define como 3.5 ml de Oxígeno por Kg de masa corporal, por minuto (Ainsworth y colaboradores, 2011). Un litro de oxígeno consumido equivale 5 Kilocalorías (Hoeger y Hoeger, 2015). Para la medición de la frecuencia cardíaca máxima teórica se utilizó la fórmula de (F_{cmax}= 220 – edad) y para valorar las diferentes intensidades se utilizó el % frecuencia cardíaca de entrenamiento equivale al %consumo máximo de oxígeno de reserva (Swain y colaboradores, 1998).

Prueba de Carminatti (T-CAR)

Primero se realizó una entrada en calor de 10 min que consistió en una carrera ligera y 5 min de movilidad articular junto con estiramiento. El protocolo consistió en etapas intermitentes de 90 segundos de carrera de ir y volver donde la distancia inicial de 15 metros se completó en 12 segundos (9 km·h⁻¹). En las etapas subsiguientes se adicionó una distancia de 1 metro (0,6 km·h⁻¹). Entre cada etapa, se realizó una pausa con caminata de 6 segundos en una línea adicional de 2,5 metros. Las carreras y las pausas fueron controlados mediante señales de audio pregrabado (Da Silva y colaboradores, 2011).

Al final de cada etapa, se registró la frecuencia cardíaca (FC) con un monitor de FC portátil (Polar® S810i). La prueba termina cuando los participantes no siguen siguieron las señales de audio en la línea de frente durante 2 repeticiones sucesivas (criterios objetivos determinados por los observadores). Puntos de transición de umbral aeróbico y anaeróbico a través de la técnica D_{máx} de la Frecuencia Cardíaca.

Para la identificación de los puntos se registró la frecuencia cardíaca en función de la velocidad (pulsaciones por minuto (ppm)-1 x velocidad (km.h⁻¹)); los valores fueron ajustados por medio de una función polinomial de tercer grado y por una ecuación lineal de primer grado, siendo estas derivadas de los datos de cada individuo. A continuación, se obtuvieron las diferencias entre los valores de FC los cuales fueron graficadas en función de la velocidad. La mayor diferencia negativa fue considerada como el punto de inflexión de la FC (PIFC) y la mayor diferencia positiva fue considerada como el punto de deflexión de la FC (PDFC) (Cambri y colaboradores, 2008)

Procedimientos

Los deportistas acudieron al laboratorio de fisiología del ejercicio y polideportivo de la UPNFM-CURSPS, la temperatura y la humedad del aire se mantuvieron constantes (23-24°C, 50-60%) en el laboratorio, y en el polideportivo universitario (35°-39°C, 85-95%) Todas las pruebas se realizaron durante el periodo de pretemporada en el horario de entrenamiento a la misma hora del día (2:00 - 4:00 pm) para evitar la influencia de los ritmos circadianos.

La prueba incremental máxima de cicloergómetro fue realizada por un técnico de laboratorio y la prueba de Carminatti por el equipo técnico, ya que el procesamiento de los datos fue realizado por un experto en estadística para controlar los sesgos durante la investigación.

La primera sesión experimental consistió en medidas antropométricas para obtener la composición corporal, la segunda sesión experimental se realizó la prueba incremental máxima en el cicloergómetro para determinar el vo₂max, FC, kilocalorías (Kcal) y potencia aeróbica. La tercera sesión se realizó después de 5 días para poder minimizar la fatiga residual debido al entrenamiento y pruebas, el protocolo fue un esfuerzo máximo durante la prueba de campo intermitente (T-

CAR) para determinar los puntos de inflexión y deflexión de la frecuencia cardiaca. A cada participante se le animó verbalmente a hacer el máximo esfuerzo hasta el agotamiento voluntario en todas las pruebas.

