

**DETERMINACIÓN DEL VALOR PREDICTIVO DEL ÁNGULO DE FASE,  
RESISTENCIA, REACTANCIA Y COEFICIENTE DE BIOIMPEDANCIA SOBRE EL  
ESTADO NUTRICIONAL EN UNA MUESTRA DE ADOLESCENTES  
PERTENECIENTES A UNA ESCUELA DE FUTBOL DE CARTAGENA DURANTE EL  
PERIODO 2020-1**

**PRESENTADO POR:  
LUIS ALFONSO TORRES CARRILLO**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA  
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA  
PREGRADO  
X SEMESTRE  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.  
2021**

**DETERMINACIÓN DEL VALOR PREDICTIVO DEL ÁNGULO DE FASE,  
RESISTENCIA, REACTANCIA Y COEFICIENTE DE BIOIMPEDANCIA SOBRE EL  
ESTADO NUTRICIONAL EN UNA MUESTRA DE ADOLESCENTES  
PERTENECIENTES A UNA ESCUELA DE FUTBOL DE CARTAGENA DURANTE EL  
PERIODO 2020-1**

**INTEGRANTE:  
LUIS ALFONSO TORRES CARRILLO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
NUTRICIONISTA DIETISTA**

**DIRECTOR(A):**

**Maritza Díaz Rincón, ND, Esp, MSc Epidemiología**  
Docente- Jefe Disciplinar  
Escuela de Nutrición y Dietética  
Universidad del Sinú - Seccional Cartagena

**Paola Andrea Olarte Hernández**  
Nutricionista Dietista  
Mg. Actividad Física y Salud  
Coordinadora de Investigación  
Escuela de Nutrición y Dietética

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA  
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA  
PREGRADO  
X SEMESTRE  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.  
2021**

**Cartagena, 01/julio/2021**

**Doctor:**

Óscar Torres Yarzagaray  
Director de Investigaciones  
Universidad del Sinú EBZ  
Seccional Cartagena  
L. C.

Cordial saludo.

La presente tiene como fin someter a revisión y aprobación para la ejecución del proyecto de investigación titulado: **DETERMINACIÓN DEL VALOR PREDICTIVO DEL ÁNGULO DE FASE, RESISTENCIA, REACTANCIA Y COEFICIENTE DE BIOIMPEDANCIA SOBRE EL ESTADO NUTRICIONAL EN UNA MUESTRA DE ADOLESCENTES PERTENECIENTES A UNA ESCUELA DE FUTBOL DE CARTAGENA DURANTE EL PERIODO 2020-1**, adscritos a la Escuela de Nutrición y Dietética en el área de pregrado.

**Atentamente,**

**Firma: OLGA TATIANA JAIMES PRADA**

Director Escuela de Nutrición y Dietética

**Firma: Paola Olarte Hernández**

Paola Olarte Hernández

Coordinador de Investigaciones Escuela de Nutrición y Dietética

**Nota de aceptación**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Cartagena DT y C, 11/junio/2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a Dios, por permitirme haber llegado justo donde estoy y ser la guía de mis pasos, quien me acompaña en todos los procesos de mi vida. También está dedicado a mis padres que a pesar de las circunstancias siempre me brindaron ese cariño, amor y apoyo que me impulsa a seguir cada día a ser mejor persona y que gracias a ellos son quien soy en estos momentos de mi vida, a mis hermanas que han sido un apoyo incondicional estando presente en mi formación tanto académica como personal, a todas esas personas que de una u otra manera me ayudaron a crecer académicamente y profesionalmente, por último y en especial a los profesoras que hicieron esto posible brindándome toda su compañía y apoyo para seguir adelante, muchas gracias.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por abrirme las puertas y camino para poder llegar a esta etapa de mi vida, a mi familia por su apoyo incondicional y motivación durante este proceso a pesar las muchas dificultades que se presentaron, así mismo a los diferentes docentes que hicieron parte de mi proceso educativo, por su compromiso en mi formación académica y a mis amigos y colegas por su grato acompañamiento en este durante esta gran etapa.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>DEDICATORIA</b> .....                            | <b>5</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b> .....                        | <b>6</b>  |
| <b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....                     | <b>7</b>  |
| <b>LISTA DE TABLAS</b> .....                        | <b>9</b>  |
| <b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....                      | <b>10</b> |
| <b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....                         | <b>11</b> |
| <b>2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....           | <b>13</b> |
| 2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....                  | 15        |
| <b>3 JUSTIFICACIÓN</b> .....                        | <b>16</b> |
| <b>4 OBJETIVOS</b> .....                            | <b>18</b> |
| 4.1 OBJETIVO GENERAL .....                          | 18        |
| 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                      | 18        |
| <b>5 REVISIÓN LITERARIA</b> .....                   | <b>19</b> |
| 5.1 MARCO TEÓRICO .....                             | 19        |
| 5.1.1 Bioimpedancia o impedancia bioeléctrica ..... | 19        |
| 5.1.2 Antropometría .....                           | 20        |
| 5.1.3 Ángulo de fase .....                          | 21        |
| 5.1.4 Resistencia:.....                             | 23        |
| 5.1.5 Reactancia: .....                             | 23        |
| 5.1.6 Índice de Youden.....                         | 23        |
| 5.1.7 Sensibilidad .....                            | 24        |
| 5.1.8 Especificidad.....                            | 24        |
| 5.1.9 Curva ROC.....                                | 25        |
| 5.2 Composición corporal.....                       | 25        |
| 5.3 ANTECEDENTES .....                              | 26        |
| <b>6 MARCO CONCEPTUAL</b> .....                     | <b>33</b> |
| 6.1 Talla .....                                     | 33        |
| 6.2 Peso.....                                       | 33        |
| 6.3 Adolescente .....                               | 33        |
| 6.4 Deportista.....                                 | 33        |
| 6.5 Bioimpedancia .....                             | 34        |

|           |                                                                                 |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.6       | Riesgo nutricional .....                                                        | 34        |
| <b>7</b>  | <b>METODOLOGÍA.....</b>                                                         | <b>35</b> |
| 7.1       | TIPO DE INVESTIGACIÓN.....                                                      | 35        |
| 7.2       | POBLACIÓN Y MUESTRA.....                                                        | 35        |
| 7.3       | VARIABLES DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN .....                                 | 35        |
| <b>8</b>  | <b>CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN .....</b>                                 | <b>38</b> |
| <b>9</b>  | <b>FUENTES, MÉTODOS Y MECANISMOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>           | <b>38</b> |
| 9.1       | Técnicas para la toma de peso: .....                                            | 38        |
| 9.2       | Técnicas para la toma de la talla: .....                                        | 39        |
| 9.3       | Técnicas para la toma de bioimpedancia (Uribe, 2020): .....                     | 41        |
| 9.4       | Biody manager software.....                                                     | 42        |
| <b>10</b> | <b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>                                               | <b>44</b> |
| <b>11</b> | <b>CONSIDERACIONES ÉTICAS.....</b>                                              | <b>44</b> |
| <b>12</b> | <b>MARCO LEGAL.....</b>                                                         | <b>46</b> |
| <b>13</b> | <b>RESULTADOS.....</b>                                                          | <b>47</b> |
| 13.1      | Análisis de la composición corporal: .....                                      | 49        |
| 13.2      | Análisis de la clasificación nutricional: .....                                 | 52        |
| <b>14</b> | <b>ESTIMACIÓN DE VALORES PREDICTIVOS.....</b>                                   | <b>53</b> |
| 14.1      | Determinación de los puntos de corte para los parámetros de bioimpedancia ..... | 54        |
| <b>15</b> | <b>DISCUSIÓN .....</b>                                                          | <b>58</b> |
| <b>16</b> | <b>CONCLUSIONES .....</b>                                                       | <b>63</b> |
| <b>17</b> | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                         | <b>65</b> |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Antecedentes.....                                                         | 26 |
| <b>Tabla 2</b> Operacionalizacion de las variables de estudio .....                      | 35 |
| <b>Tabla 3</b> Características técnicas para la toma del peso .....                      | 39 |
| <b>Tabla 4</b> Características técnicas para la toma de la talla.....                    | 41 |
| <b>Tabla 5</b> Características técnicas para la toma de la bioimpedancia .....           | 42 |
| <b>Tabla 6</b> Descripción socio demográfica y de la composición corporal.....           | 47 |
| <b>Tabla 7</b> Análisis del componente masa magra .....                                  | 50 |
| <b>Tabla 8</b> Análisis del componente masa grasa bruta .....                            | 50 |
| <b>Tabla 9</b> Análisis del componente contenido mineral óseo.....                       | 51 |
| <b>Tabla 10</b> Análisis del componente ACT .....                                        | 51 |
| <b>Tabla 11</b> Análisis clasificación nutricional .....                                 | 52 |
| <b>Tabla 12</b> Análisis de la clasificación antropométrica del estado nutricional ..... | 52 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 1</b> Box PLOT Distribución del Ángulo de fase por grupos de edad.....                                                                        | 49 |
| <b>Gráfico 2</b> Análisis ROC para evaluar parámetros de bioimpedancia como predictores del estado nutricional.....                                      | 53 |
| <b>Gráfico 3</b> Índice de Youden de mayor sensibilidad y especificidad de ángulo de para la determinación del valor predictivo. ....                    | 54 |
| <b>Gráfico 4</b> Índice de Youden de mayor sensibilidad y especificidad de coeficiente de bioimpedancia para la determinación del valor predictivo ..... | 55 |
| <b>Gráfico 5</b> índice de Youden de mayor sensibilidad y especificidad de resistencia para la determinación del valor predictivo .....                  | 56 |
| <b>Gráfico 6</b> índice de Youden de mayor sensibilidad y especificidad de reactancia para la determinación del valor predictivo. ....                   | 57 |

## 1 INTRODUCCIÓN

El uso de los datos del análisis de la bioimpedancia eléctrica (BIA) ha ganado gran popularidad en la evaluación de la composición corporal y el seguimiento del estado nutricional de los pacientes (Bosi, Danielzik, Dörhöfer, & Later, 2006), este se basa estrechamente en la relación que hay entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición corporal de los diferentes tejidos y del contenido total de agua corporal (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2011), Su principio físico consiste en la oposición que ofrece un tejido biológico al paso de la corriente eléctrica alterna. Este es un método doblemente indirecto simple de bajo costo, no invasiva y con potencialidades que le permiten ser usada en otros escenarios tales como el deportivo (Moran, Lavado, & Pedrera, 2011).

El ángulo de fase (AF) se define como el resultado de los datos netos derivados de la BIA que son la resistencia eléctrica  $R$  (en ohm): la cual está asociada a todo componente biológico que se opone al flujo de una corriente eléctrica alterna y la reactancia capacitiva,  $X_c$  (en ohm): la cual indica una oposición adicional de aquellos tejidos que tienen la dificultad de mantener una carga eléctrica, sin embargo, estos presentan baja conductividad y a partir de  $R$  y  $X_c$  se calculan el módulo de impedancia eléctrica,  $|Z|$  (en ohm) y el AF,  $\theta$  (en grados) (Lafargue, Bergues, Verdecia, Laurencio, & Ortega, 2013).

Las variaciones en el AF estarían relacionadas con aspectos tales como el sexo, la edad, el índice de masa corporal, el estado nutricional y la presencia de entidades patológicas que incidan en la hidratación, nutrición o conformación de los tejidos (Quesada, León, Betancourt, & Nicolau, 2016).

En el ámbito de la medicina deportiva, el AF ha sido empleado para estimar valores relacionados con la composición corporal puesto que aspectos tales como: la cantidad de ejercicio que realice el sujeto, hidratación o deshidratación y el comportamiento de la temperatura ambiente alteran el resultado final en la medición, lo cual puede conllevar a generar variaciones en los valores estimados del ángulo de fase (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2011).

