



Métodos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria en atletas jóvenes

Modalidad: Monografía

Juan Diego Bueno Gómez

CC: 1102391027

Jhoan Sebastian Ortiz Bravo

CC: 1.098.791.580

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
**Facultad Ciencias Socioeconómicas y Empresariales**  
**Tecnología Deportiva**  
**Bucaramanga, 06 de julio de 2020**



Métodos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria en atletas jóvenes

Modalidad: Monografía

Juan Diego Bueno Gómez

CC:1102391027

Jhoan Sebastian Ortiz Bravo

CC: 1.098.791.580

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Tecnólogo Deportivo**

**DIRECTOR**

Ft. Diana Carolina López Jaimes

Grupo de Investigación Ciencia e Innovación Deportiva–GICED

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER**  
Facultad Ciencias Socioeconómicas y Empresariales  
Tecnología Deportiva  
Bucaramanga, 06 de julio de 2020

Nota de Aceptación

**APROBADO**

---

---

---

---



---

Firma del Evaluador 1



---

Firma del Evaluador 2



---

Firma del Director

## **DEDICATORIA**

Nuestro proyecto lo dedicamos con todo nuestro amor y pasión a ti Dios porque nos das la oportunidad de estudiar esta carrera tan hermosa.

A nuestros amados padres que son los que han luchado para sacarnos adelante día a día y nos han brindado los mejores valores.

A todos mis queridos docentes que nos acompañaron desde primer semestre hasta la fecha de hoy que nos brindaron el mejor conocimiento para lograr ser unos excelentes Tecnólogos Deportivos.

Del mismo modo, a nuestros amigos, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento. Finalmente, a todas aquellas personas que durante estos tres años estuvieron a nuestro lado apoyándonos para que este sueño se haga realidad.

Muchas gracias a todos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nos resulta muy grato poder expresar nuestro agradecimiento a todos aquellos que han colaborado para que este estudio sea una realidad muy especialmente:

Agradecemos a Dios porque nos bendice día a día con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que nos aman.

Es nuestro deseo dar las gracias a nuestros padres por sus consejos, su apoyo incondicional, por cada día confiar en nosotros y nuestras expectativas.

A todos los que estuvieron a nuestro lado ofreciendo lo mejor para nuestro desarrollo profesional. Asimismo, gracias a nuestras amistades por transmitirnos su confianza y apoyo moral para seguir adelante y poder lograr todas las metas que tenemos propuestas en carrera universitaria.

Además, a nuestra directora Diana Carolina López Jaimes por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su conocimiento, capacidad de orientación y experiencia.

## TABLA DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>                      | <b>12</b> |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....   | 12        |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN.....   | 14        |
| 1.3. OBJETIVOS .....  | 15        |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....  | 15        |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....   | 15        |
| <b>2. MARCO REFERENCIAL .....</b>   | <b>16</b> |
| 2.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE TÉRMINOS .....                                      | 16        |
| 2.1.1. LA APTITUD FÍSICA .....  | 16        |
| 2.1.2. CONSUMO DE OXIGENO MÁXIMO .....  | 16        |
| 2.1.3. CONSUMO OXÍGENO EN REPOSO UNIDAD METABÓLICA MET .....                  | 17        |
| 2.1.4. EL CONSUMO OXIGENO ABSOLUTO Y RELATIVO.....                            | 17        |
| 2.1.5. UMBRAL VENTILATORIO.....   | 17        |
| 2.1.6. VALIDEZ.....   | 17        |
| 2.1.7. REPRODUCIBILIDAD .....   | 18        |
| 2.1.8. RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA.....                                   | 18        |
| 2.2. DESCRIPCIÓN FISIOLÓGICA DE LA VÍA AERÓBICA U OXIDATIVA .....             | 18        |
| 2.2.1. LOS HIDRATOS DE CARBONOS .....   | 19        |
| 2.2.2. LOS LÍPIDOS.....   | 19        |
| 2.2.3. LAS PROTEÍNAS .....  | 20        |
| 2.3. DETERMINANTES DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA EN ATLETAS.....      | 20        |
| 2.4. PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA MÁXIMA .. | 21        |
| 2.5. PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA SUBMÁXIMA | 25        |
| <b>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....</b>                                     | <b>27</b> |
| <b>4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO .....</b>                               | <b>29</b> |
| <b>5. CONCLUSIONES .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>6. RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>33</b> |

**7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 34**

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Flujograma de la monografía..... | 28 |
|---|----|

## LISTA DE TABLAS

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Tabla resumen..... | 29 |
| <b>Tabla 2.</b> Tabla resumen..... | 30 |
| <b>Tabla 3.</b> Tabla resumen..... | 31 |

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La presente monografía se basa en un análisis comparativo de los diferentes métodos de valoración de la resistencia cardiorrespiratoria en atletas jóvenes, utilizados en diversas disciplinas deportivas. A través de la revisión bibliográfica se pueden establecer las diferentes pruebas de esfuerzo máximo y submáximo, así como, entornos de campo y laboratorio. Finalmente, el propósito de esta monografía es socializar los resultados de los métodos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria en atletas jóvenes más apropiados para las distintas disciplinas deportivas. De esta manera, sean utilizados como una guía y aplicados en los deportistas obteniendo como resultado una adecuada evaluación y análisis de la capacidad cardiorrespiratoria.

### **PALABRAS CLAVE:**

Aptitud cardiorrespiratoria, Ejercicio aeróbico, Consumo Máximo de Oxígeno, Validez, Reproducibilidad.

## INTRODUCCIÓN

La valoración de la Capacidad Cardiorrespiratoria en atletas de alto rendimiento es un componente de la condición física, que permite orientar a los entrenadores a emplearlo en sus procesos deportivos, por la efectividad de sus resultados a nivel competitivo. Si hablamos de la resistencia cardiorrespiratoria se encuentran pruebas físicas de carácter de esfuerzo, tanto máximas como sub\_máximas, ya sea en entornos de laboratorio y de campo (Pallarés & Morán Navarro, 2012).

