

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE DEPORTES
EXTENSIÓN TIJUANA



NOMBRE DE LA TESIS:

“Prueba 20m Shuttle Run, protocolo Intermitente vs Continuo en estudiantes de la Facultad de Deportes, Tijuana”

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

PRESENTA:

C. Juan José Montaña Morales

Director de Tesis: Dr. Luis Mario Gómez Miranda

Codirectora de Tesis: M.P. Melinna Ortiz Ortiz

Tijuana, Baja California, 19 de Mayo de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE DEPORTES
EXTENSIÓN TIJUANA

**“Prueba 20m Shuttle Run, protocolo Intermitente vs Continuo en estudiantes de la
Facultad de Deportes, Tijuana”**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE**

PRESENTA:

C. Juan José Montaña Morales

COMITÉ DE GRADO

Dr. Luis Mario Gómez Miranda

PRESIDENTE

M.P. Melinna Ortiz Ortiz

SECRETARIO

Mtro. José Juan Calleja Núñez

VOCAL

Mtro. Roberto Espinoza Gutiérrez

VOCAL

Mtra. Elena Cecilia Guzmán Gutiérrez

VOCAL

Tijuana, Baja California, 19 de Mayo de 2017

Copyright © 2017

Juan José Montaña Morales

Derechos Reservados

DEDICATORIA

Con amor para mis padres que me han brindado la oportunidad de estudiar, en especial para mi Madre que es mi más grande orgullo y motivación para lograr toda meta que me propongo y que me ha enseñado a aprovechar cada día de mi vida para ser una mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco a todas las personas que estuvieron presentes en este gran proceso de mi vida, una etapa llena de nuevas experiencias, aprendizajes y obstáculos a superar, teniendo su apoyo incondicional como respaldo y con gran determinación poder cumplir una de las metas trazadas en mi vida, la superación personal al convertirme en un profesionalista con valores.

A mis padres les agradezco por el gran apoyo que me han brindado día a día, no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todas y cada una de ellas a lo largo de mi existencia. Ustedes son un gran pilar en mi vida, nunca me han dejado caer y siempre me alientan a seguir logrando todo lo que me propongo.

A un gran amigo, Juan Bautista Cruz por su gran apoyo en este proceso, por animarme y motivarme a la titulación por tesis, y sobre todo por la presión constante con la que me alentó para no dejar a un lado el trabajo sobre la tesis hasta lograr terminarla. Al igual quiero agradecer a una gran amiga Angel Muñoz Chavarín, quien siempre estuvo ahí para apoyarme y aconsejarme.

Muy especialmente quiero agradecer a una gran persona, mi tutor el Dr. Luis Mario Gómez Miranda, por todo el apoyo brindado en el transcurso de este gran proyecto, quien me aconsejó y me llevo paso a paso hasta lograr el objetivo, terminar este estudio.

Mil gracias a todos.

El presente estudio fue realizado en las instalaciones de la Facultad de Deportes, extensión Tijuana de la Universidad Autónoma de Baja California, bajo la dirección del Dr. Luis Mario Gómez Miranda y la Co-Dirección de la M.P. Melinna Ortiz Ortiz

Índice

RESUMEN	1
<u>Capítulo 1. Introducción</u>	2
1.1 <u>Marco teórico</u>	3
1.2 <u>Antecedentes</u>	10
1.3 <u>Planteamiento del problema</u>	12
1.4 <u>Pregunta de Investigación</u>	13
1.5 <u>Justificación</u>	14
1.6 <u>Hipótesis</u>	14
1.7 <u>Objetivos</u>	15
<u>Capítulo 2. Método</u>	16
<u>2.1 Muestra</u>	17
<u>2.2 Diseño de investigación y variables de estudio</u>	17
<u>2.3 Procedimiento</u>	18
<u>2.4 Análisis estadístico</u>	20
<u>Capítulo 3. Resultados</u>	21
<u>Capítulo 4. Discusión</u>	24
<u>Capítulo 5. Conclusiones</u>	27
<u>Recomendaciones</u>	29
<u>Referencias</u>	30
<u>Anexos</u>	32
<u>Anexo A</u>	33
<u>Anexo B</u>	34

Resumen

Objetivo: Identificar las respuestas fisiológicas al esfuerzo de una prueba de campo, 20 metros shuttle run test (20m-SRT) con dos protocolos, intermitente y continuo, en un grupo de estudiantes universitarios de la Facultad de Deportes campus Tijuana, a través de la medición de la frecuencia cardíaca (FC) y estimación del consumo de oxígeno (VO_2). **Metodología:** El presente estudio tiene un diseño transversal; comparativo entre dos protocolos distintos de un mismo test de esfuerzo máximo para determinar la capacidad aerobia entre dos pruebas de campo, 20m-SRT Intermitente (PI) y 20m-SRT Continuo (PC). Todos los participantes firmaron una carta de consentimiento voluntario en la que aceptaron participar en el estudio. Las variables fueron la FC y el VO_2 . Se aplicaron los dos test, se registró la FC cada minuto para compararlos entre sí y analizar su comportamiento durante el esfuerzo prescrito. Se determinó el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$) para contrastar la estimación de una prueba con otra. **Resultados:** Se reclutaron 23 alumnos de entre 19 y 28 años de edad (4 mujeres y 19 hombres) pertenecientes a la Facultad de Deportes de la UABC campus Tijuana. En el protocolo intermitente un promedio de $VO_{2\text{máx}}$ de 54.6 ± 4.8 ml/kg/min, mientras que en el protocolo continuo fue de 62.1 ± 9.7 ml/kg/min ($p=0.002$). Por otra parte, la $FC_{\text{máx}}$ fue de 194.7 ± 6.6 lat/min en el protocolo intermitente y de 195.4 ± 7.3 lat/min en el protocolo continuo ($p=0.74$). **Conclusión:** En el protocolo continuo se observó un $VO_{2\text{máx}}$ mayor que en el intermitente, mientras que la $FC_{\text{máx}}$ fue similar entre ambos test. Existe un mejor rendimiento en el PC.

