

FATIGA MUSCULAR O FATIGA PULMONAR EN ATLETAS ESTUDIANTES

COLEGIO SANTO TOMÁS DE AQUINO

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

FATIGA MUSCULAR O FATIGA PULMONAR EN ESTUDIANTES  
ATLETAS

Modalidad: Proyecto de investigación (Trabajo de grado)

Autor

CRISTHIAN YAMID PEÑA HERNÁNDEZ

Tutor

JOHN ALBERTO MANRIQUE GARCÍA

Licenciado en educación física

BOGOTÁ, COLOMBIA

NOVIEMBRE, 2020

COLEGIO SANTO TOMÁS DE AQUINO  
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

RECTOR DEL COLEGIO

Fr. Aldemar Valencia Hernández, O.P.

VICERRECTOR

Fr. Hender Alveiro Rodríguez Pérez, O.P.

SÍNDICO

Fr. César Augusto Quiñonez Molano, O.P.

MAESTRA DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Sonia Esperanza Gómez

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

John Alberto Manrique García

## Índice

<b>1</b>	<b>Capítulo 1. Planteamiento del problema</b>	<b>9</b>
	Pregunta problema	10
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>10</b>
1.1.1	Objetivo general	10
1.1.2	Objetivos específicos	10
1.1.3	Justificación	10
1.1.4	Antecedentes específicos	11
<b>2</b>	<b>Capítulo 2. Marco teórico</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Introducción a las fatigas</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Ácido láctico</b>	<b>15</b>
2.2.1	Definición	15
2.2.2	Factores que lo producen	16
2.2.3	Beneficios y perjuicios	17
<b>2.3</b>	<b>Resistencia Física</b>	<b>17</b>
2.3.1	Tipos de resistencia física	18
<b>3</b>	<b>Capítulo 3. Enfoque y diseño metodológico del trabajo de grado</b>	<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Enfoque metodológico</b>	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Método investigativo</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Participantes</b>	<b>22</b>
<b>3.4</b>	<b>Técnicas</b>	<b>22</b>
<b>3.5</b>	<b>Consentimiento informado</b>	<b>23</b>
<b>3.6</b>	<b>Categorización y clasificación</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>Capítulo 4. Análisis de resultados</b>	<b>27</b>
<b>4.1</b>	<b>Test de Ruffier y su fatiga muscular</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>El cardio y su efecto en la fatiga aeróbica</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>Capítulo 5. Conclusiones</b>	<b>32</b>
	Referencias	34
	Anexos	36

### **Agradecimientos**

La investigación es una muestra de esfuerzo y sacrificio, por ello va dedicada a todos aquellos que estuvieron presentes durante esta. Gracias a mi maestra Sonia Gómez Rojas por todas las clases de metodología que permitieron darle la mayor perfección posible a este trabajo; gracias a mi tutor John Manrique por estar presente y atento al proceso de esta investigación por medio de tutorías; a mi madre Nubia por tantas noches de desvelo y apoyo; a mi padre Víctor por sus consejos y a la vida por darme la oportunidad de haber podido cumplir esta meta.

## Resumen

En esta investigación se busca ampliar las fuentes de conocimiento de actividad física con respecto a los estudiantes. Cuando de medicina del deporte y deporte se trata, se toma mayormente en cuenta los atletas de alto rendimiento para la realización y aplicación de estudios con el fin de mejorar de su desempeño y reducir la probabilidad de lesiones. En gran medida se deja de lado a otras poblaciones que realizan deporte, entre estas están aquellos estudiantes los cuales se dedican a la practica del mismo con su institución, la preocupación surge del conocer que los estudiantes no se hallan exentos de presentar las mismas situaciones de atletas profesionales, que puedan afectar su salud.

Debido a todo lo mencionado anteriormente, el objetivo principal de esta investigación es brindar conceptos y datos para que los educandos comprendan, reconozcan y diferencien la fatiga pulmonar de la fatiga muscular. El estudio se desarrollo según el enfoque metodológico cuantitativo el cual nos permitió tener un argumento mayormente numérico y estadístico, al tener un instrumento como el test físico, este enfoque fue el más adecuado para la recolección y análisis de los datos. Pese a tener una considerable relación con la medicina, la investigación se halla mayormente inclinada a hacia las ciencias del deporte, por esto el estudio se encuentra clasificado y encaminado en la línea de investigación de Henri Didon: Arte, Cultura y Diversidad//ciencias del deporte y artísticas.

Una vez terminada la investigación se pudo afirmar que los estudiantes que presentaron las pruebas físicas no poseían conocimiento de todas las sintomatologías que se pueden presentar en los dos tipos de fatiga, gracias a las encuestas practicadas a los educandos se pudo llegar a la conclusión de que ahora reconocen la diferencia entre las dos fatigas y conocen las sensaciones que estas producen en su cuerpo, no obstante es importante ampliar la socialización de esta información a todos los educandos que practican algún deporte en competencia representando a la institución.

## Abstract

This research seeks to expand the sources of knowledge of physical activity with respect to students. When it comes to sports medicine and sports, high performance athletes are mainly taken into account for the conduct and application of studies in order to improve their performance and reduce the probability of injury. To a large extent, other populations that do sport are left aside, among these are those students who dedicate themselves to the practice of it with their institution, the concern arises from knowing that the students are not exempt from presenting the same situations of professional athletes, which may affect their health. Due to all the aforementioned, the main objective of this research is to provide concepts and data for students to understand, recognize and differentiate lung fatigue from muscle fatigue. The study was carried out according to the quantitative methodological approach which allowed us to have a mostly numerical and statistical argument, having an instrument such as the physical test. This approach was the most suitable for data collection and analysis. Despite having a considerable relationship with medicine, the research is mainly inclined towards sports science, that is why the study is classified and directed in Henri Didon's line of research: Art, Culture and Diversity // science of the sports and arts.

Once the investigation was completed, it could be stated that the students who presented the physical tests did not have knowledge of all the symptoms that can occur in the two types of

fatigue, thanks to the surveys carried out on the students, it was possible to conclude that now they recognize the difference between the two fatigue and know the sensations that these produce in their bodies, however it is important to extend the socialization of this information to all the students who practice some sport in competition representing the institution.

*Palabras claves:* Ácido láctico, resistencia muscular y pulmonar.

