

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



Caracterización antropométrica, composición corporal y
somatotipo de los atletas guatemaltecos de élite de
bádminton

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por
Alexia Arévalo Montenegro
para optar al grado académico en Licenciada en Nutrición

Guatemala
2016

Caracterización antropométrica, composición corporal y
somatotipo de los atletas guatemaltecos de élite de
bádminton

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

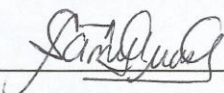


Caracterización antropométrica, composición corporal y
somatotipo de los atletas guatemaltecos de élite de
bádminton

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por
Alexia Arévalo Montenegro
para optar al grado académico en Licenciada en Nutrición


Guatemala
2016

Vo. Bo.:

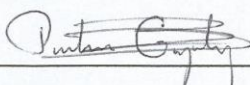
(f)  _____

Licenciada Diana Samantha Arias Azurdia

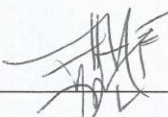
Tribunal examinador:

(f)  _____

Licenciada Diana Samantha Arias Azurdia

(f)  _____

Licenciada Patricia González

(f)  _____

Licenciada Nidia Pereira

Fecha de aprobación: Guatemala 16 de mayo de 2016

ÍNDICE

LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO	5
A. Bádminton	5
1. Historia.....	5
2. Campo de juego	6
3. Atletas de élite de bádminton	7
B. Composición corporal.....	8
1. Métodos de estimación de la composición corporal.....	9
a. Antropometría	9
1) Caracterización antropométrica	16
2) Fórmulas para determinación de composición corporal	16
3) Somatotipo	18
4) Antropometría en el bádminton.....	23
V. METODOLOGÍA.....	27
VI. RESULTADOS.....	35
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS	39
VIII. CONCLUSIONES.....	43
IX. RECOMENDACIONES	44
X. BIBLIOGRAFÍA.....	45
XI. ANEXO.....	48

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación de variables.....	30
Cuadro 2: Valores de referencia.....	31
Cuadro 3: Características antropométricas y somatotipo (media \pm desviación estándar de las variables calculadas) de los jugadores masculinos de élite de bádminton guatemaltecos	35
Cuadro 4: Resumen de aceptación o no de la hipótesis nula (H_0)	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cancha de bádminton con sus dimensiones	7
Figura 2: Plano de Frankfort.....	11
Figura 3: Marcas anatómicas	12
Figura 4: Somatocarta	21
Figura 5: Categorías de los somatotipos.....	22
Figura 6: Categorías de los somatotipos basadas en áreas de la somatocarta	22
Figura 7: Somatotipo promedio de atletas masculinos de élite guatemaltecos y de referencia.....	38

RESUMEN

La antropometría ha permitido a los profesionales del deporte plantear programas de entrenamiento deportivo a los atletas de acuerdo a sus características morfológicas y, a los cambios que se quieren lograr para un mejor rendimiento deportivo. El objetivo principal de este estudio fue caracterizar el perfil antropométrico de los atletas élite masculinos juveniles y mayores que pertenecen a la federación de bádminton en la ciudad de Guatemala.

Se realizó un estudio de tipo ex post facto, transversal y comparativo enfocado en el ámbito deportivo, específicamente en el área de nutrición deportiva ya que se desarrolló un estudio antropométrico. Se estudió a los 10 atletas integrantes del equipo de élite masculino de bádminton guatemalteco. La evaluación antropométrica se realizó bajo el protocolo de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) para el procedimiento de medición de 13 variables.

Con el objetivo de determinar la composición corporal, se consideró el porcentaje de grasa utilizando la fórmula de Yuhasz modificada por Carter y el índice de substancia activa (AKS) propuesto por Tittel y Wutscherk. La forma corporal se caracterizó a través del método del somatotipo propuesto por Heath y Carter y los resultados se compararon con estudios internacionales de referencia de atletas de élite de bádminton.

Respecto a la composición corporal, los atletas de élite de bádminton guatemaltecos presentan un porcentaje de grasa mayor (10.54 ± 2.1) a los de los atletas de los estudios de referencia y un índice de AKS (1.28 ± 0.1) dentro de los valores establecidos para el deporte de bádminton. Los resultados obtenidos muestran un biotipo con una caracterización de tipo Meso-endomórfico con valores promedio de 3.26-4.54-1.71. Este estudio aporta valores de referencia para este deporte que pueden ser utilizados para la toma de decisiones.

En cuanto al análisis estadístico los atletas guatemaltecos no mostraron similitudes con los atletas de los estudios de referencia en la mayoría de las variables estudiadas de la composición corporal y somatotipo.

I. INTRODUCCIÓN

La composición corporal y el somatotipo son de los temas más investigados actualmente en el deporte, estos permiten fabricar programas individuales nutricionales y de entrenamiento que benefician el rendimiento y éxito del deportista. La antropometría es la herramienta que permite conocer la composición corporal y somatotipo de un atleta, esto a través de mediciones corporales como la talla, peso, perímetros, pliegues cutáneos y diámetros. Estas mediciones nos proporcionan información sobre el desarrollo físico y los cambios que un atleta puede tener a través del tiempo (Rodríguez, 2012).

La antropometría ha permitido a los profesionales del deporte diseñar programas de entrenamiento deportivo individualizados de acuerdo a sus características morfológicas y, a las modificaciones que se quieren lograr para un mejor rendimiento. Al observar la importancia de este tema, se decidió realizar una investigación que evalúa la morfología de los atletas guatemaltecos seleccionados élite de bádminton para poder tener una referencia y así realizar una mejor selección de talentos (Rodríguez, 2012).

Actualmente no se han realizado trabajos de este tipo, y visto el gran éxito que los deportistas élite guatemaltecos de bádminton están obteniendo a nivel mundial, se realizó esta investigación. Así mismo, Guatemala no cuenta con un modelo antropométrico enfocado hacia la selección de talentos en deportistas, que permita determinar cuáles son las características morfológicas adecuadas para los mismos.

Por esta razón se investigó información en estudios similares y con los resultados obtenidos, se propone un modelo base que permita detectar y seleccionar a los sujetos que en etapas de desarrollo practiquen este deporte y presenten las características que le faciliten el desarrollo deportivo en esta especialidad y que los proyecte a la obtención de los mejores resultados deportivos.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

1. Caracterizar el perfil antropométrico de los atletas élite masculinos juveniles y mayores que pertenecen a la federación de bádminton en la ciudad de Guatemala.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la composición corporal de los deportistas élite guatemaltecos de bádminton.

2. Determinar el somatotipo promedio de los deportistas élite guatemaltecos de bádminton.

3. Realizar un análisis comparativo estadístico de la composición corporal y somatotipo de los atletas élite guatemaltecos de bádminton con datos de referencia de estudios similares.

III. JUSTIFICACIÓN

Los atletas que realizan deportes de raqueta necesitan mejorar sus cualidades físicas continuamente, y de esta manera poder rendir al máximo (Martínez-Rodríguez, 2015). El rendimiento deportivo es influenciado por múltiples variables que incluyen factores físicos, psicológicos y del cuerpo (morfología corporal). La morfología corporal de un atleta puede ser estudiada por medio de su composición corporal y somatotipo; y esto, puede contribuir con información importante de las dimensiones corporales de los jugadores de élite (Bahamondes, *et al.*, 2012).

Las características físicas de un atleta son significativas en el desempeño deportivo, por lo que determinar la morfología corporal a partir de variables antropométricas debe ser parte de la valoración rutinaria de cualquier deportista. Esta práctica permite mejorar el rendimiento individual y/o colectivo o plantear regímenes de entrenamiento y/o nutricionales con el propósito de llevar a los atletas a la condición más próxima a una referencia (Bahamondes, *et al.*, 2012).

La condición física de un atleta de bádminton puede ser un factor determinante de su carrera. Las exigencias físicas de los deportes de raqueta requieren la eficiencia en un número de componentes como fuerza muscular, flexibilidad, coordinación y agilidad para poder competir eficazmente. Si un jugador quiere lograr éxito en el bádminton internacional, la mejora de la condición física debe tener la misma prioridad que la formación de habilidades en el deporte (Van Lieshout, 2002).

Es por ello que ha surgido el interés en investigar las características antropométricas, la composición corporal y el somatotipo de diferentes deportes en las últimas décadas. Se ha descrito que existen características físicas específicas para las distintas disciplinas deportivas, como el perfil antropométrico, que pueden ser determinantes para la selección de nuevos talentos, demostrando si el atleta sería adecuado para competir al más alto nivel en un determinado deporte (Sánchez- Muñoz, 2007). Por ejemplo, la composición corporal es importante en muchos deportes, incluyendo el bádminton, ya que el exceso de grasa corporal puede ser un factor de desventaja que inhiba los movimientos rápidos en la cancha, tan importantes para el éxito en este deporte (Van Lieshout, 2002).

Varios estudios demuestran que cuantificar las características morfológicas puede ser un punto clave para relacionar la composición corporal con el rendimiento deportivo (Sánchez- Muñoz, 2007). Caracterizar el perfil antropométrico de los jugadores de élite guatemaltecos de bádminton, los cuales se conocen que han tenido éxito a nivel mundial, permitirá tener valores de

referencia para realizar una selección de talentos apropiada.

Existen muy pocos estudios sobre el perfil antropométrico de los deportistas élite de bádminton a nivel mundial y se podría concluir que en Guatemala no existen estudios de esta clase. Por lo mismo, al realizar esta investigación se tomó a los únicos diez atletas élite de esta disciplina sabiendo que los resultados darán una herramienta que cubra una necesidad en el deporte nacional, ya que la determinación de la caracterización antropométrica de estos atletas ayudaría a entrenadores a conocer el perfil antropométrico ideal que debería tener un atleta en proceso de desarrollo, que en conjunto a otras habilidades le facilitarán la práctica y tendrá mejores resultados deportivos.

IV. MARCO TEÓRICO

A. Bádminton

El bádminton es un deporte de raqueta que en vez de pelota se juega con un volante o pluma, el cual se compone de una semiesfera con plumas en la base. En este deporte se enfrentan dos jugadores (singles) o dos parejas (dobles). Los jugadores o parejas se sitúan en las mitades opuestas de una cancha rectangular dividida por una red (López, 2011).

Los jugadores deben golpear el volante con una raqueta para que este cruce la cancha por encima de la red y caiga en el sector del oponente. El punto se da cuando el volante toca el suelo, pudiendo solo ser golpeado una vez antes de cruzar la red (López, 2011). El bádminton es deporte olímpico y puede jugarse individual ya sea masculino o femenino, dobles masculino o femenino, y dobles mixto. Este deporte demanda resistencia aeróbica, fuerza y velocidad. También es un deporte que exige coordinación y habilidad con la raqueta (López, 2011).

El bádminton se convirtió en un deporte olímpico en 1992, en las olimpiadas de Barcelona. Se cree que es uno de los deportes más practicados a nivel mundial. El juego se caracteriza por el uso del metabolismo de energía aeróbica y anaeróbica. Sin embargo, se sugiere que la demanda de energía que prevalece en un partido es el metabolismo anaeróbico aláctico. Los atletas de bádminton deben tener una gran capacidad física, especialmente velocidad y fuerza aeróbica y potencia (Campos, *et al.*, 2009).

El bádminton es un deporte que requiere, saltos, cambios de dirección, movimientos rápidos y explosivos y una gran cantidad de posturas corporales (Abián, 2015). Es un deporte asimétrico en el que normalmente el lado dominante está más desarrollado que el lado no dominante aunque hoy en día se trabaja para que no se produzcan descompensaciones (Abián, 2012).

1. **Historia.** El deporte del bádminton nació en las antiguas civilizaciones de Europa y Asia. El antiguo juego se originó hace más de 2000 años. En los 1600 el battledore era un pasatiempo de la clase alta en Inglaterra y muchos países europeos, era simplemente dos personas que golpean un volante hacia atrás y adelante con un bate tantas veces como pudieran sin permitir que se cayera al suelo (United States Olympic Committee, 2016).

En los 1800, en la India, se jugaba un juego llamado *poon*, donde se introdujo una red y los jugadores golpeaban el volante a través de la red. A mediados de los 1800 los oficiales británicos llevaron este juego de vuelta a Inglaterra y se introdujo como un juego para los invitados del duque de Beaufort en su casa Badminton en Gloucestershire, Inglaterra, donde se hizo popular (United States Olympic Committee, 2016).

En marzo de 1898, el primer torneo se celebró en Guildford, donde al año siguiente se celebró el primer Campeonato "All England". Durante la década de 1930, el bádminton era famoso en Dinamarca, EE.UU. y Canadá. En 1934 se formó la Federación Internacional de Bádminton (United States Olympic Committee, 2016).

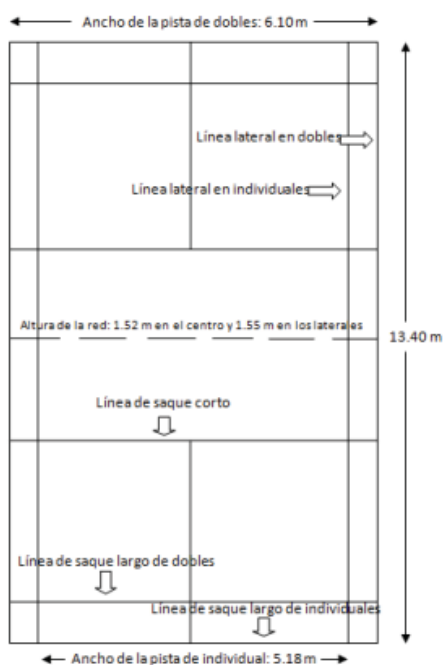
El primer torneo de la Federación Internacional de Bádminton fue la Copa Thomas en 1948. Desde entonces, el número de eventos mundiales se ha incrementado con la incorporación de la Copa Uber, Campeonatos del Mundo, Sudirman Cup, Campeonatos del Mundo Junior y los World Grand Prix Final (Badminton World Federation, 2016).

Los países que han ganado medallas de oro en bádminton en los Juegos Olímpicos desde su introducción en 1992 son: China, Dinamarca, India, Indonesia, Japón, Corea, Malasia y Rusia (Badminton World Federation, 2016).