Palabras claves: Consumo de Oxígeno, Frecuencia Cardíaca, 20m-SRT.

Capítulo 1. Introducción

1.1. Marco Teórico

La Capacidad Aeróbica (CA) se encarga de transportar cantidades de oxígeno (O_2) a los músculos de acuerdo a su requerimiento por medio del corazón y del sistema vascular. Ya que permite a nuestro cuerpo la realización de actividades o movimientos los cuales, impliquen la asociación de grandes grupos musculares, durante periodos extensos de tiempo como lo serian: correr, nadar, bailar, andar en bicicleta, y remar, entre muchas otras actividades (Martínez, 2002; James et al., 2005).

La CA es un elemento fundamental de la aptitud física, para la determinación del consumo de oxígeno (VO_2) al cardiovascular que se encarga de transportar el oxígeno, así mismo como de los productos de desecho, y por ultimo al sistema muscular para la adquisición tanto de energía como de oxígeno y con esto la fructificación de movimiento del aparato locomotor (James et al., 2005).

Existe una variedad de parámetros que delimitan la capacidad aeróbica de un sujeto, entre ellos están:

- 1) El consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$).
- 2) La frecuencia cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$).
- 3) La tasa de intercambio respiratorio (TIR).
- 4) La densidad de lactato de sangre (L). Y por último,
- 5) La escala subjetiva de captación del esfuerzo realizado (Escala de Borg).

El parámetro más utilizado y confiable debido a su eficiencia para la delimitación de la CA es el VO_2 máx (Barbero & Barbero, 2003; López & Fernández, 2006; Casajus et al., 2009; Wilmore & Costil, 2010; Hall et al., 2015).

Como se ha mencionado anteriormente, cualquier exigencia física moderada durante un plazo de tiempo extenso requiere de un suministro energético, tanto a nivel de musculatura esquelética, como del sistema cardiovascular. Por tal motivo, el VO_2 tiene una relación directa y positiva con el aporte de energía (Martínez, 2002; James et al., 2005).

Cuando el VO_2 es mayor, la síntesis de energía aeróbica se aumenta hasta llegar a los parámetros que determinan el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) o elaboración aeróbica máxima de energía. Es decir, el VO_2 máx., se define como la absorción absoluta de O_2 que el organismo es capaz de asimilar, trasladar y disipar por unidad de tiempo. La importancia del VO_2 máx., que nuestro cuerpo es capaz de asimilar, se debe a que es la representación de la suma total de energía utilizable para realizar una actividad que requiera de un máximo esfuerzo físico, a todo esto, el VO_2 máx se manifiesta usualmente en cantidades absolutas ($ml \times min$) o en cantidades referentes al equivalente de peso corporal del individuo ($ml \times kg \times min$) (Martínez, 2002; James et al., 2005; López & Fernández, 2006).

En cuanto a cómo poder determinar el VO_2 máx de un sujeto, existen diversas maneras; por un lado se encuentran las pruebas de laboratorio o pruebas ergométricas, mejor conocidas por ser un test de método directo el cual nos brinda resultados confiables del VO_2 máx. Como consecuencia a sus altos costos,

complejidad de elaboración y a que requiere cantidades significativas de material así como de personal especializado para su realización, se ha optado por utilizar las pruebas de campo gracias a su sencilla aplicación, la cual permite a los evaluadores la aplicación de dicho test a grandes grupos de personas, siguiendo una metodología apropiada para así obtener un resultado aún más concreto, ya que es aplicado en un contexto similar al lugar de la práctica deportiva (Martínez, 2002; Barbero & Barbero, 2003; López & Fernández, 2006; Flouris et al., 2010; Carminatti et al., 2013).

Por otro lado el VO_2 máx., no es el único parámetro que existe para poder determinar la resistencia de un individuo. La frecuencia cardíaca es el otro parámetro que se emplea continuamente, ya que es fundamental e importante para esta valoración, debido a que finalmente la respuesta al ejercicio está vinculada con el VO_2 máx (Duncan et al., 2005; López & Fernández, 2006; Metsios et al., 2008; Casajus et al., 2009; García et al., 2013; Velásquez, 2015).

Debido a que la frecuencia cardíaca (FC) responde a la intensidad del ejercicio de manera directa, y a que el corazón es el encargado de complacer las demandas del cuerpo por medio de la FC al efectuar un esfuerzo físico, éste es por consiguiente, el parámetro empleado para valorar la intensidad del esfuerzo de una demanda energética al instante de realizar una actividad física (Wilmore & Costil, 2010).