### **Introducción**

La fatiga se puede definir como la incapacidad de generar fuerza o exigencia física al cuerpo luego de realizar la práctica de un deporte o ejercicio. El área pulmonar y muscular son aquellas que tienen mayor influencia en el buen desempeño de una práctica deportiva, debido a esto las fatigas pulmonares y musculares han sido tema de gran interés para atletas profesionales y equipos médicos que se encargan de vigilar el rendimiento de los deportistas; el reconocer su diferencia les permite tener las herramientas y tratamientos adecuados para la prevención de lesiones y aumentar las probabilidades de un perfecto desempeño en competencias.

Hay un universo por debajo del deporte de alto rendimiento, en este podemos encontrar el mundo del deporte a nivel pedagógico, allí hallaremos a los estudiantes que practican una disciplina deportiva con las instituciones educativas. El interés de consultar y realizar esta investigación nace en los casos de alumnos que presentaron complicaciones físicas a causa de no conocer los síntomas que indican una fatiga límite, por ello la pregunta problema se enfoca en descubrir si el estudiante reconoce la diferencia entre la fatiga muscular y pulmonar.

Las investigaciones deportivas con respecto a los estudiantes son escasas, no hay pruebas suficientes de que los estudiantes que practican algún deporte en las instituciones estén exentos de presentar complicaciones físicas como un atleta de alto rendimiento, por tanto el reconocer esta problemática, más allá de mejorar el desempeño físico de los educandos durante los encuentros deportivos, les permitirá evitar muchas situaciones que puedan poner en riesgo su integridad física y su salud; siendo este el objetivo central de la investigación.

El trabajo se ha estructurado en 5 capítulos. En el capítulo uno Planteamiento del problema, se da un mejor desarrollo a lo que viene siendo la explicación de la problemática central, el planteamiento de los objetivos, la justificación y los antecedentes específicos. En el capítulo dos Marco teórico, se efectúa la conceptualización de las categorías fundamentales para el desarrollo de la investigación, relacionados con el deporte y los efectos que produce en el cuerpo humano,

usando diferentes teóricos especializados en esta temática. En el capítulo tres Enfoque y diseño metodológico, donde se abarca el tipo de metodología y los instrumentos que se usaron para darle una adecuada progresión a la investigación. Para el capítulo cuatro Análisis de resultados, se exponen los frutos de la aplicación de los test usados como instrumentos de recolección de datos y el análisis de los mismos. Para finalizar encontramos el capítulo cinco Conclusiones, donde se exponen las finalidades de la investigación. Más concretamente, la respuesta argumentada de la pregunta problema y los objetivos de la investigación de la investigación.

Para el Colegio Santo Tomás de Aquino esta investigación puede representar un beneficio en la ampliación del conocimiento para los maestros encargados del campo específico de educación física, de manera que tengan una herramienta para identificar cuando un estudiante se encuentra al límite de su capacidad pulmonar y muscular, y del mismo modo usar su conocimiento previo para calmar los síntomas que puedan presentar durante las prácticas deportivas. De la misma forma, les permitirá a los estudiantes afianzar sus conocimientos en fisiología deportiva y así, darles una base conceptual de modo que en la realización de actividad física estén en capacidad de catalogar y reconocer el tipo de fatiga, según la sintomatología que presenten.



## 1 Capítulo 1. Planteamiento del problema

En el alto rendimiento de ciertas disciplinas deportivas, hay un gran conocimiento respecto a la diferencia entre la fatiga muscular y fatiga pulmonar, esto se debe a que la mejora constante de los atletas se fundamenta en gran parte al conocimiento de cómo usar dichos conceptos en sus entrenamientos. Cabe recalcar que esto también les permite tener un excelente desempeño en las competencias y de la misma manera no recurrir en lesiones.

Los conceptos se ven mayormente asociados con un nivel deportivo profesional, sin embargo, se está ignorando todas las categorías que están por debajo del mismo, como lo es el deporte a nivel pedagógico, el cual consta de todas las metodologías aplicadas para la enseñanza del deporte en niveles escolares.

En esta categoría la intensidad de los entrenamientos no es lo suficientemente alta como para llegar al punto de sentir fuertemente una fatiga muscular o fatiga pulmonar, pues la demanda de rendimiento no requiere una práctica tan exhaustiva como en las categorías superiores, razón por la cual no siempre se les brinda atención a los dos conceptos ya mencionados. Para des fortuna, los estudiantes no están exentos de sentir las fatigas, esto debido a que también poseen encuentros deportivos inter-colegiados durante las temporadas escolares y en ocasiones la competitividad, rasgo que se halla más vivamente en niños y adolescentes, del atleta lo puede llevar a límites que no ha experimentado previamente, lo que puede recurrir en lesiones, problemas pulmonares, cardíacos, entre otros... todo a causa de no saber la diferencia de estos dos tipos de fatigas y la sintomatología que cada uno presenta.

**Pregunta problema**

A partir del planteamiento problema se considera pertinente realizar la siguiente pregunta: Los estudiantes del Colegio Santo Tomás que practican un deporte ¿Reconocen la diferencia entre fatiga pulmonar y muscular?

**1.1 Objetivos****1.1.1 Objetivo general**

Presentar la diferencia entre fatiga muscular y pulmonar de modo que los estudiantes que practiquen un deporte puedan reconocer cada una de ellas.

**1.1.2 Objetivos específicos**

Hallar test físicos que permitan experimentar los tipos de fatiga presentados adaptados a la exigencia física de los estudiantes.

Aplicar los test físicos a los atletas de nivel pedagógicos seleccionados.

Realizar encuestas con escalas Liker, que logren expresar las sensaciones del estudiante después de presentar la prueba.

Analizar los datos dados por las encuestas y dar una conclusión con argumento numérico que exponga la diferencia entre la fatiga pulmonar y la fatiga muscular.

**1.1.3 Justificación**

Como se menciona anteriormente, los tipos de fatiga que abarca esta investigación son conceptos obviados para los estudiantes que practican un deporte a nivel pedagógico. La

preocupación nace cuando, a pesar de no pertenecer al alto rendimiento, presentan distintas complicaciones cardiopulmonares y musculares durante las competencias, a causa de las fatigas.

Los médicos hacen un diagnóstico de los pacientes para poder adecuar el mejor tratamiento, mediante la misma metodología, se busca que los estudiantes identifiquen y diferencien de manera autónoma las sintomatologías y sensaciones que se vean relacionadas a la fatiga pulmonar o muscular.