De acuerdo con Garber y col " el fitness cardiorrespiratorio (fitCR) es un importante indicador fisiológico relacionado con la capacidad máxima de una persona para consumir oxígeno (VO<sub>2</sub>max) como respuesta a las demandas energéticas del organismo" (Garber, y otros, 2011) (Cristi Montero, y otros, 2016).

Es por eso que esta monografía tiene como objetivo principal el análisis de la literatura, para determinar cuáles son los métodos más utilizados para evaluar la capacidad cardiorrespiratoria en atletas, tanto en test máximos y submáximos, con el fin de orientar a los entrenadores y atletas de las (UTS). De esta manera la consideren como una guía y lo apliquen obteniendo como resultado una adecuada evaluación y análisis de la capacidad cardiorrespiratoria, de esta forma garantizar una adecuada planificación y, por tanto, un desarrollo óptimo del rendimiento deportivo del atleta a corto, mediano y largo plazo.

# 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los entrenadores deportivos de alto rendimiento tienen una responsabilidad en el momento de evaluar la resistencia cardiorrespiratoria de sus atletas; por tal motivo, utilizan ciertos protocolos de medición que permiten determinar las condiciones iniciales de esta capacidad, con el objetivo de realizar una planificación que mejore el rendimiento deportivo (Löllgen, 2018 ) (Mazaheri, Tavana, & Halabchi, 2019) (Melo, Moreno, & Aguirre, 2012) (Salazar Fuentes, 2014).

Los protocolos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria, en la mayoría de los casos no son aplicados por los entrenadores debido a que desconocen la existencia de las pruebas descritas en la literatura científica, en el caso de los entrenadores empíricos ( Mesa Callejas, Arboleda Sierra, Gaviria García, & Guzmán Finol, 2010). En segunda instancia, algunos entrenadores consideran que, de acuerdo con la disciplina deportiva, este componente de la aptitud física no es relevante para su preparación como sucede en los deportes de lucha, taekwondo y judo entre otros (Araujo M.P., 2017) (Campos, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante que los tecnólogos y profesionales de las áreas afines en las ciencias aplicadas al deporte conozcan los protocolos de evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria teniendo en cuenta la mejor evidencia científica disponible y calidad metodológica de las pruebas.

Por esta razón la pregunta de investigación es: ¿Cuáles son los protocolos más utilizados para evaluar la resistencia cardiorrespiratoria en los atletas jóvenes?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

La resistencia cardiorrespiratoria es considerada el mejor elemento para disminuir la probabilidad de presentar fatiga y el componente más importante en los deportistas para pronosticar su rendimiento físico (Campos, 2012) (Araujo M.P., 2017) (Mazaheri, Tavana, & Halabchi, 2019). De acuerdo con el Colegio Americano de Medicina Deportiva se define como “la capacidad que tienen los sistemas cardiovascular y respiratorio de aportar oxígeno a grandes grupos musculares durante actividades de intensidad moderada a vigorosa por periodos prolongados, la cual depende del estado fisiológico y funcional integrado de dichos sistemas” ((Kodama S, 2009) (Riebe, 2018).

Recordar que estos métodos son influyentes para la preparación de un atleta de larga duración y de esfuerzo moderado como de atletismo, ciclismo o natación que son pruebas de larga duración para la obtención de mayor oxigenación a nivel muscular (Wilmore & Costill, 2014) ( Montosa, Vernetta, & López Bedoya, 2017).

Se analizarán los diferentes métodos de evaluación de resistencia cardiorrespiratoria con el fin de establecer la relevancia de dichos métodos y su contribución en el establecimiento de la progresión de los atletas de alto rendimiento.

Con el desarrollo de esta monografía se busca que los entrenadores y atletas de las (UTS) la utilicen como una guía de la revisión de la literatura, y lo apliquen obteniendo como resultado una adecuada evaluación y análisis de la capacidad cardiorrespiratoria. De esta forma se garantizará una adecuada planificación y por lo tanto un desarrollo óptimo del rendimiento deportivo del atleta.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Describir los diferentes protocolos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria en atletas jóvenes.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir las fuentes bibliográficas primarias y secundarias de consulta, así como las bases de datos pertinentes.
- Analizar la fundamentación teórica sobre resistencia cardiorrespiratoria.
- Determinar conceptos básicos relacionados con el proceso de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria.
- Realizar una revisión de la evidencia científica sobre los métodos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria.

## **2 MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 Conceptualización de términos**

En este capítulo se presenta la descripción fisiológica de diversos términos relacionados con el tema de resistencia cardiorrespiratoria, con el fin de guiar a los estudiantes y entrenadores.

#### **2.1.1 *La aptitud física***

Es la capacidad que tiene el organismo para ejecutar diferentes actividades retardando la llegada de la fatiga y disminuyendo el periodo para recuperarse, por tal motivo, el deportista de alto rendimiento debe poseer una aptitud física óptima ya que su cuerpo es conducido a esfuerzos de gran magnitud. Es así, como el preparador físico tiene la capacidad de evaluar la aptitud física mediante pruebas que garanticen resultados confiables e identifique las fortalezas y debilidades que presenta el deportista, mejorando el rendimiento deportivo a través de una adecuada planificación (Niño, 2010) (Serrato, 2008).

#### **2.1.2 *Consumo de oxígeno máximo***

Se designa como capacidad aeróbica posibilitando la realización de actividades físicas de larga duración. El consumo de oxígeno máximo o VO<sub>2</sub>max es la capacidad máxima de oxígeno que logra procesar el cuerpo mientras realiza un entrenamiento vigoroso, en otras palabras, conocer el consumo de oxígeno máximo se logra por medio de una valoraciones físicas (Wilmore & Costill, 2014) (Bustos Viviescas, Acevedo Mindiola, & Ortiz Novoa, 2017).

### **2.1.3 Consumo oxígeno en reposo unidad metabólica MET**

En este caso el consumo de oxígeno en reposo que el organismo requiere nos ayuda como guía para planificar el entrenamiento. La unidad de medida metabólica corresponde a 3,5 ml O<sub>2</sub>/kg x min (Wilmore & Costill, 2014).