En resumen, se define como frecuencia cardíaca a la participación que debe realizar el corazón por medio de contracciones que ejerce el mismo, y así bombear la sangre hacia todos los órganos durante unidad de tiempo (latidos por minuto). De ahí que, para determinar o valorar la FC se debe medir durante unidad de tiempo. Calcularla

implica sencillamente registrar el pulso del individuo habitualmente en la zona radial o carotídea, los cuales pueden registrarse cronometrando desde los 6, 10, 15, 20, 30 segundos y por 1 minuto, de igual manera, así obtendremos un indicador razonable de lo que era la frecuencia cardíaca durante el lapso de actividad. Por otra parte la FC puede determinarse con un equipo de telemetría, con un electrocardiógrafo o con un pulsómetro (Martínez, 2002; James et al., 2003; Wilmore & Costil, 2010; Pino & Molina, 2013).

Finalmente se habla de la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx.}), que se denomina como la máxima estimación de la FC, la cual se logra a través de una carga de trabajo al límite hasta llegar al agotamiento. Tomando en cuenta lo anterior, la FC_{máx.} se puede valorar indirectamente a través de diversas fórmulas. La más utilizada para dicho cálculo, se basa en la edad del sujeto, debido a que la FC_{máx.} presenta una decadencia mínima pero constante de un latido por año que da comienzo de los 10 a los 15 años de edad. La fórmula a representar la decreta el American College of Sports Medicine (ACSM): FC_{máx.} (Estimada) = 220 – edad (en años) (Bouzas et al., 2010; Wilmore & Costill, 2010).

Pruebas de esfuerzo

Son pruebas para determinar la aptitud física (AF) de un sujeto utilizando como parámetros el VO₂_{máx.} y la FC. Existen diversas causas por las cuales es preciso realizar éstas evaluaciones, ya que existe un vínculo entre los elementos de la AF y la salud, gracias a esto se puede detectar claramente los elementos de la AF que se requieren desarrollar más. Con base a las pruebas de la AF se puede mejorar o

mantener los elementos de ésta, de igual manera es posible diseñar programas de entrenamiento fiables, brindando así la oportunidad de establecer los niveles de la AF de los evaluados, al registrar sus resultados para compararlos con pruebas más recientes, así mismo, si se brinda esta información al sujeto, cabe la posibilidad de influir en su confianza y auto motivación en relación a lo que está realizando (James et al., 2003; Jiménez, 2007).

Para la evaluación de la AF se requiere de pruebas confiables, comúnmente se utilizan dos tipos de prueba: las pruebas estándar o directas y las pruebas de predicción o de campo (Barbero & Barbero, 2003; James et al., 2005; Carminatti et al., 2013; Hall et al., 2015).

Las pruebas estándar son mejor conocidas como pruebas directas, ya que son consideradas como el protocolo predilecto por los científicos del ejercicio, debido a que es el método más válido, fiable y preciso; realizado por medio de un sistema de calorimetría indirecta y ergómetros, primordialmente en la banda sin fin; razón por la cual su metodología implica la movilización de grandes masas musculares (Barbero & Barbero, 2003; James et al., 2005; Hall et al., 2015).

Las pruebas de predicción comúnmente adoptaron el nombre de pruebas de campo, gracias a que son relativamente baratas, no requieren de mucho material y que pueden utilizarse para la evaluación de grandes grupos de personas, al mismo tiempo son las más utilizadas y requeridas por los profesionistas en el ámbito deportivo. Estas pruebas están diseñadas para su valoración o predicción indirectamente y sirven para estimar los resultados de una prueba estándar (Barbero & Barbero, 2003; James et al., 2005; Flouris et al., 2010).

Dos pruebas de campo que sirven para la valoración de la capacidad aeróbica en particular el VO_2 máx, son el test de Cooper y el test de Course Navatte de los 20m Shuttle Run (20m-SRT), en éste último se manejan dos protocolos distintos, el intermitente y el continuo (Martínez, 2002; Vaquera et al., 2002).

El test de Course Navatte 20m-SRT, es una prueba de esfuerzo máximo progresiva, donde es valorado indirectamente el VO_2 máx, y la potencia máxima aeróbica. Poniendo a prueba la aptitud física de niños, adolescentes y adultos entrenados y no entrenados.

El Course Navatte de protocolo intermitente consiste en desplazarse de un punto a otro a una distancia de 20m siguiendo un ritmo sonoro que va aumentando progresivamente, para su realización los sujetos deberán colocarse detrás del punto de partida en posición de salida alta, al escuchar la primer señal sonora empezaran a avanzar de forma lineal a una velocidad media hacia el siguiente punto deteniendo su marcha al sobrepasarlo y girando para quedar en posición al punto inicial, esperando así la siguiente señal. Los sujetos deberán repetir este ciclo todas las veces que les sea posible ya que dicha señal irá aumentando gradualmente su ritmo cada minuto. La prueba culminará cuando en dos ocasiones consecutivas los sujetos no alcancen a llegar a las líneas marcadas (Martínez, 2002; Montoro, 2003;). Éste test se ha centrado tanto en hombres como en mujeres y ha sido validado para su aplicación en niños, en adolescentes, en adultos, en atletas de resistencia y en atletas de alto nivel (Montoro, 2003).