2. Campo de juego. Una pista de bádminton para juego individual tiene 5.18 metros de ancho por 13.40 metros de longitud y para juego doble mide 6.10 metros de ancho por 13.40 metros de longitud. La red es 1.52 metros de altura en el centro y 1.55 metros en los postes (The Columbia Encyclopedia, 2015).

Las zonas de servicio están marcadas por una línea central que divide el ancho de la pista y por líneas exteriores en los laterales y el fondo. Normalmente, las líneas que delimitan la pista se marcan tanto para el juego de individuales como el de dobles, aunque las leyes permiten que la pista marcada sea sólo para juegos individuales (López, 2011).

Figura 1: Cancha de bádminton con sus dimensiones



Fuente: Abián, 2015

3. **Atletas de élite de bádminton.** Actualmente existen 10 atletas de género masculino en bádminton de élite o alto rendimiento en Guatemala, estos atletas se diferencian del resto ya que están vinculados a logros y resultados nacionales e internacionales. Esto implica el desarrollo de ciertas rutinas de entrenamiento y nutrición de alta exigencia. Estos atletas deben pertenecer a programas de alto rendimiento a través de procesos de selección de talento según sus cualidades físicas, psicológicas, fisiológicas, etc.

La participación en diferentes eventos nacionales e internacionales le abren las puertas al ciclo olímpico, siendo los resultados obtenidos en estas justas los que permiten al atleta categorizarlo con un atleta de élite de la disciplina. Estos atletas son monitoreados constantemente de manera multidisciplinaria (nutrición, psicología, médica, fisioterapéutica, biomecánica, entre otras) para prepararlos a eventos como: Juegos Centroamericanos, Centroamericanos y del Caribe, Juegos Panamericanos para finalizar en eventos como Juegos Olímpicos.

B. Composición corporal

La valoración de la composición corporal forma una parte elemental en la valoración del estado nutricional de un individuo y consiste en el fraccionamiento de la masa total del cuerpo en sus distintos componentes (Serrano, *et al.*, 2007). Muchas investigaciones han demostrado que los mejores resultados deportivos son de los atletas con buenas condiciones de entrenamiento físico, tanto cuantitativo como cualitativo y con factores morfológicos que benefician la práctica del deporte que practican. Es muy importante conocer el desarrollo del tejido graso y muscular ya que en la mayoría de deportes la grasa actúa como un tejido inactivo y desfavorecedor. Consecuentemente, cuando la proporción de grasa es mayor que el tejido muscular, el gasto energético de la aceleración y desaceleración de los movimientos corporales es mayor (Yáñez Sepúlveda, *et al.*, 2015).

“El estudio de las dimensiones y de la composición corporal es uno de los criterios en los que se basa la especialización deportiva, ya que cada disciplina presenta una serie de exigencias que obliga, en la mayoría de los casos, a poseer una determinada morfología en los deportistas” (De Hoyo, *et al.*, 2006). La medición de únicamente peso y la talla es insuficiente para evaluar el rendimiento y sus posibilidades, por eso es necesario conocer la composición corporal. Por ejemplo, si un deportista presenta sobrepeso según índice de masa corporal (IMC), se debe evaluar si el peso extra está compuesto de grasa o músculo. Si este peso está compuesto de grasa podría representar una desventaja en la mayoría de deportes (De Hoyo, *et al.*, 2006).

“Al obtener valores de los diferentes compartimientos del cuerpo como la masa muscular, ósea y grasa, se facilita la medición del sobrepeso y su relación con la eficiencia deportiva, ayuda a interpretar mejor los efectos anabólicos del entrenamiento físico, su relación con el coste metabólico, la producción de fuerza, la capacidad de trabajo físico y el rendimiento muscular” (Castro, 2013). El análisis de la composición corporal no es solamente cuantificar el tamaño de cada componente que forma el peso o la masa corporal, sino que busca medir la relación entre esos componentes y los factores que afectan la composición corporal, de tal manera que permita adquirir una visión más completa de la estructura del cuerpo y su funcionamiento (Jiménez & Molina, 2012).

“La composición corporal se define como la combinación de los componentes químicos y/o estructurales que comprenden la totalidad del organismo (Carvajal-Veitía, *et al.*, 2011).” Se pueden establecer criterios bioquímicos o por componentes al realizar divisiones del cuerpo humano en componentes. En 1992 Wang, *et al.* establecieron diferentes divisiones de los componentes del cuerpo, en diferentes niveles que van desde los más pequeños a los más grandes (Anexo 1) descritos a continuación:

- Nivel atómico: Hidrógeno, carbono, oxígeno.

- Nivel molecular: Proteínas, lípidos, agua.
- Nivel celular: Sólidos extracelulares, líquidos extracelulares, masa celular.
- Nivel de tejidos y sistemas: sangre, hueso, tejido adiposo, músculo estriado.
- Nivel del cuerpo entero: Masa corporal, volumen corporal, densidad corporal.

(Peniche, 2010)

1. **Métodos de estimación de la composición corporal.** En la actualidad existen una variedad de métodos para estimar la composición corporal y según la metodología se puede clasificar en directos, indirectos o doblemente indirectos (Anexo 2). El único método directo es la disección de cadáveres y análisis anatómicos y químicos de sus componentes, por lo cual es inviable. En cuanto a los métodos indirectos se mide un parámetro como puede ser la densidad corporal y el mismo se utiliza para determinar más componentes a través de una relación constante. En los métodos indirectos siempre existe cierto grado de error porque el método no es directo, este grado de error varía según sea el método utilizado para medir la composición corporal. Entre los métodos indirectos se puede mencionar la densitometría, la determinación de agua corporal total, la determinación de potasio corporal total, la absorciometría fotónica dual, la tomografía axial computada, la resonancia magnética nuclear, pruebas químicas y los modelos cinenatropométricos. La antropometría, el método utilizado en este estudio, es doblemente indirecto, se llama así porque resultan de aplicar ecuaciones procedentes de algún método indirecto (Abián, 2015).

a. **Antropometría.** “La antropometría se define como el área de la aplicación del estudio del tamaño, forma, proporción, composición, maduración y funciones principales del ser humano, mediante la medición del peso corporal, estatura, longitudes, diámetros, perímetros y pliegues cutáneos (Martínez-Sanz, et al., 2012)”.

Como se estableció anteriormente, una gran cantidad y variedad de métodos para la valoración de la composición corporal han sido desarrollados y validados, entre los cuales se puede mencionar la antropometría como un método fácil de realizar, fácil de reproducir y de bajo costo. La utilización de ecuaciones de predicción de masa grasa, masa ósea, masa muscular entre otras, están basadas en variables antropométricas y pueden ser aplicadas para la estimación de la composición corporal (Alvero, *et al.*, 2009). La antropometría ha sido comparada con otros métodos doblemente indirectos de estimación de la composición corporal, como la bioimpedancia eléctrica y los estudios demuestran que la antropometría es un método confiable a utilizar en el ámbito deportivo (Martínez-Sanz, *et al.*, 2012).

La antropometría es una disciplina que proporciona información acerca de la composición corporal (Garrido-Chamorro *et al.*, 2012). Las investigaciones de antropometría permiten la valoración de la composición corporal, el estudio de la morfología, las dimensiones y la proporcionalidad en relación al rendimiento deportivo, la nutrición y el crecimiento. Estos aspectos se conocen y están avanzados por el área de la Cineantropometría (Alvero, *et al.*, 2009).

Se puede recurrir a la antropometría para diseñar programas nutricionales y así poder preparar correctamente a los atletas de élite. La antropometría proporciona datos sobre los principales compartimentos corporales, tales como grasa, músculo y hueso que tienen influencia directa en el rendimiento deportivo. En comparación con otras técnicas la antropometría no es invasiva, es asequible y es portátil para determinar el peso, talla, perímetros, diámetros y pliegues cutáneos. Los instrumentos que se utilizan son fáciles de usar, lo que permite simplicidad y rapidez en la obtención de datos. No obstante, las mediciones antropométricas requieren de personal preparado y especialmente estandarizado para hacer las mediciones. De la misma manera se necesita que los instrumentos estén correctamente calibrados (Garrido-Chamorro, *et al.*, 2012).

La antropometría al igual que otras áreas de conocimiento, depende del apego a unas normas específicas de medición definidas por los organismos normativos nacionales e internacionales. Cabe mencionar que hoy en día existe la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) y ofrece un protocolo de mediciones antropométricas, es un consenso sobre los puntos de referencia para la determinación de los sitios de medición, técnicas y procedimientos de medición. La adopción de las normas internacionales permite que los datos recolectados para investigación sean directamente comparables con los obtenidos de otros países en los que también se han adoptado la metodología ISAK. Así mismo los resultados de las investigaciones antropométricas elaboradas utilizando esta metodología tienden a ser más precisas y exactas y por lo tanto tienen mayor prestigio y credibilidad.

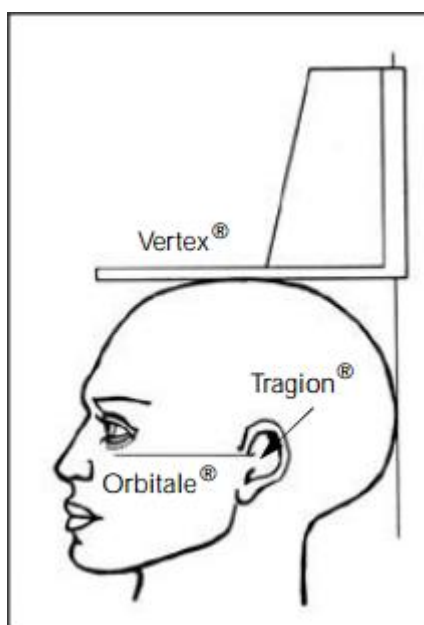
El seguir la metodología de ISAK correctamente implica seguir directrices como antropometrista que conlleva el adecuado lavado de manos, el respeto del espacio personal del sujeto y el aseguramiento de la privacidad del mismo y de un lugar adecuado y cómodo para tomar las medidas antropométricas. Así mismo se les pide a los sujetos una vestimenta apropiada para las mediciones como puede ser ropa deportiva y se requiere poseer material antropométrico específico según las medidas que se van a tomar. Es importante indicar que todas las medidas se hacen del lado derecho del cuerpo (Stewart, *et al.*, 2011).

La metodología utilizada por ISAK en las mediciones de las variables Masa corporal, talla, pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial), perímetros (brazo relajado, brazo flexionado y pierna) y diámetros (Biepicondíleo del húmero y Biepicondíleo de fémur) se describirán a continuación:

Masa corporal: Masa en la cantidad de materia del cuerpo. Se calcula midiendo el peso, es decir la fuerza, que ejerce la materia en un campo gravitacional estándar. La masa corporal puede ser estimada con vestimenta mínima, lo cual generalmente resulta preciso. Se utiliza una balanza, la cual se debe comprobar que la balanza esté en cero antes de hacer la medida. El sujeto se coloca en la balanza, permaneciendo de pie en el centro de la báscula sin apoyo y con su peso distribuido en los dos pies (Anexo 3). La masa corporal se registra en kilogramos (Stewart, *et al.*, 2011).

Talla o estatura: La distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del Vertex y el inferior de los pies. El Vertex se refiere al punto superior del cráneo cuando la cabeza está ubicada en el plano de Frankfort. Para hacer esta medida se utiliza un tallímetro. El sujeto debe estar de pie, con los talones juntos. Los talones, glúteos y la parte superior de la espalda deben estar en contacto con el tallímetro. La cabeza debe colocarse en el plano de Frankfort (Figura 2). Una vez la cabeza está colocada en el plano de Frankfort, el antropometrista coloca los pulgares en la parte posterior hacia las orejas del sujeto. Se le indica al sujeto que realice una inspiración profunda y mantenga la respiración. El antropometrista aplica una tracción hacia arriba y el anotador o ayudante coloca la escuadra firmemente sobre el Vertex. La medida se toma antes que es sujeto espire (Anexo 4). La talla se registra en centímetros (Stewart *et al.*, 2011).

Figura 2: Plano de Frankfort



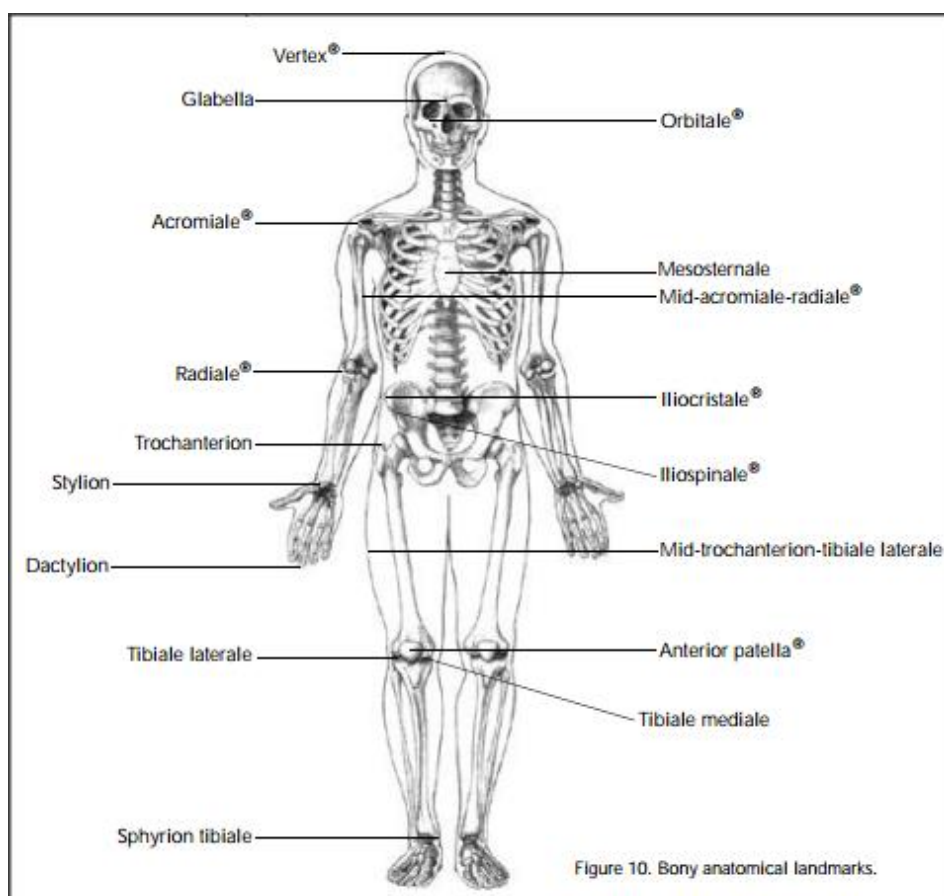
Fuente: ISAK, 2001

Pliegues cutáneos: En el caso del porcentaje de grasa la suma de los pliegues cutáneos proporciona un índice para determinar la adiposidad. Por ejemplo, la grasa subcutánea refleja la cantidad de grasa presente en el tejido adiposo. De hecho, el 40-60% de grasa corporal está en

la región subcutánea. Por otro lado, las determinaciones de los pliegues cutáneos particulares proporcionan información sobre los depósitos de grasa locales y distribución de la grasa en el cuerpo. Valores de los pliegues cutáneos se pueden obtener fácilmente y directamente utilizando un plicómetro. La información proporcionada se puede interpretar de forma rápida (Garrido-Chamorro, *et al.*, 2012).