Análisis estadístico

Los resultados de las pruebas se presentan como media \pm desviación estándar. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk ($n < 50$) para verificar si los datos presentaron distribución normal. Se utilizó la prueba Kruskal Wallis para muestras independientes y la correlación de spearman junto con el análisis de regresión lineal para encontrar un modelo explicativo. Los análisis se llevaron a cabo utilizando SPSS para Windows (SPSS v.22.0, Chicago, IL, EE.UU.). El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$ con intervalos de confianza del 95%.

RESULTADOS

En la figura 1 se describe los resultados de la FC por cada etapa con sus vatios correspondientes en la prueba en el

cicloergómetro y Km/h en la prueba T-CAR. Se puede observar en la prueba en cicloergómetro en las etapas 2 y 6 los puntos de transición de la FC (-) PIFC ($122 \pm 12,1$) y el (+) PDFC ($170,1 \pm 14,7$). También durante la prueba de campo T-CAR se observan los puntos de transición de la FC en las etapas 3 y 6 (-) PIFC ($141,1 \pm 17,2$) y el (+) PDFC ($176 \pm 15,1$). En la prueba T-CAR los puntos de inflexión y deflexión de la frecuencia cardiaca son mayores que en la prueba en cicloergómetro ($P < 0,01$), por lo tanto, es posible alcanzar FC mayores durante una prueba de campo intermitente.

La tabla 1 muestra la media \pm desviación estándar para la descripción de cada una de las variables de composición corporal y metabólicas que se obtienen durante la prueba en cicloergómetro (FCmax, FCR, Potencia, vo_{2max} , litros O_2 , MET, Kcal totales). El consumo de oxígeno $43,7 \pm 6$ ml/kg/min, se considera aceptable, pero difiere de deportistas de fútbol sala profesionales, esto afecta las demás variables ya que se han determinado indirectamente.

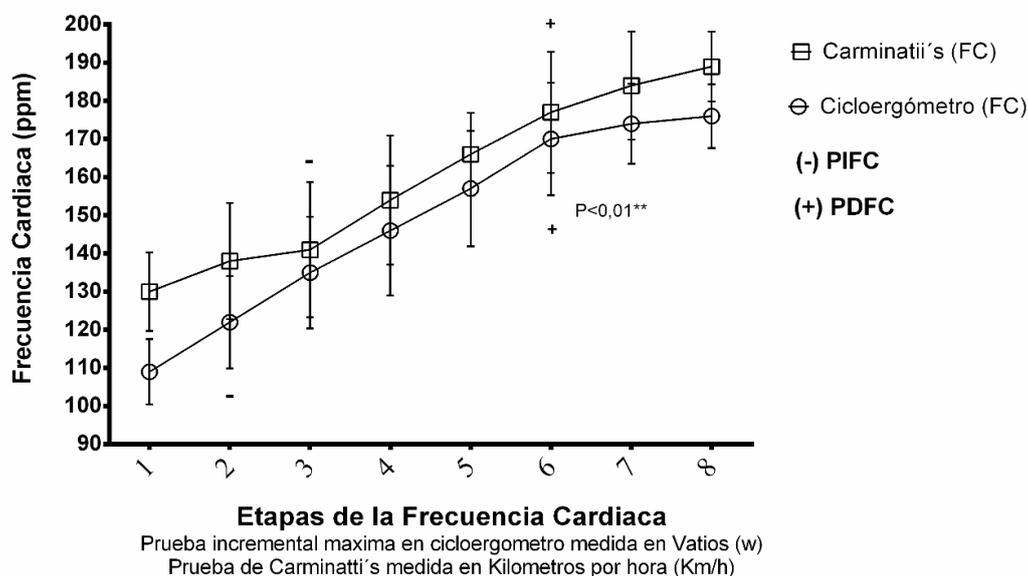


Figura 1. Descripción del punto de deflexión de la frecuencia cardiaca durante la prueba en cicloergómetro vrs prueba de carminatti's en jugadores universitarios de fútbol sala de la UPNFM.