Al igual que en el protocolo intermitente, en el protocolo continuo se busca que los sujetos se desplacen de un punto a otro todas las veces que les sea posible, éste

está determinado por una señal sonora que va aumentando progresivamente cada minuto, sin embargo el protocolo continuo se realiza en una pista de atletismo en donde a cada 20m está ubicado un cono para determinar dicha distancia, los sujetos se colocarán en cualquier cono e irán avanzado paulatinamente alrededor de la pista pasando de un cono a otro, como lo vaya marcando la señal sonora.

La diferencia entre éste protocolo y el protocolo intermitente es que los sujetos no tendrán que frenar, girar y arrancar nuevamente para regresar al primer punto de partida evitando así un desgaste innecesario, en este caso se seguirá avanzando al siguiente punto de referencia que siempre va hacia la misma dirección, por lo tanto llegará un momento donde solo aumentarán su velocidad de desplazamiento para lograr llegar al otro punto. De no ser así, si los sujetos en dos ocasiones consecutivas no logran llegar antes o igual que lo marca la señal, la prueba será intervenida. Por consiguiente, evitando dicho desgaste, éste protocolo promueve un mayor rendimiento físico y permite obtener un parámetro más elevado que el primer protocolo.

1.2. Antecedentes

El trabajo de Carminatti et al. (2013), sobre la comparación de las respuestas fisiológicas de los test T-CAR y la prueba T-VAM, es decir intermitente versus continuo, fue realizado en 18 sujetos físicamente activos, con una edad promedio de 21.9 ± 2 años. Las pruebas se ejecutaron al azar con 72 horas de diferencia, en una pista con superficie sintética de 200m al aire libre y a la misma hora del día. En las cuales no se encontraron diferencias significativas en la velocidad máxima T-CAR = 15.6 ± 1.2 ; T-VAM = $15.5 \pm 1.3 \text{ * h}^{-1}$ y la frecuencia cardíaca.

El trabajo de Metsios et al. (2008), sobre la validez y fiabilidad de la prueba de campo de 20m-SRT contra la prueba de campo variable cuadrado, se realizó a 74 hombres deportistas recreacionales, con una edad promedio de 21.6 ± 2 años. Las pruebas fueron realizadas en un periodo de 2 semanas de forma aleatoria, y de igual manera, se realizó la prueba de la banda sin fin. Con base a los datos obtenidos la prueba tradicional resultó ser menos eficaz en comparación al Test variable cuadrado, por tal motivo, concluyen que la prueba de campo variable cuadrado, es una herramienta de evaluación válida y reproducible.

En el trabajo de García et al. (2013), compararon los resultados de tres pruebas de esfuerzo máximo para determinar el $\text{VO}_2\text{máx}$ en 24 hombres y 17 mujeres (24.4 ± 6.2 años de edad), el primero fue el Test de Pista de la Universidad de Montreal (UMTT), el segundo fue el Test de Velocidad Aerobia Máxima (VAM-EVAL) y el tercero el test de Course Navette (20m-SRT). Las pruebas se realizaron de forma aleatoria. Éste estudio arrojó como resultado que la prueba de los 20m-SRT fue

inferior significativamente con respecto a las otras dos pruebas, entre las pruebas de UMTT y VAM-EVAL no se observaron diferencias significativas en el VO_2 máx. Con éstos resultados, se concluyó que el test 20m-SRT subestima el VO_2 máx con respecto al UMTT y al VAM-EVAL.

1.3. Planteamiento del Problema

En la actualidad no se cuenta con una prueba de campo la cual nos determine un VO_2 máx confiable como sucede en las pruebas de laboratorio, debido a que éstas no se realizan en un ambiente controlado y de manera individual.

Es por tal razón que se considera apropiada la realización de un análisis comparativo entre una prueba de esfuerzo máximo, la Course Navatte de los 20m Shuttle Run (20m-SRT) en la cual se manejan dos protocolos distintos intermitente y continuo, para así determinar si ambas pruebas llevan al atleta a un estado de máximo esfuerzo, de tal manera que sea factible decir que el VO_2 máx que arrojan es debido a que el atleta llegó a su mayor cantidad de absorción, distribución y metabolización.

La población que realiza las evaluaciones a deportistas requiere de una prueba precisa para medir el VO_2 máx, con la implementación de instrumentos sencillos para determinar este parámetro. Es por esto que se opta por la utilización de pruebas de campo las cuales son más económicas y permiten evaluar a grandes grupos.

La certeza que se tiene del VO_2 máx obtenido en las pruebas de campo, ayuda a los entrenadores a tener un índice de aptitud física el cual les sirve para planificación y dosificación de cargas a lo largo de las unidades de entrenamiento, esto tiene como objetivo la búsqueda del aumento del rendimiento deportivo.

La trascendencia de la investigación radica en que en el mundo deportivo es de vital importancia la valoración de un VO_2 máx certero, éste nos servirá para la planificación de un programa de ejercicios que desarrolle y mantenga la capacidad aerobia del individuo, siguiendo un enfoque personalizado para la prescripción del ejercicio y aumentar el éxito del programa de entrenamiento, el cual solamente puede ser conocido de manera exacta a través de la realización de pruebas de laboratorio de medición directa, y se necesita conocer una prueba de campo que lleve al atleta a un estado de máximo esfuerzo para obtener un VO_2 máx válido. Es por esta misma razón que se considera por demás importante, el tener conocimiento sobre cuál es la prueba de campo que permite obtener resultados certeros sobre el VO_2 máx.