La presente investigación nace a partir de la ausencia del conocimiento por parte de estudiantes atletas, debido a esto se tomarán una serie de estudiantes los cuales tendrán la característica de practicar un deporte (Fútbol) a nivel pedagógico; se les aplicarán pruebas las cuales buscarán causar los dos tipos de fatigas de modo que los educandos seleccionados reconozcan los efectos que estas causan.

La investigación busca brindar información que será útil para toda la comunidad educativa, en especial a aquellos que practiquen un deporte como pasatiempo o incluso a un nivel competitivo. Ampliará el conocimiento respecto a la fatiga muscular y pulmonar.

Los estudios de tipo análisis deportivo en estudiantes de colegio a nivel nacional son insuficientes para abarcar la inmensa cantidad de problemáticas médicas que se les pueden presentar en la práctica de un deporte, la presente investigación busca expandir el conocimiento de sustanciosas temáticas como lo son las fatigas.

#### **1.1.4 Antecedentes específicos**

Según Walter R. Frontera y Marco Villanueva (s.f.). La medicina del deporte nace desde hace más de 4000 mil años, desde los primeros monjes aplicando el deporte para purificar el alma y cuerpo, hasta los juegos olímpicos de Grecia donde los atletas eran tratados como dioses asegurándose que estuvieran listos para las competencias.

En la actualidad los avances biomédicos y las múltiples investigaciones existentes han permitido dar un acercamiento más profundo hacia el funcionamiento del cuerpo humano en un ámbito deportivo, y las fatigas no se quedan atrás, pues son estas las que impiden que un atleta obtenga su máximo desempeño en las competencias. Por esto es un tema de gran interés para médicos deportólogos, fisioterapeutas y entrenadores que tienen la misión de sacar el mayor desempeño posible de un deportista.

García, Martínez, Recio, Gómez (**Fatiga y rendimiento en la velocidad y salto**) 2007, Universidad Autónoma de Madrid.

Como primer antecedente tenemos una investigación que decidió realizar test físicos a 11 sujetos universitarios el fin de que experimentasen fatigas. Se mencionan la polimetría y los multisaltos como actividad causante de fatiga y, buscan hallar su relación con el rendimiento en la velocidad y salto, además, afirman que tanto la polimetría como los multisaltos son ejercicios propios de múltiples actividades deportivas. Manejan un enfoque metodológico cuantitativo, centrados en la recopilación, tabulación y análisis de datos.

Ante la finalidad del texto, los investigadores concluyen que la velocidad y la capacidad de salto se reducen cuando se aplica ejercicio que cause fatiga previa a la prueba. Con la velocidad notan que la diferencia en rendimiento no es muy alta, sin embargo, con la existencia de una fatiga previa, los sujetos que se tuvieron en cuenta no alcanzaron el 100% de su capacidad. Como conclusión final exponen que, para alcanzar el mejor desempeño en una prueba o competencia, es de vital importancia que no haya una fatiga previa.

Gómez, Cossio-Bolaños, Minaya, Hochmuller, Fogaca (**Mecanismos implicados en la fatiga aguda**) 2010, Universidad Autónoma de Madrid.

Como segundo antecedente tenemos una investigación que busca desenvolver los múltiples mecanismos necesarios para causar una fatiga aguda en el cuerpo, pues afirman que las fatigas son aspectos de carácter multifactorial, aparte de esto mencionan que es algo que afecta a todos por igual, sea atleta o no. También hacen una breve definición de lo que es la fatiga pulmonar. Manejan un enfoque metodológico cualitativo, donde se centran en la historia científica y la recopilación de informes dados por expertos en la medicina y el deporte.

Una vez finalizada la investigación, se llega a la conclusión de que efectivamente las fatigas son producidas por múltiples mecanismos, se a una fatiga central, periférica o de músculo esquelético. Además, al ser esta investigación una recopilación de definiciones respectivas a la fatiga, se pudo concluir que no se pudo dar una definición, exacta, precisa y concreta con respecto a la fatiga, sin importar el tipo, pues las investigaciones del tema surgen de manera exponencial y en su mayoría presentan puntos de vista distintos.

Brito, Granizo, Calero (**Estudio del ácido láctico en el Crossfit: aplicación en cuatro sesiones de entrenamiento**) 2017, Universidad de Cuenca y Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, de Ecuador.

En este antecedente, la investigación define al ácido láctico como un compuesto orgánico implícito en la actividad muscular. En este caso, presentan un modelo de test que consta de cuatro sesiones Crossfit, aplicadas en 10 atletas de Crossfit de los 20 a 22 años de edad, en las que se busca calcular y analizar las cantidades de lactato (la forma ionizada del ácido láctico)

producidas durante cada una de ellas. También será valorado el efecto del proceso antes, durante y después de finalizada cada sesión de entrenamiento.

Concluyen que el determinar las cantidades del lactato orgánico es vital para adaptar los niveles de intensidad de los entrenamientos, de este modo se puede tener una relación más cercana con la recuperación de la fatiga. Los investigadores notaron que aplicando este método de control, los índices de lesiones se reducen, pues no hay una sobre carga del musculo gracias al descanso intermitente.

## 2 Capítulo 2. Marco teórico

### 2.1 Introducción a las fatigas

En el contexto del alto rendimiento de distintos deportistas, las investigaciones respectivas hacia el funcionamiento corporal son de vital importancia para su mejoramiento. En este caso la terminología usada durante esta investigación es entendible para los atletas de este nivel, lo cual no ocurre en instancias como el deporte a nivel pedagógico, que reúne a todos los atletas pertenecientes a una categoría escolar. Para un estudiante de colegio, existe la probabilidad de que las terminologías relacionadas con el deporte, la musculatura o fluidos presentes en los músculos sean desconocidas. Para una mejor comprensión de la temática planteada, se busca definir términos tales como: ácido láctico, resistencia física. Siendo estos las categorías de análisis.

A continuación, se expondrán las sub categorías, las cuales son glucólisis, resistencia aerobia y anaerobia, resistencia anaeróbica aláctica y anaeróbica láctica.

### 2.2 Ácido láctico

#### 2.2.1 Definición

Comúnmente al ácido láctico se le describe como el “ardor” que se presenta luego de realizar una actividad física en concreto, sin embargo, en voz de Travis Triplett Mc Bride (2004) ese “ardor” se da debido a que el músculo produce “(...) una sustancia llamada ácido láctico, la cual es un subproducto de la degradación de las fuentes de carbohidratos en la producción de energía para la realización de ejercicios, un proceso denominado glucólisis.” (Mc Bride, 2004, p.1)

De la definición anterior se desglosa una nueva palabra, la “glucólisis” la cual la define Travis Triplett Mc Bride (2004) como:

La glucólisis es la degradación de la glucosa sanguínea o del glucógeno, la forma de almacenamiento de la glucosa, desde el músculo o el hígado. El propósito de la glucólisis es el de proporcionarle energía a las células corporales para que puedan operar. (p.1)

Teniendo la definición anterior podemos tener un acercamiento más profundo hacia el ácido láctico, entendiéndolo desde su mínima expresión, como significar sus primeros procesos a nivel celular.