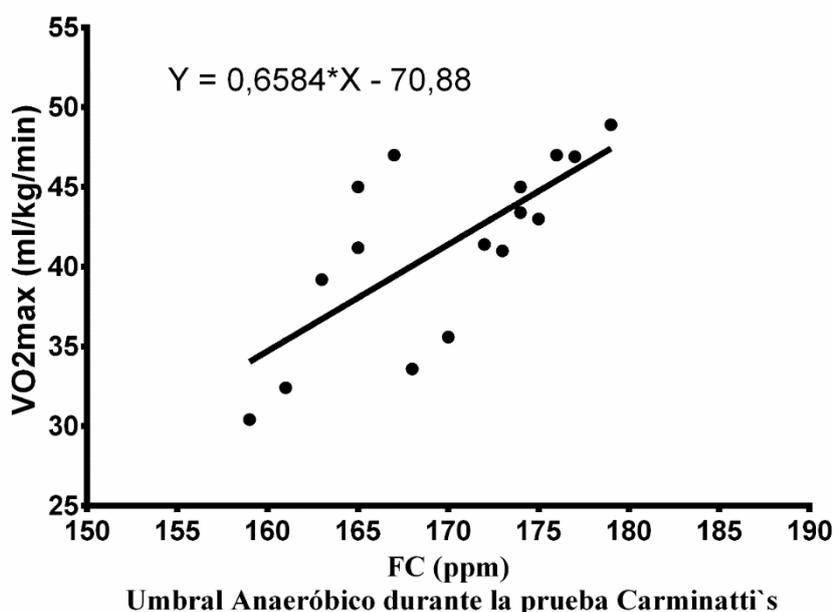
Tabla 1 - Variables fisiológicas, metabólicas y composición corporal en deportistas universitarios de futsal durante la prueba de esfuerzo en cicloergómetro.

Variables	Media	mínimo	máximo
Peso (kg)	70,3 ± 11,4	54,7	87,2
Índice de masa corporal (kg/m ²)	23,7 ± 3,5	19	30,8
Índice cintura-cadera	0,88 ± 0,20	0,80	1,20
Porcentaje de grasa %	10,1 ± 2,5	5,5	15,1
Porcentaje de musculo (kg)	31 ± 7,4	24,7	40,1
Frecuencia Cardiaca máxima teórica (ppm)	199 ± 2,4	193	202
Frecuencia Cardiaca de reposo (ppm)	74 ± 17,6	66	92
Frecuencia Cardiaca final (ppm)	178 ± 8,6	163	193
Potencia final (Watts)	197 ± 35	135	260
Consumo máximo de oxígeno (ml /kg /min)	43,7 ± 6	36	48,9
Litros de oxígeno totales (O2)	45,9 ± 8,1	31,4	60,4
Litros de oxígeno por minuto (L/min)	0,05 ± 0,0	0,05	0,06
MET	10,7 ± 1,73	8,2	13,4
Kilocalorías totales	229 ± 40,7	157	302,3
Kilocalorías por hora (Kcal/h)	749 ± 118,4	540	942,2
Kilocalorías por minuto (Kcal/m)	12 ± 1,97	9	15,7

Tabla 2 - Correlación entre la composición corporal y la frecuencia cardiaca durante las pruebas de esfuerzo.

Prueba incremental máxima en cicloergómetro								
Composición corporal	60 (w)	85 (w)	110 (w)	135 (w)	160 (w)	185 (w)	210 (w)	235 (w)
Peso	0,01	-0,45	-0,49	-0,59*	-0,45	-0,43	0,02	0,29
IMC	-0,01	-0,52	-0,57*	-0,68**	-0,54	-0,62*	-0,59*	-0,32
ICC	0,32	-0,01	-0,11	-0,09	0,03	-0,16	-0,35	-0,28
% GRASA	-0,01	-0,32	-0,29	-0,29	-0,35	-0,35	-0,08	-0,07
Peso muscular(kg)	0,32	0,02	0,04	0,04	0,23	0,28	-0,04	-0,06