Pregunta de Investigación

¿Cuál será la respuesta fisiológica al esfuerzo de una prueba de campo, 20 metros Shuttle Run Test (20m-SRT) con dos protocolos, intermitente y continuo, en un grupo de estudiantes universitarios de la Facultad de Deportes campus Tijuana?

1.4. Justificación

Los resultados de este estudio, servirán para conocer cuál de los dos protocolos (intermitente y continuo) de la prueba de campo 20m shuttle run test, es más eficiente para evaluar la capacidad aeróbica en personas entrenadas, basándose en dos parámetros fisiológicos la FC y el VO_2 máx.

Al igual estos resultados ayudarán a entrenadores, preparadores físicos, médicos deportivos y atletas a identificar cuál de estas dos pruebas de campo llevará a las personas a un mayor estado de maxibilidad de acuerdo a su FC.

Cabe mencionar que un beneficio del presente estudio es que los entrenadores tendrán una base científica para elegir de manera correcta sobre qué prueba de campo es más confiable para la medición de la capacidad aerobia.

1.5. Hipótesis

Los resultados que se obtendrán basados en la respuestas fisiológicas al esfuerzo de una prueba de campo 20m shuttle run test (20m-SRT) con dos protocolos, intermitente y continuo, en un grupo de estudiantes universitarios de la Facultad de Deportes campus Tijuana, será mayor en el protocolo continuo con una significancia estadística $p < 0.05$, debido a que permite un mayor desempeño físico, en comparación con el protocolo intermitente.

1.6. Objetivos

Objetivo General

Identificar y comparar las respuestas al esfuerzo de una prueba de campo, 20m Shuttle Run Test (20m-SRT) con dos protocolos, intermitente y continuo, en un grupo de estudiantes universitarios de la Facultad de Deportes campus Tijuana, a través de la medición de la frecuencia cardíaca (FC) y estimación del consumo de oxígeno (VO_2).

Objetivos Específicos

- Determinar el nivel máximo de consumo de oxígeno y frecuencia cardíaca, a través de la prueba de los 20m-SRT con protocolo intermitente.
- Determinar el nivel máximo de consumo de oxígeno y frecuencia cardíaca, a través de la prueba de los 20m-SRT con protocolo continuo.
- Comparar el comportamiento del $VO_{2m\acute{a}x}$ y la frecuencia cardíaca de los dos protocolos de esfuerzo máximo, para determinar las diferencias entre ellos.

Capítulo 2. Metodología

2.1. Muestra

Se reclutaron a 23 alumnos de entre 19 y 28 años de edad (4 mujeres y 19 hombres), físicamente activos, pertenecientes a la Facultad de Deportes en la Universidad Autónoma de Baja California Campus Tijuana, con una historia deportiva mayor a dos años.

2.2. Diseño de Investigación y variables de estudio

El diseño de estudio fue transversal, comparativo entre dos distintos protocolos de un mismo test de esfuerzo máximo para determinar la capacidad aerobia entre los protocolos de campo, 20m-SRT Intermitente y 20m-SRT Continuo.

Las variables de estudio fueron el consumo de oxígeno y la frecuencia cardiaca.

Consumo de Oxígeno (VO_2): Para determinar el consumo de oxígeno se utilizó la prueba de campo del 20m-SRT creada por Leger y Lambert, 1982 y validada con niveles de un min por Leger y Gadoury, 1989.

Frecuencia Cardíaca (FC): se utilizó para su determinación un pulsómetro marca polar modelo FT1.

2.3. Procedimiento

Para el reclutamiento, se solicitó el apoyo de alumnos de la facultad de deportes campus Tijuana, donde se seleccionó un grupo determinado de sujetos los cuales contarán con entrenamiento y experiencia para poder realizar ambos test. Antes de realizar las evaluaciones todos fueron informados de manera detallada acerca de los procedimientos del estudio, así como de los riesgos e incomodidades que se pudieran presentar durante la investigación, y así lo establecieron firmando una carta de consentimiento de participación voluntaria. Cada uno de ellos fue sometido a un examen clínico para determinar su estado de salud, realizado en el departamento médico de la Facultad de Deportes, extensión Tijuana de la UABC.

Se aplicaron dos distintos protocolos de la prueba 20m-SRT, uno intermitente y otro continuo, en las instalaciones de la Facultad de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California Campus Tijuana. El protocolo intermitente se realizó en las canchas ubicadas al aire libre, con superficie antiderrapante. Se colocaron conos en cada uno de los extremos con una distancia intermedia de 20m, al igual fue usada una bocina para poner la grabación del protocolo que fue la encargada de poner la pauta del desempeño de los sujetos. Al desplazarse de un extremo a otro siguiendo un ritmo sonoro que fue aumentando progresivamente. Para su realización los sujetos debieron colocarse detrás del punto de partida en posición de salida alta, al escuchar la primer señal sonora avanzaron de forma lineal a una velocidad media hacia el siguiente punto, deteniendo su marcha al sobrepasarlo y girando para quedar en posición frontal al punto inicial, esperando así la siguiente señal. Los sujetos repitieron el ciclo todas las veces que les fue posible, ya que

dicha señal aumenta gradualmente su ritmo cada minuto. La prueba culminó cuando en dos ocasiones consecutivas los sujetos no alcanzaron a llegar a las líneas marcadas al momento de la señal sonora.