#### 2.2.2 Factores que lo producen.

En la revista PubliCE, El artículo “Ácido Láctico y Rendimiento en el Ejercicio: ¿Culpable o Amigo?” escrito por Simeon P. Cairns (2006) explica que:

Durante la contracción muscular, la molécula energética adenosín trifosfato (ATP) es usada por la adenosín trifosfatasa (ATPasa) para permitir que se produzca el ciclo de puentes cruzados entre los filamentos de actina y miosina, resultando en producción de fuerza. Sin embargo, las concentraciones de ATP son normalmente bajas, de modo que, con contracciones repetidas, las reservas de fosfocreatina (PCr) en el músculo son usadas para re sintetizar y mantener las concentraciones de ATP. (Cairns, 2006, p.2)

Hay que recordar que el ATP, en voz de F. Galindo y A. flores (año) es la forma en la que se representa la energía a nivel celular y, es usada para fines mecánicos como lo son la contracción muscular y el movimiento.



“Con un número incremental de contracciones, la concentración de PCr disminuye, lo cual resulta en una necesidad de utilizar otros combustibles” (Cairns, 2006, p.2). Este otro combustible es el ácido láctico.

### 2.2.3 Beneficios y perjuicios.

Una vez agotado el ATP y el oxígeno, el músculo entra en un estado de respiración anaeróbica, que es el estado en el que se produce la mayor cantidad de ácido láctico, de tal manera que permite la contracción del músculo por un corto periodo de tiempo extra, posterior al agotamiento de este.

En pequeñas cantidades, el ácido láctico puede funcionar como combustible para que el músculo pueda mantener su funcionamiento posterior a la pérdida total del oxígeno, pero dicho uso debe ser periódico de lo contrario el músculo se inunda de ácido láctico y este es un factor limitante de nuestro rendimiento deportivo.

## 2.3 Resistencia Física

Dice Taylor, Buskirk, y Henschel (1955) citado por Jimenez, Zalagaz, Molero, Pulido, Ruiz (2013) que la capacidad y resistencia hace referencia “(...) la facultad que tiene un individuo de soportar un esfuerzo físico prolongado y representa una medida directa del estado general de salud biológica, especialmente del sistema cardiovascular, metabólico y aparato respiratorio” (p. 429).

En cuestión de resistencia han presentado múltiples teorías, algunas por ejemplo establecen que es “La aptitud, capacidad, disposición o facilidad de acción para mantener durante

un tiempo prolongado, el máximo posible, un esfuerzo activo muscular voluntariamente” (Mora (1995) citado por García P. y García J. (2010).

La resistencia física es la capacidad de mantener continuamente un esfuerzo antes y durante la presencia de la fatiga. Por último, la hallamos como la capacidad “(...) de resistir la fatiga en trabajos de prolongada duración y que se caracteriza por la máxima economía de las funciones.” (Manno, 1991) citado por García P. y García J. (2010, p.1).

### 2.3.1 Tipos de resistencia física.

#### **Resistencia Aeróbica**

En la investigación “Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática (Gonzales et al., 2018)”. Se define la resistencia aeróbica a nivel muscular como:

Clásicamente, se ha distinguido entre resistencia aeróbica local y general, la local hace referencia a la capacidad de un músculo o un grupo muscular de aguantar durante un periodo prolongado de tiempo un ejercicio, de tal modo que la fatiga se producirá en la musculatura implicada, mientras que la general hace referencia a los esfuerzos que implican a una gran masa muscular o varios grupos musculares, es así como se ha propuesto que si la masa muscular implicada es menor a un séptimo de la musculatura total se trata de resistencia aeróbica local, ya que en ejercicios con masas musculares de menor tamaño la fatiga aparece antes de que se haya solicitado al máximo la capacidad de transporte de oxígeno. (p.397)

Es una percepción y clasificación de los tipos de resistencia implicados en la musculatura, lo cual nos permitirá tener un acercamiento más óptimo hacia como no solo la falta de oxígeno afecta nuestro sistema respiratorio, sino todos los grupos de grandes músculos, sin llegar a producir ácido láctico.

### **Resistencia Anaerobia**

García P. y García J. en su investigación de resistencia presentan que la resistencia anaerobia se da cuando:

Los ejercicios de alta intensidad se realizan en "ausencia de oxígeno", es decir hay un predominio de los procesos anaeróbicos sobre los aeróbicos, al obtener una gran parte del oxígeno necesario para desarrollar la actividad de las reservas que tiene el organismo; si este esfuerzo de alta intensidad se mantiene durante un tiempo prolongado, se produce una deuda de oxígeno que será proporcional al mayor o menor predominio de los procesos anaeróbicos y a la duración del esfuerzo. (p.11)

En este tipo de resistencia se desprenden dos subcategorías:

#### **Resistencia aláctica**

En este tipo de capacidad física explica García P. y García J, a pesar de ser una resistencia en la que el esfuerzo muscular se halla sin oxígeno, no se obtienen productos de ácido láctico.

#### **Resistencia láctica**

García P. y García J explica que, el esfuerzo muscular da la posibilidad de una alta producción de ácido láctico.

### 3 Capítulo 3. Enfoque y diseño metodológico del trabajo de grado

#### 3.1 Enfoque metodológico

La investigación se verá guiada por el enfoque metodológico cuantitativo, el cual es definido por Roberto Hernández Sampierí (2003) como:

El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis. (p.4)

El que la metodología maneje variables y aspectos netamente numéricos, abre a una seleccionada variedad de herramientas que son precisas y efectivas para dar ejecución a las necesidades de la investigación. Aparte de todo “(...) las hipótesis (por ahora denominémoslas “creencias”) se generan antes de recolectar y analizar los datos.” (Sampieri, Fernández, Baptista, 2003, p.5). Posterior a esto, se pueden dar nuevas hipótesis con argumento respaldado por la matemática y la recolección de datos.

### 3.2 Método investigativo

Para la investigación se considera que el método de investigación más adecuado a utilizar es el Método Deductivo, el cual “(..) consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.” (Díaz, 2015, p.16, par.3).