### **2.1.4 El consumo oxígeno absoluto y relativo**

El consumo oxígeno absoluto se puede expresar en valores absolutos, litros por minuto, (VO<sub>2</sub>max l/m). y el consumo de oxígeno relativo se expresa en valores mililitros por kg de peso, ( VO<sub>2</sub> max ml/kg) (Bustos Viviescas, Acevedo Mindiola, & Ortiz Novoa, 2017).

### **2.1.5 Umbral ventilatorio**

En el umbral ventilatorio el intercambio de gases es habitual, así mismo explica las variaciones respiratorias relacionadas con el incremento del trabajo físico. (Domínguez, Garnacho Castaño, & Maté Muñoz, 2015). De acuerdo con Chicharro y col "cuando se desarrolló altas intensidades de trabajo físico, la producción de H<sup>+</sup> como consecuencia del aumento del ácido láctico, excede con mucho la capacidad de los sistemas tapón de amortiguar. Por lo tanto, el pH de la sangre en esas condiciones descenderá, lo que provocará una estimulación adicional del centro respiratorio con la finalidad de aumentar la ventilación pulmonar, eliminándose más Co<sub>2</sub> como compensación respiratoria de la acidosis" (Chicharro, y otros, 2004) (Serrano Pérez, 2015).

### **2.1.6 Validez**

Cuando se desarrollan pruebas físicas un factor de suma importancia es la validez porque nos indican el rango de precisión de lo que pretende medir y si efectivamente se logra utilizar con la finalidad prevista. Es por eso que una prueba no puede considerarse válida si los ítems que la constituyen no evidencia apropiadamente el

contenido a evaluar en conclusión una prueba física es válida cuando mide lo que dice medir ( Prieto & Delgado, 2010) ( Rodríguez Gómez, Camargo Lemos, & Orozco Vargas, 2012).

### **2.1.7 Reproducibilidad**

La Reproducibilidad es la capacidad de un método para proporcionar los mismos resultados de forma consistente en el momento que se reiteran las evaluaciones en situaciones similares. De la misma manera, es fundamental que las valoraciones sean independientes, en otras palabras, que el uso de las pruebas se apliquen omitiendo las realizadas ( ParraPatiño, Astrid Camacho, Ruiz, & Rangel, 2015) ( Rodríguez Gómez, Camargo Lemos, & Orozco Vargas, 2012).

### **2.1.8 Resistencia cardiorrespiratoria**

Es la capacidad que tiene el organismo para llevar a cabo trabajos que demandan grandes movimientos, es decir, un mayor esfuerzo de trabajo con un tiempo más extenso. Es por eso que los pulmones y el corazón deben acondicionarse para poder llevar la sangre oxigenada a todo nuestro cuerpo. Por este motivo Aumentar la resistencia cardiorrespiratoria es de suma importante, por lo que mejora la actividad física durante un tiempo más prolongado (Wilmore & Costill, 2014).

## **2.2 Descripción fisiológica de la vía aeróbica u oxidativa.**

A continuación, se presenta la descripción fisiológica de la vía aeróbica u oxidativa con el fin de llevar a cabo cada una de las fuentes energéticas, hidratos de carbono, lípidos y proteínas constituyendo la vía aeróbica como la principal fuente de energía para ejecutar ejercicios de larga duración (Benito Peinado, Calvo Bruzos, Gómez Candela, & Iglesias Rosado, 2014).

### **2.2.1 Los hidratos de carbonos**

Los Hidratos de carbonos son la principal fuente de energía a partir de una molécula llamada glucógeno aportando aproximadamente 4 Kcal/g, debido a que posee una combustión sencilla (Wilmore & Costill, 2014) (Benito Peinado, Calvo Bruzos, Gómez Candela, & Iglesias Rosado, 2014).

En caso de que el cuerpo se encuentre en reposo los hidratos de carbono se almacenan en el hígado y en el músculo, se acumulan en el citoplasma hasta que las células lo utilizan para producir ATP. A consecuencia de que no se logre almacenar grandes cantidades de glucógeno, las calorías que exceden serán transformadas en grasas. En los ejercicios físicos de alta intensidad y poca duración los hidratos de carbono son de contribución para generar energía (De la Plaza , Llanos , Pelayo, Zuleta , & Zugasti , 2013) ( López Laval & Sitko, 2019) (Sanz, los hidratos de carbono, 2010) (Wilmore & Costill, 2014).

### **2.2.2 Los lípidos**

Los Lípidos constituyen una excelente fuente de energía con el propósito de incrementar la duración del ejercicio físico cada gramo aporta 9Kcal/g, Por esa razón los lípidos son fundamentales para el organismo (Benito Peinado, Calvo Bruzos, Gómez Candela, & Iglesias Rosado, 2014).

Correspondientemente, el consumo de oxígeno es elevado así que su combustión será compleja, por lo tanto, en entrenamientos a intensidades elevadas el organismo deberá excluirlas para que el rendimiento no disminuya. Además de almacenar un mayor porcentaje de grasas con relación a los hidratos de carbono, las grasas proporcionan muchas más energía que los hidratos de carbono, pero durante la oxidación de las grasas se requiere más oxígeno que durante la oxidación de los hidratos de carbono (Cabezas-Zábala, Hernández-Torres, & Vargas-Zárate,

2016) (Wilmore & Costill, 2014) (Figuera Chacín , Malavé Acuña, & Méndez Natera , 2012).

### **2.2.3 Las proteínas**

Las proteínas son tan determinantes como los hidratos de carbono para proporcionar energía, debido a que producen alrededor de 4 kcal/g. innumerables aminoácidos conforman las proteínas, además estos se fraccionan en esenciales y no esenciales. Los aminoácidos esenciales deberán ser ingeridos en la alimentación dado que el organismo no es idóneo para producirlas, en cambio los aminoácidos no esenciales el organismo si los puede producir ( Cuevas-Velázquez & Covarrubias-Robles, 2011) (Wilmore & Costill, 2014) (Benito Peinado, Calvo Bruzos, Gómez Candela, & Iglesias Rosado, 2014) (Sanz, Las proteínas, 2010).

## **2.3 Determinantes de la resistencia cardiorrespiratoria en atletas**

-Estado de forma del deportista

Cuando hablamos que el deportista puede influir mucho su estado psicológico cuando está pasando por momentos de decepciones, depresión etc...