El protocolo continuo fue realizado bajo el mismo procedimiento que el intermitente en lo único que varía el uno del otro, es al momento de su ejecución, debido a que en el intermitente la distancia de recorrido está marcada por dos conos y el desplazamiento debe ser de ida y vuelta, y en el continuo el desplazamiento siempre es avanzando hacia enfrente evitando el cambio de dirección.

La investigación comenzó con la explicación del procedimiento de ambas, con el fin de garantizar su máximo desempeño en las evaluaciones. Los dos test se desarrollaron a las 13:00 horas, en primera instancia fue administrado el protocolo continuo y después el intermitente.

Se determinó el VO_2 utilizando las tablas que acompañan a la prueba donde los evaluadores debieron marcar tanto el nivel como la vuelta que realizaron los sujetos y con los resultados finales que cada uno haya logrado alcanzar, fue determinado su consumo de oxígeno. La FC se registró cada minuto durante las dos pruebas.

Para dichas pruebas los participantes recibieron las siguientes indicaciones:

Previo a la Prueba

- Deberán tener un descanso adecuado de entre 8 y 10 horas de sueño.
- Deberán asistir con ropa deportiva, short, playera y tenis para correr.

- Asistir con un ayuno no menor de 2 horas ni mayor de 4.
- No consumir bebidas alcohólicas, café u otras que contengan cafeína y que no fumen el día de la prueba.
- No realizar ninguna actividad extenuante 24 horas previas a la prueba.

El día de la Prueba

- Se les explico en qué consisten las pruebas.
- De igual manera, se les explico la importancia de llegar lo más lejos que les sea posible en ambos Test, con el fin de dar el máximo.

2.4. Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva y una prueba de T de Student para observar la significancia estadística entre los resultados de VO_2 máx y FCmáx de ambos protocolos.

Capítulo 3. Resultados

En la Tabla 1 se pueden observar las características de la muestra y las respuestas fisiológicas durante los dos protocolos de esfuerzo máximo. Se evaluaron 23 alumnos de entre 19 y 28 años de edad (4 mujeres y 19 hombres) pertenecientes a la Facultad de Deportes de la UABC campus Tijuana. En el PI se observó un promedio de VO_2 máx de 54.6 ± 4.8 ml/kg/min, mientras que en el PC fue de 62.1 ± 9.7 ml/kg/min ($p=0.002$). Por otra parte, la FCmáx fue de 194.7 ± 6.6 lat/min en el PI y de 195.4 ± 7.3 lat/min en el PC ($p=0.74$).

Tabla 1. Respuestas fisiológicas durante dos protocolos de esfuerzo máximo

Participantes	Edad	Protocolo Continuo				Protocolo Intermitente			
		Nivel	Vuelta	VO_2 máx	FCmáx	Nivel	Vuelta	VO_2 máx	FCmáx
1	19	19	8	79.7	208	13	7	59.3	204
2	19	19	5	79.2	190	14	13	64	190
3	20	18	8	76.2	196	13	6	58.7	195
4	22	17	6	72.4	194	14	13	64	200
5	19	17	4	71.9	198	13	5	58.7	200
6	19	16	5	69	196	12	3	54.8	184
7	19	15	9	66.7	198	12	1	54.3	198
8	20	15	1	64.6	198	12	5	55.4	196
9	21	15	2	64.6	194	11	6	51.9	192
10	20	14	12	64	181	12	1	54.3	188
11	19	14	9	63.2	193	12	2	54.3	190
12	20	14	4	61.7	198	13	3	58.2	200
13	28	14	1	61.1	184	12	10	56.5	190
14	20	13	12	60.6	200	12	1	54.3	202
15	20	13	3	58.2	206	11	11	53.7	203
16	19	12	8	56	205	11	9	53.1	205
17	19	12	4	54.8	195	11	6	51.9	202
18	19	12	4	54.8	189	12	1	54.3	192
19	20	11	7	52.5	208	9	10	46.8	180
20	20	11	6	51.9	184	12	4	54.8	190
21	28	11	5	51.9	190	11	2	50.8	195
22	20	10	9	49.3	192	9	10	46.8	193
23	22	8	10	43.3	198	9	4	44.5	190
PROMEDIO	20.5	13.9	6.2	62.1*	195.4	11.7	5.8	54.6*	194.7
DE	2.5	2.9	3.2	9.7	7.3	1.4	3.9	4.8	6.6

VO_2 máx: Consumo máximo de oxígeno; FCmáx: Frecuencia Cardiaca máxima; DE: Desviación estándar; *: $P<0.05$ entre protocolos.

En la Tabla 2 se observan las diferencias del VO₂máx y de la FCmáx entre el PC y el PI. En promedio, los participantes tuvieron un mejor desempeño en el PC, logrando 2.2 ± 1.9 niveles más, lo que representa 7.7 ± 6.2 ml/kg/min. La FCmáx fue similar en los dos protocolos. Sin embargo, el rango observado en el nivel y VO₂máx alcanzados, es amplio (de -1 a 6 y de -2.9 a 20.4 respectivamente).