### 3.3 Participantes

La investigación se encuentra en un ámbito estudiantil, por ello la población será la institución educativa Santo Tomás de Aquino, ubicado en la ciudad de Bogotá (Colombia), en la carrera 21 #132-46, de los cuales sus estudiantes oscilan entre las edades de 7 y 19 años. De la cual la muestra será los estudiantes respectivos a selección de fútbol institucional, los cuales pueden tener de 13 a 19 años de edad. Se tuvo en cuenta específicamente la selección de este deporte, pues a opinión de los estudiantes del colegio, es la selección más reconocida de la institución.

### 3.4 Técnicas

El uso de la **observación** será una de las principales técnicas usadas en esta investigación, pues está principalmente actitudes, aspectos emocionales y lenguaje corporal serán analizados. Pese al uso de esta técnica no se ve necesario la creación de un diario de campo pues solo se hacen dos observaciones por test.

**La encuesta:** Instrumento que “(..) consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir” (Sampieri, Fernández, Baptista, 2003, p.217). Lo cual permite llegar a una conclusión numérica y del mismo modo relacionarlos con factores psicológicos.

**Test físico:** “Un test físico es una prueba de aptitud o condición de las facultades físicas.

Nos indican las condiciones generales que posee un individuo para realizar cualquier actividad física. Generalmente se mide las cualidades físicas básicas del individuo.” (Anónimo, 2010)

### 3.5 Consentimiento informado

#### Objetivo de la investigación

Enseñar las diferencias entre fatiga y presencia de ácido láctico.

#### Justificación

En las distintas disciplinas del deporte se requiere una cantidad variable de esfuerzo físico, el cual es distinto en cada deportista y atleta, pues los límites varían de acuerdo a la persona. En múltiples ocasiones el ya mencionado esfuerzo causa cansancio y dolor, sin embargo, hay un gran debate respecto a su causa, algunos culpan a la fatiga pulmonar, otros culpan a la fatiga muscular (presencia de ácido láctico). La finalidad de esta investigación es abolir las especulaciones, de tal modo que las personas sepan identificar la causa del dolor y el cansancio durante y al finalizar la actividad física.

#### Información sobre el proceso

En el desarrollo de esta investigación se usará como herramienta una serie de test físicos y una entrevista de con respecto a la prueba. Esta va dirigida a atletas e integrantes de la selección de fútbol del Colegio Santo Tomás de Aquino y seleccionados atletas del alto rendimiento de la selección Colombia. Los resultados obtenidos en la investigación serán dados a conocer a la comunidad de estudiantes, mostrarán los resultados en general sin particularizar al finalizar el año 2020.

#### Manejo de la información

En fin de recolectar datos y comparar resultados, se registrarán los nombres de cada uno de los candidatos propuesto a la prueba. En función de la comodidad de los atletas, se les preguntará si se encuentran en acuerdo con la aparición de sus nombres en el documento, si no están de acuerdo se les mencionará de manera anónima. Los test y entrevistas serán diligenciadas por cada uno de los participantes de manera voluntaria, en presencia del investigador con el objetivo de aclarar cualquier duda al momento de su aplicación. Las respuestas, serán tabuladas, posteriormente la información será analizada y procesada, evitando citar cualquier referencia que pueda vulnerar la privacidad y la confidencialidad de los entrevistados.

#### Riesgo

Al ser una investigación dirigida a un factor de rendimiento físico del cuerpo humano, existe el riesgo de que la población a estudiar no se encuentre en total disposición a enfrentar los distintos test físicos propuestos para la recolección de datos.

#### Beneficios

Contribuye al conocimiento de atletas y personas del común, a diferenciar entre las distintas causas de dolor y cansancio pos-entreno. De este modo también sabrán las técnicas precisas para aliviar la causa identificada.

**Datos del investigador**

Nombre: Cristhian Yamid Peña Hernández.  
 T.I. 1000162185  
 Curso: 1102

**Formulario de inscripción**

<b>Nombres y apellidos</b>	
<b>Curso</b>	
<b>Edad</b>	
<b>Peso</b>	
<b>Talla</b>	
<b>Documento de identidad</b>	

Nota:

Yo \_\_\_\_\_ autorizo a mi hijo \_\_\_\_\_ del curso \_\_\_\_\_, a realizar las pruebas de test de Ruffier y test de Cooper los cuales le permitirán a mi hijo reconocer la diferencia entre la fatiga pulmonar y la fatiga muscular (con presencia de ácido láctico).

**Instrumentos de investigación**

**Test de rendimiento físico**

Estos test buscaran causar el efecto muscular y pulmonar deseado en los atletas en cuestión (Selección de fútbol del colegio Santo Tomás de Aquino)

**Test en busca de fatiga (pulmonar y estrés por contacto)**

**Test de Cooper:**

Esta prueba de resistencia consiste la mayor distancia posible en 12 minutos a una velocidad constante. Es una prueba de exigencia, donde la distancia y el tiempo sugeridos buscan poner al máximo la capacidad respiratoria y cardiovascular de la persona, hasta llevarla a un punto cercano al agotamiento, que es la finalidad del test.

NOMBRE DEL ATLETA	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA EN 12 MINUTOS

**Test en busca de la fatiga muscular**





2.	¿Qué tan alto es el nivel de dolor en sus muslos y glúteos?																			
3.	¿Qué tan limitada siente su movilidad al finalizar la prueba?																			
4.	En este momento... ¿Qué tan alta es su capacidad de repetir la prueba?																			
5.	Considero en algún momento abandonar el ejercicio (Si/No), evalúe de 1-10 su deseo de retirarse de la prueba.																			

**Palabras clave:**

**Resistencia aeróbica**

Refiere a la capacidad de regular la salida de oxígeno de los pulmones sin llegar al punto de la hiperventilación (mayormente conocida como respiración agitada). También hace referencia a la cantidad de tiempo que puede durar una persona haciendo una actividad física determinada.

**Resistencia anaeróbica**

Se entiende como la cantidad de tiempo que un músculo aguanta la carga física sin oxígeno, es decir, cuanto puede llegar a aguantar la inundación de ácido láctico sin llegar a perder movilidad en el grupo muscular que se esta trabajando.

**Acido láctico**

Se le conoce como el liquido que segregan los músculos a causa de la ausencia de oxígeno por una sobrecarga de una actividad física en particular.

**3.6 Categorización y clasificación**

Ácido láctico y resistencia física.