Por otro lado, un estudio realizado, con 50 personas (20 varones y 30 mujeres) activos físicamente, estableció valores para el AF indicando baremos que oscilan con datos promedio para hombres de  $6,1^{\circ}$ - $8,5^{\circ}$  y en mujeres valores promedio de  $5,3^{\circ}$  - $7,3^{\circ}$  (Llames, Baldomero, Iglesias, & Rodota, 2013); sin embargo, una investigación cubana llevada a cabo en deportistas evaluados mediante la misma técnica reporto cuyos valores de AF para hombre de  $6,7^{\circ}\pm 0,6$  y en mujeres de  $5,8\pm 0,6$  (Veitia, Campos, Echarría, & Aguilera, 2017)

El propósito de la siguiente investigación es determinar los puntos de corte de ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de la bioimpedancia, en una muestra de jóvenes pertenecientes a una escuela de futbol de la ciudad de Cartagena, durante el periodo 2020-1, la valoración se realizó antes del inicio de la gran emergencia sanitaria por COVID-19, partió desde la recolección de los datos antropométricos peso y talla, años cumplidos como datos demográficos, luego de eso se continuo con la toma de la bioimpedancia al total de los jóvenes pertenecientes a la escuela de futbol.

## 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el avanzar de los años el conocimiento de la composición corporal (CC) nos ha permitido obtener resultados confiables para la determinación de los diferentes segmentos corporales y la relación que tiene con el estado nutricional de un individuo (Ramírez, Almanza, & Ángel, 2015). Conocer la CC es fundamental para el desarrollo de las ciencias de la salud y el entendimiento de las variaciones en los componentes corporales asociados a los procesos fisiológicos como el crecimiento, envejecimiento y otros cambios que se originan como resultado de la actividad física y el balance energético (Gómez, 2011).

En la actualidad y con los nuevos avances tecnológicos se han venido implementando nuevas técnicas para calcular la composición corporal (CC), una de estas técnicas es la bioimpedancia (BIA), que es un método seguro, no invasivo y económico que proporciona datos por medio de una corriente eléctrica de bajísima intensidad que recorre el cuerpo y ha cobrado una relevancia creciente en las últimas décadas, debido a sus enormes aplicaciones en las áreas clínica y deportiva (Barbosa, Barros, Wang, Heymsfield, & Pierson, 2005).

Por otra parte, la antropometría, que consiste en la medición de pliegues cutáneos, circunferencias, longitudes y peso, con la finalidad de aplicar los resultados en ecuaciones predictivas para estimar la proporción de los distintos compartimientos corporales, es un método que no se debe perder de vista ya que no distingue alteraciones de la CC causadas por deficientes o excesos nutrimentales, como por ejemplo: es muy baja la precisión que tiene en los sujetos con obesidad y que el resultados de la evaluación, así como el margen de error son proporcionales a la experiencia del evaluador que para poder ser de alta confianza debe ser certificado por la a International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) nivel 1, 2 o 3 (Rodríguez I. , 2016).

Es por ello que hoy en día cada vez son más los usos de esta técnica en aplicaciones biomédicas, esto es debido principalmente a su bajo costo, su fácil manejo y a la mejora de los dispositivos electrónicos. Sus aplicaciones van desde la medida de parámetros nutricionales muy útiles para diagnosticar enfermedades o realizar una dieta apropiada a través de sus parámetros básicos, resistencia (R) y reactancia ( $X_c$ ), que vienen siendo útiles en la evaluación de pacientes críticos (Ros, Manso, Palacios, & Rodríguez, 2013).

Son diversas las razones empíricas y científicas que avalan la aplicación y necesidad de evaluar los distintos componentes corporales, ya que actualmente no basta conocer solamente el índice de masa corporal (IMC), especialmente por su gran funcionalidad estas técnicas brindan la posibilidad de clasificar a una persona dentro de una comunidad, desde el punto de vista de la salud, el desarrollo, su potencialidad para el rendimiento físico e incluso estético, a prevenir ciertas afecciones en el caso de lesiones (Sardinha, 2012), también ayuda a conocer el punto de partida de un deportista, así como su seguimiento en función de alcanzar los objetivos concretos a alcanzar y así poder individualizarlos, e incluso permite comprobar en los jóvenes deportistas la simetría de su desarrollo corporal y detectar a tiempo posibles desviaciones en el aparato locomotor (Piccoli, Nescolarde, & Rossell, 2002) (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2011).

Aunque actualmente se cuenta con poca información sobre la CC en jóvenes deportistas en Cartagena y muchos menos que hablen de BIA, en la práctica laboral es difícil caracterizar la CC en ciertos escenarios, uno de estos espacios es el ámbito deportivo en los jóvenes, ya sea porque no se cuenta con los materiales para hacer dicha tarea, o se desconoce la importancia de la interacción entre la CC y el desempeño físico deportivo (Uribe, 2020).

Todo ello ha conllevado que estas nuevas técnicas de medición CC, en el ámbito profesional de la salud y del deporte exista un gran interés y necesidad para disponer de los medios necesarios que permitan la valoración de la CC de la forma más válida y funcional posible (Rodríguez I. , 2016).

Ante el gran auge de estas nuevas técnicas de medición de la CC, surge la inquietud de comparar y realizar un análisis vectorial resultante de la bioimpedancia con el fin de comparar de manera directa la relación entre la resistencia (R) la cual es un indicador del estado de hidratación y la reactancia (Xc) la cual está orientada a identificar la integridad de las membranas celulares, e incluir un diagnóstico más exacto de la composición corporal y definir puntos de corte en una muestra de adolescentes pertenecientes a una escuela de fútbol de Bolívar, Cartagena.

## **2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es el valor predictivo del ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de bioimpedancia sobre el estado nutricional en una muestra de adolescentes pertenecientes a una escuela de fútbol de Cartagena dura el periodo 2020-1?

### 3 JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, un gran número de métodos para evaluar el estado nutricional vienen siendo desarrollado, sin embargo, consensualmente no hay un método patrón oro (Barbosa, Barros, Wang, Heymsfield, & Pierson, 2005). A la fecha existe una gran cantidad de ensayos clínicos que proponen el Angulo de fase (AF) como un marcador pronóstico útil en condiciones clínicas, como en cirrosis hepática, varios tipos de cáncer, esclerosis sistémica, también se observó una asociación positiva entre el AF y la supervivencia en pacientes con VIH-positivos, y quirúrgicos. Varios autores sugieren que el AF puede ser una herramienta importante para evaluar el resultado clínico o para evaluar la progresión de la enfermedad y este puede ser superior a otros indicadores nutricionales, bioquímicos o antropométricos (Llames, Baldomero, Iglesias, & Rodota, 2013). Algunos autores proponen valores de referencia para evaluar adecuadamente las desviaciones individuales en relación con la población promedio y otros proponen puntos de corte específicos por patología como indicadores de pronóstico clínico-nutricional (Porto, Reis, & Galvao, 2015).

La bioimpedancia eléctrica (BIA) se ha convertido en la actualidad en una herramienta que permite determinar la composición corporal de cualquier sujeto, empleando la corriente eléctrica como un elemento que a partir del análisis de aspectos como la resistencia y la capacitancia de los tejidos que permite determinar la integridad de las células, las membranas celulares, el porcentaje de agua, la masa libre de grasa, la masa magra, entre otros componentes; razón por la cual las aplicaciones clínicas y nutricionales la han convertido en una herramienta de bajo costo, no invasiva y con potencialidades que le permiten ser usada en otros escenarios tales como el deportivo (Quesada, León, Betancourt, & Nicolau, 2016).

En el ámbito de la medicina deportiva, el AF ha sido empleado para estimar valores relacionados con la composición corporal puesto que aspectos tales como: la cantidad de ejercicio que realice el sujeto, hidratación o deshidratación y el comportamiento de la temperatura ambiente alteran el resultado final en la medición (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2011), lo cual puede conllevar a generar variaciones en los valores estimados del ángulo de fase. Un estudio realizado en Cuba con 943 participantes de diferentes modalidades deportivas como: baloncesto, balonmano, gimnasia rítmica, fútbol, tenis, tenis de mesa, patinaje artístico entre otros, empleó los resultados del AF obtenidos por bioimpedancia y lograron concluir que la variabilidad de los datos estuvo mediada por aspectos relacionados con el género, el índice de masa corporal, la altura, la intensidad que tenga el deporte, la frecuencia con que se practique y el tipo de disciplina deportiva, ya que estos factores conllevan a que existan variaciones en la composición de los tejidos (Veitia, Campos, Echarría, & Aguilera, 2017).

Es por ello, que se busca estimar y comparar los valores obtenidos del AF con variables de composición corporal y fuerza muscular en jóvenes deportistas con el fin de aplicar estos datos obtenidos por bioimpedancia eléctrica como una herramienta estratégica y confiable que permita determinar las variaciones en estos aspectos que son elementales y forman parte del análisis y seguimiento en torno al rendimiento deportivo. Igualmente, se busca que los resultados y análisis del presente proyecto, abran la puerta de invitación a la generación de futuras investigaciones que lo implementen en otras poblaciones estudio.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el valor predictivo del ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de bioimpedancia en una muestra de jóvenes pertenecientes a una escuela de fútbol de la ciudad de Cartagena durante el periodo 2020-1.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la composición corporal obtenida a través de bioimpedancia en la población objeto de estudio.
- Determinar la clasificación antropométrica del estado nutricional por medio de indicadores antropométricos en la población de estudio.
- Estimar puntos de corte de ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de bioimpedancia como predictores del estado nutricional en la población objeto de estudio.

## 5 REVISIÓN LITERARIA

### 5.1 MARCO TEÓRICO

#### 5.1.1 Bioimpedancia o impedancia bioeléctrica

La bioimpedancia eléctrica (BIA) es un método que permite medir los parámetros bioeléctricos en sistemas biológicos, debido a la estrecha relación de estos con los fisiológicos del tejido. Su principio físico consiste en la oposición que ofrece un tejido biológico al paso de la corriente eléctrica alterna por este. Los parámetros bioeléctricos que se estiman son la resistencia eléctrica,  $R$  (en ohm), y la reactancia capacitiva,  $X_c$  (en ohm). A partir de  $R$  y  $X_c$  se calculan el módulo de impedancia eléctrica,  $|Z|$  (en ohm) y el ángulo de fase,  $\theta$  (en grados) (Lafargue, Bergues, Verdecia, Laurencio, & Ortega, 2013).

Este es un método doblemente indirecto, rápido y no invasivo que permite la estimación del ACT que se puede aplicar en todo tipo de población y, por asunciones basadas en las constantes de hidratación de los tejidos, se obtiene la masa libre de grasa (MLG) y por derivación, la masa grasa (MG), mediante la simple ecuación basada en dos componentes ( $MLG \text{ kg} = \text{peso total kg} - MG \text{ kg}$ ) (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2011). Es importante conocer y comprender los diferentes compartimientos y variables que estudia la bioimpedancia, que son:

- **Masa magra (MMG):** está constituida por los órganos internos, los músculos y los huesos (Uribe, 2020).
- **Masa libre de grasa (MLG):** en el que quedan incluidos todos los componentes funcionales del organismo implicados en los procesos metabólicamente activos. Por ello, los requerimientos nutricionales están generalmente relacionados con el tamaño de este compartimento; de ahí la importancia de conocerlo. El contenido de la MLG

es muy heterogéneo e incluye: huesos, músculos, agua extracelular, tejido nervioso y todas las demás células que no son adipocitos o células grasas (Incarbone, y otros, 2020).

- **Masa grasa bruta:** La masa grasa bruta (MGB) se define como cantidad de grasa absoluta en % y en kg. Corresponde al tejido graso sin su agua, es diferente al porcentaje de grasa corporal total. La grasa corporal bruta no debe ser inferior al 7% para hombres y al 12% para mujeres. Valores muy altos, serán indicativos de sobrepeso y obesidad (Uribe, 2020).
- **Contenido mineral óseo:** El contenido mineral óseo (CMO) es un dato muy importante en el campo médico en el contexto de ciertas patologías, en caso de desnutrición o para la detección de osteopenia y/u osteoporosis (Uribe, 2020).
- **Agua corporal total:** Agua corporal total. Elemento que representa un 50-70% del peso corporal de los humanos y se divide en agua intracelular (2/3) y agua extracelular (1/3), (Uribe, 2020).

### 5.1.2 Antropometría

Consiste en la medición de pliegues cutáneos, circunferencias, longitudes y peso, con la finalidad de aplicar los resultados en ecuaciones predictivas para estimar la proporción de los distintos compartimientos corporales, estudio de las proporciones y las medidas del cuerpo humano.