Prueba de carminatti								
Composición Corporal	9 (Km/h)	9,6 (Km/h)	10,2 (Km/h)	10,8 (Km/h)	11,4 (Km/h)	12 (Km/h)	12,6 (Km/h)	13,2 (Km/h)
Peso	0,28	0,20	0,19	0,12	0,04	0,10	-0,57	-0,20
IMC	0,18	0,08	0,09	0,03	-0,04	0,07	-0,14	-0,98
ICC	0,06	-0,11	0,03	-0,02	0,04	0,25	0,17	0,23
% GRASA	0,73*	0,65	0,67	0,67	0,66	0,69	0,45	0,50
Peso muscular (kg)	-0,89**	-0,88**	-0,88**	-0,83*	-0,85*	-0,79*	0,70	0,86

**Figura 2.** Correlación entre el punto de deflexión de la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno máximo en jugadores de futsal

En la tabla 2 se presentan los valores del coeficiente No paramétrico (r) de Spearman para mostrar la fuerza de correlación bivariada entre las variables. Se puede observar que entre un IMC mayor más bajo será el valor de FC por cada etapa. Durante la prueba T-CAR entre más alto el peso muscular más bajo será el valor de la FC por etapas en los deportistas universitarios de futsal.

En la figura 2 se muestra una correlación positiva fuerte entre el punto de PDFC (umbral anaeróbico) durante la prueba T-CAR y el VO_2 max evaluado a través de la prueba en cicloergómetro ($r = 0,74$; P valor $0,03$). Se presenta la siguiente ecuación con un modelo de regresión lineal para calcular el vo_{2max} a través del método conconi durante la prueba Carminatti ($VO_2 \text{ max} = 0,6584 \cdot UA - 70,88$; r cuadrado: $0,49$; ICC: inferior $0,27$ a $1,03$ superior), donde UA es el umbral anaeróbico evaluado por el punto de deflexión de la frecuencia cardíaca.

DISCUSIÓN

Este estudio comparo las diferencias mostradas en el rendimiento a través del perfil de la frecuencia cardíaca durante dos pruebas de esfuerzo físico en jugadores universitarios de futsal, además de estimar el VO_{2max} con un modelo explicativo durante una prueba T-CAR. La estimación de PDFC se puede utilizar como un método simple y práctico para determinar el umbral anaeróbico, (Da-Rosa y colaboradores, 2008) lo propone para estudios en pruebas intermitentes con el fin de medir efectos en el entrenamiento.

Investigaciones han demostrado que el punto de desviación de la linealidad de la frecuencia cardíaca puede ser un predictor preciso del umbral anaeróbico (Vucetic y colaboradores, 2014), independientemente del protocolo utilizado. La circunstancia es que este estudio el punto de inflexión y deflexión de la frecuencia cardíaca son mayores en una prueba intermitente de campo (T-CAR) que en una prueba continua de cicloergómetro, esto podría verse reflejado en el estudio (Shaw y colaboradores, 2012) donde se encontró frecuencias cardíacas mayores en un test de campo que las registradas en un test de laboratorio, asimismo el estudio de (García, Nieto y Arango, 2012) se encontró diferencias al comparar los PDFC entre el test de campo y el de laboratorio en un mismo individuo.

De esta manera se refleja que es preferible utilizar pruebas de campo ya que nos brinda la ventaja de llevar resultados al entrenamiento, sin embargo, no es concluyente evitar las pruebas tradicionales de laboratorio si se evalúan de manera directa podría tener una gran precisión en otros parámetros.

De acuerdo con los resultados de la relación inversa del IMC con la FC en deportes intermitentes, se explican en el estudio de (Mazaheri y colaboradores, 2016), donde el IMC obtuvo un efecto moderado con la FC en reposo ($r = -0,34$) y pequeña con FC Máxima ($r = -0,23$), bajo nuestro conocimiento este es el primer estudio que compara 2 pruebas por cada una de las etapas en futbolistas.