#### 4 Capítulo 4. Análisis de resultados

La investigación presente tiene como objetivo principal explicar la diferencia entre fatiga muscular y aeróbica, de manera que los estudiantes reconozcan la diferencia entre estos conceptos y del mismo modo evitar las consecuencias que vienen con el desconocimiento de estos. En este capítulo encontrará el análisis de resultados el cual busca darle respuesta a la pregunta problema de esta investigación ¿Reconoce usted la diferencia entre fatiga pulmonar y fatiga muscular?

Para el desarrollo del análisis de resultados se aplicaron test físicos y encuestas a grupos de estudiantes seleccionados, los cuales poseen la característica en común de pertenecer a la selección de fútbol del colegio Santo Tomas de Aquino.

Debido a la pandemia generada por el virus COVID-19, ha obligado a la población mundial a estar en aislamiento en el presente año 2020. Para esta investigación la aplicación de los test físicos se vio afectada, pues ya no se contaban con los espacios deportivos para la realización de las pruebas. Se efectuaron cambios en el test de Cooper, técnica que fue reemplazada en su totalidad por una sesión de cardio HIT (High Intensity Training), la cual busca simular el tipo de fatiga similar al que se deseaba generar en los estudiantes. También se hizo una variación en el tipo de sentadilla para el test de Ruffier pues al no tener a la muestra en presencia, se requirió aumentar la exigencia del ejercicio, añadiéndole un salto después de cada sentadilla. Las encuestas que correspondían a cada una de los test se digitalizaron con la finalidad de poder ser respondidas desde la comodidad de los hogares de cada estudiante. Google drive fue el sistema digital utilizado para la creación y desarrollo de estas.

La muestra no fue la excepción a los cambios, pues previo al aislamiento preventivo, se estipulaba una cantidad de 10 estudiantes atletas dividido en dos grupos para los dos test físicos; la

nueva población es 8 estudiante divididos de la misma manera, esto con la finalidad de tener suplentes en caso de tener algún tipo de inconveniente con alguno de los educandos seleccionados.

Para el monitoreo personalizado de las pruebas se realizaron video llamadas por la aplicación Google Meet, estas fueron grabadas (ver anexo B).

Entre los subcapítulos se encontrarán los efectos del test de Ruffier en la musculatura, al ser un test basado en sentadillas se ve afectado mayoritariamente tren inferior, conformado por todos los músculos presentes debajo de la cintura. También hallará el cardio y sus efectos en la fatiga aeróbica.

Para cada pregunta de la encuesta de la encuesta se saca un promedio al sumar las repuestas y dividir entre la cantidad de participantes, esto con la finalidad de exponer la resistencia general de la muestra y luego presentar las repuestas que están por encima o debajo de dicho promedio, ya que no todos tienen la capacidad física.

#### **4.1 Test de Ruffier y su fatiga muscular.**

Se aplicó el test de Ruffier modificado en cuatro estudiantes, esta prueba consiste de realizar la mayor cantidad de sentadillas en 45 segundos. En este caso la sentadilla se combina con un salto con el fin de aumentar la exigencia y la producción de ácido láctico, el cual es una sustancia segregada por los músculos y producida gracias a un proceso conocido como la glucólisis definido por Travis Triplett Mc Bride (2004) como:

(...) la degradación de la glucosa sanguínea o del glucógeno, la forma de almacenamiento de la glucosa, desde el músculo o el hígado. El propósito de la glucólisis es el de proporcionarle energía a las células corporales para que puedan operar. (p.1)

Dentro de la encuesta que, la cual estaba predispuesta para ser diligenciada justo después de presentar el test, mantenía una pregunta truco ubicada en punto 3, en esta los estudiantes debían expresar si estaban en capacidad de repetir la prueba una vez más. El 100% de las repuestas fue dirigida a hacia el “si”, esto refería a la repetición de la prueba una vez más. Se repitió el test y del mismo modo se repitió la respectiva encuesta, ahora vemos que es el 75% de las respuestas respondieron “si”, y el otro 25% seleccionó la opción del “no” (ver anexo C)

En la pregunta número 1 de la encuesta se le pidió al estudiante que calificara su resistencia anaeróbica en una escala del 1-10, en esta el promedio de resistencia 6,5. Pese a que las respuestas dadas por los encuestados referían a una resistencia excepcional, gracias al uso de la observación se visualizaron aspectos que jugaban en contra de su juicio personal, tales como pausas pasivas, reducción en la cadencia de repeticiones y pérdida de altura por salto durante los 45 segundos. La razón por la cual se da lo mencionado anteriormente, según Fernández García (2007) expone en las conclusiones de su investigación “Fatiga y rendimiento en la velocidad y salto”, se debe a que:

(...) la realización de ejercicios de multisaltos o pliometría, bien en el calentamiento de la sesión, bien previos a los ejercicios específicos de velocidad y/o capacidad de salto, parece ser que afectan al rendimiento máximo de la capacidad de velocidad y de la capacidad de salto.

**Comentado [D1]:** Organizar el texto, es una cita, no comprendo por qué después de los dos puntos inicia el texto fuera del párrafo.

Para la segunda pregunta se les pidió que calificaran el dolor en sus piernas, esto debido a que, en voz de Travis Triplett Mc Bride (2016) la sensación de ácido láctico puede describirse como ardor o dolor. Así pues, se halla un promedio de 4,75 de dolor muscular entre los encuestados, teniendo en cuenta que fue su propia percepción de este, los datos que corresponden a un nivel de molestia alta son el 50% de la muestra, un 25% con una sensación media y el otro 25% con una bajo (ver anexo C)

Mosquera (2020), expone como después de finalizar una prueba de 400 metros planos, halla su movilidad de sus piernas casi nula, pues la cantidad de energía usada para terminar la prueba es muy alta.

De ahí el porque de la pregunta 4, en la que se le solicita al atleta que califique la falta de movilidad de sus piernas. Donde el promedio general viene siendo un 6 en limitación (ver anexo C). El test de Ruffier es una prueba mucho menos exigente que la modalidad atlética de los 400 metros planos, razón por la cual la falta de movilidad no es tan extrema, sin embargo, es notoria.

Esta prueba es un factor mayormente psicológico, pues es la fuerza mental lo que marca la diferencia entre dejar la prueba y pedirle un poco más a nuestro cuerpo. Pese a no ser la más dura de las pruebas causa cierta necesidad de tomar un descanso o incluso el deseo de dejar la prueba. En tan solo 45 segundos, el 25% de la muestra pensó en abandonar la prueba (ver anexo C).