También se define como el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y CC, y funciones generales del organismo, con el objetivo de describir las características físicas, evaluar y monitorizar el crecimiento, nutrición y los efectos de la actividad física. Se basa en 4 pilares básicos: las medidas corporales, el estudio del somato tipo, el estudio de la proporcionalidad y el estudio de la composición corporal (Garrido, 2005). La antropometría utiliza herramientas para

hacer sus medidas como lo son: básculas, tallímetro, plicómetros, entre otros instrumentos que se utilizan para llevar a cabalidad las mediciones (Garrido, 2005).

### **5.1.3 Ángulo de fase**

El ángulo de fase (AF) es el parámetro de la BIA mayormente establecido para el diagnóstico de la desnutrición y el pronóstico clínico, ambos asociados con cambios en la integridad de la membrana celular y las alteraciones en el balance de líquido. El AF expresa cambios en la cantidad y la calidad de la masa de los tejidos blandos (es decir, permeabilidad de la membrana celular e hidratación) El AF expresa cambios en la cantidad y la calidad de la masa de los tejidos blandos (es decir, permeabilidad de la membrana celular e hidratación). Algunos autores como Llames, L et al (2013) proponen AF hasta  $> 7^\circ$  para menores de 18 años. Una gran cantidad de ensayos clínicos proponen el AF como un marcador pronóstico útil en condiciones clínicas, como en cirrosis hepática, en cáncer de mama, colon, páncreas, pulmón, también se observó en pacientes con VIH positivos, y quirúrgicos una asociación positiva entre el AF y la supervivencia. Varios autores sugieren que el AF puede ser una herramienta importante para evaluar el resultado clínico o para evaluar la progresión de la enfermedad y este puede ser superior a otros indicadores nutricionales, bioquímicos o antropométricos (Llames, Baldomero, Iglesias, & Rodota, 2013).

El AF se puede calcular directamente de la R y la Xc como el arco tangente  $(Xc/R) \times 180^\circ/\pi$ . Por lo tanto, el ángulo de fase, por una parte, es dependiente de la capacitancia de los tejidos (Xc) asociado con la celularidad, tamaño de la célula, e integridad de la membrana celular, y por otro lado del comportamiento de la R, que depende principalmente de la hidratación de los tejidos (danielzik & dorhofer, 2006). El AF también se ha utilizado para predecir la masa celular

corporal (MCC), por esta razón, también se ha utilizado como un indicador nutricional en adultos y niños. Se ha estudiado el papel del AF, como un indicador de pronóstico y este puede variar en diferentes condiciones clínicas (Barbosa, Barros, Wang, Heymsfield, & Pierson, 2005).

El AF también se ha utilizado para predecir la masa celular corporal (MCC), por esta razón, también se ha utilizado como un indicador nutricional en adultos y niños. Se ha estudiado el papel del AF, como un indicador de pronóstico y este puede variar en diferentes condiciones clínicas (Bosi, Danielzik, Dörhöfer, & Later, 2006).

Además, mide unos indicadores de salud, que son:

- **Índice Z200/Z5:** Que es la relación entre la impedancia medida a 200 ohm y a 5 ohm. Cuanto más baja es la relación, más saludables son los tejidos (menores a 0.8) y cuanto más se acerca a 1, puede ser indicio de daño estructural de la célula (0.8 a 1) (Uribe, 2020).
- **Masa celular activa:** La masa celular activa (MCA), corresponde a la medición por BIA del número y tamaño de células activas que posee un organismo, esto incluye el contenido mineral, de proteína metabólicamente activa y del ADN, varía de una persona a otra según su tamaño y composición corporal (Uribe, 2020).
- **Masa proteica metabólica:** Corresponde a las proteínas contenidas en la masa celular activa. Los 3 indicadores masa celular activa (MCA), agua intracelular (WIC) y proteínas metabólicas (PMA) son muy útiles en la preparación deportiva de alto nivel, pero también para la detección y el control de patologías como la caquexia y la desnutrición (Uribe, 2020).

#### **5.1.4 Resistencia:**

La resistencia es proporcional a la longitud del cuerpo (generalmente se considera su longitud o altura) e inversamente proporcional al área de sección (generalmente las medidas que representan los perímetros de los segmentos del tronco y de las extremidades). Por ello, un cuerpo largo tendrá una gran resistencia en relación con uno más corto, y un cuerpo con un área de sección pequeña tendrá una resistencia menor, Este índice es de gran importancia, ya que se presenta en la mayoría de las ecuaciones de predicción, como la mayor y más importante variable predictor del ACT (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2010).

#### **5.1.5 Reactancia:**

La reactancia y el ángulo de fase describen la relación entre la bioimpedancia y el cuerpo. Algunos estudios han mostrado la relación entre la reactancia ( $X_c$ ) y el ángulo de fase con variables fisiológicas, nutricionales y de esperanza de vida (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2010).

#### **5.1.6 Índice de Youden**

Las pruebas diagnósticas en medicina y cualquier área de la salud, son instrumentos que junto con la pericia clínica y examen físico contribuyen a la identificación de situaciones anómalas en el individuo (Estadra, 2016), en la teoría general de métodos estadísticos para diagnóstico en medicina, medidas de exactitud de un test diagnóstico han sido muy bien descritas, siendo clasificadas según su dependencia o no de la prevalencia de la condición a identificar; este es el caso por ejemplo de la Sensibilidad y la Especificidad dando como resultado al índice de Youden que fue introducido por W. J. Youden en 1950, de esta manera una de las

interpretaciones dadas a los resultados del índice es la ganancia promedio de certidumbre neta en la clasificación de un individuo sano o enfermo (Estadra, 2016).

Dado que se asume igualmente graves los falsos positivos y falsos negativos, sensibilidades y especificidades por debajo de 0.5, harían que el índice tome valores menores a 1, lo que indicaría que el test tiene un comportamiento negativo con la enfermedad, lo cual no es común en la práctica. Mientras que si se toman valores de 0.5 para sensibilidad y especificidad (asumido ser un test inútil en la práctica) el índice toma valor de cero, Por el contrario, si el valor de sensibilidad y especificidad tienden a valores de 1 como máximo, entonces el valor del índice de Youden tomaría como valor máximo 1, indicando un desempeño excelente del test. Bajo el razonamiento anterior se puede concluir que el índice toma valores entre  $*0,1$ ; siendo 1 un test perfecto y cero un test inútil para detectar o descartar la enfermedad (Estadra, 2016).

### **5.1.7 Sensibilidad**

La sensibilidad acoge el aspecto de la capacidad de detectar la enfermedad o condición de interés cuando la misma está presente y está dada por la probabilidad de tener un resultado positivo en presencia de la enfermedad, también es conocida como la fracción de verdaderos positivos con valores predictivo de 0 a 1 entre más cercano a 1 mayor es la posibilidad de detectar la enfermedad  $>0.8$  (Estadra, 2016).

### **5.1.8 Especificidad**

La capacidad que tiene un test para descartar la enfermedad cuando esta es ausente, en forme de probabilidad condicionada, es conocida como la fracción de verdaderos negativos, es decir es la

probabilidad de identificar como sanos (no enfermos) a los que efectivamente lo son (Estadra, 2016).

### **5.1.9 Curva ROC**

Proporciona una representación global de la exactitud diagnóstica. La curva ROC es necesariamente creciente, propiedad que refleja el compromiso existente entre sensibilidad y especificidad: si se modifica el valor de corte para obtener mayor sensibilidad, sólo puede hacerse a expensas de disminuir al mismo tiempo la especificidad. Si la prueba no permitiera discriminar entre grupos, la curva ROC sería la diagonal que une los vértices inferior izquierdo y superior derecho. La exactitud de la prueba aumenta a medida que la curva se desplaza desde la diagonal hacia el vértice superior izquierdo (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2011).

## **5.2 Composición corporal**

La CC es el estudio del cuerpo humano, mediante medidas y evaluaciones de su tamaño, forma, proporcionalidad, composición y funciones corporales (Moreira, Alonso, Patrocinio, Candia, & De Paz, 2015). Este ha demostrado ser uno de los parámetros que más estrechamente se relaciona con el estado nutricional, así como, con la salud de las personas (Alvero, Correas, Ronconi, Fernández, & Porta, 2010); existen numerosos trabajos que consideran que el análisis de la composición corporal permite comprender el efecto que tiene la dieta, el crecimiento, la actividad física, la enfermedad y otros factores del trastorno sobre las proporciones de los distintos constituyentes del cuerpo humano y su estudio, por tanto resulta imprescindible para comprender los efectos que la dieta, el ejercicio físico, la enfermedad y el crecimiento físico, entre otros factores del entorno, presentan sobre nuestro organismo (Gonzalez, 2013).

### 5.3 ANTECEDENTES

**Tabla 1**  
*Antecedentes.*

| <b>Autores</b>                                                                                                                                 | <b>Año</b> | <b>País</b> | <b>Título</b>                                                                                       | <b>Resultado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laura Elizabeth castro Jiménez, Jorge Mario sabogal, Jenny Paola arguello Gutiérrez, Adriana Isabel Sánchez Rojas, Ángela jazmín Gálvez pardo. | 2020       | Uruguay     | Relación del Angulo de fase con variables de composición corporal y fuerza muscular en deportistas. | El estudio se realizó en 129 jóvenes deportistas de las selecciones de Fútbol 106 (82,2%), Fútbol Sala 19 (14,7%) y Baloncesto 4 (3,1%). Se evaluaron 101 hombres y 28 mujeres, cuya edad promedio fue de 18,7 años y un peso corporal de 65,4 kg, en donde se evidenciaron correlaciones entre el ángulo de fase con variables de la composición corporal tales como: porcentaje de masa grasa, kilogramos de masa musculo esquelética; a la vez que se encontraron asociaciones entre el ángulo de fase con variables de fuerza muscular relacionadas con la potencia muscular y la fuerza media, lo cual refleja que a mayor cantidad de miofibrillas musculares se incrementará de manera directamente proporcional el valor de ángulo de fase y esto será un reflejo asociado a una adecuada condición de salud para el deportista cuya masa muscular es indudablemente garante en la prevención de lesiones y optimización del rendimiento deportivo. (Castro, Sabogal, |

---

|                                                                                                                                             |                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Anja Bosity-<br/>Westphal, Sandra<br/>Danielzik, Ralf-<br/>Peter Dörhöfer,<br/>Wiebke Later,<br/>Sonja Wiese y<br/>Manfred J. Müller</p> | <p>2006 EE.UU.</p> | <p>Angulo de fase del análisis de impedancia bioeléctrica: valores de referencia de la población por edad, sexo e IMC.</p> | <p>Arguello, Sanchez, &amp; Galvez, 2020)</p> <p>El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Christian albrechts University of Kiel, en donde se evaluaron datos de 10.127 niñas (6–17 años), 6110 niños (9 -17 años), 183,982 mujeres (18-70 años años) y 30.750 hombres (18-70 años) se recogieron durante un período de 14 años, de junio de 1990 a agosto 2003. Se evidencia, que, en comparación con los adultos, los principales predictores del ángulo de fase fueron diferentes en niños y adolescentes. En los adultos, el ángulo de fase medio fue mayor en los hombres que en las mujeres y el género explicó el 7% de la varianza interindividual en este parámetro. Por el contrario, no hubo diferencias significativas por sexo en el ángulo de fase entre niños y niñas hasta el grupo de edad de 14 a 17 años. En niños y adolescentes, la edad fue el principal predictor del ángulo de fase y explicó casi el 11% de su varianza. El crecimiento se asoció con el aumento de los ángulos de fase, una relación que probablemente se deba a un aumento de la masa celular con la edad. La edad también contribuyó a la variación interindividual en el ángulo de fase de los adultos,</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

---

|                                                   |      |       |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------|------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   |      |       |                                                                                                    | pero a diferencia de los niños y adolescentes, el coeficiente de regresión fue negativo, lo que implica una disminución del ángulo de fase con el envejecimiento. (Bosi, Danielzik, Dörhöfer, & Later, 2006)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Josely C Koury , MF Trugo N , Alexandre G. Torres | 2014 | EE.UU | Angulo de fase y vectores de impedancia bioeléctrica en deportistas varones adolescentes y adultos | El estudio se realizó en atletas masculinos adolescentes (n = 105, 12-19 años) y adultos (n = 90, 20-50 años), en donde el AF presentó correlación (p <.01) con el índice de masa corporal (r = .58) en todos los atletas y también con la edad en atletas adolescentes (r = .63) y adultos (r = -.27), En comparación con los adultos, los atletas adolescentes presentaron menor AF y mayor frecuencia de AF por debajo del percentil 5 de una población de referencia (p <0,001), mostraban indicios de disminución de la retención de agua y masa celular corporal y de aumento de la retención de agua, respectivamente, también se demostró que la intensa rutina de entrenamiento de los deportistas modificó los parámetros funcionales y de hidratación y que la magnitud de estos cambios en los adolescentes puede depender de la modalidad deportiva practicada. (Koury, Trugo, & Torres, 2014) |