Otro estudio mostro que el VO_2 max es afectado por el IMC (r : $-0,49$) de los futbolistas (Cardenal Daza y Quintero Salas, Eider de Jesús, 2016) y en jóvenes deportistas ($r = -0,5$ $p = 0,002$) (Hanifah y colaboradores, 2013). Otros estudios manifiestan que los atletas que tienen un porcentaje de grasa menor pueden alcanzar un mejor rendimiento (Houck y colaboradores, 2017).

Por tal razón, las cualidades físicas de las futbolistas relacionadas con la potencia aeróbica se asocian con la composición corporal encontrando un alto perfil muscular y una baja adiposidad (Brocherie y colaboradores, 2014), sobre todo en sujetos con un mayor componente muscular en las extremidades inferiores (Siegel Tike y colaboradores, 2015). Esto explica porque el obtener una mayor masa muscular total y influirá en el VO_2 max a través de un PDFC y se correlacionan de manera negativa en el T-CAR.

Por otro lado, en la investigación de (Baker y colaboradores, 2017) se propuso utilizar el PDFC para expresar el VO_2 max además los proponen como un mejor predictor del rendimiento de carrera que simplemente la frecuencia cardíaca.

Uno de los últimos análisis de regresión donde se valoró el vo_{2max} y el umbral anaeróbico en un protocolo de bruce ($p \leq 0,03$; $r = 0,60$) con un modelo predictivo: $y = 37,2 + 0,38(x)$ (Brown, Crawford y Carper, 2016), donde x es el umbral anaeróbico, este estudio evaluó el umbral de manera directa, pero en nuestra ecuación se puede encontrar (r : $0,74$; $p < 0,03$) donde se muestra una correlación positiva más fuerte. Esto demuestra la importancia que brindo este estudio al determinar el PDFC y la generación

para encontrar el VO₂ max ya que Wolański lo propone para evaluación en jugadores de futsal no solo durante la pretemporada, si no también durante los partidos consecutivos ya que en el futsal se puede reducir la intensidad del esfuerzo a medida avanza el torneo (Wolański y colaboradores, 2017).

Una de las limitaciones del estudio es que se contó con poca muestra por lo tanto el modelo de regresión podría ser específico para esta población de deportistas universitarios. Al ser estudiantes universitarios, se considera un deporte semiprofesional ya que existen desviaciones en cuanto la composición corporal y FC, esto afecta el nivel de condición física de algunos individuos. Se recomienda ampliar el estudio con un diseño longitudinal para ver los cambios y adaptaciones cardiacas de los entrenados.

También valorar de manera directa a través de un analizador de gases para observar otras variables fisiológicas como el consumo de oxígeno, consiente respiratorio (rer), bióxido de carbono (CO₂), además del gasto cardiaco, hemoglobina y hematocrito para relacionar con otras variables.

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que la evaluación del rendimiento mediante el punto de deflexión de la frecuencia cardiaca es mayor en la prueba T-CAR en comparación con la prueba en cicloergómetro, ya que el rendimiento cardiovascular puede ser afectado por el índice de masa corporal durante la prueba de cicloergómetro y el peso muscular afecta la frecuencia cardiaca durante la prueba T-CAR.

También se presenta la siguiente ecuación para el cálculo indirecto del vo₂max a través del punto de deflexión de la frecuencia cardiaca durante una prueba intermitente (VO₂ max=0,6584*UA-70,88) en deportistas universitarios de futsal.

REFERENCIAS

1-Ainsworth, B. E.; Haskell, W. L.; Herrmann, S. D.; Meckes, N.; Bassett, D. R.; Jr, Tudor-Locke, C.; Leon, A. S. 2011 compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 43. Num. 8. 2011. p. 1575-1581. DOI: doi:10.1249/MSS.0b013e31821ece12

2-Alvero Cruz, J.; Cabañas Armesilla, M.; Herrero de Lucas, A.; Martínez Ríaza, L.; Moreno Pascual, C.; Porta Manzañido, J.; Sirvent Belando, J. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. documento de consenso del rupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos De Medicina Del Deporte*. Num. 131. 2009. p. 166-179.