Tabla 2. Diferencia de las respuestas fisiológicas entre dos protocolos de esfuerzo máximo

Diferencias PC vs PI			
Participantes	Nivel	VO ₂ máx	FCmáx
1	6	20.4	4
2	5	15.2	0
3	5	17.5	1
4	4	13.2	-2
5	4	14.2	12
6	4	12.7	2
7	3	8.4	-6
8	3	12.4	0
9	3	9.2	2
10	2	9.7	-7
11	2	8.9	3
12	2	4.6	-6
13	2	4.5	3
14	2	5.7	28
15	1	3.5	-2
16	1	6.3	-2
17	1	2.9	0
18	1	2.9	-7
19	1	2.5	-1
20	0	0.5	-3
21	0	1.1	-5
22	-1	-2.9	-6
23	-1	-1.2	8
PROMEDIO	2.2	7.5	0.7
DE	1.9	6.2	7.6

PI: Protocolo intermitente; PC: Protocolo Continuo; VO₂máx: Consumo máximo de oxígeno; Fcmáx: Frecuencia Cardíaca máxima; DE: Desviación estándar.

Capítulo 4. Discusión

En el PI se observó un promedio de VO_2 máx menor que en el PC. Estos resultados son consistentes con los reportados en el estudio de García et al. (2013), en el cual evaluaron el VO_2 máx en 41 estudiantes de educación física (24 hombres y 17 mujeres) con dos protocolos continuos y uno intermitente. Observaron diferencias significativas en el VO_2 máx entre el protocolo continuo y el protocolo intermitente ($p < 0,05$). El VO_2 max predictivo por la prueba intermitente, fue inferior significativamente con respecto a los otros test. Esta diferencia puede ser atribuida a la fórmula empleada.

Existe evidencia de que algunos autores han constatado que la fórmula de 20m-SRT propuesta por Leger y Gadoury en 1989, subestima el valor predicho para el VO_2 max, ya que no toma en cuenta el esfuerzo de los individuos al tener que frenar, girar, y volver a dar un sprint para seguir con la prueba (Casajus et al., 2009).

Por otra parte, la FC máx fue similar en ambos protocolos. Estos resultados son consistentes con los reportados en el estudio de Carminatti et al. (2013), en el cual evaluó a 18 estudiantes de educación física masculinos, con dos pruebas máximas progresivas, T-CAR y T-VAM. No observaron diferencias significativas de frecuencia cardiaca entre los dos test. Los valores de FC confirman que, a pesar de las características de ejecución, ambos protocolos demandan un esfuerzo similar, lo que sugiere que las diferencias de VO_2 máx son una deficiencia de la estimación del mismo (Metsios et al., 2008; Casajus et al., 2009; García et al., 2013; Carminatti et al., 2013).

El rango observado en el nivel y VO_2 máx alcanzados, es amplio. Este resultado es consistente con los mostrados por diferentes autores, que reportan estas diferencias en velocidad (Metsios et al., 2008; Thebault et al., 2011), distancia y tiempo (García et al., 2013).

Las limitaciones del estudio son la muestra pequeña, en especial las participantes del sexo femenino. No se cuenta con la comparación de estos resultados con los de una evaluación directa con un analizador de gases computarizado.

Capítulo 5. Conclusiones

En el protocolo continuo se observó un VO_2 máx mayor que en el intermitente, mientras que la FC máx fue similar entre ambos test. Esto pudiera representar un mejor rendimiento en el PC, sin embargo, es importante comparar el VO_2 máx de ambos protocolos de campo con el de una medición directa en laboratorio para confirmar que el PC no sobreestima la capacidad de las personas e inclusive, que el PI lo subestime.

Recomendaciones

- Con base a los resultados obtenidos en esta prueba, se crea la incertidumbre de cuál de los dos protocolos Intermitente vs Continuo es más confiable para predecir el VO_2max , por lo tanto se recomienda realizar un estudio comparativo entre estos dos protocolos y la banda sin fin.
- Realizar la comparación de estos dos protocolos Intermitente vs Continuo con diferentes tipos de muestra, (sedentarios, personas moderadamente activas y/o atletas).
- Continuar con esta línea de investigación, para ayudar a fortalecer el conocimiento y la fiabilidad de las pruebas de campo.
- Al realizar nuevos estudios, apegarse a un mismo procedimiento en todas las evaluaciones, tanto en las condiciones climatológicas, el descanso previo a una prueba y el material empleado para el registro de los resultados.
- A todos los entrenadores y a toda la comunidad interesada en la actividad física, se recomienda realizar este tipo de evaluaciones, apegándose con pruebas estandarizadas para la obtención de resultados más fiables.