Se puede hablar de los resultados de sus entrenamientos que da su estado actual al llegar a una competición.

Entonces cuando se habla en el estado de un deportista puede ser muchas cosas que le puedan ocurrir al deportista.

Circunstancias ambientales, humedad relativa, temperatura y ambiente

- Está determinante para el deportista es muy importante a la hora de entrenamiento y competir. Si hablamos de esto un atleta se prepara para soportar estas determinantes a la hora de competir para llegar a unas óptimas condiciones.

Carencia o existencia de trastornos cardiorrespiratorios

- Es un determinante que algunos atletas padecen desde su niñez, pero es controlada gracias a su deporte y compiten así por su rendimiento obtenido.

## 2.4 Protocolos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria máxima

**Test de course navette** o carrera de 20 metros consiste desplazarse el mayor periodo posible de forma repetida entre dos puntos separados por 20 metros de distancia. El ritmo de la carrera está guiado por un sonido o más conocido como el <<beep>> que va acelerándose progresivamente, el atleta debe pisar detrás de la línea de 20 m en el momento que suena el beep (García & Secchi, 2014).

El test de Course Navette concluye cuando el atleta no puede seguir el ritmo marcado, debido a la fatiga o cuando 2 veces seguidas no logra llegar al punto de llegada tras el sonido <beep>. La velocidad final alcanzada se logra de la última etapa completa, la velocidad inicial es de 8.5 km/h y se intensifica 0.5 km/h cada minuto. La prueba de course navette es el test más utilizado mundialmente, en la salud, escolar y deportiva gracias a su reproducibilidad, validez y aplicabilidad (García & Secchi, 2014) (Mahar, Gueriere, Hanna, & Kemble, 2011) (Santander, y otros, 2019) (Quinart, y otros, 2014).

Otros autores han desarrollado diferentes fórmulas, pero estas dos son las más usadas, Para niños se maneja la siguiente fórmula propuesta por Leger et al (1988) (García & Secchi, 2014).

$$Vo_{2max}: 31,025 + (3,238 * VFA) - (3,248 * E) + (0,1536 * VFA + E),$$

E: Edades en años.

VFA: velocidad en km/h.

$$\text{Formula adultos: } vo_{2 \text{ Max}}: (6 * FA) - 27,4$$

Para analizar la reproducibilidad del test se debe tener en cuenta la variedad de datos estadísticos para poder emplearlos. los diferentes autores han propuesto una diversidad de materiales para poder examinar las distintas fases, por consiguiente, asignaron a ANOVA como una de las herramientas para poder comprobar la reproducibilidad (García & Secchi, 2014) .

**Test de Cooper** es una prueba indirecta que se basa en recorrer la máxima distancia posible sin detenerse durante un tiempo de 12 min (Bustamante, Beunen, & Maia, 2012).

También se le conoce como Cooper Run Test, o como el test de los 12 minutos. Su objetivo principal es evaluar la resistencia cardiorrespiratoria, por lo tanto, permite saber el estado actual en que se encuentra el atleta. Por esa razón se describe la siguiente formula en la que puede desarrollar el cálculo del vo2max: **VO2max.** (ml/kg/min):  $33+0,17(X:133)$  ( Sánchez Rojas, 2018)

“33: relaciona el costo energético para una velocidad promedio de 133metros por minuto. 0,17: estima el consumo de suplementario de oxígeno por cada metro recorrido con incremento de la velocidad por encima de los 133 metros. X: número de metros recorridos en los 12 minutos.” ( Sánchez Rojas, 2018).

Factores a tener en cuenta: una fase de calentamiento, la superficie demarcada, el ritmo del atleta debe ser constante para tener resultados más precisos del gasto calórico aproximado del atleta y de esta forma la velocidad de ejecución por minuto. (Bustamante, Beunen, & Maia, 2012) ( Sánchez Rojas, 2018).

Por consiguiente, el factor más importante es su aplicabilidad, se recomienda que sea desarrollado en altitudes no superiores a los 2000 metros sobre el nivel del mar. No obstante, el test cooper es utilizado mundialmente y en diferentes altitudes de los territorios ( Lopategui Corsino: , 2012) ( Sánchez Rojas, 2018).

No se encontraron diferencias relevantes en el momento en que se reiteraron las evaluaciones indicando que la prueba presenta una buena reproducibilidad (Alvero, Giráldez, & Carnero, 2016).

### **Test De Ruffier**

El objetivo del test es medir la capacidad aeróbica del atleta. En la realización el atleta tendrá una función de estar parado frente a un escalón donde tendrá la orden de un señalador de subirse al escalón desplazando primero una pierna y luego la otra pierna con el fin de tener las rodillas y cadera totalmente extendidas sobre la superficie. Luego vuelve a su punto inicial. El atleta llevara a cabo la realización 90 veces y a un ritmo de 30 rep x 1' que lo controlara un metrónomo. La altura del escalón debe estar individualizada para cada atleta en donde está relacionada con la longitud de la pierna (Martínez López, 2011).

Para realizar este test se tiene que tomar la frecuencia cardiaca del atleta de esta forma:

En un estado de reposo sentado de 5 minutos antes de realizar el test, inmediatamente después de acabar el test, cuando lleve 15 segundos del primer minuto tras la prueba. A través de grosser y col (1988) establecen un índice de rendimiento extraído a través de los datos tomados y realizan esta fórmula:

HSTI:  $P1+p2+P3-200/10$  (Martínez López, 2011).

También los autores Monod y Flandrois (1986) hablan que este test de Ruffier tiene como objetivo minimizar la importancia de las reacciones emotivas observables en los valores de reposo. Donde se calcula de la siguiente manera: Índice:  $(p1-200)+(p2-p1)/10$  (Martínez López, 2011).

P1: ppm en los 15 seg inmediato al terminar el test.

P2: ppm al minuto de terminar el test.

### **Prueba de andar de Rockport**

El principal objetivo del test es evaluar la capacidad aeróbica del atleta al recorrer 1.609 m en la pista de atletismo o en un terreno liso. Para realizar el test el atleta tendrá una salida alta y atrás de la línea de salida donde recorrerá 1.609m (1 milla) lo más rápido posible (Martínez López, 2011).