3-Baker, K. M.; Church, D.; La Monica, M. B.; Beyer, K. S.; Hoffman, J. R. Mathematical modeling and expression of heart rate deflection point using heart rate and oxygen consumption. *International Journal of Exercise Science*. Vol. 10. Num. 4. 2017. p. 592-603.

4-Brocherie, F.; Girard, O.; Forchino, F.; Al Haddad, H.; Dos Santos, G. A.; Millet, G. P. Relationships between anthropometric measures and athletic performance, with special reference to repeated-sprint ability, in the qatar national soccer team. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 32. Num. 13. 2014. p. 1243-1254.

5-Brown, K.; Crawford, D.; Carper, M. Predicting maximal oxygen consumption (vo₂max) from anaerobic treadmill test time. Paper presented at the *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*. Vol. 11. Num. 4. 2016.

6-Cambri, L. T.; Foza, V.; Nakamura, F. Y.; de Oliveira, F. R. Freqüência cardíaca e a identificação dos pontos de transição metabólica em esteira rolante. *Journal of Physical Education*. Vol. 17. Num. 2. 2008. p. 131-137.

7-Cardenal Daza, J. E.; Quintero Salas, Eider de Jesús. Evaluación del VO₂ max y composición corporal en futbolistas pre juveniles de la academia de fútbol comfenalco santander, 2016.

8-Cleary, M. A.; Hetzler, R. K.; Wages, J. J.; Lentz, M. A.; Stickley, C. D.; Kimura, I. F. Comparisons of age-predicted maximum heart rate equations in college-aged subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num. 9. 2011. p. 2591-2597. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182001832

9-Conconi, F.; Ferrari, M.; Ziglio, P. G.; Droghetti, P.; Codeca, L. Determination of the

anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*. Vol. 52. Num. 4. 1982. p. 869-873.

10-Da Silva, J. F.; Guglielmo, L. G.; Carminatti, L. J.; De Oliveira, F. R.; Dittrich, N.; Paton, C. D. Validity and reliability of a new field test (carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 29. Num. 15. 2011. p.1621-1628.

11-Da-Rosa, R. F.; Carminatti, L. J.; Della Giustina, R.; De-Oliveira, F. R. Ponto de deflexão da frequência cardíaca obtida no teste de resistência específica intermitente de futsal (TREIF). *Lecturas: Educación Física Y Deportes*. Vol. 13. Num. 122. 2008.

12-Dittrich, N.; da Silva, J. F.; Castagna, C.; de Lucas, R. D.; Guglielmo, L. G. Validity of carminatti's test to determine physiological indices of aerobic power and capacity in soccer and futsal players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25. Num. 11. 2011. p. 3099-3106. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182132ce7

13-Drezner, J. A.; Fischbach, P.; Froelicher, V.; Marek, J.; Pelliccia, A.; Prutkin, J. M.; Vetter, V. L. Normal electrocardiographic findings: Recognising physiological adaptations in athletes. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 47. Num. 3. 2013. p. 125-136. DOI: 10.1136/bjsports-2012-092068

14-Garcia-Tabar, I.; Izquierdo, M.; Gorostiaga, E. M. On-field prediction vs monitoring of aerobic capacity markers using submaximal lactate and heart rate measures. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. Vol. 27. Num. 5. 2017. p. 462-473.

15-García, J. C. G.; Nieto, D. C.; Arango, J. C. A. Determinación de correlaciones entre el consumo máximo de oxígeno y el punto de deflexión de la frecuencia cardíaca de una prueba de campo y de una prueba de laboratorio en adolescentes. *Lecturas: Educación Física Y Deportes*. Num. 170. 2012. p. 9-15.