---

|                                                                                                                                  |             |                 |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>María Paz Redondo-Del-Río , María Alicia Camina-Martín , José-Manuel Marugán-de-Miguel Sanz , Beatriz de-Mateo-Silleras .</p> | <p>2017</p> | <p>España</p>   | <p>Valores de referencia del vector de impedancia bioeléctrica para la evaluación de la composición corporal en una población infantil y adolescente española.</p> | <p>El estudio fue realizado en 4401 niños y adolescentes españoles sanos de 4 a 18 años (2265 niños y 2136 niñas). La resistencia y la reactancia se midieron con un analizador de impedancia de frecuencia única a 50 kHz, se demostró que el vector de impedancia media mostró desplazamiento en todos los grupos de edad, excepto en (1) niñas de 12 a 13 años, (2) niñas de 15 a 18 años y (3) niños de 16 a 18 años. Hubo diferencias relacionadas con el sexo en el vector de impedancia media en todos los rangos de edad, incluso en niños pre púberes. Entre los adolescentes, los patrones del desplazamiento del vector fueron consistentes con el momento del crecimiento y desarrollo normales en todos los grupos y son atribuibles al proceso de maduración (Redondo, Carmina, Marugan, &amp; De Mateo, 2017).</p> |
| <p>Jenner Rodrigo Cubides Amézquita, Ninosca Caiaffa Bermúdez , Samael Antonio Vera Angarita</p>                                 | <p>2017</p> | <p>Colombia</p> | <p>Determinación del ángulo de fase por bioimpedancia en deportistas de la Esmic.</p>                                                                              | <p>Las variables bioeléctrica estudiadas a una frecuencia de 50 MHz, mostró que el ángulo de fase fue estadísticamente mayor en los hombres en comparación a las mujeres (<math>6,5 \pm 0,45^\circ</math> vs <math>5,9 \pm 0,40^\circ</math> con un valor de <math>p=0,001</math>), lo que se podría interpretar como una mayor masa celular relativa, por otra parte, el vector de resistencia y reactancia fue mayor en mujeres que en</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

---

|                                                                                       |      |       |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       |      |       |                                                                                                                             | hombres, lo que se traduce en una resistencia mayor al paso de la corriente eléctrica, lo mismo que una oposición al paso de dicha corriente debido a la capacitancia de los tejidos corporales (Cubides, Caiaffa, & Vera, 2017).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Paweł<br>Więch , Izabela<br>Sałacińska , Dariusz<br>Bazaliński , Mariusz<br>Dąbrowski | 2018 | EE.UU | Composición corporal y ángulo de fase como indicador del estado nutricional en niños con artritis idiopática juvenil (AIJ). | Se incluyó en el estudio transversal a un total de 46 niños y adolescentes de 4 a 18 años con AIJ. Los controles se seleccionaron del grupo de niños y adolescentes sanos. Los niños con AIJ diagnosticada y los niños sanos fueron estrictamente emparejados por edad y sexo. En ambos grupos se realizó BIA con cálculo de ángulo de fase. La puntuación del ángulo de fase fue significativamente menor en el grupo de estudio en comparación con el grupo de control ( $5,45 \pm 0,64$ frente a $5,85 \pm 0,80$ , $p = 0,010$ ). También se reveló un porcentaje más bajo de masa de células corporales ( $50,63 \pm 3,46$ frente a $52,70 \pm 4,06$ , $p = 0,010$ ) y masa muscular ( $46,02 \pm 6,32$ frente a $49,53 \pm 6,67$ , $p = 0,005$ ). En el análisis de subtipos de AIJ encontramos diferencias significativas entre niños y adolescentes con poliartritis en comparación con el grupo control, mientras que no se encontraron diferencias significativas entre los pacientes |

---

---

|                                                                                                                    |      |           |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                    |      |           |                                                                                                                                                   | con oligoartritis y el grupo control. Lo que indican un mayor riesgo de desnutrición en niños y adolescentes con AIJ en comparación con pares sanos, predominantemente en pacientes con periartritis (Więch, Sałacińska, Bazaliński, & Dąbrowski, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Vicky Nogueira Pileggi , Antonio Rodolpho Hakime Scalize , José Simón Camelo Junior                                | 2016 | Portugal  | Angulo de fase y criterios de la organización mundial de la salud para la evaluación del estado nutricional en niños con osteogénesis imperfecta. | Estudio transversal realizado en un hospital universitario que incluyó a siete pacientes con osteogénesis imperfecta y un grupo control de 17 niños sanos del mismo sexo y edad. Se midió peso y talla y se realizó impedancia bioeléctrica. Posteriormente, se calculó el ángulo de fase en base a los valores de resistencia y reactancia, El ángulo de fase del grupo de niños con osteogénesis imperfecta fue significativamente menor que el del grupo control (p <0.05). El criterio del índice de masa corporal para la edad de la Organización Mundial de la Salud no mostró diferencias entre los grupos (Nogueira, Hakime, & Camelo, 2016). |
| Dres. Patricia N. Rodríguez, Enrique F. Bermúdez, Gabriela S. Rodríguez, María A. Spina, Susana N. Zeni, Silvia M. | 2008 | Argentina | Composición corporal en niños prescolares: comparación entre métodos antropométricos                                                              | No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la edad, peso corporal y la talla de varones y niñas, Cuando se utilizaron los métodos antropométricos no se observaron diferencias                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

---

---

|                              |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Friedman y Ramón<br>A. Exeni | simples y<br>bioimpedancia. | significativas entre sexos,<br>mientras que cuando se estimó la<br>grasa corporal por BIA las<br>diferencias fueron significativas.<br>A diferencia del DEXA la BIA<br>arroja valores más bajos de<br>porcentaje de grasa corporal, en<br>ambos géneros (Rodríguez, y<br>otros, 2008). |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

---

**Fuente:** elaboración propia.

## **6 MARCO CONCEPTUAL**

### **6.1 Talla**

Es el parámetro fundamental para enjuiciar el crecimiento en longitud, pero es menos sensible que el peso a las deficiencias nutricionales; por eso sólo se afecta en las carencias prolongadas, sobre todo si se inician en los primeros años de la vida. Se utiliza para evaluar el crecimiento y desarrollo en los niños, mediante la comparación con estándares obtenidos en estudios realizados en poblaciones de niños saludables y normales (Garrido, 2005).

### **6.2 Peso**

El peso corporal es la fuerza que genera la gravedad sobre el cuerpo humano. Ambas magnitudes son proporcionales entre sí (fuerza gravitacional y masa corporal), pero no son iguales, pues están vinculadas por el factor aceleración de la gravedad (Pulido, 2018).

### **6.3 Adolescente**

La adolescencia es el periodo de la vida posterior a la niñez y anterior a la adultez. Transcurre desde que aparecen los primeros indicios de la pubertad, entre los 10 y 12 años, hasta el desarrollo completo del cuerpo y el comienzo de la edad adulta, entre los 17 y 19 años aproximadamente (OMS, 2018).

### **6.4 Deportista**

Se conceptualiza como toda persona que practica algún deporte, por afición o profesionalmente (RAE, 2020).

## **6.5 Bioimpedancia**

La bioimpedancia es un examen que analiza la composición corporal, indicando la cantidad aproximada de músculo, hueso y grasa, es un método seguro, económico, preciso y no invasivo que proporciona datos sobre la composición corporal de una persona, que consiste en el paso de una corriente eléctrica de bajísima intensidad recorre los miembros inferiores permitiendo valorar su resistencia (Grupo GAMMA, 2019).

## **6.6 Riesgo nutricional**

El riesgo nutricional es la probabilidad de que una persona desarrolle desnutrición y, como consecuencia, tenga un peor estado de salud (Alvarez Hernandez, 2012).

## 7 METODOLOGÍA

### 7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realizó una investigación cuantitativa con un diseño de tipo observacional descriptivo transversal en donde se analizan datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población muestra o subconjunto predefinido, estas variables son similares, a excepción de la que se va a estudiar.

### 7.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Se contó con una población conformada por 155 jóvenes entre 12 y 17 años, pertenecientes a una escuela de futbol en la ciudad de Cartagena que fueron evaluados durante el 2020-1, antes del inicio de la emergencia sanitaria por COVID-19.

### 7.3 VARIABLES DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN

**Tabla 2**

*Operacionalización de las variables de estudio*

| <b>Variable</b> | <b>Definición conceptual</b>                                                     | <b>Definición operacional</b>                               | <b>Tipo de variable</b> |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Edad</b>     | Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.   | En años cumplidos.                                          | Cualitativa ordinal     |
| <b>Peso</b>     | Medida resultante de la acción que ejerce la gravedad terrestre sobre un cuerpo. | Medida corporal del peso total en kilogramos del individuo. | Cuantitativa continua   |

---

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                  |                       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Estatura</b>                 | Altura de una persona desde los pies a la cabeza.                                                                                                                                                                                                                                               | Medida desde la planta de los pie hasta el vértice de la cabeza. | Cuantitativa continua |
| <b>Angulo de fase</b>           | es el parámetro de la bioimpedancia (BIA) mayormente establecido para el diagnóstico de la desnutrición y el pronóstico clínico, ambos asociados con cambios en la integridad de la membrana celular y las alteraciones en el balance de líquido (Llames, Baldomero, Iglesias, & Rodota, 2013). | el ángulo de fase, $\theta$ (en grados)                          | Cualitativa ordinal   |
| <b>Masa celular activa</b>      | Corresponde a la medición por BIA del número y tamaño de células activas que posee un organismo (BiosCan).                                                                                                                                                                                      | Medida en kg                                                     | Cuantitativa continua |
| <b>Masa proteica metabólica</b> | Corresponde a las proteínas contenidas en la masa celular activa (BiosCan).                                                                                                                                                                                                                     | Medida en kg                                                     | Cuantitativa continua |
| <b>Masa magra</b>               | Hace referencia a la masa de tejido del cuerpo que no contiene grasa (BiosCan)                                                                                                                                                                                                                  | Medida en kg                                                     | Cuantitativa continua |

---

|                                  |                                                                                |                               |                       |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <b>Masa grasa</b>                | Es la cantidad de grasa en % y en kg (BiosCan).                                | Medida en Kg, expresada en %. | Cuantitativa continua |
| <b>Masa muscular esquelética</b> | Está constituida por un conjunto de fibras musculares (BiosCan).               | Medida en kg                  | Cuantitativa continua |
| <b>Agua corporal</b>             | El volumen total del agua corresponde al 60% del peso corporal (James , 2020). | Medida en MI                  | Cuantitativa continua |

**Fuente:** elaboración propia.

## **8 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

- Inclusión: pertenecer a la escuela de futbol club de talentos de la ciudad de Cartagena, no tener prótesis metálicas incrustada en el cuerpo, no tener dispositivos de supervivencia, haber tomado más de un litro de agua media hora antes de la toma y haber terminado de realizar actividad física 4 horas antes de la toma de datos, ser mayor de 12 años.
- No se tuvieron en cuenta criterios de exclusión.

## **9 FUENTES, MÉTODOS Y MECANISMOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **9.1 Técnicas para la toma de peso:**

- Poner la báscula sobre una superficie plana y firme y asegurarse de que esté en cero (0).
- Solicitar al usuario que se ponga de pie sobre las plantillas ubicadas en la superficie de la báscula con la mínima cantidad de ropa posible y que esté en posición recta y erguida.
- Si la balanza es mecánica ubicar las piezas móviles a fin de obtener el peso exacto o si es electrónica o digital, simplemente leer el resultado.
- Anotar el peso exacto en kilogramos con una aproximación de 50 a 100 gramos, según la sensibilidad del equipo.
- Bajar al usuario de la báscula o balanza.
- Antes de registrar el dato en el software, revisar la medida anotada y repetir el procedimiento para validarla. Compararla con la primera medida, si varía en más de dos veces el valor de la sensibilidad de la báscula, pese por tercera vez. Promedie los dos valores más cercanos; ejemplo, si la sensibilidad de la balanza son 100 gramos y en la

segunda medición se obtiene una variación mayor a 100 gramos, se debe hacer una tercera medición y promediar los dos valores más cercanos.