Al finalizar el test se tomará la frecuencia cardiaca para calcular consumo máximo de oxígeno se hallará con esta fórmula:  $V_{O2max}: (ml/kg/min): 132.6 - (0.17 \times pc) - (0.39 \times edad) + (6.31 \times s) - (3.27 \times t) - (0.156 \times fc)$ .

PC: peso corporal

S: sexo (0: mujeres y 1: hombres)

T: tiempo del test y valor decimal

FC: FRECUENCIA CARDIACA LPM

Este test es recomendado para esos atletas aficionados o amateur que quieren comenzar a tener un plan de entrenamiento de alto rendimiento donde quieren mejorar su rendimiento (Martínez López, 2011).

### **Test De 3.000 m**

El principal objetivo del test es medir la capacidad aeróbica del atleta a través del  $vo_{2max}$ . Para realizar este test debe realizarse en una pista de atletismo o en un terreno liso, su salida debe ser alta y recorrer los 3.000 m lo más rápido posible (Martínez López, 2011).

En este test se tomará la frecuencia cardiaca así: 2 minutos antes del test, inmediato al terminar el test, los primeros 15 segundos de los 1,2,3,4. A través de los autores javierre y col (1992) hicieron un estudio con 12 atletas donde tuvieron como resultado de una correlación de (0.76;  $p < 0.004$ ) entre el test de 3000m y la PAM (Martínez López, 2011).

Donde los resultados están basados de la relación directa existente entre el consumo máximo de oxígeno y el PAM. Ya conociendo el consumo máximo de oxígeno y el PAM podemos hacer esta fórmula:

VO<sub>2</sub>max: PAM X k

K: 3.08 a 3.70 (dependiendo del rendimiento del atleta) utilizando el 3.08 para principiantes o aficionados y 3.70 para atletas de alto rendimiento.

Los coeficientes de validez entre las variables dependientes e independientes el test de carrera de 3000m r: -0.67 estuvieron correlacionados con un test de 20 mt donde se puede deducir que son fiables (Martínez López, 2011)

## **2.5 Protocolos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria submáxima**

**Cicloergómetro "YMCA"** es una prueba que se realiza pedaleando en una bicicleta tiene como objetivo evaluar indirectamente el vo<sub>2</sub>max. El test clausura cuando el evaluado advierta sentir signos y síntomas inapropiados, si el evaluado entra a un nivel de 85-75% de la máxima frecuencia cardiaca. ( Lopategui Corsino, 2012) .

- Fórmula para calcular el VO<sub>2</sub>max

$$\text{VO}_2\text{máx (mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = \text{VO}_2\text{max (L} \cdot \text{min}^{-1}) \times 1000 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \\ \text{Masa Corporal del Sujeto (en kg)}$$

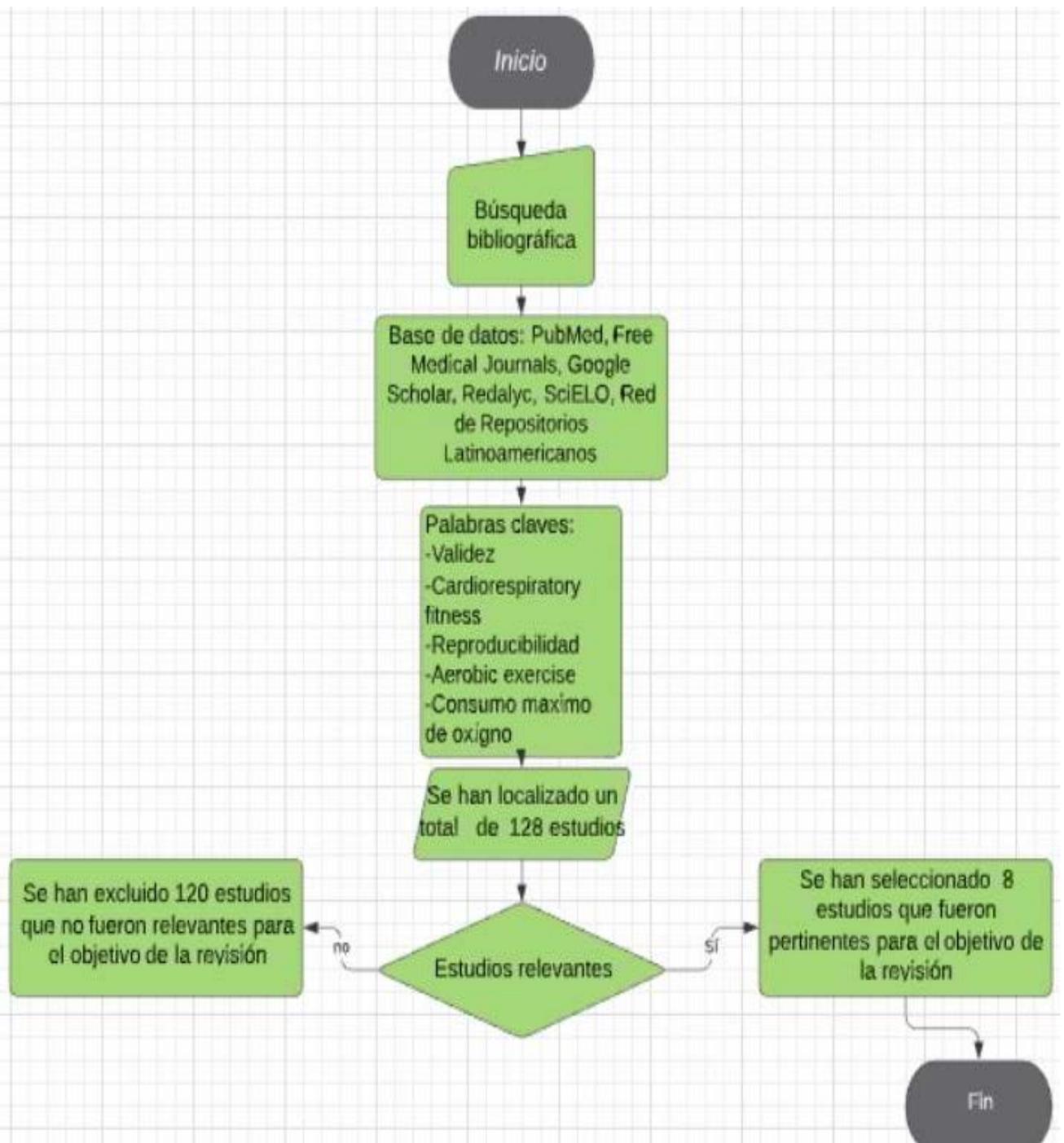
**Test pwc-170** es una prueba submáximo, progresiva, continua, se realiza en un Cicloergómetro a una frecuencia cardiaca máxima de 170ppm. La edad, sexo, peso y el nivel de entrenamiento son algunas de las observaciones que se tiene en cuenta a la hora de desarrollar un tipo de prueba como esta. La fase de calentamiento en el Cicloergómetro debe ser aproximadamente de 2 a 3 minutos, la carga inicial es de 0.5-1 w/kg, y el aumento del Cicloergómetro suelen ser de 25 y 50 w. (Coaboy Navarrete, 2016).