#### **4.2 El cardio y su efecto en la fatiga aeróbica.**

El licenciado en educación física John Alberto Manrique fue el creador de una rutina de cardio HIT para el buen desarrollo de esta investigación (ver anexo A). Dicha rutina contiene ejercicios dinámicos adaptados con la finalidad de que puedan ser realizados desde casa.

Para la pregunta 1 se obtuvo un promedio del 2,75 correspondiente al 100% de la muestra. Donde el 75% presentó una falta de oxígeno más alta que el otro 25% (ver anexo D).

Después de presentar la prueba los estudiantes evaluaron su resistencia del 1-10, en la cual describen un promedio 9, donde el 75% expone su resistencia como alta, entre 8-9 y un 25% la presenta de manera excepcional.

“La falta de oxígeno puede hacerte sentir con mareos o cansado.” (Watson, 2017), esto nos confirma la teoría con respecto a como la falta de oxígeno causa mareos o náuseas. Para la pregunta 3 el 100% de la muestra se respondió “no” (ver anexo D) a la presencia de alguno de estos dos síntomas, esto causa que el análisis de la pregunta #3 sea totalmente innecesario, pues este refería a calificar de 1-10 la intensidad del síntoma.

Para la pregunta 5 se le hizo la aclaración a la muestra de que el concepto de agitación refiere al rápido ritmo cardíaco sumado a una respiración poco controlada (hiperventilación).

El 100% de la muestra tuvo un promedio de agitación de 5,75 en la escala, donde un 25% registró un dato equivalente a 9 en la escala, otro registró 6, otro 5 y el último registró 3 (ver anexo D)

La misma intensidad de la prueba permitió la observación de sudoración excesiva de los estudiantes, esto equivale a una gran pérdida de fluidos y electrolitos que en exceso puede traducirse en deshidratación.

Por ello el promedio de la pregunta 6, en la que los atletas expresan dicha necesidad de hidratación es de 7 en la escala, donde un 25% registró un dato equivalente a 10 en la escala, otro registró 8, otro 7 y el último registró 3 (ver anexo D).

## 5 Capítulo 5. Conclusiones

La investigación desarrollada presenta que la muestra de estudiantes del colegio Santo Tomás de Aquino, mencionan haber sentido previamente los tipos de fatigas a los que fueron expuestos, sin embargo, no tenían conocimiento de la clasificación de los síntomas específicos que abarcaban cada una de estas.

Comentado [D2]: Mirar la redacción de este párrafo.

Pese al aislamiento generado por la pandemia COVID-19, se lograron hallar y modificar test físicos que lograban producir el tipo de fatiga que se buscaba. La aplicación de los mismos también tuvo un éxito absoluto, la disposición de los atletas de nivel pedagógico fue de las mejores, además de demostrar una capacidad física general excepcional, superando las pruebas y demostrando estar en capacidad de soportar una carga mucho más alta.

Las encuestas realizadas lograron el objetivo de mostrar las sensaciones de los educandos al momento de presentar las pruebas, sin embargo, no se contaba con la percepción personal de la capacidad física de los estudiantes sobre sí mismos, esto causó que el instrumento expresara que las sensaciones causadas por las fatigas fueran muy mínimas, al punto de que el promedio variaba entre los puntajes que mostraban mejor capacidad física. El uso de la observación permitió darle peso a este argumento numérico, pues gracias a este instrumento se pudo destacar como durante la prueba de fatiga muscular, los estudiantes perdían altura y ritmo durante las

sentadillas; por otra parte, la prueba de fatiga pulmonar se observa como los estudiantes presentaban hiperventilación leve, pausas activas y pasividad en los cambios de los ejercicios.

Gratificadamente se halla los resultados expresan de manera adecuada las sensaciones y sintomatologías de las dos fatigas trabajadas, pues se muestra como cada una afecta individualmente tanto al sistema cardio-vascular como al muscular.

Para finalizar, cabe recalcar que el presente trabajo puede ser retomada como base práctica y teórica para el desarrollo de nuevas investigaciones relacionadas con el ámbito deportivo tanto en estudiantes como a nivel general, las técnicas adecuadas para la liberación de ácido láctico y la prevención de lesiones son algunos de los ejemplos de las temáticas en las cuales el proyecto puede ser de gran utilidad.



**Referencias**

Anónimo (**Test de aptitud física**) 201. <http://maviazef.blogspot.com>

Díaz Barriga López Alexis (**Fundamentos de la investigación**) 2015.  
<https://sites.google.com/site/fundamentosdelainvestigacion1a/>

Fernández García, J. C.; Beas Martínez, M. A.; Martín Recio, F. J.; Reina Gómez, A. (**Fatiga y rendimiento en la velocidad y salto**) 2007, Universidad Autónoma de Madrid.  
<https://www.redalyc.org/pdf/542/54222966003.pdf>

Gonzales et al. (**Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática**) 2018.  
<https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/58278/39904>

Gómez-Campos, R.; Cossio-Bolaños, M.A.; Brousett Minaya, M.; Hochmuller - Fogaca, R.T. (**Mecanismos implicados en la fatiga aguda**) 2010, Universidad Autónoma de Madrid.  
<https://www.redalyc.org/pdf/542/54222122003.pdf>

Juan J. García Pellicer, José V. García Jiménez (**Las capacidades físicas básicas**) 2010

Sampieri, Fernández, Baptista (**Metodología de la investigación**) Mc Graw Hill, 2003.  
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Simeon P Cairns (**Ácido Láctico y Rendimiento en el Ejercicio: ¿Culpable o Amigo?**)  
Revista PubliCE, 2006. <https://journal.onlineeducation.center/api-oas/v1/articles/sa-H57cfb271ceb7e/export-pdf>

Taylor, Buskirk, y Henschel (1955) citado por Jimenez, Zalagaz, Molero, Pulido, Ruiz (**Capacidad aeróbica, felicidad y satisfacción con la vida en adolescentes españoles**) 2013.  
[https://ddd.uab.cat/pub/revpsidep/revpsidep\\_a2013v22n2/revpsidep\\_a2013v22n2p429.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/revpsidep/revpsidep_a2013v22n2/revpsidep_a2013v22n2p429.pdf)

Travis Triplett McBride (**Ácido Láctico: Entendiendo la Sensación de “Quemazón” Durante el Ejercicio**) Revista PubliCE, 2004. <https://journal.onlineeducation.center/api-oas/v1/articles/sa-S57cfb2713d50e/export-pdf>

Vicente Enrique Brito Vásquez, Hernán Alberto Granizo Riquetti, Santiago Calero Morales (**Estudio del ácido láctico en el Crossfit: aplicación en cuatro sesiones de entrenamiento**) 2017, Universidad de Cuenca y Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, de Ecuador. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubinvbio/cib-2017/cib173f.pdf>.