De todas las medidas estos tienen el nivel más bajo de exactitud y precisión, por lo tanto se deben realizar con mucho cuidado. Para medir los pliegues se utiliza un plicómetro. Antes de medirlos se debe marcar el punto del pliegue cutáneo utilizando como referencia la marca anatómica (Figura 3), para esto se puede utilizar un lápiz dermatográfico o un lapicero de punta fina. “Las marcas anatómicas son los puntos identificables del esqueleto que, en general, están situados en la superficie del cuerpo y son los “marcadores” que identifican la localización exacta del punto anatómico a ser medido, o a partir del cual se localiza una zona de tejido blando; por ejemplo el pliegue cutáneo subescapular o el perímetro del brazo.” Las marcas se localizan mediante la palpación, utilizando el dedo pulgar o índice (Stewart, *et al.*, 2011).

Figura 3: Marcas anatómicas



Fuente: ISAK, 2001

El pliegue cutáneo el cual debe ser formado por doble capa de piel y tejido subcutáneo, se toma con los dedos pulgar e índice de la mano izquierda en el lugar marcado. El tamaño del pliegue que se toma debe ser el mínimo para asegurar que las dos capas del pliegue estén paralelas. Se debe tener cuidado de no incluir tejido muscular en la medición (Stewart, *et al.*, 2011).

El plicómetro se coloca a un centímetro del extremo de los dedos pulgar e índice y a una profundidad de aproximadamente la mitad de la uña del dedo. Es importante que el antropometrista sujete la piel mientras el plicómetro esté en contacto con la misma. La medición se hace dos segundos después de aplicar la presión total del plicómetro. Es importante que el gatillo del plicómetro se suelte totalmente cuando se tome la medición (Stewart, *et al.*, 2011). A continuación se describirá la toma de los pliegues cutáneos que tiene importancia en esta investigación:

Tríceps: Para la medición de este pliegue se debe localizar los puntos de referencia acromiale (Anexo 5) y radiale (Anexo 6) y así localizar el punto acromiale-radiale medio (Anexo 7). El punto acromiale es el punto en el borde superior de la parte más lateral del acromion; el radiale es el punto en el borde proximal y lateral de la cabeza del radio y el acromiale-radiale medio es el punto equidistante entre las marcas acromiale y radiale. Después de localizar los puntos anatómicos, se debe marcar el punto del pliegue tríceps (Anexo 8) el cual se localiza en la cara posterior del brazo, en la línea media, a nivel de la marca correspondiente al acromiale-radiale medio. El pliegue cutáneo tríceps (Anexo 9) es la medición del pliegue tomada paralelamente al eje longitudinal del brazo en el punto del pliegue tríceps. El sujeto se coloca en una posición relajada, de pie con el brazo derecho colgando a un lado del cuerpo y el antebrazo en semipronación (Stewart, *et al.*, 2011).

Subescapular: Para la medición de este pliegue se debe localizar el punto de referencia subscapulare (Anexo 10), es el punto más bajo del ángulo inferior de la escapula. Después se marca el punto del pliegue subescapular (Anexo 11), el cual está localizado a 2 cm a lo largo de una línea que va hacia debajo de forma lateral y oblicua en un ángulo de 45 grados desde la marca subscapulare. Una vez localizado el punto de pliegue se procede a la medición del pliegue cutáneo subescapular (Anexo 12) el cual es tomado oblicuamente hacia abajo en el punto del pliegue subescapular. El sujeto se coloca en una posición relajada, de pie y con los brazos colgando a los lados (Stewart, *et al.*, 2011).

Supraespinal: Para la medición de este pliegue se debe localizar el punto de referencia iliospinale (Anexo 13) y el iliocristale (Anexo 14). El punto iliospinale es el extremo más inferior de la espina ilíaca antero-superior y el punto iliocristale es el punto más superior de la cresta ilíaca que coincida con el lugar de cruce de la línea axilar media llevada hasta el ilion. Después se debe localizar el punto del pliegue supraespinal (Anexo 15), el cual es el punto resultante de la

intersección de dos líneas, la línea desde la marca ileospinal hasta el borde axilar anterior y la línea horizontal a nivel de la marca iliocristale. La medición del pliegue supraespinal (Anexo 16) es tomada oblicua y medialmente hacia abajo en el punto del pliegue supraespinal. El sujeto adopta una posición relajada, de pie, con los brazos colgando a los lados del cuerpo (Stewart, *et al.*, 2011).

Abdominal: El punto del pliegue abdominal (Anexo 17) está localizado horizontalmente a 5 cm en el lado derecho punto medio del ombligo. La medición del pliegue abdominal (Anexo 18) se hace verticalmente en el punto del pliegue abdominal con el sujeto en una posición relajada, de pie y con los brazos colgando a los lados del cuerpo (Stewart, *et al.*, 2011).

Muslo anterior: Para la medición del pliegue muslo anterior, se debe de identificar el punto de referencia patellare, este es el punto medio en la zona posterior del borde superior de la rótula. Una vez identificado el punto de referencia patellare, se identifica el punto del pliegue del muslo anterior (Anexo 19), el cual es el punto medio entre el pliegue inguinal y el punto patellare. La medición del pliegue muslo anterior (Anexo 20), es tomada en paralelo al eje longitudinal del muslo en el punto del pliegue del muslo anterior. El sujeto adopta una posición sentada, en el borde del cajón antropométrico (Anexo 21) con el tronco erecto, los brazos sosteniendo el muslo y la pierna extendida con el talón en el suelo (Stewart, *et al.*, 2011).

Pierna medial: El punto del pliegue de la pierna medial (Anexo 22) se debe de identificar para la medición de este pliegue. Este punto se localiza en la cara más medial de la pantorrilla a nivel de la circunferencia máxima. La medición del pliegue pierna medial (Anexo 23) es tomada verticalmente en el punto del pliegue de la pierna medial. El sujeto adopta una posición relajada, de pie, con el pie derecho sobre el cajón antropométrico. La rodilla derecha está flexionada en un ángulo aproximado de 90 grados (Stewart, *et al.*, 2011).

Perímetros: Para la medición de los perímetros se utiliza la cinta antropométrica y el cajón de medición. La cinta antropométrica debe ser inextensible, flexible, con una anchura no mayor a 7mm y un espacio sin graduar de por lo menos 4 cm antes de la línea del cero. Se recomienda una cinta de acero flexible con una longitud mínima de 1.5 cm de largo. Debe estar calibrada en centímetros con graduación milimétrica (Stewart, *et al.*, 2011).

Para medir los perímetros se utiliza la técnica de manos cruzadas. Cuando se miden perímetros, la cinta métrica se sostiene en ángulo recto con el eje del segmento del cuerpo que se está midiendo y la tensión de la cinta debe ser constante. Los espacios entre la piel y la cinta deben ser mínimos al igual que la compresión de la piel (Stewart, *et al.*, 2011).

Brazo relajado: Este se mide a nivel del punto acromiale-radiale medio, perpendicular al eje longitudinal del brazo. El sujeto adopta una posición relajada, de pie, con los brazos colgando a

ambos lados del cuerpo. El brazo derecho del sujeto tendrá una leve abducción para permitir el paso de la cinta alrededor del mismo. La cinta debe estar colocada de forma que la marca del punto acromiale-radiale medio esté centrada entre las dos partes de la cinta (Anexo 24) (Stewart, *et al.*, 2011).

Brazo flexionado o contraído: Este es el perímetro del brazo, perpendicular a su eje longitudinal a nivel del punto más alto del bíceps branquial contraído, estando el brazo elevado delante del cuerpo de forma horizontal. El sujeto adopta una posición relajada, de pie, con el brazo izquierdo colgando a un lado del cuerpo. El hombro derecho se flexiona hasta situar el brazo horizontalmente, el antebrazo se sitúa en supinación y el codo se flexiona en un ángulo de 90 grados. Para realizar esta medida el antropometrista coloca la cinta en posición “cinta cruzada” y se le pide al sujeto que haga una contracción parcial del bíceps para identificar el punto más alto del musculo. Después el antropometrista le pide al sujeto que contraiga el bíceps al máximo y que lo mantenga así hasta que se tome la medida en el punto más alto del bíceps (Anexo 25) (Stewart, *et al.*, 2011).

Pierna: Es el perímetro de la pierna a nivel del punto del pliegue de la pierna medial, perpendicular a su eje longitudinal. El sujeto adopta una posición relajada, de pie, y con los brazos colgados a ambos lados del cuerpo. Los pies del sujeto deben estar separados y el peso distribuido por igual (Anexo 26) (Stewart, *et al.*, 2011).

Diámetros: Para la medición de los diámetros se utiliza un antropómetro y el cajón antropométrico. El antropómetro descansa en la superficie dorsal de las manos mientras los pulgares lo hacen en la parte interior de las ramas del calibre, y los dedos índices extendidos en el exterior. En esta posición los dedos de en medio están libres para palpar las marcas óseas donde se colocarán las ramas del antropómetro, y los dedos índices pueden ejercer cierta presión sobre los laterales de las ramas para reducir el grosor del tejido blando superficial. Las mediciones se hacen cuando el antropómetro está en el sitio adecuado, manteniendo presión constante de los dedos índices (Stewart, *et al.*, 2011).

Diámetro biepincondíleo del húmero: Este diámetro (Anexo 27) es la distancia lineal entre las zonas más laterales de los epicóndilos lateral y medial del húmero. El sujeto adopta una posición relajada, de pie, o sentada. El brazo derecho se eleva anteriormente de forma horizontal, con una flexión del codo de 90 grados, con la cara dorsal de la mano del sujeto mirando al antropometrista (Stewart, *et al.*, 2011).

Diámetro biepicóndileo del fémur: Este diámetro (Anexo 28) es la distancia lineal entre los epicóndilos lateral y medial del fémur. El sujeto adopta una posición relajada, sentada, con las manos despejadas de la región de las rodillas. La rodilla está flexionada, formando un ángulo recto (Stewart, *et al.*, 2011).

1) **Caracterización antropométrica.** Según la Real Academia Española se define caracterizar como "determinar los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás" (RAE, 2016). La antropometría es la herramienta del estudio o descripción cuantitativa de las características físicas del hombre (Cueva, 2015). Por lo tanto, la caracterización antropométrica se podría definir como la determinación de los atributos físicos del hombre, con el interés de conocer la situación de algunas cualidades y variables, realizamos una caracterización antropométrica.

2) **Fórmulas para determinación de composición corporal.** En la técnica antropométrica, el peso corporal se divide en cuatro componentes: grasa, muscular, óseo y residual; y para el control del entrenamiento deportivo se utiliza el componente grasa y el componente masa corporal activa (MCA) o peso magro que está compuesto por el componente muscular, óseo residual, en su mayoría compuesto por líquidos corporales (Pancorbo, 2002).

Existen diferentes fórmulas para la determinación de la composición corporal. Las fórmulas se utilizan dependiendo de la población que está siendo estudiada, de la edad, el género, si es deportista o no y de lo que se quiere obtener. Utilizando las medidas antropométricas y las ecuaciones correctas se puede determinar la masa grasa, la masa ósea y la masa muscular. En el caso de este estudio se utilizarán ecuaciones para determinar el porcentaje de grasa y el índice AKS el cual es un indicador del desarrollo músculo esquelético de los deportistas.

En el deporte de alto rendimiento se considera el porcentaje de grasa como un indicador de las reservas energéticas ideales para un determinado deporte o etapa de entrenamiento (Pancorbo, 2002). En el caso de los deportistas de género masculino el Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación española de medicina del deporte (FEMEDE) recomienda las siguientes ecuaciones para la determinación del porcentaje de peso de grasa:

- **Porcentaje de grasa corporal de Falukner:**

La ecuación de Faulkner es usada para el análisis de la composición corporal en España y en países de Latinoamérica. Esta se deriva de la ecuación de Yuhasz, y Faulkner la modifica después de estudiar un grupo de nadadores (Alvero *et al.*, 2010).

La ecuación es la siguiente:

$$\text{Porcentaje de peso grasa} = 0.153 * (\text{Pliegue tríceps} + \text{Pliegue subescapular} + \text{Pliegue supraespal} + \text{Pliegue abdominal}) + 5.783$$

(Alvero, *et al.*, 2010)

- Porcentaje de grasa corporal de Carter

La ecuación de peso graso Carter es conocida como el estándar de oro de las ecuaciones para poblaciones deportivas (Carvajal-Veitía, *et al.*, 2011). Se deriva de la ecuación de Yuhasz, Carter la modificó y la aplicó a atletas olímpicos y la publicó en los estudios del Proyecto Antropológico de los Juegos Olímpicos de Montreal, MOGAP en 1976 (Alvero, *et al.*, 2010).