**Tabla 3**  
*Características técnicas para la toma del peso*

| <b>Sitio fijo</b>                                                                                                                                                                                                | <b>Trabajo de campo</b>                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza de pie marca SECA</li> <li>➤ Capacidad: 150 a 200 kg</li> <li>➤ Sensibilidad: 50 kg</li> <li>➤ Mecanismo: digital o mecánico con único uso para peso</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balanza de pie marca SECA</li> <li>➤ Capacidad: 150 a 200 kg</li> <li>➤ Sensibilidad: 50 kg</li> <li>Mecanismo: digital o mecánico con único uso para peso</li> </ul> |

**Fuente:** Uribe, 2020

## 9.2 Técnicas para la toma de la talla:

La medición se debe realizar de pie (posición vertical) y la medida se denomina talla o estatura, la cual se tomará con un tallímetro marca SECA (Uribe, 2020). Se debe tener en cuenta que el tallímetro esté ubicado verticalmente; revisar los siguientes pasos:

- Poner el tallímetro sobre una superficie plana. Es importante que en la base estén dibujadas las plantillas o huellas de los pies para indicar mejor la posición en donde debe quedar el usuario.
- Ubicar al usuario contra la parte posterior del tallímetro, con los pies sobre las plantillas, en posición erguida con los talones juntos y las rodillas rectas. Pueden presentarse usuarios que probablemente no pueden juntar totalmente los pies. Verificar que no existan adornos puestos en la cabeza ni zapatos.
- Verifique que la parte de atrás de los talones, las pantorrillas, los glúteos, el tronco, los hombros y espalda toquen la tabla vertical. Los talones no deben estar elevados y los

brazos deben colgar a los lados del tronco con las palmas hacia los muslos. La madre o acompañante debe sostener y presionar suavemente con una mano las rodillas y con la otra los tobillos contra la tabla vertical.

- Solicitar al usuario que mire al frente y posteriormente sujetar su mentón para mantener la cabeza en esta posición (Plano de Frankfort) y pedir que realice una inspiración profunda sin levantar los hombros. Con la mano derecha deslizar la pieza móvil hacia el vértice (coronilla) de la cabeza, hasta que se apoye suavemente sobre ésta. Cuidar que el participante no doble la espalda (joroba) ni se empine.
- Una vez la posición del usuario esté correcta, leer rápidamente el valor que marca la pieza móvil ubicándose frente a ella y anotarlo con una aproximación de 0.1 cm. Retirar la pieza móvil de la cabeza del usuario y la mano del mentón.
- Antes de meter el dato al software revisar la medida anotada y repetir el procedimiento para validarla. Compararla con la primera medida si varía en más de 0,5 cm, medir por tercera vez y promediar los dos valores que tengan una variabilidad hasta de 0,5 cm. Para que la toma de medidas se lleve a cabo con la mejor aplicación de la técnica requerida, se recomienda que el responsable de la valoración cuente con la colaboración de un auxiliar de toma de medidas. En la valoración individual, este rol lo puede cumplir un auxiliar o el acompañante del usuario con la indicación del profesional de la salud que lo esté valorando.

**Tabla 4***Características técnicas para la toma de la talla*

| <b>Sitio fijo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Trabajo de campo</b>                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tallímetro</li> <li>➤ Capacidad 2 metros</li> <li>➤ Sensibilidad: 1 mm</li> <li>➤ Si es tallímetro, se recomienda una base de 25 cm de ancho.</li> <li>➤ Material de fabricación: resistente, liviano y no deformable.</li> <li>➤ No se recomienda el uso de metros de modistería, adheridos a la pared.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tallímetro</li> <li>➤ Capacidad 2 metros</li> <li>➤ Sensibilidad: 1 mm</li> <li>➤ Tener en cuenta ubicación del equipo para facilitar el transporte.</li> </ul> |

**Fuente:** Uribe, 2020**9.3 Técnicas para la toma de bioimpedancia (Uribe, 2020):**

- Explicar al participante la manera correcta de coger en la mano dominante el aparato, de tal manera que los tres dedos finales de la mano estén haciendo contacto con el cátodo principal y el dedo pulgar en el cátodo que funciona como interruptor para la toma de la medida.
- Garantizar que antes de cada medida se humedezca los cátodos de contacto, los dedos de la mano que tocan el equipo y el lugar donde reposa el equipo abajo del tobillo.
- Ubicar al usuario en una silla, sentado al borde de ésta, descalzo, con el pie derecho levemente doblado hacia la pierna izquierda, de tal manera que la rodilla derecha toque de manera sutil la pantorrilla izquierda.
- Verifique que el participante acomode de la manera correcta el equipo por debajo del tobillo y que este esté ligeramente levantado, con la punta del pie tocando el suelo.

- Solicitar al usuario que oprima el interruptor sólo cuando se le indique y que no lo suelte también hasta que se le indique.
- Una vez la posición del usuario esté correcta, dar la instrucción al participante de que oprima el interruptor y cuando el equipo genere el pito de finalización, recibir el aparato.
- Enlazar la medida vía bluetooth con el software, para mostrar y devolver resultados generales al participante
- Enviar por correo electrónico al participante sus resultados.

**Tabla 5**  
*Características técnicas para la toma de la bioimpedancia*

| Sitio fijo                                                    | Trabajo de campo                                              |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| ➤ Bioimpedanciometro Biody Xpert                              | ➤ Bioimpedanciometro Biody Xpert                              |
| ➤ Multifrecuencia: Z200, 100, 50, 20 y 5                      | ➤ Multifrecuencia: Z200, 100, 50, 20 y 5                      |
| ➤ Multialgoritmo                                              | ➤ Multialgoritmo                                              |
| ➤ Previamente cargado 12 horas para usarlo de manera portátil | ➤ Previamente cargado 12 horas para usarlo de manera portátil |

**Fuente:** (Uribe, 2020)

#### 9.4 Biody manager software

Con el fin de realizar un seguimiento de sus cambios en la composición corporal durante un periodo de tiempo el programa Biody manager para ideal cuando un cliente o paciente se realizan la prueba (BodyStat, 2007).

- Arrojará los análisis de la composición corporal en un informe resumido de 2 páginas.
- **Informe de tendencia:** permite al usuario realizar un seguimiento de las mediciones de la composición corporal y los valores de impedancia durante un periodo de tiempo, el usuario también puede realizar un seguimiento de los cambios en el colesterol, la

presión arterial, la función pulmonar, la fuerza de agarre, la flexibilidad, la frecuencia cardiaca, etc.

- **Gráfico de historia:** permite al usuario realizar un seguimiento de los resultados cambiantes de los valores de grasa, masa magra, agua e impedancia.
- **Administrador de peso y actividad:** permite al usuario desarrollar una serie de ejercicios para calcular la cantidad de kilocalorías que quemará. Este ajuste puede incorporarse luego en el programa de dieta del propio usuario. El número de semanas necesarias para alcanzar el peso objetivo se determina automáticamente.
- **Análisis de riesgo cardíaco:** evaluación del estado de salud relacionado con el estilo de vida basado en el estudio más grande (The Framingham Study) de este tipo en el mundo realizado en Massachusetts, EE. UU. Los factores incluyen niveles de ejercicio, tabaquismo, presión arterial, antecedentes familiares, entre otros. El software brinda una oportunidad perfecta para exponer al cliente a "¿Qué pasaría si?" escenarios. Por ejemplo, "¿Qué pasa si reduce su tabaquismo de 40 a 10 cigarrillos al día?" La pantalla muestra los efectos de posibles cambios en el estilo de vida como este, de una manera informativa colorida. Esto proporciona al sujeto un incentivo inmediato para hacer realidad las hipotéticas mejoras, especialmente cuando recibe el informe impreso.
- **Ecuaciones alternativas:** están disponibles para atletas competitivos, niños de 6 años o más y geriátricos y pueden seleccionarse según lo requiera el usuario para determinar el porcentaje de grasa y los niveles de músculo magro. También se

incluyen fórmulas metabólicas alternativas y el usuario tiene la opción de seleccionar sus propios rangos de% de grasa.

## **10 ANALISIS ESTADÍSTICO**

En primer lugar, con la base de datos generada con el software Biody Manager se realizó un análisis exploratorio de las variables a través de medidas de tendencia central y dispersión en caso de las variables cuantitativas, y para las variables cualitativas proporciones. Así mismo, para evaluar la capacidad predictiva del ángulo de fase en el estado y pronóstico nutricional de jóvenes deportistas, se realizó una curva ROC para determinar el área bajo la curva. Finalmente, se calcularon índices de Youden para determinar los puntos de cortes óptimos del ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de bioimpedancia en la predicción del estado nutricional.

## **11 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

La presente investigación, respecto a los aspectos éticos, al ser no experimental salvaguarda y no presenta ningún riesgo para la salud, categorizándose en riesgo mínimo. Estos riesgos pueden estar relacionados con aspectos vinculados al registro de los datos y mantenimiento de la confidencialidad, con la exposición de los participantes a mediciones o procedimientos que, aunque sean de práctica habitual, se repiten con mayor frecuencia o se realizan exclusivamente como parte de la investigación propuesta (Antonietti, 2019), ya que se emplean registros de datos a través de procedimiento, en este caso es importante tener en cuenta el contexto de la aplicabilidad de la bioimpedancia que no debe ser utilizada en personas con dispositivos de supervivencia o mujeres embarazadas, la normatividad vigente aplicada a las consideraciones éticas son las siguientes:

## **Resolución 008430 de 1993 del Ministerio Nacional de Salud**

El cual se reglamenta en el CAPITULO III, sobre la investigación en menores de edad:

Artículo 24: cuando se pretende realizar investigación en menores de edad, se deberá asegurar que previamente se hayan realizados dichos estudios semejantes primero en personas mayores de edad (resolucion 8430 de 1993).

Artículo 25: para la realización de investigaciones en menores, en todo caso, debe obtenerse, además el consentimiento informado de quienes ejerzan la patria potestad o la representación legal del menor (resolucion 8430 de 1993).

## **Normas éticas internacionales para la investigación en humanos.**

El cual fundamenta que, en toda investigación biomédica realizada en seres humanos, el investigador debe obtener el consentimiento informado voluntario del potencial sujeto o, en el caso de un individuo incapaz de dar su consentimiento informado, la autorización de un representante legalmente calificado de acuerdo con el ordenamiento jurídico aplicable. La omisión del consentimiento informado debe considerarse inusual y excepcional y, en todos los casos, debe aprobarse por un comité de evaluación ética.

## **Ley 1581 de 2012 (ley de protección de datos en Colombia)**

El cual se fundamenta con el Artículo 7º: Derechos de los niños, niñas y adolescentes. El Tratamiento se asegurará el respeto a los derechos prevalentes de los niños, niñas y adolescentes, queda proscrito el tratamiento de datos personales de niños, niñas y adolescentes, salvo aquellos datos que sean de naturaleza pública. Es tarea del Estado y las entidades educativas de todo tipo proveer información y capacitar a los representantes legales y tutores sobre los eventuales

riesgos a los que se enfrentan los niños, niñas y adolescentes respecto del tratamiento indebido de sus datos personales, y proveer de conocimiento acerca del uso responsable y seguro por parte de niños, niñas y adolescentes de sus datos personales, su derecho a la privacidad y protección de su información personal y la de los demás. El Gobierno Nacional reglamentará la materia, dentro de los seis (6) meses siguientes a la promulgación de esta ley.

## **12 MARCO LEGAL**

### **Resolución 2465 DE 2016**

La Resolución 2465 del 14 de Junio de 2016, por medio de la presente resolución se adoptan los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para realizar la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños y adolescentes menores de 18 años, conforme con los patrones de crecimiento publicados en los años 2006 y 2007 por la Organización Mundial de la Salud – OMS; así como los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para efectuar la clasificación antropométrica del estado nutricional de adultos de 18 a 64 años y gestantes adultas, contenidos en el anexo técnico que forma parte de la misma. Igualmente, se identifican los equipos e instrumentos de medición antropométrica y los aspectos mínimos a tener en cuenta en la técnica utilizada para realizar estas mediciones.