16-Garcia-Tabar, I.; Llodio, I.; Sanchez-Medina, L.; Ruesta, M.; Ibanez, J.; Gorostiaga, E. M. Heart rate-based prediction of fixed blood lactate thresholds in professional team-

sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 29. Num. 10. 2015. p.2794-2801. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000957 [doi]

17-Grazzi, G.; Casoni, I.; Mazzoni, G.; Uliari, S. Protocol for the conconi test and determination of the heart rate deflection point. *Physiological Research*. Vol. 54. Num. 4. 2005. p.473.

18-Hanifah, R. A.; Mohamed, M. N. A.; Jaafar, Z.; Mohsein, N. A. A.; Jalaludin, M. Y.; Majid, H. A.; Su, T. T. The correlates of body composition with heart rate recovery after step test: An exploratory study of malaysian adolescents. *PLoS One*. Vol. 8. Num. 12. 2013. p.e82893.

19-Hoeger, W. W.; Hoeger, S. A. *Principles and labs for fitness and wellness* Cengage Learning. 2015.

20-Houck, J.; Bosak, A.; Carver, C.; Smith, A.; Sokoloski, M. Assessing the relationship between body composition and 50-km running performance. Paper presented at the International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings. Vol. 9. Num. 5. 2017.

21-Keytel, L.; Goedecke, J.; Noakes, T.; Hiilloskorpi, H.; Laukkanen, R.; Van der Merwe, L.; Lambert, E. Prediction of energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 23. Num. 3. 2005. p.289-297.

22-Koutlianos, N.; Dimitros, E.; Metaxas, T.; Cansiz, M.; Deligiannis, A.; Kouidi, E. Indirect estimation of VO₂max in athletes by ACSM's equation: Valid or not? *Hippokratia*. Vol. 17. Num. 2. 2013. p. 136-140.

23-Mazaheri, R.; Halabchi, F.; Seif Barghi, T.; Mansournia, M. A. Cardiorespiratory fitness and body composition of soccer referees; do these correlate with proper performance? *Asian Journal of Sports Medicine*. Vol. 7. Num. 1. 2016. p. e29577. DOI: 10.5812/asjms.29577

24-Shaw, B. S.; Shaw, I.; Brown, G. A.; Semin, K.; Stahlnecker, I.; Alvah, C.; Heelan, K. Discrepancia entre las medidas de la frecuencia cardíaca máxima obtenidas en el entrenamiento, la competencia y el laboratorio

en corredores de fondo de la división 2 de la NCAA. *PubliCE Standard*. 2012.

25-Siegel Tike, P.; Rosales Soto, G.; Herrera Valenzuela, T.; Durán Agüero, S.; Yáñez Sepúlveda, R. Parámetros de composición corporal y su relación con la potencia aeróbica máxima en ciclistas recreacionales. *Nutrición Hospitalaria*. Vol. 32. Num. 5. 2015.

26-Silva, C. G.; Araújo, C. G. S. Sex-specific equations to estimate maximum oxygen uptake in cycle ergometry. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia*. Vol. 105. Num. 4. 2015. p. 381-389.

27-Swain, D. P.; Leutholtz, B. C.; King, M. E.; Haas, L. A.; Branch, J. D. Relationship between % heart rate reserve and % VO₂ reserve in treadmill exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 30. Num. 2. 1988. p. 318-321.

28-Vucetic, V.; Sentija, D.; Sporis, G.; Trajkovic, N.; Milanovic, Z. Comparison of ventilation threshold and heart rate deflection point in fast and standard treadmill test protocols. *Acta Clinica Croatica*. Vol. 53. Núm. 2. 2014. p.190-203.

29-Wolański, P.; Muracki, J.; Goliński, D.; Nosal, J.; Bakońska-Pacoń, E.; Murawska-Ciałowicz, E. The intensity and energy expenditure of exertions, restitution speed, and rate of perceived exertion after tournament matches in polish futsal players. *Human Movement*. Vol. 18. Num. 1. 2017. p. 58-66.

Conflicto de intereses

El autor declara que no poseen conflicto de intereses.

Recebido para publicação em 16/10/2018

Aceito em 06/01/2019