La ecuación es la siguiente:

$$\text{Porcentaje de peso graso} = 0.1051 * (\text{Pliegue tríceps} + \text{Pliegue subescapular} + \text{Pliegue supraespinal} + \text{Pliegue abdominal} + \text{Pliegue muslo anterior} + \text{Pliegue pierna medial}) + 2.58$$

(Alvero, *et al.*, 2010)

- Porcentaje de grasa corporal de Withers

Las medidas antropométricas para la formulación de esta ecuación fueron realizadas con metodología ISAK, el método de referencia utilizado fue la densitometría. La muestra fue de 207 deportistas de 18 equipos australianos de diferentes deportes individuales y de conjunto. La edad de los deportistas fue de 24 ± 5 años. Los resultados de esta ecuación permiten obtener la densidad corporal (DC), y luego se obtiene el peso graso con la ecuación Siri (Alvero, *et al.*, 2010).

Las ecuaciones son las siguientes:

$$DC = 1.078865 - 0.000419 * (\text{Pliegue abdominal} + \text{Pliegue muslo anterior} + \text{Pliegue pierna medial} + \text{Pliegue pectoral}) + 0.000948 * (\text{Perímetro de cuello}) - 0.000266 * (\text{Edad en años decimales}) - 0.000564 * (\text{Perímetro supramaleolar en cm})$$

(Alvero, *et al.*, 2010)

$$\text{Porcentaje de grasa corporal de Siri} = (495/DC) - 450$$

(Alvero, *et al.*, 2010)

- Porcentaje de grasa corporal de Jackson y Pollock

La muestra original utilizada para la elaboración de esta ecuación es de 403 sujetos de género masculino de 18 a 61 años de edad. El Método de referencia fue la pesa hidrostática y los resultados permiten obtener la DC con la sumatoria de 7 pliegues y de 3 pliegues como variables dependientes. El cálculo del porcentaje de grasa corporal se obtiene mediante ecuación de Siri descrita anteriormente (Alvero, *et al.*, 2010).

Las ecuaciones son las siguientes:

Ecuación de 7 pliegues:

$$DC = 1.112 - 0.00043499 * (\text{Pliegue tríceps} + \text{Pliegue subescapular} + \text{Pliegue supraespinal} + \text{Pliegue abdominal} + \text{Pliegue muslo anterior} + \text{Pliegue pectoral} + \text{Pliegue axilar medio}) + 0.00000055 * (\text{Pliegue tríceps} + \text{Pliegue subescapular} + \text{Pliegue supraespinal} + \text{Pliegue abdominal} + \text{Pliegue muslo anterior} + \text{Pliegue pectoral} + \text{Pliegue axilar medio})^2 - 0.00028826 * (\text{Edad en años})$$

(Alvero, *et al.*, 2010)

Ecuación de 3 pliegues:

$$DC = 1.10938 - 0.0008267 * (\text{Pliegue abdominal} + \text{Pliegue muslo anterior} + \text{Pliegue pectoral}) + 0.0000016 * (\text{Pliegue abdominal} + \text{Pliegue muslo anterior} + \text{Pliegue pectoral})^2 - 0.0002574 * (\text{Edad en años})$$

(Alvero, *et al.*, 2010)

Un abordaje interesante de la masa magra ajustado por talla es el del índice de sustancia activa, más conocido como índice AKS. El índice de AKS sirve para estimar el nivel de desarrollo músculo esquelético para un determinado deporte. Fue diseñado al principio en Alemania Oriental en 1972 por Tittel y Wutscherk, y muy utilizado en Cuba, el AKS se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice AKS (g/cm}^3\text{)} = [\text{masa corporal activa (g)} \times 100] / \text{estatura (cm)}$$

(Pancorbo, 2002)

3) **Somatotipo.** Con la ayuda de la valoración de la composición corporal en el deporte se puede concluir información importante respecto a las dimensiones corporales de los atletas dado que las características físicas son consideradas un requisito importante en el desempeño atlético. Por ello, es importante determinar la morfología corporal o somatotipo a partir de las variables antropométricas que contribuyan en ubicar al atleta, y compararlo con un deporte o posición de juego de tal forma que permita mejorar el rendimiento (Castro, 2013).

“El somatotipo puede aportar información muy valiosa, especialmente cuando es aplicado al estudio del crecimiento, de la maduración, de la composición corporal, de la salud, de las etnias, etc., así como también son importantes las aplicaciones y utilidades del cálculo del mismo en la valoración del deportista” (De Hoyo, *et. al.*, 2006). El somatotipo se utiliza para examinar las características antropométricas y de composición corporal. Nos aporta un resumen cuantitativo de la constitución. Este se define como la cuantificación de la forma y composición del cuerpo humano a través de mediciones antropométricas y cálculo, se definen tres números, que están separadas por guiones, para representar a la medida de las características antropométricas en endomorfia,

mesomorfia y ectomorfia, respectivamente siempre en el mismo orden y la calificación indica el tipo de físico que se tiene (Zhang, 2010).

El estudio del somatotipo nace en la antigua Grecia, donde Hipócrates y Galeno usaban una clasificación la cual incluía dos tipos de personas, los delgados y los musculosos. Los musculosos tenían un mayor desarrollo en el eje longitudinal y los delgados tenían un mayor desarrollo en el eje transversal. En 1940 Sheldon definió un método basado en el estudio de fotografías, en el cual estudió a 4000 sujetos a los cuales les tomaba tres fotografías con tres planos diferentes y así determinaba la forma corporal, de esta manera se creó la palabra somatotipo para nombrar lo que se consideraba una cualidad genética, la cual cuantificaba los tres componentes primarios del cuerpo humano que son grasa, músculo y linealidad y así clasificar al sujeto en endomorfo, mesomorfo y ectomorfo (Rodríguez, *et al.*, 2014).

El endomorfismo representa la adiposidad o grasa relativa, el mesomorfismo representa la magnitud músculo esquelética relativa y el ectomorfismo representa la linealidad relativa o delgadez. Hoy en día el método de somatotipo más utilizado es el de Heath-Carter, creado en 1964, el cual utiliza la antropometría para definir el somatotipo. Se ha demostrado que el somatotipo no depende únicamente de la genética como se pensaba antes, sino también de otros factores externos como la actividad física y la nutrición, siendo modificables para lograr el mejor rendimiento físico y deportivo (Rodríguez, *et al.*, 2014). Es importante mencionar que el somatotipo también es influenciado por factores como la edad, el sexo, el crecimiento, la actividad física o deporte, entrenamiento, hábitos alimenticios, factores ambientales, factores geográficos y factores socio-culturales, etc. (Rodríguez, 2012).

Entre las utilidades del somatotipo están la descripción y comparación de deportistas, la caracterización de los cambios físicos durante el crecimiento, envejecimiento y el entrenamiento; y para comparar la forma del cuerpo entre hombres y mujeres. El estudio del somatotipo es de suma importancia ya que cada especialidad deportiva se debe de tener una determinada anatomía con el fin de lograr un buen desempeño deportivo (Rodríguez, *et al.*, 2014).

El método de Heath y Carter se considera un método sencillo, preciso y de bajo costo para la evaluación del somatotipo, por lo mismo es utilizado con frecuencia. Heath y Carter (1999) definen el somatotipo como las características físicas actuales de la persona en cuestión y tomando en cuenta la forma y el tamaño del cuerpo. El método fue desarrollado a partir del trabajo de Sheldon con el fin de hacer un método más objetivo para la clasificación somatotipo. El método de somatotipo antropométrico de Heath-Carter ha sido considerado como el método más útil para la evaluación del somatotipo. Para la aplicación de este método, se utilizan diez mediciones antropométricas. Estas mediciones incluyen la talla, el peso corporal, cuatro pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal y pierna medial), dos diámetros (Biepicondíleo del húmero y

Biepicondíleo del fémur) y dos perímetros (circunferencia del brazo flexionado y en contracción y circunferencia de pantorrilla) (Carter, 1980).

Existen tres maneras de calcular el somatotipo antropométrico: meter los datos en una planilla proforma de valores (Anexo 29), meter los datos en ecuaciones derivadas de la planilla de valores y meter los datos en programas de computación. En este estudio se realizó por medio de ecuaciones, en las cuales se ingresan los datos. Se deben calcular los tres componentes: endomorfismo, mesomorfismo y ectomorfismo (Carter, 2002).

Para calcular el endomorfismo, utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Endomorfismo} = -0.7182 + 0.1451 \times \Sigma\text{PC} - 0.00068 \times \Sigma\text{PC}^2 + 0.0000014 \times \Sigma\text{PC}^3$$

Donde, ΣPC es suma de pliegues tríceps, subescapular, y supraespinal multiplicada por (170.18/altura, en cm). Esto representa el endomorfismo corregido por la altura, y es el método de preferencia para calcular el endomorfismo.

(Carter, 2002)

La ecuación utilizada para calcular el mesomorfismo es:

$$\text{Mesomorfismo} = [0.858 \times \text{diámetro húmero} + 0.601 \times \text{diámetro fémur} + 0.188 \times \text{perímetro de brazo corregido} + 0.161 \times \text{perímetro de pantorrilla corregido}] - [\text{altura} \times 0.131] + 4.5$$

(Carter, 2002)

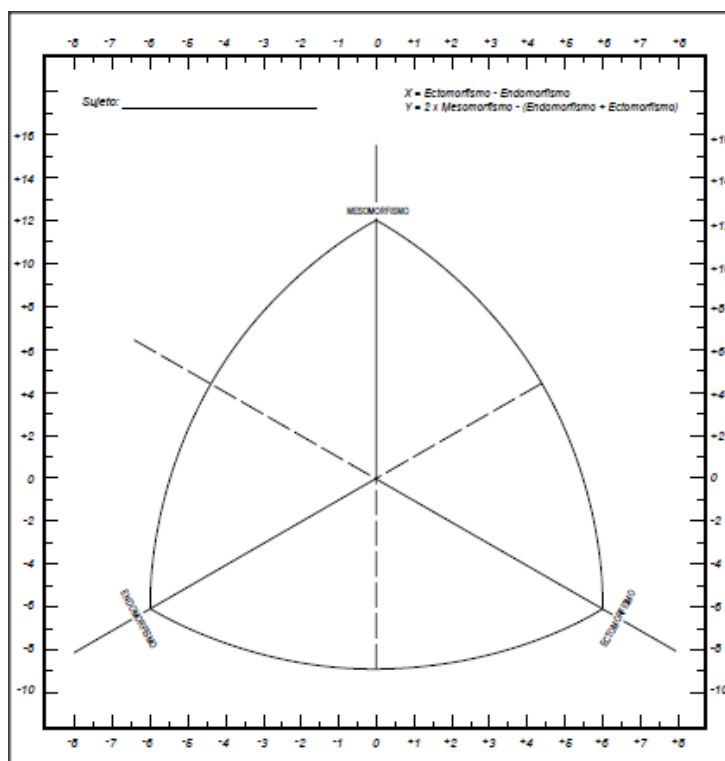
Para calcular el ectomorfismo de acuerdo al cociente altura-peso (CAP), el cual se obtiene por medio de la ecuación: $\text{CAP} = \text{estatura}/\text{peso}^3$, se utilizan tres ecuaciones diferentes:

- Si el CAP es mayor que, o igual a, 40.75, entonces Ectomorfismo = $0.732 \times \text{CAP} - 28.58$
- Si el CAP es menor que 40.75 y mayor a 38.25, entonces Ectomorfismo = $0.463 \times \text{CAP} - 17.63$
- Si el CAP es igual, o menor que, 38.25, entonces Ectomorfismo = 0.1

(Carter, 2002)

Si el cálculo para cualquier componente es cero o es negativo, se asigna un valor de 0.1 como calificación para ese componente, porque por definición, los valores no pueden ser cero o negativos. Una de las ventajas de los somatotipos es que se pueden mostrar en una gráfica llamada somatocarta, de manera que se puede tener una representación visual de dónde se encuentra un sujeto en relación a otros somatotipos (Carter, 2002).

Figura 4: Somatocarta



Fuete: www.nutrinfo.com

La calificación de tres números del somatotipo es graficada en una somatocarta utilizando coordenadas X e Y, derivadas de la calificación de los componentes endomorfismo, mesomorfismo y ectomorfismo. Las coordenadas son calculadas de la siguiente manera:

$$X = \text{ectomorfismo} - \text{endomorfismo}$$

$$Y = 2 \times \text{mesomorfismo} - (\text{endomorfismo} + \text{ectomorfismo})$$

(Carter, 2002)

Para la clasificación del somatotipo existen 13 categorías, las cuales están descritas en la siguiente figura:

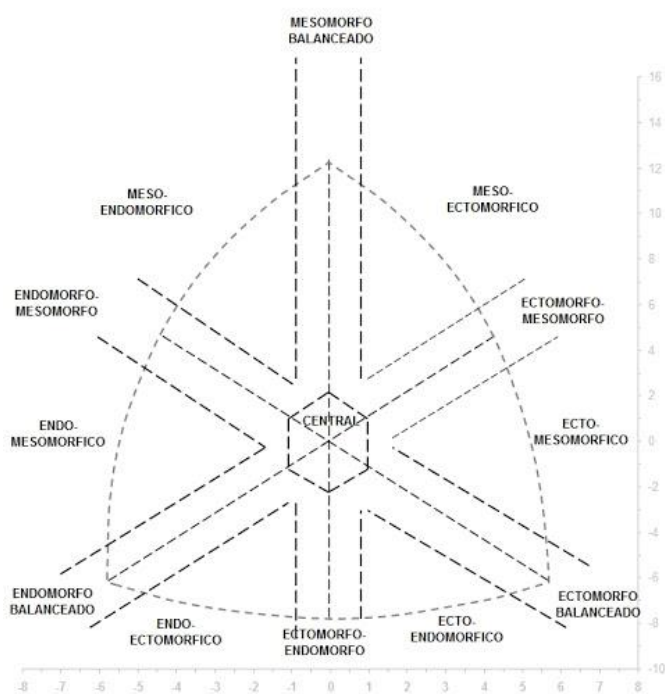
Figura 5: Categorías de los somatotipos

central	Ningun componentediferente en mas de una unidad con respecto a los otros dos, resultante en rating de 2, 3, o 4
Endo-ectomórfico	El endomorismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el mesomorfismo
Endomorismo balanceado	El endomorismo es dominante y el mesomorfismo y ectomorfismo son iguales (no difieren en mas que 0.5).
Endo-mesomórfico	El endomorismo es dominante y el mesomorfismo es mayor que el ectomorfismo.
Endomorfo-mesomorfo	El endomorismo y el mesomorfismo son iguales (no difieren en mas que 0.5), y el ectomorfismo es menor.
Meso-endomórfico	El mesomorfismo es dominante y el endomorismo es mayor que el ectomorfismo.
Mesomorfismo balanceado	El mesomorfismo es dominante y el endomorismo y ectomorfismo son iguales (no difiere en mas que 0.5)
Meso-ectomórfico	El mesomorfismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el endomorismo
Ectomorfo-mesomorfo	El ectomorfismo y el mesomorfismo son iguales (noo difieren en mas que 0.5), y el endomorismo es menor.
Ecto-mesomórfico	El ectomorfismo es dominante y el mesomorfismo es mayor que el endomorismo
Ectomorismo balanceado	El ectomorfismo es dominante; el endomorismo y el mesomorfismo son iguales y menores (o no difieren en mas que 0.5)
Ecto-endomórfico	El ectomorfismo es dominante, y el endomorismo es mayor que el mesomorfismo
Ectomorfo-endomorfo	El endomorismo y el ectomorfismo son iguales (o no difieren en mas que 0.5), y el mesomorfismo es menor.