El evaluado debe realizar la prueba durante 3 minutos tanto en el minuto 2 como en el minuto 3 al evaluado se le debe realizar respectivamente la toma de la frecuencia

cardiaca además se le debe ejercer la toma de presión arterial en los primeros 25 segundos del segundo minuto, y además es fundamental que el evaluado presente como mínimo un alcance de su frecuencia cardiaca mayor a 150 latidos por minuto, Para lograr tener una mayor exactitud de la prueba. En cuanto sea necesario la prueba debe continuar hasta tener los datos requeridos, del mismo modo se puede realizar la prueba hasta 3 veces para tener resultados más concisos de reproducibilidad (Coaboy Navarrete, 2016).

### **3 DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

La presente monografía se llevó a cabo mediante una búsqueda bibliográfica y selectiva en bases de datos como: PubMed, Free Medical Journals, Google Scholar, Redalyc, SciELO, Red de Repositorios Latinoamericanos; se utilizarán palabras claves como, “Fiabilidad”, “Validez”, “Aerobic tests”, “Cardiorespiratory”, “VO2max” y en libros clásicos relacionados con el tema. Finalmente, se realizó una revisión analítica de la literatura y en ese sentido, se seleccionaron las referencias que permitieron profundizar en el análisis sobre los métodos de evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria.



#### 4 DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

A continuación, se presenta una tabla de resumen de las pruebas máximas y submáximas para evaluar la resistencia cardiorrespiratoria

**Tabla 1:** Tabla de resumen

| Año  | Autores   | País     | Población                                   | Protocolos             | Resultados   |
|------|---|----------|---|------------------------|--|
| 2017 | Javier Pereira-Rodríguez et al                  | Colombia | 43 hombres y 57 mujeres                     | Test de Course Navette | Test de Course Navette<br>Los resultados obtenidos en la investigación permitieron determinar y analizar correctamente el nivel de la condición física de los estudiantes, dando a entender la necesidad de implementar estrategias dirigidas a mejorar el estado físico y el estilo de vida |
| 2016 | JR Alvero Cruz<br>Giráldez García<br>EA Carnero | España   | Quince varones fondistas realizaron pruebas | Test de Cooper         | El resultado obtenido del test es altamente confiable cuando se repite después de 48 horas. El test de Cooper constata una buena precisión y de confianza.<br>(Alvero, Giráldez, & Carnero, 2016)  |
| 2012 | Rodrigo Cabrero                                 | España   | Un total de 884 alumnos                     | Test de Ruffier        | Se ha mostrado una relación significativa positiva, aunque débil, entre el índice de Actividad física y el Índice de Ruffier. El nivel de adaptación al esfuerzo cardiovascular de los adolescentes de Leganés es “medio” según la valoración realizada con el test de Ruffier.              |

**Tabla 2:** Tabla de resumen

| Año  | Autores                   |       | País     | Población                                       | Protocolos     | Resultados   |
|------|---------------------------|-------|----------|---|----------------|--|
| 2015 | CURILEM<br>GATICA et al   |       | Chile    | 17,7% población<br>chilena mayor de<br>15 años  | Course Navette | Utilizar una prueba máxima y progresiva en adolescentes, como es la “prueba de navette”, genera un aumento del riesgo de presentar un evento cardiovascular al evaluar el consumo máximo de oxígeno.   |
| 2018 | Sánchez<br>Isabel         | Rojas | México   | Se recolectaron<br>530 artículos<br>científicos | Test de Cooper | El total de los autores consultados definen al test de Cooper como una de las pruebas de campo de más fácil aplicación y con resultados que pueden aproximarse y establecer la condición de resistencia del individuo a evaluar.   |
| 2012 | Montero<br>Katia M. et al | Vega  | Colombia | 40 cadetes y<br>40 oficiales                    | Test de Cooper | Se encontró un consumo de oxígeno máximo promedio de 3,48 L/min en cadetes y 3,75 L / min en Oficiales y una condición Física Excelente en Cadetes y Buena en los Oficiales, cuya diferencia puede estar dada a que cumplen esquemas de ejercicio y entrenamiento diferentes, siendo de mayor intensidad horaria y con mayor seguimiento en el grupo de cadetes. |

**Tabla 3** Tabla de resumen

| <b>Año</b> | <b>Autores</b>       | <b>País</b> | <b>Población</b>  | <b>Protocolos</b> | <b>Resultados</b>   |
|------------|----------------------|-------------|---|-------------------|---|
| 2017       | Isabel Sánchez rojas | Colombia    | revisión documental que consultó 20 estudios realizados en 8 países | course navette    | El test de Cooper comparado con las otras pruebas de campo, presenta un alto coeficiente de variación, y se ve reflejado en un alto índice de validez frente a las otras pruebas. |
| 2017       | Zaldivar castellanos | cuba        | 5 Atletas de alto rendimiento                                       | PWC-170           | El PWC170 según los resultados indican en ambos sexos aumentar con el entrenamiento, pues los cinco sujetos evaluados en este indicador logran una excelente valoración.          |

Nota: Tabla elaborada por autores con base en revisión de la literatura.