Referencias

- Barbero, J. & Barbero, V. (2003). Efectos del entrenamiento durante una pretemporada en la potencia máxima aeróbica medida mediante dos test de campo progresivos, uno continuo y otro intermitente. Universidad de Granada. España.
- Bouzas, J., Diniz, C., De Oliveira, M., Santos, M. & Costa, F. (2010). Frecuencia cardíaca máxima obtenida y predicha: estudio retrospectivo en brasileños. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*.
- Casajús, J.A., Piedrafita, E., & Aragonés, M.T. (2009). Criterios de maximalidad en pruebas de esfuerzo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.
- Carminatti, L., Possamai, C., Moraes, M., Da Silva, J., Lucas, R. & Dittrich, N., ET AL. (2013). Intermittent versus Continuous Incremental Field Tests: Are Maximal Variables Interchangeable. *Journal of Sports Science and Medicine*. (12).165-170
- Duncan, J. M., Howard, A. W., & Howard, J.G., (2005). *Evaluación fisiológica del deportista* (3ªed). España: Paidotribo.
- Flouris, A., Metsios, G., Famisis, K., Geladas, N. & Koutedakis, Y. (2010) Prediction of VO₂max from a new field test based on portable indirect calorimetry. *Journal of Science and Medicine in Sport* (13) 70–73.
- Gadoury, C. & Leger, L. (1989). Validity of the 20 M Shuttle Run Test with 1 Min Stages to Predict VO₂ Max In adults. *Canadian Journal of Sports Science*.14 (1), 21-6.
- García, G., Secchi, J. & Cappa, D. (2013). Comparación del consumo máximo de oxígeno predictivo utilizando diferentes test de campo incrementales: UMTT, VAM-EVAL y 20m-SRT. *Arch Med Deporte*. 30(3), 156-162.
- Hall, J.A., Ochoa, P., Moncada, J., Ocampo, M., Martínez, I. & Martínez, M. (2015). Confiabilidad del consumo máximo de oxígeno evaluado en pruebas de esfuerzo consecutivas mediante calorimetría indirecta. *Nutrición Hospitalaria*. 31 (4).
- James, D., Garth, F., & Pat, V. (2005). *Test y pruebas físicas* (4ªeds). España: Paidotribo.
- Jiménez, A. (2007). La valoración de la aptitud física y su relación con la salud. *Journal of human sport and exercise*.

- Leger, L., & Lambert, J., (1982). A maximal Multi Stage 20m Shuttle Run Test to predict VO_2max . *Eur J Appl Physiol.* 49. 1-12.
- López-chicharro, J. & Fernández-Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio* (3ªed). Madrid, España: Medica Panamericana.
- Martínez, E. (2002). Pruebas de Aptitud Física. Barcelona. Paidotribo. (1) 79-89.
- Metsios GS, Flouris AD & Koutedakis Y. (2008). Criterio related validity and test-retest reability of the 20m squared shuttle test. *J Sci Med Sport.* 11(2):214-7.
- Montoro, J. (2003). Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course navette para determinar de manera indirecta el VO_2 máx. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3 (11), 173-181.
- Pino, J. & Molina, I. (2013). Revisión sobre los sistemas tecnológicos empleados en detectar y registrar la frecuencia cardiaca en deporte. *Revista de ciencias del deporte.*
- Thebault N, Leger LA, Passelergue P. (2011). Repeated-sprint ability and aerobic fitness. *J Strength Cond Res.* 25(10):2857-65.
- Vaquera, A., Rodríguez, J.A., Villa, J. G., García, J. & Ávila, C. (2002). Cualidades Fisiológicas y Biomecánicas de Jugador Joven de Liga EBA. Facultad deCiencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León. *Revista Motricidad.*
- Velásquez, J. (2015). ¿Puede la frecuencia cardíaca ser un estimador del consumo de oxígeno para segmentos corporales? *Revista de la Universidad Industrial de Santander.*
- Wilmore, J. & Costill, D. (2010). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (6ªeds). España: Paidotribo.

Anexos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE DEPORTES

CARTA DE CONSENTIMIENTO VOLUNTARIO

Tijuana, BC. a ___ de _____ de 2015

A quien corresponda:

Yo _____ declaro
libre y voluntariamente que acepto participar en el estudio

_____ que se
realizará en La Facultad de Deportes de la Universidad Autónoma de Baja California
(Campus Tijuana).

Estoy consciente de que los procedimientos, pruebas y técnicas para lograr los objetivos, consistirán en la realización de tres pruebas, dos de campo (20m-SRT Continua e Intermitente) y un Test de Laboratorio en el cual solo participara una muestra.

Los riesgos a mi persona serán:

Modificación de la frecuencia cardíaca y/o presión arterial, taquicardia temporal, presencia de dolor anginoso, fibrilación auricular y/o ventricular, lesión auricular y/o muscular durante la prueba de esfuerzo máximo y los ejercicios sub-máximos.

Es de mi conocimiento que seré libre de retirarme de la presente investigación en el momento que yo así lo desee. También que puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos y beneficios de mi participación en este estudio.

En caso de que decidiera retirarme, la atención que recibo de esta institución no se verá afectada.

Nombre: _____ Firma _____

Dirección: _____

Testigo1 _____ Testigo 2 _____

Dirección: _____ Dirección: _____

ANEXO I RT EVALUACION DE (VO₂MAX)

Nombre _____ Fecha de evaluación _____
 Fecha de Nacimiento _____

Nivel	Vuelta														
1	1	2	3	4	5	6	7								
2	1	2	3	4	5	6	7	8							
3	1	2	3	4	5	6	7	8							
4	1	2	3	4	5	6	7	8							
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Nivel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
FC																					

FINAL	
Nivel:	Vuelta Completa:

FC max alcanzada (lat/min):
VO ₂ max alcanzado (ml/kg/min):

Comentarios _____

Evaluador _____