TABLA 2. Categorías de los somatotipos, basadas en áreas de la somatocarta (De Carter & Heath, 1990).

Fuente: Norton y Olds, 1996

Figura 6: Categorías de los somatotipos basadas en áreas de la somatocarta



Fuente: Norton y Olds, 1996

4) **Antropometría en el bádminton.** La composición corporal es un aspecto importante y puede predecirse a partir de medidas antropométricas. Un análisis antropométrico estándar durante una evaluación de la condición física implicaría la determinación de la talla, masa corporal, somatotipo y del porcentaje de grasa del cuerpo de un atleta individual.

Se considera que las características antropométricas están directamente relacionadas con el rendimiento deportivo (Yáñez Sepúlveda, *et al.*, 2015). Los deportes de alto rendimiento requieren que los atletas tengan características específicas desde el punto de vista morfológico, así como otros aspectos físicos. El talento es una aptitud adquirida y la edad temprana es ideal para su detección. Teniendo en cuenta el desarrollo de talentos deportivos como un aspecto de responsabilidad social, es importante conocer las cualidades físicas y antropométricas en un país con el fin de obtener parámetros nacionales a partir de datos reales para la selección de talentos (Flores, *et al.*, 2014).

Actualmente, en el deporte de élite, el estudio de la forma del cuerpo humano es una herramienta de la selección temprana de talentos deportivos, ayuda a que se escoja el deporte adecuado para un atleta de acuerdo a sus cualidades anatómicas. Así mismo los estudios antropométricos pueden ser útiles para el control de la eficacia de un programa de entrenamiento (Yáñez Sepúlveda, *et al.*, 2015). En los deportes donde la selección de talentos es difícil y multifactorial, los estudios antropométricos facilitan la selección deportiva y la elección del puesto de juego. Varios autores han descrito que aunque la selección de talentos depende de diversos factores, el conocimiento del perfil de antropométrico de jugadores exitosos ha sido un recurso valioso para identificar talentos, seleccionarlos y entrenarlos (Bahamondes, *et al.*, 2012).

La valoración de la composición corporal y el somatotipo en el deporte puede proporcionar información importante de las dimensiones corporales de los jugadores de élite ya que las características físicas son conocidas como un factor importante en el desempeño atlético. Por lo mismo, el determinar la morfología corporal a partir de medidas antropométricas debe ser parte de la valoración de rutina de cualquier atleta. Esta práctica permite ubicar y comparar al atleta en un deporte y mejorar el rendimiento o plantear regímenes de entrenamiento y nutrición con el fin de lograr que los atletas estén lo más cercano a valores de referencia. (Bahamondes, *et al.*, 2012).

Algunas características físicas pueden dar lugar a una ventaja competitiva en el deporte. Por ejemplo, la estatura baja es particularmente ventajosa en la aceleración. Los atletas con características apropiadas para proporcionar una ventaja competitiva en el deporte perduran más y pueden lograr mejores resultados competitivos. Los entrenadores se esfuerzan para seleccionar atletas en base a las características físicas únicas e identificables. Por lo tanto, el conocimiento de la homogeneidad física de los jugadores de élite, la posesión de capacidades físicas únicas que no se observan comúnmente en la población general y diferencias significativas entre los mejores

atletas de un nivel más bajo son todos útiles para la identificación del talento y el desarrollo del talento. Así mismo la recopilación de datos sobre los atletas de elite es útil para propósitos de comparación en la identificación del talento y el desarrollo del talento (Ahmad *et al.* 2008).

Bádminton se considera una actividad explosiva, ya que implica la habilidad de hacer movimientos distintos como saltos y brazadas que se deben hacer lo más rápido posible. Es por esto que, aparte de las habilidades técnicas y psicológicas, las personas que participan en este deporte también deben poseer características físicas para facilitar el desempeño. Las características antropométricas se han identificado como uno de los factores más importantes y que contribuyen para el rendimiento deportivo en varios deportes. Por ejemplo, los jugadores de baloncesto tienen características antropométricas de ser altos, pesados y estar formados en su mayoría de masa magra. Los jugadores de fútbol tienden a tener bajo porcentaje de grasa corporal. Así mismo, los atletas de voleibol y atletismo tienen alta masa libre de grasa y bajo porcentaje de grasa corporal (Kim, *et al.*, 2013).

La altura no parece ser un factor determinante del éxito en el bádminton ya que la mayoría de los jugadores son más altos que la parte superior de la red de bádminton, que es de 1,52 a 1,55 metros del suelo. En cuanto a la masa corporal es un factor que influye en el rendimiento de los deportes de lanzamiento ya que puede imponer resistencia al movimiento. También en los deportes donde el peso del cuerpo tiene que ser levantado repetidamente en contra de la gravedad, como en el bádminton, la masa grasa sería un factor de desventaja (Van Lieshout, 2002).

El porcentaje de grasa es un factor importante, ya que el peso de grasa excesivo, actúa como un peso muerto en actividades en las que la masa corporal debe ser levantada en varias ocasiones contra la gravedad durante el ejercicio. Así mismo, un porcentaje de grasa corporal alto es perjudicial en términos de rendimiento ya que las células de grasa no son la principal fuente de producción de energía, sin embargo, se necesita de energía para mover el exceso de masa alrededor de la cancha (Van Lieshout, 2002).

Ha sido bien establecido que el exceso de grasa corporal es perjudicial para la salud, y que el porcentaje de grasa corporal necesaria para la excelencia en el rendimiento difiere entre hombres y mujeres, así mismo puede variar de un deporte a otro. Los hombres se diferencian de las mujeres en muchas características morfológicas y fisiológicas, por lo que resulta importante tener en cuenta los géneros a la hora del análisis de datos. Los mejores jugadores competitivos de bádminton tienden a tener un bajo porcentaje de grasa corporal, ya que el impacto negativo del exceso de grasa aumentaría la energía gastada en el movimiento alrededor de la cancha (Van Lieshout, 2002).

Los niveles más bajos de grasa corporal aumentan el rendimiento en los partidos de bádminton, ya que permite un gradiente más eficaz para la rápida transferencia de calor producido durante el ejercicio de alta intensidad, y sería ventajoso en lo que respecta a moverse rápidamente a través de la cancha y en el salto para golpear el volante. Los niveles del porcentaje de grasa corporal para jugadores de bádminton tienden a ser bajos, un aumento moderado de la masa corporal magra dará lugar a una mayor velocidad, fuerza y poder sin una pérdida de flexibilidad y agilidad (Van Lieshout, 2002).

Hoy en día existen pocos estudios antropométricos en bádminton. Campos *et al.* hicieron un estudio con 20 jugadores (10 hombres y 10 mujeres) del equipo Junior de bádminton de Brasil para describir el perfil antropométrico del jugador de bádminton y encontró diferencias en las mediciones antropométricas realizadas entre hombres y mujeres, las mujeres obtuvieron valores mayores de pliegues cutáneos y los hombres mayores circunferencias y diámetros óseos (Anexo 30) (Campos, *et al.*, 2009).

Hume *et al.* realizaron un estudio para determinar el perfil antropométrico utilizando la metodología de ISAK de los jugadores de élite de bádminton durante el Campeonato del Mundo en Kuala Lumpur en agosto del año 2007. El objetivo del estudio fue determinar la relación entre las características físicas y el rendimiento en bádminton y tener una descripción del perfil antropométrico de los mejores jugadores de bádminton a nivel mundial. Además, estos autores compararon la composición corporal y somatotipo de los jugadores de dobles frente a los de individual (Anexo 31). Analizaron a un total de 109 jugadores y encontraron que los jugadores de modalidad individual eran más altos, tenían menos grasa corporal y segmentos más largos que los de doble (Hume, *et al.*, 2008).

El estudio realizado con los jugadores de élite en el Campeonato Mundial de Kuala Lumpur, pertenecientes a 55 países aportó valores de referencia importantes, ya que son valores determinados de los mejores jugadores a nivel mundial. Cabe resaltar que los jugadores de bádminton individuales de género masculino obtuvieron un promedio del porcentaje de grasa de 8.32 ± 1.62 . En cuanto al somatotipo promedio de los atletas se estableció como meso-ectomórfico ya que el componente Endomorfo tuvo un valor promedio \pm desviación estándar de 1.95 ± 0.61 , el Mesomorfo de 5.08 ± 0.67 y el Ectomorfo de 2.57 ± 0.64 (Hume, *et al.*, 2009). Esta categoría se podría considerar como la categoría de somatotipo ideal para los jugadores de élite bádminton.

Existen otros valores de referencia del porcentaje de grasa de jugadores de élite de bádminton (Anexo 32) entre los que destacan los que se obtuvieron por la realización de una investigación en el año 2012 de los jugadores de élite españoles por Garrido-Chamorro, *et al.* En este estudio se midieron antropométricamente 2,500 atletas entre los cuales 89 atletas de Bádminton según la metodología de ISAK. Se obtuvo el porcentaje de grasa mediante la suma de 6 pliegues

cutáneos (Tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo anterior y pierna medial) utilizando la ecuación de Yuhasz modificada por Faulkner. El estudio muestra que el valor de referencia de porcentaje de grasa de los atletas de bádminton es de 11.3 ± 1.6 (Garrido-Chamorro, *et al.*, 2012).

Abián P. y colaboradores llevaron a cabo un estudio con el objetivo de comprobar si existen diferencias entre el lado dominante y no dominante de las medidas antropométricas en los mejores jugadores y jugadoras españoles de bádminton, así como verificar si el lado del cuerpo donde se realiza la medición puede influir en el cálculo de la composición corporal y del somatotipo, teniendo en cuenta que por estandarización las medidas antropométricas se deben tomar del lado derecho ya que se utilizó la metodología ISAK. Participaron voluntariamente en el estudio 46 jugadores de bádminton, de los cuales 31 eran hombres y 15 mujeres. Los deportistas que participaron en el estudio se encontraban en el año 2010 entre los primeros 40 puestos del ranking nacional en individual masculino los hombres y las mujeres entre los 20 primeros puestos del ranking nacional en individual femenino. En este estudio la composición corporal se calculó de forma a partir de ecuaciones, se seleccionaron las ecuaciones específicas para deportistas. El porcentaje de grasa se calculó a partir de la ecuación propuesta por Carter descrita anteriormente (Abián, 2012).

Para el cálculo del somatotipo se utilizó el Método Antropométrico Heath-Carter ya descrito anteriormente. El anexo 33 muestra la composición corporal y del somatotipo calculado en el lado derecho de los deportistas masculinos individuales los cuales se utilizaron como valores de referencia en este estudio. El porcentaje de grasa promedio que se obtuvo fue de $8,35 \pm 1,44$. En cuanto al somatotipo se obtuvo mayores valores en el componente mesomórfico, calculado con las medidas del lado derecho. Al analizar el somatotipo del género masculino se deduce que tiene un somatotipo mesomórfico balanceado (2.25 – 3.74 – 2.83) (Abián, 2012).

Pancorbo en el año 2002 estableció valores adecuados del porcentaje de grasa e índice de AKS, para las diferentes disciplinas deportivas y etapas del entrenamiento por género (Anexo 34). Para la presente investigación se utilizaron los valores de la etapa competitiva de los deportistas de bádminton de género masculino. Pancorbo establece que, en esta etapa, el valor de porcentaje de grasa debería de ser menor o igual a 9 y el AKS mayor o igual a 1.16 (Pancorbo, 2002).

V. METODOLOGÍA

A. Recursos humanos

1. Licenciada Diana Samantha Arias, nutricionista deportiva de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala (CDAG), asesora de tesis.
2. Alexia Arévalo Montenegro, estudiante de licenciatura de nutrición de la Universidad del Valle de Guatemala.

B. Recursos materiales

1. Computadora personal para uso de software estadístico Mega Stat
2. Papel
3. Lapicero
4. Tinta

C. Enfoque de investigación

Esta investigación es cuantitativa.

D. Tipo y diseño de investigación

La investigación realizada es de tipo ex post facto, transversal y comparativa. El diseño de la investigación es no experimental, puesto que no cuenta con manipulación de variables y grupo control con aleatorización.

E. Contexto de la investigación, tiempo y lugar

La presente investigación está enfocada en el ámbito deportivo, específicamente en el área de nutrición deportiva ya que se desarrolla un estudio antropométrico.

F. Población, muestra y tipo de muestreo

La población de esta investigación son deportistas de bádminton de género masculino de élite guatemaltecos de modalidad individual.

La muestra es de 10 deportistas de bádminton de género masculino de élite guatemaltecos de modalidad individual.

El tipo de muestreo es no aleatorio ya que se escogieron a todos los integrantes.

G. Criterios de inclusión y exclusión de sujetos al estudio

En este estudio se utilizan datos de atletas de élite de la Federación de Bádminton de Guatemala. Son los únicos atletas élite con los que cuenta la Federación de Bádminton Guatemala.