## 5. CONCLUSIONES

A través de esta revisión bibliográfica se obtuvo una visión general de los diferentes métodos evaluación de la resistencia cardiorrespiratoria, utilizando la información recolectada, se evidencian diferentes métodos para la evaluación. Por lo tanto, en esta monografía se explica cómo las valoraciones de la resistencia cardiorrespiratoria influyen en el desempeño de las actividades en el nivel competitivo. Finalmente, en nuestro criterio, lo que más se aconseja para la valoración de la condición física son los test de campo debido a su alta funcionalidad y bajo costo.

Se concluye que el test course navette a 30 años de su publicación sigue siendo uno de los test más utilizados mundialmente gracias a propiedades psicométricas (reproducibilidad, validez) aplicabilidad y bajo costo.

Las evaluaciones de la resistencia cardiorrespiratoria permiten evaluar el comportamiento de la capacidad aeróbica, por lo tanto, se deben promover en las escuelas deportivas, clubes de alto rendimiento y a todos los deportistas y entrenadores (UTS), para que sean aplicados y logren, como resultado, una adecuada evaluación y análisis de la capacidad cardiorrespiratoria. De tal manera, se garantizará una oportuna planificación y por consiguiente un desarrollo óptimo del rendimiento deportivo.

## 6. RECOMENDACIONES

- Al inicio de la revisión de la literatura fue compleja, debido a que no se tenía acceso a la información utilizable, en el transcurso de la investigación de la literatura se hallaron términos que fueron claves y pertinentes para el desarrollo de la monografía.
- La información alcanzada en esta revisión de la literatura puede ser útil y apropiada para crear guías interdisciplinarias y elaborar preparaciones físicas a atletas de alto rendimiento.
- Se recomienda la revisión de la literatura en inglés para tener una información más completa.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvero-Cruz, J. R., García, M. G., & Carnero, E. A. (2017). Reliability and accuracy of Cooper's test in male long distance runners. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(2), 60-63.
- Araujo M.P., N. A. (2017). Proposal of a new specific cardiopulmonary exercise test for taewondo Athletes. *Journal of Strength and Conditioning*, 1525-1535.
- Bangsbo, J., Krstrup, P., & Iaia, F. M. (2008). La prueba de recuperación intermitente Yo-Yo. *Sports Med*, 37-51.
- Benito Peinado, P. J., Calvo Bruzos, S. C., Gómez Candela, C., & Iglesias Rosado, C. (2014). *Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio físico y deporte*. Madrid: UNED.
- Bustamante, A., Beunen, G., & Maia, J. (2012). Valoración de la aptitud física en niños y adolescentes: construcción de cartas percentílicas para la región central del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 188-197.
- Bustos Viviescas, B. J., Acevedo Mindiola, A. A., & Ortiz Novoa, J. A. (2017). Consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca máxima y velocidad aeróbica máxima de árbitros colombianos de fútbol. *Revista Búsqueda*, 149-157.
- Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zárate, M. . (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de la Facultad de Medicina*, 761-768.
- Campos, F. B. (2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *The European Physical Journal Applied Physics*, 1221-1228.
- Castellanos, L. A. Z., Guerra, D. M. R., Gómez, Y. M. G., & Campaña, J. G. (2017). Relación capacidad vital forzada, consumo máximo de oxígeno y capacidad física en corredores de velocidad. *Arrancada*, 17(31), 1-9.

- Chicharro, J. L., Aznar , A., Fernández, A., López, L., A, L., & Perez, M. (2004). Transición aeróbica-anaeróbica: concepto, metodología de determinación y aplicaciones. *Madrid: Máster Line & Prodigio SL.*
- Coaboy Navarrete, W. (17 de Junio de 2016). *COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN ATLETAS AMATEUR Y PROFESIONALES.* Obtenido de Biblioteca General PUCE: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11213/Comparacion%20del%20rendimiento%20deportivo%20en%20atletas%20profesionales%2c%20Ecuador%202014%20WCN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cristi Montero, C., Ramírez Campillo, R., Alvarez, C., Garrido Méndez, A., Martínez, M. A., Díaz Martínez, X., . . . Celis Morales, C. (2016). Fitness cardiorrespiratorio se asocia a una mejora en marcadores metabólicos en adultos chilenos. *Revista médica de Chile*, 980-989.
- Cuervo Sandoval, J., & Montero Vega, K. (2013). *Medición de condición física y consumo de oxígeno en prueba Test de Cooper en cadetes y oficiales de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova.*
- Cuevas-Velázquez, C. L., & Covarrubias-Robles, A. A. (2011). LAS PROTEÍNAS DESORDENADAS Y SU FUNCIÓN:UNA NUEVA FORMA DE VER LA ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS Y LA RESPUESTA DE LAS PLANTAS AL ESTRÉS. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 97-105.
- De la Plaza , M., Llanos , P., Pelayo, M. S., Zuleta , Á., & Zugasti , B. (2013). Revisión actualizada de los Hidratos de Carbono. Su implicancia en el tratamiento nutricional de la Diabetes. 88-107.
- Domínguez, R., Garnacho Castaño, M. V., & Maté Muñoz, J. L. (2015). Metodología de determinación de la transición aeróbica-anaeróbica en la evaluación funcional. *Arch Med Deporte*, 395-401.
- Figuera Chacín , Y. J., Malavé Acuña, A. d., & Méndez Natera , J. R. (2012). Lípidos, alimentos y sus suplementos en la salud cardiovascular. II. Fuentes vegetales. *Revista Científica UDO Agrícola*, 1-16.

- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., . . . Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 1334-1359.
- García, G. C., & Secchi, J. D. (2014). Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Med Esport*, 93-103.
- Gonzalez Rico, R., & Ramírez Lechuga, J. (2017). Revisión de las pruebas de evaluación de la condición física en Educación Secundaria. *Ágora para la Educación Física y el Deporte*, 355-378.
- Gatica, C. C., Flores, A. A., & FARÍAS, T. Y. (2015). Aplicación del test course navette en escolares. *Journal of Movement & Health*, 16(2)
- Kodama S, S. K. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular. *Journal of the American Medical Association.*, 24-35.
- Lopategui Corsino, E. (2012). PRUEBA SUBMÁXIMA EN EL CICLOERGÓMETRO (Prueba de Söstrand Modificada por la YMCA). *saludmed.com*, 1-36.
- Lopategui Corsino: , E. (2012). PRUEBA AERÓBICA (CAMINAR-CORRER). *saludmed.com*, 1-8.
- López Laval, I., & Sitko, S. (2019). Dietas bajas en hidratos de carbono y rendimiento deportivo: Revisión Sistemática. *JONNPR*, 634-643.
- Löllgen, H. L. (2018 ). Exercise Testing in Sports Medicine. *Deutsches Ärzteblatt International*, 409-416.
- Mahar, M. T., Gueriére, A. M., Hanna, M. S., & Kemble, C. D. (2011). Estimación de la aptitud aeróbica a partir del rendimiento de la prueba de carrera en varias etapas de 20 m. *American Journal of Preventive Medicine*, 117-123.
- Martínez López, E. J. (2011). Pruebas de aptitud física (2a. ed.). Editorial Paidotribo.

- Mesa Callejas, R. J., Arboleda Sierra, R., Gaviria García, N., & Guzmán Finol, K. (2010). *Estado de desarrollo de las organizaciones deportivas*. Medellín, Colombia.: Funámbulos Editores Universidad de Antioquia.
- Montosa, I., Vernetta, M., & López Bedoya, J. (2017). Capacidad cardiorrespiratoria y composición corporal en niñas y adolescentes practicantes de gimnasia rítmica. *revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 151-156.
- Mazaheri, R., Tavana, B., & Halabchi, F. (2019). Cardiopulmonary Exercise Testing in Athletes;. *Swiss Sports & Exercise Medicine*, 37-42.
- Melo, L., Moreno, H., & Aguirre, H. (2012). MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA Y FUERZA EMPLEADOS POR LOS ENTRENADORES PARA LOS IX JUEGOS SUDAMERICANOS, MEDELLÍN, COLOMBIA, 2010. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 77-85.
- Niño Hernández, A. (2010). Evaluacion de la aptitud cardio rrespiratoria. *movimiento científico*, 68-72.
- Pallarés, J. G., & Morán Navarro, R. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria. *Journal of Sport and Health Research*, 119-136.
- ParraPatiño, J., Astrid Camacho, G., Ruiz, A. M., & Rangel, C. I. (2015). Reproducibilidad y nivel de acuerdo de las pruebas PACER y milla corriendo/caminando en estudiantes de 12 a 17 años. *revista de la salud UDES*, 36-41.
- Pereira-Rodríguez, J., Echeverry-Arias, B., Jurado-Leal, E., & Plata-Rivera, M. (2017). Cardiopulmonary and hematologic response to the test Course Navette 20 meters in University Students. *Revista Mexicana de Cardiología*, 28(1), 21-28.
- Prieto , G., & Delgado, A. R. (2010). Fiabilidad y Validez. *Papeles del Psicólogo*, 67-74.

- Quinart , S., Mougin, F., Laure , M., Rigaud , S., Guénat, M. N., & Regnard , J. (2014). Evaluación de la aptitud cardiorrespiratoria mediante tres pruebas de campo en adolescentes obesos: validez, sensibilidad y predicción del pico Ecuación matemática. *Journal of science and medicine in sport*, 521–525.
- Riebe, D. E. (2018). *ACSM's Guidelines for exercises testing and prescription*. Philadelphia: 10th. Wolters Kluwer Health.
- Rodríguez Cabrero, M., García Aparicio, A., García Pastor, T., Salinero, J. J., Pérez González, B., Sánchez Fernández, J. J., ... & Ibáñez Moreno, R. (2012). Actividad física y ocio y su relación con el índice de Ruffier en adolescentes.
- Rodríguez Gómez, M. J., Camargo Lemos, D. M., & Orozco Vargas, L. C. (2012). ASPECTOS METODOLÓGICOS EN LOS ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE PRUEBAS DIAGNÓSTICAS. *REVISTA USTASALUD*, 115 - 123.8
- Rojas, I. A. S. (2018). Validación de los baremos preestablecidos del test de Cooper en población que aplica la prueba en altura. *Lúdica Pedagógica*, 1(27).
- Rojas, I. A. S. (2017). ANÁLISIS CORRELACIONAL DE LA VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL TEST DE COOPER FRENTE A LAS PRUEBAS DE CAMPO CONVENCIONALES, PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA RESISTENCIA CARDIOVASCULAR. *Impetus*, 11(2), 27-34.
- Salazar Fuentes, F. M. (mayo de 29 de 2014). *repositorio.utn.edu.ec*. Obtenido de repositorio.utn.edu.ec: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3372>
- Sánchez Rojas, I. A. (2018). VALIDACIÓN DE LOS BAREMOS PREESTABLECIDOS DEL TEST DE COOPER EN POBLACIÓN QUE APLICA LA PRUEBA EN ALTURA. *Lúdica Pedagógica*, 15-24.
- Santander, M. D., García, G. C., Secchi, J. D., Zuñiga , M., Gutiérrez, M., Salas, N., & Arcuri, C. R. (2019). Estándares de aptitud física en estudiantes de la provincia de Neuquén, Argentina. Estudio del plan de evaluación de aptitud física. *Archivos argentinos de pediatría*, 568–575.
- Sanz, I. T. (2010). Las proteínas. *Vive sano*, 1-4.
- Sanz, I. T. (2010). los hidratos de carbono. *vive sano*, 1-4.

Serrano Pérez, J. (2015). metodologías de valoración del umbral anaerobico aplicado al atletismo de fondo. *ISDe Sports Magazine*, 1-18.

Serrato Roa, M. (2008). *Medicina del deporte*. Bogota: universidad del rosario.

Wilmore, J., & Costill, D. (2014). *FISIOLOGIA DEL ESFUERZO Y DEL DEPORTE*. Badalona: PAIDOTRITRIBO.