### 13 RESULTADOS

Se analizaron los datos de 155 jóvenes hombres pertenecientes a una escuela de fútbol en la ciudad de Cartagena, que fueron evaluados durante el periodo 2020-1 antes del inicio de la emergencia sanitaria por COVID-19, divididos en dos grupos con edades de 12 a 13.9 (49,67 %) grupo 1 y de 14 a 17 años (50,32%) grupo 2, todos activos físicamente cuya media de edad fue de 14.06, de peso 51.7, de altura 160.3, como se muestra la tabla 5.

**Tabla 6**  
*Descripción socio demográfica y de la composición corporal.*

| VARIABLES                           | TODOS (n=155) |                        | EDAD<br>(12 - 13,9 años) |                        | EDAD<br>(14 – 17 años) |                        |
|-------------------------------------|---------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                                     | Media         | Desviación<br>estándar | Media                    | Desviación<br>estándar | Media                  | Desviación<br>estándar |
| <b>Edad</b>                         | 14.06         | 1.17                   |                          |                        |                        |                        |
| <b>Peso</b>                         | 51.3          | 10.9                   | 46.9                     | 10.0                   | 56.5                   | 9.7                    |
| <b>Altura</b>                       | 160.3         | 10.4                   | 155.3                    | 10.3                   | 165.3                  | 7.9                    |
| <b>Ángulo de fase</b>               | 6.5           | .612                   | 6.2                      | .520                   | 6.2                    | .640                   |
| <b>Z5 Ohm/<br/>Z200 Ohm</b>         |               |                        | .811                     | .014                   | .772                   | .023                   |
| <b>Resistencia a<br/>50 kHz Ohm</b> | 583.9         | 76.6                   | .792                     | .023                   | 611.8                  | 77.0                   |
| <b>Reactancia a<br/>50 kHz Ohm</b>  | 65.9          | 7.1                    | 556.3                    | 65.9                   | 66.4                   | 7.6                    |
| <b>Masa magra<br/>(MMG) kg</b>      | 44.9          | 6.5                    | 41.77                    | 5.49                   | 48.08                  | 5.91                   |

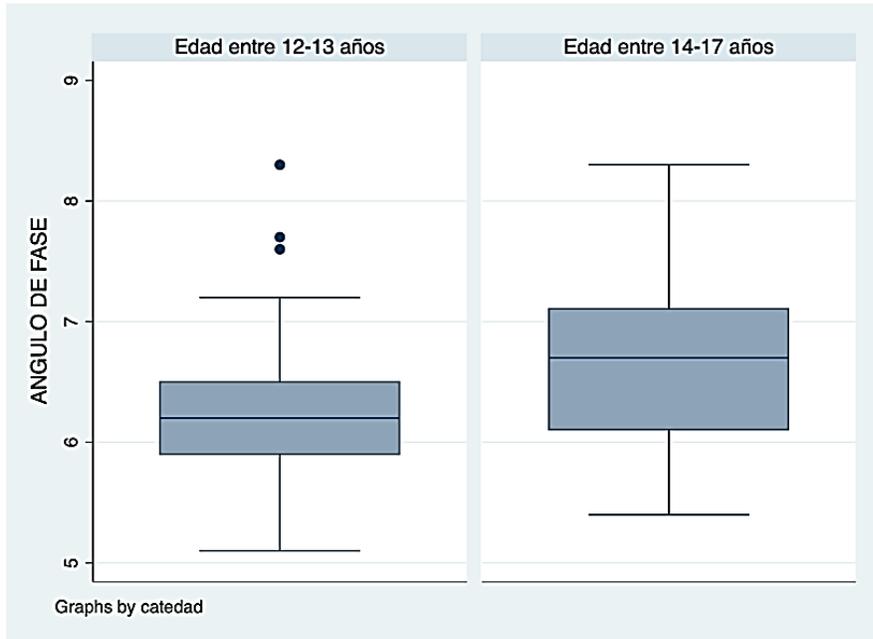
|                                        |       |       |       |       |       |      |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Masa libre de grasa (MLG) kg</b>    | 47.08 | 6.90  | 50.42 | 6.21  | 46.28 | 6.10 |
| <b>Masa grasa bruta (MGB) kg</b>       | 7.5   | 8.03  | 5.21  | 9.00  | 9.93  | 6.16 |
| <b>Contenido mineral óseo (CMO) kg</b> | 2.13  | .4063 | 2.03  | .325  | 2.33  | .213 |
| <b>Agua corporal total (ACT)</b>       | 33.7  | 5.40  | 36.21 | 4.78  | 31.68 | 4.38 |
| <b>Gasto energético total</b>          | 2799  | 301.2 | 2654  | 294.5 | 2942  | 232  |

**Fuente:** elaboración propia.

En el gráfico 1, de cajas y bigotes de acuerdo al grupo de edad, se observa que el ángulo de fase de los jóvenes oscila entre 5,1 y 8,3, siendo la mediana de 6,4. Sin embargo, tres sujetos de estudio tuvieron valores de ángulo de fase por fuera del rango promedio (valores extremos) de 7,6, 7,7 y 8,3. No obstante, estos valores pueden estar asociados a las alteraciones en el balance de líquidos de los sujetos sin descartarse cambios en la integridad de la membrana celular.

## Gráfico 1

Box PLOT Distribución del Ángulo de fase por grupos de edad



Fuente: propia

### 13.1 Analisis de la composicion corporal:

Como se muestra en los resultados de la tabla 6. La MMG con un valor medio de 44,9 en la población general, lo que representa un 88% de peso corporal calculada en relación con la media de los indicadores MLG 47.08 y CMO 2.13 de la población general, en donde 154 de los 155 jóvenes es decir el 99% se encuentran dentro de los valores de preferencia, por otro lado, el 1% por debajo de los valores de preferencia, en donde si el valor en relación al rango de MMG, esta superior a 1 es perfecto para una masa muscular adecuada, lo que significa que por debajo de este valor son sujetos con una baja masa magra o masa libre de grasa.

**Tabla 7***Análisis del componente masa magra*

| <b>MMG</b>                | <b>Bajo %</b>     | <b>Normal %</b> |
|---------------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Por grupos de edad</b> |                   |                 |
| 12 - 13,9                 | 0                 | 77 (49.67%)     |
| 14 - 17                   | 1 (0.66%)         | 77 (49.67%)     |
| <b>Total</b>              | <b>155 (100%)</b> |                 |

**Fuente:** elaboración propia.

Por otro lado, la media de la MGB fue de 7.5 como se muestra en la tabla 6, lo que significa que el 81.63% de los jóvenes se encuentran dentro de rango de los valores normales, así mismo el 19.37% de la población en general presentan un porcentaje bajo de MGB, sin embargo, los resultados en relación a la MGB por grupo edad, demuestran que la población con MGB más bajo se encuentran en un rango de edad de 12 a 14 años y la minoría de 15 a 17, lo que significa que al parecer el porcentaje de MGB bajo en algunos individuos va a aumentar a medida que aumenta la edad medida en años cumplidos.

**Tabla 8***Análisis del componente masa grasa bruta*

| <b>MGB</b>                | <b>Bajo %</b>     | <b>Normal %</b> |
|---------------------------|-------------------|-----------------|
| <b>Por grupos de edad</b> |                   |                 |
| <b>12 - 13,9</b>          | 12 (7.74%)        | 65 (41.93%)     |
| <b>14 - 17</b>            | 18 (11.63%)       | 60 (38.70%)     |
| <b>Total</b>              | <b>155 (100%)</b> |                 |

**Fuente:** elaboración propia.

La media del CMO fue de 2.13 como se muestra en los resultados de la tabla 6, esta representa un 4% del peso corporal total, se muestra que dentro de los individuos estudiados el 66% presentaron niveles normales de CMO, sin embargo, el 34% restante se encuentran con niveles bajos de CMO, tal parece indicar que al parecer los niveles de CMO bajo en algunos de los

individuos disminuye con la edad teniendo en cuenta que el rango de edad en individuos con niveles de CMO bajos fue entre 13, 14 y 15 años según los resultados en la relación de CMO por grupo de edad.

**Tabla 9**  
*Análisis del componente contenido mineral óseo*

| <b>CMO</b>                | <b>Bajo %</b> | <b>Normal %</b> |
|---------------------------|---------------|-----------------|
| <b>Por grupos de edad</b> |               |                 |
| <b>12 - 13,9</b>          | 16 (10.32%)   | 61 (39.35%)     |
| <b>14 - 17</b>            | 37 (23,87%)   | 41 (26.46%)     |
| <b>Total</b>              | 155 (100%)    |                 |

**Fuente:** elaboración propia.

La tabla 6 muestra la media de los resultados del ACT que fue de 33,7 (L) este componente corresponde a un 66% del peso corporal, los resultados según la relación de ACT por grupo de edad en la población de estudio muestran que el 70% de los individuos se encuentran dentro de los valores normales de ACT, un grupo de individuos 25% presentaron bajos niveles de ACT y el 5% valores por encima de los valores normales, el mayor nivel de normalidad se presentó en el grupo de edad de 12 a 15 años.

**Tabla 10**  
*Análisis del componente ACT*

| <b>ACT</b>                | <b>Bajo %</b> | <b>Normal %</b> | <b>Alto%</b> |
|---------------------------|---------------|-----------------|--------------|
| <b>Por grupos de edad</b> |               |                 |              |
| <b>12 - 13,9</b>          | 17 (%)        | 53 (%)          | 7(%)         |
| <b>14 - 17</b>            | 21 (%)        | 55 (%)          | 2(%)         |
| <b>Total</b>              | 155 (100%)    |                 |              |

**Fuente:** elaboración propia.

### 13.2 Análisis de la clasificación nutricional:

La tabla 11. Muestra la clasificación antropométrica del estado nutricional de la población en donde se evaluó la relación IMC/EDAD de acuerdo a los parámetros establecidos en la resolución 2465 del 2016, en el cual clasificados como obeso 78 (50.32%) en sobrepeso 41(26.45%) adecuado 32 (20.65%) jóvenes y en riesgo, la frecuencia fue de 4 (2.58%).

**Tabla 11**  
*Análisis clasificación nutricional*

| <b>Clasificación.</b> | <b>Frecuencia.</b> | <b>%</b> |
|-----------------------|--------------------|----------|
| <b>Obesidad</b>       | 78                 | 50.32    |
| <b>Sobrepeso</b>      | 41                 | 26.45    |
| <b>Adecuado</b>       | 32                 | 20.65    |
| <b>Riesgo</b>         | 4                  | 2.58     |
| <b>Total</b>          | 155                | 100.00   |

**Fuente:** elaboración propia.

En la tabla 12. se agrupan los datos de las clasificaciones antropométricas, reagrupados en dos categorías adecuados y malnutridos para aquellos individuos que tuvieron una clasificación IMC/E entre < 1 y 1 y cuatro individuos que se encontraron en situación de riesgo.