H. Procedimiento

1. **Recolección de datos.** La base de datos de las medidas antropométricas tomadas el 20 de febrero del año 2015, que está dentro del periodo competitivo de la temporada, fueron proporcionadas al investigador sin el nombre de los atletas, solamente numeradas del 1 al 10 por lo que no hay posibilidad de identificar a los deportistas ni saber a quién corresponde cada medida. La información antropométrica fue recolectada por la antropometrista de la Confederación Deportiva Autónoma Guatemalteca (CDAG) y proporcionada al investigador indicando que se siguió el siguiente procedimiento: fueron analizados antropométricamente 10 atletas de élite de género masculino de la selección guatemalteca de bádminton.

Las mediciones se realizaron siguiendo las técnicas normalizadas por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) descritas en el marco teórico. Todas las mediciones fueron realizadas por la mañana entre las 9:00am y las 12:00pm. Las mediciones se hicieron en una habitación limpia, espaciosa, iluminada y con temperatura confortable, la cual era apta para hacer las mediciones. Todas las medidas fueron tomadas por la misma antropometrista acreditada por la ISAK, Nivel 2, la cual tiene amplia experiencia en la toma de medidas antropométricas.

Las medidas fueron tomadas tres veces y se utilizó el promedio para cálculos posteriores. Los instrumentos fueron calibrados antes de su uso y todas las mediciones se tomaron en el lado derecho del sujeto. Las variables antropométricas incluyeron masa corporal (peso), altura, seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial), tres perímetros (brazo relajado, brazo flexionado y pantorrilla máxima), y dos diámetros (Biepincondíleo del húmero, Biepincondíleo del fémur).

Para la medición de los pliegues se utilizó un plicómetro Slim Guide con una precisión de 1 mm. La altura fue medida con un tallímetro SECA con una precisión de 0.1 cm. y la masa corporal con una balanza Tanita con una sensibilidad de 0.1 kg. Los diámetros fueron evaluados con un antropómetro Rosscraft y los perímetros con una cinta metálica flexible Lufkin, ambos con una precisión de 0.1 cm.

2. **Determinación de metodología para calcular la composición corporal y somatotipo.** La composición corporal se calculó de forma indirecta a partir de ecuaciones, se seleccionaron las ecuaciones específicas para deportistas. El porcentaje de grasa corporal se determinó por medio de la ecuación propuesta por Carter derivada de Yuhasz, descrita para deportistas, que utiliza la suma de 6 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial).

La ecuación de Yuhasz modificada por Carter es la siguiente:

$$\% \text{ Peso graso} = 0.1051 * (\text{Pliegue tríceps} + \text{Pliegue subescapular} + \text{Pliegue supraespinal} + \text{Pliegue abdominal} + \text{Pliegue muslo anterior} + \text{Pliegue pierna medial}) + 2.58$$

El AKS se determinó utilizando la ecuación de Tittel y Wutscherk utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Índice AKS (g/cm}^3\text{)} = [\text{masa corporal activa (g)} \times 100] / \text{estatura (cm)}$$

El método elegido para evaluar el somatotipo es el método antropométrico de Heath y Carter, que es una descripción cuantificada de la forma física, que se expresa a través de una escala que valora tres componentes: el endomorfismo, el mesomorfismo y el ectomorfismo y establece una relación con la adiposidad, masa muscular y tejido óseo.

I. Variables

Cuadro 1: Clasificación de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	NATURALEZA	NIVEL DE MEDICIÓN	RELACIÓN	INDICADOR	ESCALA
Porcentaje Grasa	Porcentaje de peso que está compuesto de grasa	Cuantitativa	Razón	Independiente	Porcentaje de grasa que tiene una persona	Varía según el estado nutricional y modalidad deportiva
Índice AKS	Índice AKS (g/cm ³) = [masa corporal activa (g) × 100] / estatura (cm)	Cuantitativa	Razón	Independiente	Desarrollo músculo esquelético	Varía según modalidad deportiva
Componente Endomórfico	Componente de Adiposidad relativa	Cuantitativa	Razón	Independiente	Adiposidad	Varía según modalidad deportiva
Componente Mesomórfico	Componente de Magnitud músculo-esquelética relativa	Cuantitativa	Razón	Independiente	Robustez o magnitud músculo-esquelética	Varía según modalidad deportiva
Componente Ectomórfico	Componente de Linealidad relativa o delgadez	Cuantitativa	Razón	Independiente	Linealidad o delgadez	Varía según modalidad deportiva

J. Valores de referencia

Para la comparación de datos del presente estudio se utilizarán valores de referencia obtenidos de estudios internacionales de bádminton. Se utilizarán valores de referencia de porcentaje de grasa, AKS y de los componentes del somatotipo: endomórfico, mesomórfico y ectomórfico.

El siguiente cuadro muestra los valores de referencia con los cuales se contrastaron las medidas obtenidas con el grupo de badmintonistas de Guatemala.

Cuadro 2: Valores de referencia

PORCENTAJE DE GRASA	
Hume <i>et al.</i> 2008	8.32 ± 1.62
Garrido-Chamorro <i>et al.</i> 2012	11.3 ± 1.6
Abián, 2012	8.35 ± 1.44
AKS	
Pancorbo, 2002	≥ 1.16
ENDOMORFISMO	
Hume <i>et al.</i> 2008	1.95 ± 0.61
Abián, 2012	2.25 ± 0.58
MESOMORFISMO	
Hume <i>et al.</i> 2008	5.08 ± 0.67
Abián, 2012	3.74 ± 0.90
ECTOMORFISMO	
Hume <i>et al.</i> 2008	2.57 ± 0.64
Abián, 2012	2.83 ± 0.91

K. Hipótesis

Para la variable porcentaje de grasa la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_A) son:

Hipótesis 1:

H_0 : No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Hume *et al.* y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A : Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Hume *et al.* y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

Hipótesis 2:

H_0 : No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Garrido-Chamorro *et al.* y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A: Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Garrido-Chamorro *et al.* y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

Hipótesis 3:

H₀: No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Abián y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A: Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Abián y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

Para la variable del componente endomórfico del somatotipo la hipótesis nula (H₀) y la hipótesis alterna (H_A) son:

Hipótesis 4:

H₀: No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente endomórfico del estudio de Hume *et al.* y la media del componente endomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A: Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente endomórfico del estudio de Hume *et al.* y la media del componente endomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

Hipótesis 5:

H₀: No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente endomórfico del estudio de Abián y la media del componente endomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A: Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente endomórfico del estudio de Abián y la media del componente endomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

Para la variable componente mesomórfico del somatotipo la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_A) son:

Hipótesis 6:

H_0 : No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente mesomórfico del estudio de Hume *et al.* y la media del componente mesomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A : Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente mesomórfico del estudio de Hume *et al.* y la media del componente mesomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

Hipótesis 7:

H_0 : No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente mesomórfico del estudio de Abián y la media del componente mesomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A : Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente mesomórfico del estudio de Abián y la media del componente mesomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

Para la variable componente ectomórfico del somatotipo la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_A) son:

Hipótesis 8:

H_0 : No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente ectomórfico del estudio de Hume *et al.* y la media del componente ectomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A : Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente ectomórfico del estudio de Hume *et al.* y la media del componente ectomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

Hipótesis 9:

H_0 : No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente ectomórfico del estudio de Abián y la media del componente ectomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

H_A: Sí hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente ectomórfico del estudio de Abián y la media del componente ectomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.

L. Metodología estadística

Al presentar todas las variables una distribución normal, como prueba inferencial para analizar las diferencias entre las medidas obtenidas de los atletas de bádminton de Guatemala y los valores de referencia se utiliza una prueba t de student para muestras independientes. Se usa el criterio estadístico de significación de $P < 0.05$. Se utiliza el programa estadístico MegaStat.

M. Descripción de la presentación y análisis de resultados

Para el análisis de los datos se empleó el programa de MegaStat, utilizando la base de datos de las medidas antropométricas proporcionadas por CDAG en formato de Microsoft Excel.

N. Aspectos éticos

Se utilizó base de datos obtenidos de CDAG, proporcionada por la nutricionista de la institución acredita por ISAK nivel 2 la cual no contenía ninguna información de los atletas, incluyendo el nombre de los atletas. La base de datos estaba numerada del 1 al 10 por lo que no hay posibilidad de identificar a los deportistas ni saber a quién corresponde cada medida.

VI. RESULTADOS

En el siguiente cuadro se presentan los valores promedio y desviación estándar de las características antropométricas, composición corporal y somatotipo de los jugadores masculinos guatemaltecos de bádminton.

Cuadro 3: Características antropométricas y somatotipo (media \pm desviación estándar de las variables calculadas) de los jugadores masculinos de élite de bádminton guatemaltecos

MEDIDAS BÁSICAS	
Edad (años)	21.1 \pm 3.9
Peso (kg)	73.0 \pm 10.9
Talla (cm)	172.4 \pm 8.2
PLIEGUES	
Bíceps (mm)	7.5 \pm 3.9
Muslo (mm)	9.1 \pm 2.3
Pantorrilla (mm)	7.1 \pm 2.6
Tríceps (mm)	10.9 \pm 2.9
Subescapular (mm)	12.4 \pm 4.7
Supraespinal (mm)	9.7 \pm 4.9
Abdominal (mm)	22 \pm 7.1
PERÍMETROS	
Brazo relajado (cm)	30.6 \pm 2.4
Brazo flexionado (cm)	31.4 \pm 2.1
Pierna (cm)	35.7 \pm 1.0
DIÁMETROS	
Biepincondíleo del húmero (cm)	6.5 \pm 0.2
Biepincondíleo del fémur (cm)	9.5 \pm 0.4
COMPOSICIÓN CORPORAL	
Porcentaje de grasa (%)	10.54 \pm 2.1
Índice AKS	1.28 \pm 0.1
SOMATOTIPO	
Endomorfismo	3.26 \pm 1.0
Mesomorfismo	4.54 \pm 0.8
Ectomorfismo	1.71 \pm 0.7

Cuadro 4: Resumen de aceptación o no de la hipótesis nula (H_0)

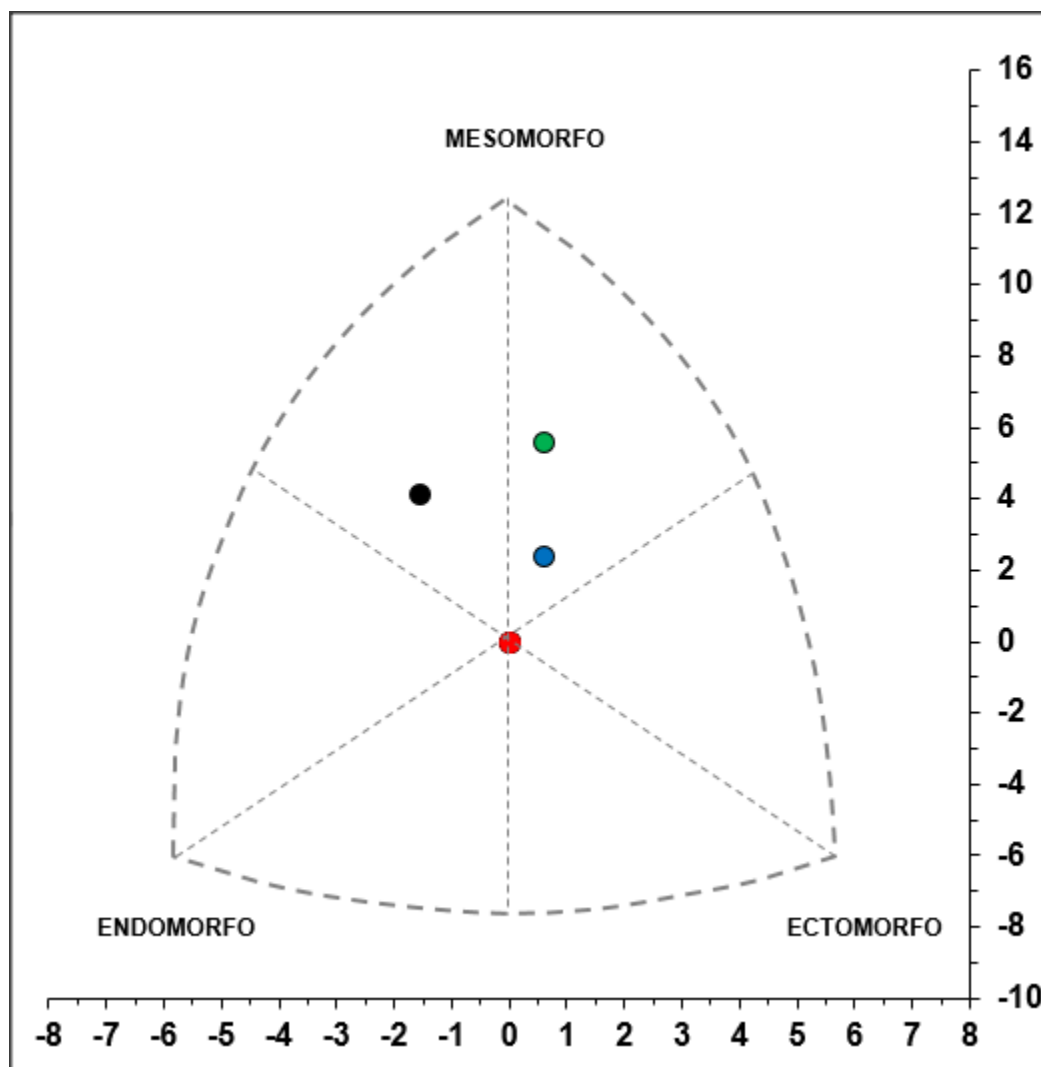
HIPÓTESIS NULA	ACEPTACIÓN HIPÓTESIS NULA (H_0)*	
	SÍ	NO
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Hume <i>et al.</i> y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.		X
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Garrido-Chamorro <i>et al.</i> y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.	X	
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia de porcentaje de grasa del estudio de Abián y la media de porcentaje de grasa del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.		X
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente endomórfico del estudio de Hume <i>et al.</i> y la media del componente endomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.		X
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente endomórfico del estudio de Abián y la media del componente endomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.		X
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente mesomórfico del estudio de Hume <i>et al.</i> y la media del componente mesomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.	X	
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente mesomórfico del estudio de Abián y la media del componente mesomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.		X
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente ectomórfico del estudio de Hume <i>et al.</i> y la media del componente ectomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.		X
No hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor de referencia del componente ectomórfico del estudio de Abián y la media del componente ectomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza.		X

*Si $P\text{value} > 0.05$ se acepta la hipótesis nula (H_0). Si $P\text{value} < 0.05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Según el cuadro anterior, existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de porcentaje de grasa del grupo de atletas masculino de élite guatemalteco de bádminton (10.54 ± 2.1) del presente estudio y los atletas de los estudios de Hume *et al.* (8.32 ± 1.62) y Abián (8.35 ± 1.44). Por lo contrario, no existe diferencia estadísticamente significativa de la media de porcentaje de grasa entre el grupo de atletas masculino de élite guatemalteco de bádminton (10.54 ± 2.1) y los atletas del estudio de Garrido-Chamorro *et al.* (11.3 ± 1.6). En cuanto a los componentes del somatotipo existe diferencia estadísticamente significativa entre la media del componente endomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton (3.26 ± 1.0) y la media de los atletas estudiados por Hume *et al.* (1.95 ± 0.61) y Abián (2.25 ± 0.58). Así mismo existe diferencia estadísticamente significativa entre la media del componente mesomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton (4.54 ± 0.8) y la media de los atletas estudiados por Abián (3.74 ± 0.90). Por lo contrario no existe diferencia estadísticamente significativa entre la media del componente mesomórfico del grupo de atletas masculino de élite de bádminton guatemalteco y los atletas del estudio de Hume *et al.* (5.08 ± 0.67). Y por último también existe diferencia estadísticamente significativa entre la media del componente ectomórfico del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton (1.71 ± 0.7) y la media de los atletas estudiados por Hume *et al.* (2.57 ± 0.64) y Abián ($2,83 \pm 0,91$).