**Anexos****A. Prueba de Cardio HIT por el maestro John Alberto Manrique**

La prueba presenta variaciones de tiempo y cambios de ejercicios impredecibles

Movilidad articular dinámica y ejercicios aeróbicos coordinativos (calentamiento)
Skipping subiendo las rodillas a la capacidad
Variaciones de Skipping (bajo, alto, pausado)
Jumping Jacks (estrellas)
Patinadores
Rodilla al codo
Tijeras sin flexión de rodillas
Movimiento de tijera sin flexión de rodilla
Talaneo o levantamiento de talones
Levantamiento de rodillas progresivo
Variaciones de sentadilla (normal, lateral, progresiva)
Movimiento dinámico de mano a pie
Lunges
Jumping Jacks en media sentadilla
Cardio de boxeador al vacío (Jabs, Upercuts, ganchos)
Mountain climbers
Levatamiento de piernas (de pie)

**B. Link videos de la efectuación de las pruebas.**

Test de resistencia anaeróbica:

[https://drive.google.com/file/d/1YsX8o5ZD6zuFDsvxH\\_rO3\\_n7NzvKU0Py/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1YsX8o5ZD6zuFDsvxH_rO3_n7NzvKU0Py/view?usp=sharing)

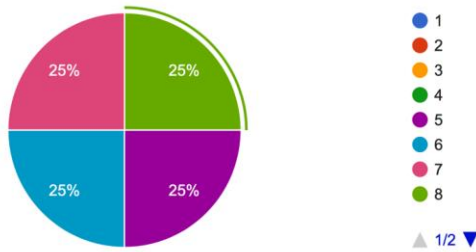
Test de resistencia aeróbica:

<https://drive.google.com/file/d/19hx6ED1V2PjOXqLCRR4XYKBPzgyXwqy/view?usp=sharing>

**C. Graficas del test de Ruffier**

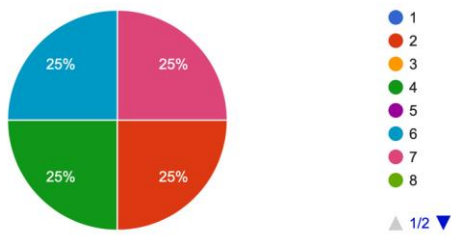
1. Califique de uno a 1-10 su resistencia anaerobia, donde 1 es muy mala y 10 es excepcional.

4 respuestas



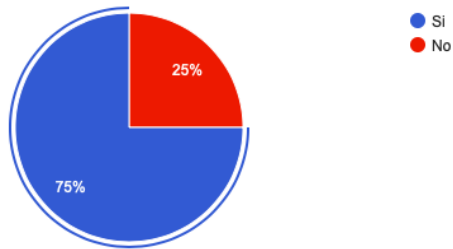
2. Califique de uno a 1-10 ¿Qué tan fuerte es el dolor en piernas?

4 respuestas



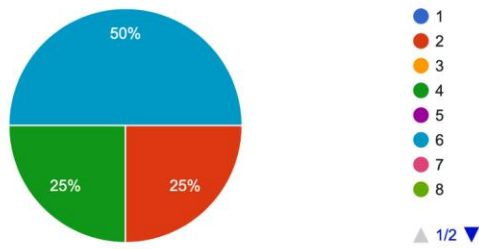
3. ¿Cree poder repetir la prueba?

4 respuestas



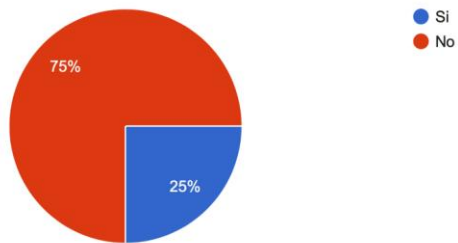
4. Del 1 al 10 ¿Qué limitada siente la movilidad de sus piernas?

4 respuestas



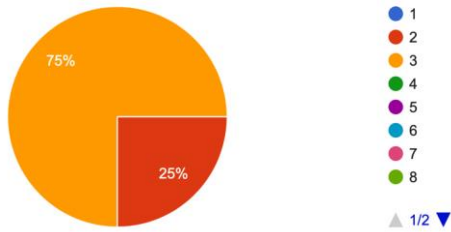
5. Pensó en abandonar la prueba en algún momento.

4 respuestas

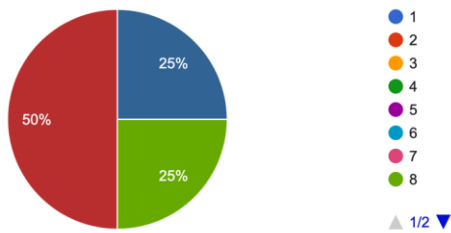


**D. Graficas del test de Cardio HIT**

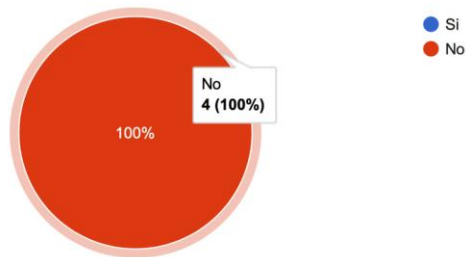
1. Califique de uno a 1-10 ¿Qué tanto siente la falta de oxígeno?  
4 respuestas



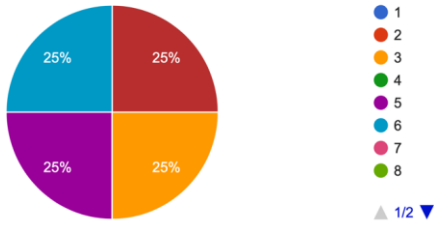
2. Califique de uno a 1-10 ¿Cómo clasifica su resistencia aeróbica? Donde 1 es muy mala y 10 es excepcional.  
4 respuestas



3. Presentó mareo o náuseas  
4 respuestas



5. ¿Qué tan fuerte sintió la agitación?  
4 respuestas



6. Califque de 1-10 ¿Qué tan alta es su necesidad de hidratación?  
4 respuestas