**Tabla 12**  
*Análisis de la clasificación antropométrica del estado nutricional*

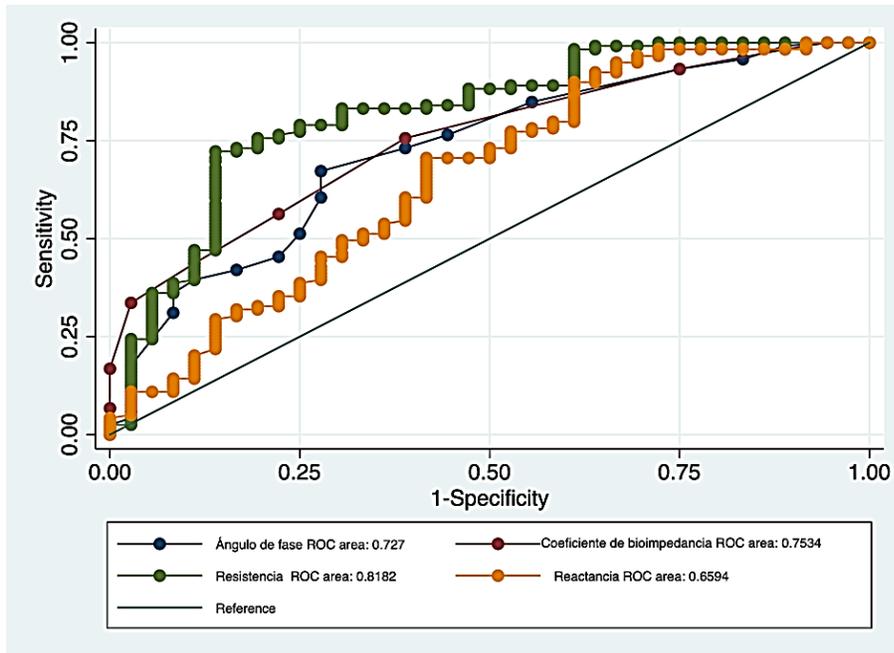
| <b>Clasificación.</b> | <b>Frecuencia.</b> | <b>%</b> |
|-----------------------|--------------------|----------|
| <b>Adecuados</b>      | 36                 | 23.23    |
| <b>Malnutridos</b>    | 119                | 76.77    |
| <b>Total</b>          |                    | 100.00   |

**Fuente:** elaboración propia.

## 14 ESTIMACIÓN DE VALORES PREDICTIVOS

### Gráfico 2

Análisis ROC para evaluar parámetros de bioimpedancia como predictores del estado nutricional



**Fuente:** elaboración propia.

En el Gráfico 2 de curva ROC. Cada punto de la curva ROC corresponde a un posible punto de corte del test diagnóstico para cada uno de los parámetros evaluados, e informa de su respectiva sensibilidad (eje Y) y 1-especificidad (eje X). Ambos ejes del gráfico incluyen valores entre 0 y 1 (0 % a 100 %). La línea trazada desde el punto 0,0 al punto 1,1 recibe el nombre de diagonal de referencia, o línea de no - discriminación. Las áreas bajo la curva de ángulo de fase, resistencia, coeficiente de bioimpedancia y reactancia fueron 0,727, 0,7534, 0,81832 y 0,6595, respectivamente. Lo cual indica que, de acuerdo con los resultados obtenidos en esta muestra, solo el indicador de resistencia es un predictor bueno para predecir estado nutricional en el grupo

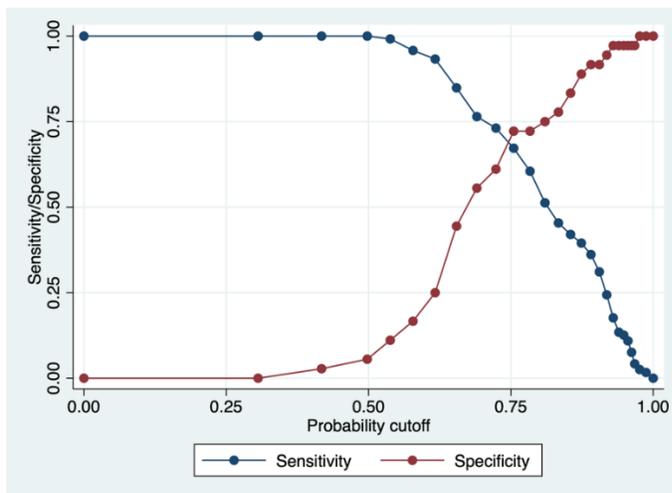
poblacional evaluado, dado que el área bajo la curva fue de 0,8. Los demás parámetros son regulares predictores del estado nutricional.

### 14.1 Determinación de los puntos de corte para los parámetros de bioimpedancia

Una medida bien conocida para clasificar el rendimiento o el valor predictivo de una prueba o parámetro es el índice de Youden, que se define como la sensibilidad + especificidad - 1. El índice de Youden es máximo en el ángulo superior izquierdo de la curva ROC. A continuación, en las gráficas 3, 4, 5 y 6 se presentan las gráficas de los índices de Youden para cada uno de los parámetros de bioimpedancia. Para cada curva ROC la intersección indica el punto de corte que determina la sensibilidad y la tasa de falsos positivos (1-especificidad) conjunta más alta (índice de Youden).

#### Gráfico 3

*Índice de Youden de mayor sensibilidad y especificidad de ángulo de para la determinación del valor predictivo.*



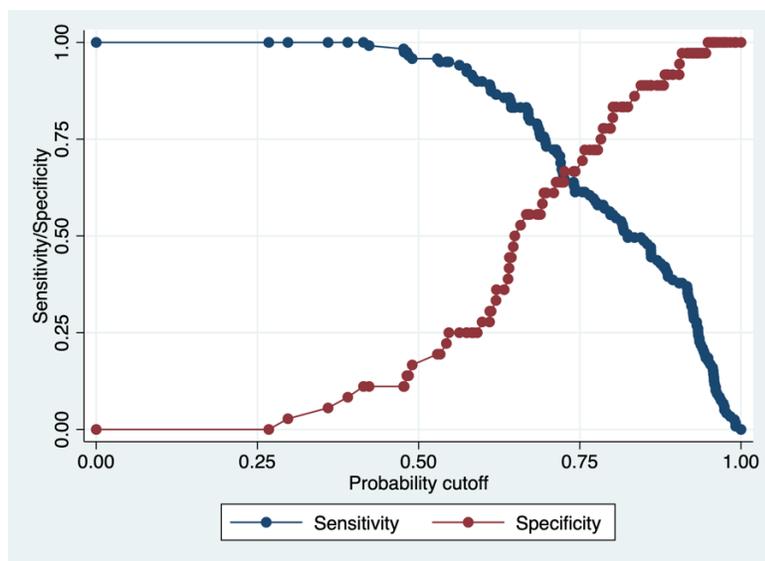
**Fuente:** elaboración propia.

En la gráfica 3 se presenta el punto de corte de la escala continua del ángulo de fase que determina la sensibilidad y especificidad más alta. El índice de Youden estimado para el ángulo

de fase fue 6,5 como valor predictivo para este grupo poblacional para la determinación del estado nutricional.

#### Gráfico 4

*Índice de Youden de mayor sensibilidad y especificidad de coeficiente de bioimpedancia para la determinación del valor predictivo*

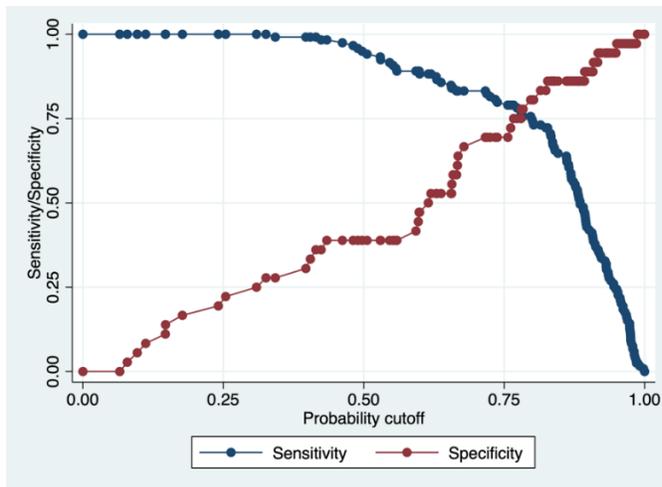


**Fuente:** elaboración propia.

En la gráfica 4 se presenta el punto de corte de la escala continua del coeficiente de bioimpedancia que determina la sensibilidad y especificidad más alta. El índice de Youden estimado para el coeficiente de bioimpedancia fue 0,8 como parámetro predictivo para este grupo poblacional.

### Gráfico 5

*índice de Youden de mayor sensibilidad y especificidad de resistencia para la determinación del valor predictivo*

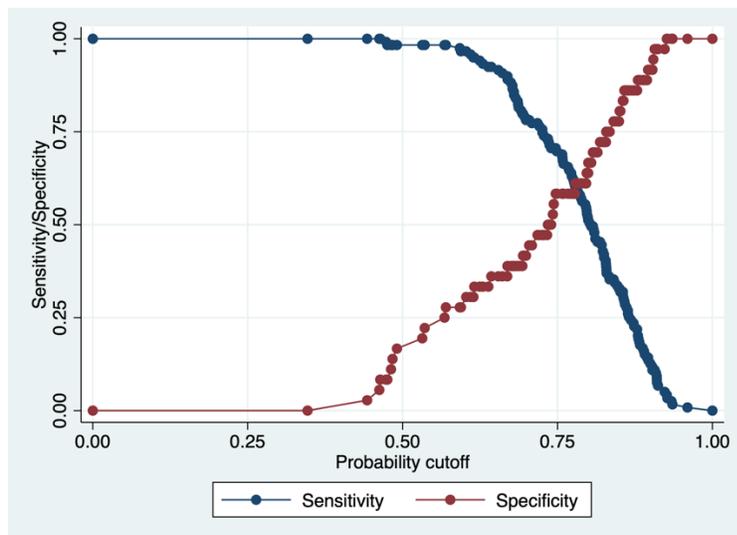


**Fuente:** elaboración propia.

En la gráfica 5. El punto de corte de la escala continua del ángulo de fase que determina la sensibilidad y especificidad más alta. El índice de Youden estimado para la resistencia fue 582,9 como valor parámetro para este grupo poblacional para la determinación del estado nutricional.

### Gráfico 6

*índice de Youden de mayor sensibilidad y especificidad de reactancia para la determinación del valor predictivo.*



**Fuente:** elaboración propia.

En la gráfica 6 se presenta el punto de corte de la escala continua del ángulo de fase que determina la sensibilidad y especificidad más alta. El índice de Youden estimado para la reactancia fue 65,8 como valor parámetro para este grupo poblacional.

## 15 DISCUSIÓN

Se ha evaluado los diferentes puntos de corte para los distintos parámetros de la bioimpedancia (ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente) en una muestra de jóvenes pertenecientes a una escuela de fútbol en la ciudad de Cartagena, principalmente a la fecha se cuenta con poca información respecto a los puntos de cortes para niños y adolescentes, sin embargo, los estudios en relación al AF. Se han aplicado mucho en pacientes enfermos, en evaluación nutricional, en la determinación de la composición corporal y en deportistas adultos (Veitia, Campos, Echarría, & Aguilera, 2017).

A pesar de que algunas de las técnicas disponibles para la medición de la composición corporal son más exactas y precisas unas más que otras, no se dispone de un método referencial in vivo. Su ausencia dificulta la comparación entre métodos; por lo tanto, para la validación es frecuente la comparación entre ellos (Rodríguez, y otros, 2008). Sin embargo, la media de los resultados encontrados en la población estudiada a nivel general con respecto a las variables socio demográficas fueron, edad 14 años, peso, 51 kg, altura 160.

Los resultados de la composición corporal resultante de la media de la población estudiada son: un 88% de masa libre de grasa o de masa magra y un 12% de grasa. La masa muscular esquelética representaría el 24,2%, el contenido mineral óseo el 4%, el agua corporal total un 33,7% del peso corporal.

Teniendo en cuenta la relación presente en el estudio, se establece la relación entre el ángulo de fase con variables de la composición corporal tales como: porcentaje de masa grasa, kilogramos de masa musculo esquelética; a la vez que se encontraron asociaciones entre el ángulo de fase con variables de fuerza muscular relacionadas con la potencia muscular y

la fuerza media, lo cual refleja que a mayor cantidad de miofibrillas musculares se incrementará de manera directamente proporcional a el valor del ángulo de fase y esto será un reflejo asociado a una adecuada condición de salud para el deportista cuya masa muscular es indudablemente garante en la prevención de lesiones y optimización del rendimiento deportivo (Castro L. , 2020).

En la investigación en cuanto a los indicadores de salud, la muestra de jóvenes presentó un AF normal de  $6,5^\circ$  según lo propuesto por las diferentes teorías; un índice  $Z_{200}/Z_5$  normal por encima de 0,8; unos adecuados valores de masa celular activa (29,9) y de proteína metabólicamente activa (9,1), demuestra que en general la población es saludable, según (Uribe, 2020)

La población estudiada presento un AF con un rango de 5,1 a 8,3, siendo la mediana 6,5, aun así, se estudiaron los puntos en la curva de ROC y de acuerdo a los resultados obtenidos se logró demostrar que solo el indicador resistencia es un buen predictor para determinar el estado nutricional por encima de los otros indicadores como por ejemplo el ángulo de fase como lo indica la teoría.