En el Cuadro 4 se exponen la media y desviación estándar de los tres componentes del somatotipo de los atletas masculinos de élite de bádminton de Guatemala. Estos atletas se encuentran dentro de la clasificación de meso-endomórfico. En la Figura 7 se puede observar la localización del punto dentro de la somatocarta, para su mejor interpretación.

Figura 7: Somatotipo promedio de atletas masculinos de élite guatemaltecos y de referencia



●	Jugadores masculinos de élite guatemaltecos de bádminton
●	Hume <i>et al.</i>
●	Abián

El índice de AKS se encuentra dentro de un rango aceptable, ya que la media del grupo de élite guatemalteco de bádminton es de $1.28 \pm 0.1 > 1.16$.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El estudio realizado revela datos importantes para el deporte guatemalteco ya que existen muy pocos estudios que han examinado las características físicas de los jugadores de élite de bádminton; el objetivo principal de esta investigación, fue caracterizar el perfil antropométrico de los atletas de élite masculinos juveniles y mayores que pertenecen a la federación de bádminton en la ciudad de Guatemala. Los resultados obtenidos de la media y los valores de desviación estándar para las características de tamaño absoluto de estos atletas se muestran en el Cuadro 4.

Para llevar a cabo el análisis y la comparación de las variables de este estudio se tuvo en cuenta estudios internacionales realizados con atletas de bádminton de élite. Se utilizó el estudio de Hume *et al.* el cual se realizó con los mejores atletas de bádminton a nivel mundial, pertenecientes a 55 países diferentes en un Campeonato Mundial en el año 2007 en Kuala Lumpur, Malasia. Los datos de este estudio representan las características antropométricas ideales para los atletas de bádminton de élite. Así mismo se utilizaron dos estudios españoles, Abián y Garrido-Chamorro, *et al.*, ambos realizados con atletas de élite.

Para los valores obtenidos en este estudio se realizaron una serie de medidas antropométricas al equipo de élite; así mismo, se usaron ecuaciones para determinar ciertas variables. Los valores obtenidos se pueden utilizar para el desarrollo del talento y el seguimiento de la eficacia de formación en términos de composición corporal en Guatemala.

El estudio evaluó dos aspectos de la composición corporal, el porcentaje de grasa y el AKS. En cuanto a la variable porcentaje de grasa se formularon tres hipótesis de las cuales se aceptó una hipótesis nula y se rechazaron dos. La hipótesis que se aceptó es en la que se comparó la media del porcentaje de grasa del estudio de Garrido-Chamorro con la obtenida en este estudio. La media de porcentaje de grasa del equipo de élite de bádminton masculino guatemalteco es de 10.54 ± 2.1 y la media de los atletas del estudio de Garrido-Chamorro es de 11.3 ± 1.6 , la diferencia entre estos dos porcentajes de 0.76 por ciento de grasa, no es estadísticamente significativa ($P\text{value} = 0.0967 > 0.05$) con un 95% de confianza por lo que se aceptó la hipótesis nula. Esto significa que la media de porcentaje de grasa de los atletas de estos dos estudios es estadísticamente igual.

En cuanto al estudio de Hume *et al.*, los atletas obtuvieron una media de porcentaje de grasa de 8.32 ± 1.62 por lo que la diferencia de 2.22 por ciento de grasa con los atletas guatemaltecos fue estadísticamente significativa ($P\text{value} = 0.0300 < 0.05$) con un 95% de confianza por lo que se rechazó la hipótesis nula. Así mismo los atletas del estudio de Abián con una media de porcentaje de grasa de 8.35 ± 1.44 difieren estadísticamente ($P\text{value} = 0.0323 < 0.05$) con los atletas

guatemaltecos con una diferencia de 2.19 de porcentaje de grasa, rechazando la hipótesis nula. Los valores de estos dos estudios mencionados difieren a los de los atletas de élite guatemaltecos, los valores de porcentaje de grasa son menores, siendo esto una ventaja competitiva sobre los atletas de élite guatemaltecos, como se mencionó anteriormente en el marco teórico.

El porcentaje de grasa corporal, puede variar dependiendo de la ecuación utilizada y del método antropométrico que se utilice para su obtención. En este caso todos los estudios con los que se comparó a los atletas guatemaltecos se realizaron con la metodología ISAK por lo que en este aspecto los resultados son comparables. En cuanto a la ecuación utilizada para la determinación del porcentaje de grasa corporal hubo variaciones. Hume *et al* y Abián utilizaron la ecuación de Yuhasz modificada por Carter, siendo estos los más comparables con este estudio ya que se utilizó la misma ecuación. En cuanto al estudio de Garrido-Chamorro *et al.* se utilizó la ecuación de Yuhasz modificada por Faulkner. En referencia al porcentaje de grasa, también existen factores que pueden ser determinantes y se deben considerar como pueden ser características de culturales de los atletas como la etnia, hábitos alimenticios, edad, etc. Así mismo, la diferencia de técnicas de entrenamiento de los atletas en las diferentes partes del mundo es un factor que afecta el porcentaje de grasa. En el presente estudio no se determinaron las causas de los resultados obtenidos, se desconoce la razón exacta del valor de porcentaje de grasa de los atletas debido a que no se realizó una encuesta de frecuencia de consumo o hábitos alimenticios ni se tomó en cuenta la cantidad y calidad de entrenamiento.

En cuanto al índice de AKS, estima la masa corporal activa relativa de acuerdo a la talla. Es un buen indicador de la proporción de masa muscular para un individuo, ya que el AKS depende en gran medida de la talla. Por ejemplo en pesistas el promedio es 1.44 y en atletismo es cerca de 1.10, esto nos ilustra la proporción de masa muscular en individuos con diferentes deportes. Los atletas masculinos guatemaltecos de bádminton se encuentran dentro de un rango aceptable, ya que la media del grupo de élite guatemalteco de bádminton es de 1.28 ± 0.1 , el cual es mayor a 1.16 que es el valor mínimo límite para la población estudiada (Pancorbo, 2002). No se ha encontrado ningún estudio de las ventajas de estar dentro de los límites AKS aceptables para los deportistas estudiados.

Los tres componentes del somatotipo, endomórfico, mesomórfico, y ectomórfico se analizaron independientemente. Para el componente endomórfico el cual nos indica la adiposidad relativa de los jugadores de bádminton se elaboraron dos hipótesis de las cuales se rechazaron ambas hipótesis nulas. Se encontró que la diferencia de 1.31 entre la media de 1.95 ± 0.61 del componente endomórfico del estudio de Hume, *et al.* y la media de 3.26 ± 1.0 del grupo de élite guatemalteco de bádminton era estadísticamente significativa ($P\text{value} = 0.0024 < 0.05$) con un 95% de confianza. Así mismo se encontró una diferencia de 1.01 la cual demostró ser estadísticamente

significativa entre la media de 2.25 ± 0.58 del componente endomórfico del estudio de Abián y la media del grupo masculino de élite de bádminton guatemalteco con un 95% de confianza. Este hallazgo significa que los atletas guatemaltecos y los atletas de los estudios comparados no son similares en cuanto al componente endomórfico, se encontró que los atletas guatemaltecos poseen más componente adiposo que los estudiados por Hume *et al.* y Abián siendo esto una desventaja competitiva para los atletas de este estudio. Esta diferencia puede deberse tanto a la influencia genética como a factores exógenos como la edad, el sexo, el crecimiento, el entrenamiento o actividad física, los hábitos de alimentación, factores ambientales, factores geográficos y factores socio culturales.

Para el componente mesomórfico el cual nos indica la robustez o la magnitud musculo esquelética de los atletas se elaboraron dos hipótesis nulas de las cuales se aceptó una. Se encontró que la diferencia de 0.54 entre la media de 5.08 ± 0.67 del componente mesomórfico del estudio de Hume, *et al.* y la media de 4.54 ± 0.8 del grupo de élite guatemalteco de bádminton no era estadísticamente significativa ($Pvalue= 0.0615 > 0.05$) con un 95% de confianza. Así mismo se encontró una diferencia de 0.8 la cual demostró ser estadísticamente significativa ($Pvalue= 0.0109 < 0.05$) entre la media de 3.74 ± 0.90 del componente mesomórfico del estudio de Abián y la media del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza. Este hallazgo significa que los atletas guatemaltecos son similares con los atletas del estudio de Hume *et al.* en cuanto a el componente mesomórfico o la magnitud musculo esquelética mientras que con los atletas del estudio de Abián no lo son. Esto representa una ventaja para los atletas del presente estudio ya que una masa muscular predominante resulta ventajosa para los atletas de bádminton. Como se indicó anteriormente esto podría significar mayor fuerza y agilidad en cuanto al rendimiento deportivo.

Para el componente ectomórfico el cual nos indica la linealidad o delgadez de los jugadores de bádminton se elaboraron dos hipótesis nulas de las cuales se rechazaron ambas. Se encontró que la diferencia de 0.86 entre la media de 2.57 ± 0.64 del componente ectomórfico del estudio de Hume, *et al.* y la media de 1.71 ± 0.7 del grupo de élite guatemalteco de bádminton era estadísticamente significativa ($Pvalue= 0.0024 < 0.05$) con un 95% de confianza. Así mismo se encontró una diferencia de 1.12 la cual demostró ser estadísticamente significativa ($Pvalue= 0.0004 < 0.05$) entre la media de 2.83 ± 0.91 del componente ectomórfico del estudio de Abián y la media del grupo masculino de élite guatemalteco de bádminton con un 95% de confianza. Este hallazgo significa que los atletas guatemaltecos y los atletas de los estudios comparados no son similares en cuanto al componente ectomórfico o su delgadez, se encontró que los atletas de los otros estudios son más lineales y delgados siendo esto una desventaja competitiva para los atletas de este estudio ya que la rapidez se ve comprometida.

Al analizar el somatotipo se encontró que los jugadores de bádminton guatemaltecos de género masculino se caracterizan por poseer un componente mesomórfico dominante (4.54 ± 0.8) y un componente endomórfico (3.26 ± 1.0) mayor que al componente ectomórfico (1.71 ± 0.7), siendo este un somatotipo que pertenece a la categoría meso-endomórfico. Al ser el componente mesomórfico el dominante significa que la robustez o la magnitud músculo esquelética relativa predominan en su composición corporal, seguido por la adiposidad relativa dejando la linealidad o delgadez de último. Así mismo el estudio de Abián muestra que sus atletas de élite presentaban al igual que los atletas guatemaltecos de este estudio un componente mesomórfico dominante (3.71 ± 0.91) y un componente endomórfico (2.64 ± 0.80) estadísticamente igual que al componente ectomórfico (2.61 ± 0.90), siendo este un somatotipo de la categoría mesomorfismo balanceado.

Por otro lado, los jugadores élite del estudio de Hume *et al.* presentaron al igual que los otros dos estudios un componente mesomorfo dominante (5.08 ± 0.67), siendo este tan dominante como el de los atletas guatemaltecos pero en este caso el componente ectomórfico (2.57 ± 0.64) fue mayor al endomórfico (1.95 ± 0.61), siendo este un somatotipo de categoría meso-ectomórfico donde claramente se observa que la robustez o la magnitud musculo esquelética relativa predominan en su composición corporal, seguido por la linealidad o delgadez, dejando de último la adiposidad.

Habiendo hecho una comparación entre los atletas de élite guatemaltecos de bádminton y los de referencia se puede observar que los atletas de este estudio tienen un porcentaje de grasa y un componente de somatotipo endomórfico los cuales coinciden y son mayores a los de referencia lo cual se puede modificar con cambios en los hábitos alimenticios y entrenamiento deportivo orientados a una reducción de grasa corporal para así obtener un mejor rendimiento deportivo. Así mismo se observa que el componente mesomórfico del somatotipo el cual coincide con el índice de AKS se encuentra dentro de los parámetros deseables siendo esto una ventaja para los atletas guatemaltecos en cuanto a agilidad y fuerza. En cuanto al componente ectomórfico es menor el de los atletas de élite guatemaltecos que el de los atletas de élite de referencia.

VIII. CONCLUSIONES

1. Se obtuvieron los valores promedio y desviación estándar de las características antropométricas, composición corporal y somatotipo de los jugadores masculinos guatemaltecos de bádminton que sirven como referencia del alto rendimiento deportivo nacional.