Dicho por Uribe (2020) el cual plantea que el ángulo de fase es un dato de predicción muy útil tanto en medicina como en el deporte, ya que permite evaluar el nivel de condición física de la persona. El promedio del ángulo de fase en este estudio es de  $6,5^\circ$  el cual lo respalda la literatura (Llames, Baldomero, Iglesias, & Rodota, 2013).

Pero teniendo en cuenta que no hay un valor de referencia de ángulo de fase algunos autores señalan como un buen ángulo de fase para población joven de 6 a  $6,5^\circ$  lo cual indica que la población estudio tiene una buena salud celular (Porto, Reis, & Galvao, 2015).

Sin embargo, en un estudio realizado Danielzik Sandra, demuestra que los principales determinantes del AF son el sexo y la edad en los adultos, sin embargo, se logró demostrar que entre más joven es el sujeto más alto será el AF, por otro lado, en los niños y adolescentes los principales determinantes del AF son la edad y el IMC. En adultos normales y con sobrepeso, el ángulo de fase aumentó con el aumento del IMC, pero hubo una asociación inversa con un IMC  $> 40 \text{ kg} / \text{m}^2$ . En la cirrosis, la prevalencia de un ángulo de fase bajo aumentó con el estado de la enfermedad, mientras que no fue diferente entre los pacientes con síndrome metabólico y los controles (Mesejo & Serrano, 2008).

Existen diferencias considerables entre los valores de referencia del ángulo de fase de diferentes poblaciones propuestos por diferentes investigaciones. Estas diferencias no se explican por la edad o el IMC y pueden deberse a diferencias entre los analizadores de impedancia, así mismo los datos arrojados por este estudio en donde tres sujetos de estudio tuvieron valores de ángulo de fase por fuera del rango promedio de 7,6, 7,7 y 8,3. No obstante, estos valores pueden estar asociados a las alteraciones en el balance de líquidos de los sujetos sin descartarse cambios en la integridad de la membrana celular.

Por tanto, se recomienda el uso de valores de referencia específicos para cada población de acuerdo al género y al rango de edad población y probablemente específicos del analizador de impedancia para el ángulo de fase (Mesejo & Serrano, 2008) (Veitia, Campos, Echarría, & Aguilera, 2017).

En cuando a la clasificación nutricional que se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos por la resolución 2465 de 2016 en relación al IMC/E, se encontró que la población muestra se encontraba en un 76.77 % en la categoría de malnutridos teniendo en cuenta que se agruparon los

datos de las clasificaciones antropométricas para esta categoría (sobrepeso y obesidad) para el análisis.

En otro estudio propuesto por Rodríguez patricia y colaboradores en 2008, en donde hacen análisis de la composición corporal utilizando varios métodos de mediciones como la antropometría, bioimpedancia y absorciometría de rayos X, encontraron diferencias significativas en cuando a las valoraciones utilizando la antropometría y bioimpedancia, al igual que a los resultados de este estudio el IMC no es un buen predictor para el estado nutricional este es indicador con alta especificidad para evaluar la obesidad en la infancia y adolescencia, pero con baja sensibilidad para medir la distribución de la grasa aun así considerando que la talla presentara gran variabilidad, se encontró que en pacientes con determinadas patologías o bien los que practican actividad física (adolescentes), dado a que presentan aumento de agua corporal o de la masa magra el IMC se verá alterado (Wells, Johnson, & Mok, 2001)

En la literatura se describe que el nivel de hidratación disminuye con el pasar de los años desde el 80% el primer año de edad, hasta el 74% a la edad de 20 años y el contenido mineral óseo contenido en la masa libre de grasa aumenta desde el 3,7% hasta ~7,0% en la niñez y en la edad adulta. Lo cual en este estudio no se reflejó, porque no hay una relación que, a menor edad, mayor porcentaje de agua corporal total (Rodríguez I. , 2016) .

Dentro de las principales fortalezas de este estudio se resalta la estimación de puntos de corte específicas para este grupo poblacional, y a través de una prueba estadística como el índice de Youden, dado que la mayoría de estudios evaluados establecen el punto de corte como el punto promedio de los datos (media). Asimismo, el análisis de la composición corporal fue obtenido a

través del equipo Biody Xpert, perteneciente a la nueva generación de analizadores de composición corporal, totalmente portátiles, inalámbricos y Multifrecuencia.

Este estudio cuenta con algunas limitaciones, los análisis realizados corresponden a datos crudos, dado que los datos usados fueron recolectados para realizar una intervención, educación y evaluación nutricional por parte de estudiantes de la escuela de nutricional de la universidad del Sinú – sede Cartagena, no se incluyó información sociodemográfica y del estado de salud, relevante que pudieran determinar el valor predictivo de los parámetros de forma más objetiva. La evaluación del estado nutricional de los jóvenes fue estimada a través de parámetros antropométricos, lo cual no es recomendado debido a la subjetividad de estas mediciones.

## 16 CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados de este estudio se logró determinar que la resistencia, incluso podría ser mejor parámetro predictor del estado nutricional que el ángulo de fase, dado que la curva ROC indicó un área bajo de la curva por encima de 0.8 y lo clasifica como un predictor bueno. No obstante, se requieren más estudios que evalúen la capacidad predictora de los demás parámetros dado que actualmente el ángulo de fase es el parámetro más estudiado.
- Es probable que los resultados de la capacidad predictiva del ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de bioimpedancia varíen si se comparan con una prueba Gold estándar como la valoración nutricional objetiva y no con el indicador IMC/edad.
- Se encontró que los niveles de contenido mineral óseo disminuyen a medida que aumenta la edad en los individuos.
- Se logra concluir que los niveles bajos de masa grasa bruta, disminuyen a medida que aumenta la edad de la población evaluada.
- se deja abierta la posibilidad a futuras investigaciones, a tener en cuenta los resultados encontramos en esta investigación con respecto a los puntos de cortes para la determinación del estado nutricional, utilizando otros instrumentos para el análisis y muchas más variables de las que se utilizaron en este estudio, es de gran importancia continuar fortaleciendo las investigaciones sobre la bioimpedancia ya que los métodos mayormente utilizado como por ejemplo IMC no son confiables. Los tiempos cambian y la tecnología avanza cada día es por ello la gran relevancia de que las futuras

generaciones se adeintren con los nuevos métodos utilizados para el estudio y análisis de la composición corporal.

## 17 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Hernandez, J. (2012). Prevalence and costs of malnutrition in hospitalized patients. *Nestle health science*.
- Alvero, J., Correas, L., Ronconi, M., Fernández, R., & Porta, J. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 167-174.
- Antonietti, L. (2019). Guía para la categorización de riesgos.
- Barbosa, M., Barros, A., Wang, J., Heymsfield, S., & Pierson, J. (2005). Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutrition*, 12.
- BiosCan. (s.f.).
- BodyStat. (2007). *BodyStat*. Obtenido de Biody Manager.
- Bosi, A., Danielzik, S., Dörhöfer, A., & Later, W. (2006). Phase Angle From Bioelectrical Impedance Analysis: Population Reference Values by Age, Sex, and Body Mass Index. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 309-316.
- Castro, L. (2020). Bioimpedancia, alguno de fase.
- Castro, L., Sabogal, J., Arguello, J., Sanchez, A., & Galvez, A. (2020). Relación del Angulo de fase con variables de composición corporal y fuerza muscular en deportistas.

- Cubides, J., Caiaffa, N., & Vera, S. (2017). Determinación del ángulo de fase por bioimpedancia en deportistas de la Esmic.
- Estadra, J. (2016). El índice de Youden y su aplicación a la determinación del punto de corte en un test cuantitativo. *Universidad de Granada*.
- Garrido, C. (2005). Manual de Antropometria. *Agapea*.
- Gómez, J. (2011). Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. . *Nefrología* , 6.
- Gonzalez, E. (2013). Body composition: assessment and clinical value. *Endocrinología y nutrición*, 69-75.
- Grupo GAMMA. (2019). *Definiciones y conceptos*. Obtenido de Bioimpedancia.
- Incarbone, O., Lentini, N., Pascual, L., Prieto, M., Luján, M., & Valenti, L. (2020). Nutrición para el fitness, la salud y el deporte. *LID Editorial*.
- james , L. (2020). introduccion al agua corporal .
- Koury, J., Trugo, M., & Torres, A. (2014). Angulo de fase y vectores de impedancia bioeléctrica en deportistas varones adolescentes y adultos.
- Lafargue, A., Bergues, L., Verdecia, M., Laurencio, Y., & Ortega, Y. (2013). Parámetros bioeléctricos in vitro e in vivo, estimados con los analizadores Bodystat® 1500-MDD y BioScan® 98. *MEDISAN*, 17.

- Llamas, L., Baldomero, V., Iglesias, M., & Rodota, P. (2013). Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica, estado nutricional y valor pronóstico. *Nutrición Hospitalaria*, 286-295.
- Mesejo, A., & Serrano, A. (2008). Cirrosis y encefalopatía hepáticas: consecuencias clínico-metabólicas y soporte nutricional. *Nutrición Hospitalaria*.
- Moran, J., Lavado, J., & Pedrera, J. (2011). Methods for nurses to measure body composition. *Rev Lat Am Enfermagem*, 1033-1038.
- Moreira, O., Alonso, D., Patrocinio, C., Candia, R., & De Paz, J. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte*.
- Nogueira, V., Hakime, A., & Camelo, J. (2016). Ángulo de fase y criterios de la organización mundial de la salud para la evaluación del estado nutricional en niños con osteogénesis imperfecta. .
- OMS. (2018). Definiciones y referencias. *WHO*.
- Piccoli, A., Nescolarde, L., & Rossell, J. (2002). Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología*, 10.
- Porto, C., Reis, R., & Galvao, I. (2015). Ángulo de fase como indicador del estado nutricional y pronóstico en paciente crítico. *Nutrition*.
- Pulido, D. (2018). Perfil físico y de composición corporal de la categoría quinta élite del club deportivo independiente Santa Fe. *UDCA*.

- Quesada, L., León, C., Betancourt, J., & Nicolau, E. (2016). Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. *Arch Méd Camagiüey*, 2554.
- RAE. (2020). Diccionario de la Real Academia Española. *RAE*.
- Ramírez, D., Almanza, D., & Ángel, L. (2015). Estimación del agua corporal total y del peso seco, usando impedancia bioeléctrica tetrapolar de multifrecuencia (BIA-4) en pacientes en hemodiálisis. *Rev Fac Medicina*, 63.
- Redondo, M., Carmina, M., Marugan, J., & De Mateo, B. (2017). Valores de referencia del vector de impedancia bioeléctrica para la evaluación de la composición corporal en una población infantil y adolescente española.
- resolución 8430 de 1993. (s.f.).
- Rodríguez, I. (2016). Valoración de la composición corporal por antropometría y bioimpedancia eléctrica. *Universidad Francisco de Vitoria*.
- Rodríguez, P., Bermudez, E., Rodríguez, G., Spina, M., Zeni, S., Friedman, S., & Exeni, R. (2008). Composición corporal en niños prescolares: comparación entre métodos antropométricos simples y bioimpedancia.
- Ros, R., Manso, M., Palacios, G., & Rodríguez, J. (2013). Bioimpedancia vectorial y espectroscópica: valoración del estado de hidratación con ambos métodos en hemodiálisis. *Enferm Nefrol*, 7.
- Sardinha, L. (2012). Functional Body Composition: Need for a New Agenda. *Arch Exerc Health Disease*, 183-187.

- Uribe, G. (2020). Protocolo para la toma y registro de medidas antropométricas. *Universidad del Sinú*.
- Veitia, W., Campos, Y., Echarría, I., & Aguilera, D. (2017). Body composition analysis using bioelectrical parameters in the Cuban sporting population. *Archivos de Medicina del Deporte*, 207-215.
- Wells, J., Johnson, A., & Mok, Q. (2001). Nutritional status in children. *Journal of Clinical Nutrition*.
- Więch, P., Sałacińska, I., Bazaliński, D., & Dąbrowski, M. (2018). Composición corporal y ángulo de fase como indicador del estado nutricional en niños con artritis idiopática juvenil.