2. Los atletas guatemaltecos de élite de bádminton poseen una media de porcentaje de grasa de 10.54 ± 2.1 , más grasa corporal que lo atletas de élite a nivel mundial lo cual representa una desventaja competitiva con respecto a la adiposidad en relación a los atletas de élite a nivel mundial.

3. Los atletas guatemaltecos de élite de bádminton tienen un AKS mayor a 1.16 lo cual está dentro de los estándares internacionales.

4. Los atletas de élite guatemaltecos de bádminton poseen un somatotipo con un predominio del componente de mesomórfico, sobre el componente endomórfico y una mayor diferencia sobre el componente ectomórfico, según la ubicación en la somatocarta, tienen la denominación de Meso-endomórfos.

5. Respecto al análisis estadístico los atletas guatemaltecos no mostraron similitudes con los atletas de los estudios de referencia en la mayoría de las variables de la composición corporal y somatotipo

IX. RECOMENDACIONES

1. Es importante que esta caracterización se tome en cuenta por las nutricionistas y entrenadores del equipo nacional de bádminton, con el fin de tener modelos o estándares característicos de este tipo de individuos, que permitan seleccionar y detectar posibles talentos deportivos.

2. Hacer un estudio de las causas de porcentaje de grasa elevado de los atletas de élite guatemaltecos de bádminton y así poder determinar si deben modificar sus hábitos alimenticios orientados hacia la disminución de porcentaje de grasa corporal.

3. Realizar estudios de la relación entre la antropometría con el rendimiento deportivo para formar grupos homogéneos que den buenos resultados.

4. Investigar la composición corporal de otros deportes olímpicos para así beneficiar a la búsqueda de talentos deportivos.

5. Realizar estudio de las ventajas competitivas de un AKS dentro de los límites establecidos para cada deporte.

X. BIBLIOGRAFÍA

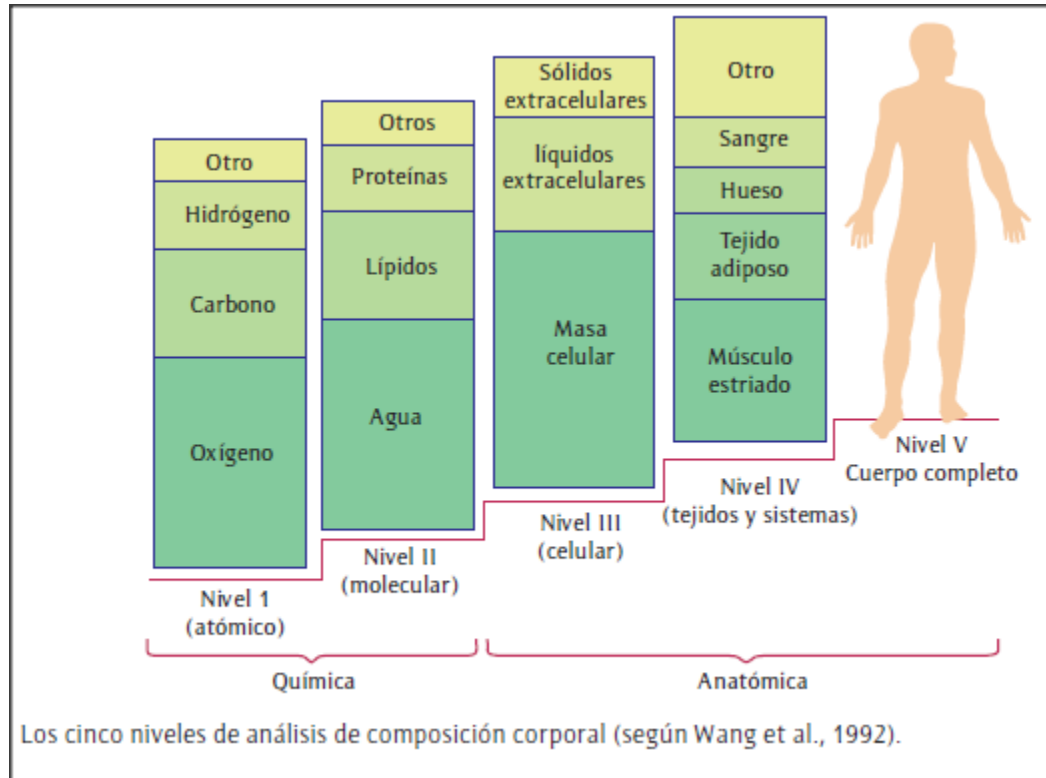
- Abián Vicén, Pablo. 2015. «Análisis de la estructura de juego y parámetros morfológicos y fisiológicos en bádminton». Tesis. Universidad Politécnica de Madrid. 214 págs.
- Abián, P; Abián-Vicén, J y Sampedro, J. 2012. «Análisis antropométrico de la simetría corporal en jugadores de bádminton». *Int. J. Morphol.*, 30 (3): 945-951.
- Ahmad, *et al.* 2008. «Badminton Anthropometry Project 2007 (BAP07). Study of anthropometric profile of elite badminton players during Proton-BWF World Badminton Championship 2007». 1-38.
- Alvero, José, *et al.* 2009. «Protocolo de Valoración de la Composición Corporal para el Reconocimiento Médico-deportivo. Documento de Consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte». *Archivos de medicina del deporte*. XXVI (131): 166-179.
- Alvero, José, *et al.* 2010. «Protocolo de Valoración de la Composición Corporal para el Reconocimiento Médico-deportivo. Documento de Consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE)». *Archivos de medicina del deporte*. XXVII (139): 330-344.
- Badminton World Federation. 2016. «History». <http://www.bwfbadminton.org>. [8 de enero, 2016].
- Bahamondes, A., *et al.* 2012. «Composición corporal y somatotipo en fútbol femenino. Campeonato sudamericano sub-17». *Int. J. Morphol.* 30 (2): 450-460.
- Campos, F., *et al.* 2009. «Anthopometric profile and motor performance of junior badminton players». *Brazilian Journal Biomotricity*. 3 (2): 146-151.
- Carter, J.E.L. 2002. «The Heath-Carter Anthropometric somatotype - instruction manual ». San Diego State University. Págs. 1-26.
- Carter, J.E.L. 1980. «The Heath-Carter Somatotype Method». 3ª ed. San Diego: San Diego State University Syllabus Service.
- Carvajal-Veitía, Wiliam, *et al.* 2011. «Protocolo de valoración de la composición corporal para el control cineantropométrico del entrenamiento deportivo. Documento de consenso del departamento de Cineantropometría del Instituto de Medicina del Deporte de Cuba ». *Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís.* 5 (3): 1-22.
- Castro, Andrés y Borbón, Norma. 2013 «Importancia de la alimentación en la Práctica deportiva». *ISDe Sports Magazine – Revista de Entrenamiento*. 5 (19): 26-29.
- Cueva, María. 2015. «Antropometría». *Revista Interiográfico*.15.
- De Hoyo, Moisés; Sañudo, Borja y París, Federico. 2006. «Análisis del somatotipo, composición corporal y antropometría en jugadores de bádminton de 12 a 16 años». *Revista Digita, Alto Rendimiento*.

- Flores, Elisabeth, *et al.* 2014. «Determinación de parámetros básicos de aptitud física de la población ecuatoriana. Proyecto MINDE-UG». *EFDeportes.com, Revista Digital*. [Argentina]. 19 (197).
- Garrido-Chamorro, R., *et al.* 2012. «Skinfold sum: reference values for top athletes». *Int. J. Morphol.* 30 (3): 803-809.
- Hume, P.A., *et al.* 2008. «Differences in world badminton players' physical and proportionality characteristics between singles and doubles players». *Kinanthropometry XI: 2008 Pre-Olympic Congress Anthropometry Research SPRINZ*. 78-89.
- ISAK, 2001. «International Standards for Anthropometric Assessment». *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry*. 21-107.
- Jiménez, Christian y Molina, Luis. 2012. «Estudio comparativo de la composición corporal y el somatotipo entre jugadores de fútbol sala universitario y profesional de la región suroccidente de Colombia.» Tesis. Santiago de Cali: Universidad del Valle. 107 págs.
- Kim, Mihyun; Cruz, Angelita y Kim, Hyun. 2013 «Anthropometric profiles of Filipino badminton collegiate players». *The Asian International Journal of Life Sciences*. 22 (2): 1-6.
- López, Ana y García Alejandro. 2011 «Todo sobre el bádminton» *EFDeportes.com, Revista Digital*. [Argentina]. 15 (154).
- Martínez-Rodríguez, Alejandro; Roche Collado, Enrique y Vicente-Salar, Néstor. 2015. «Body composition assessment of paddle and tennis adult male players». *Nutr Hosp.* 31 (3): 1294-1301.
- Martínez-Sanz, JM. *et al.* 2012. «Estudio de la composición corporal en deportistas masculinos universitarios de diferentes disciplinas deportivas». *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 12 (2): 89-94.
- Norton, Kevin y Olds, Tim. 1996. «Capítulo 6: Somatotipo». *Antropométrica*. Argentina: Biosystem Servicio Educativo. págs. 99-115.
- Pancorbo, Armando. 2002. «Medicina del deporte y ciencias aplicadas al alto rendimiento y la salud». *Editora de Universidade de Caxias do Sul*. 199-238.
- Peniche, Cecilia y Boullosa, Beatriz. 2011. «Capítulo 8: Composición Corporal en Nutrición Deportiva.» *Nutrición Aplicada al Deporte*. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A de C.V. págs. 195-226.
- Real Academia Española. 2016. «Caracterizar». *Diccionario de la Lengua Española*. Edición del Tricentenario.
- Rodríguez, Alejandro y Bolaños, Bryan. 2012. «Caracterización antropométrica de atletas fondistas de la universidad del valle». Tesis. Santiago de Cali: Universidad del Valle. 78 págs.
- Rodríguez, Ximena, *et al.* 2014. «Somatotipo de los deportistas de alto rendimiento de Santiago, Chile.» *Rev Chil Nutr.* 41 (1): 29-39.

- Sánchez-Muñoz, Cristóbal; Sanz, David y Zabala Mikel. 2007. «Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite junior tennis players». *Br J Sports Med.* (41): 793–799.
- Serrano, Marrodan, *et al.* 2007 «Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar». *Nutr Clin Diet Hosp.* XXVII (1): 11-19.
- Stewart, Arthur, *et al.* 2011. «Protocolo Internacional para la valoración antropométrica». *Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría.*
- The Columbia Encyclopedia. 2015. «Badminton». <http://www.encyclopedia.com> [8 de enero, 2016].
- United States Olympic Committee. 2016. «Badminton USA. Brief history of badminton». <http://www.teamusa.org/USA-Badminton/USAB/History> [8 de enero, 2016]
- Van Lieshout, Kerry. 2002. «Physiological Profile of Elite Junior Badminton Players in South Africa». Tesis. University of Johannesburg. 189 págs.
- Yáñez Sepúlveda, Rodrigo. 2015. «Características antropométricas en jugadores chilenos de tenis de mesa de nivel competitivo». *Nutr Hosp.* 32 (4): 1689-1694.
- Zhang, Yuyi. 2010. «An Investigation on the Anthropometry Profile and Its Relationship with Physical Performance of Elite Chinese Women Volleyball Players». Tesis. Southern Cross University. 256 págs.

XI. ANEXO

Anexo 1: Cinco niveles de análisis de composición corporal



Fuente: Peniche, 2010.

Anexo 2: Métodos para la determinación de la composición corporal

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL	
A) DIRECTOS	1. Disección de cadáveres y análisis anatómicos y químicos de sus componentes.
B) INDIRECTOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Densitometría. 2. Determinación de agua corporal total. 3. Determinación del potasio corporal total. 4. Absorciometría fotónica dual. 5. Modelos cineantropométricos (fraccionamiento antropométrico en cuatro masas corporales Drinkwater, Ross-; modelo geométrico-Drinkwater-; fraccionamiento antropométrico en cinco masas corporales-Kerr y Ross-. 6. Determinación de: <ul style="list-style-type: none"> - Creatina plasmática total. - Excreción de creatinina urinaria - Excreción de 3 metil-histidina endógena 7. Tomografía axial computada. 8. Resonancia magnética nuclear.
C) DOBLEMENTE INDIRECTOS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antropometría (y obtención de fórmulas de regresión a partir del modelo densitométrico, para obtener un valor de densidad corporal y de allí el % de masa grasa). 2. Bioimpedancia eléctrica.

Fuente: Abián, 2015

Anexo 3: Medición de masa corporal



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 4: Medición de talla



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 5: Marca del punto de referencia acromiale



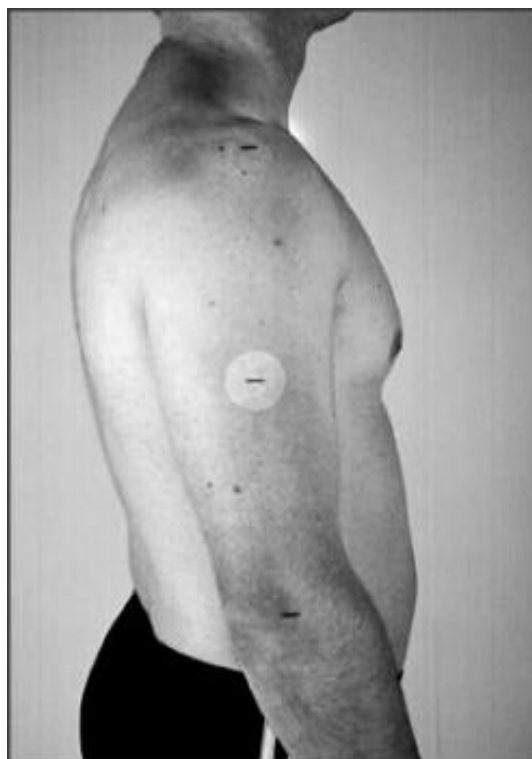
Fuente: ISAK, 2001

Anexo 6: Marca del punto de referencia radiale



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 7: Marca del punto de referencia acromiale-radiale medio



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 8: Punto de pliegue del tríceps



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 9: Pliegue cutáneo del tríceps



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 10: Marca del punto de referencia Subescapulare



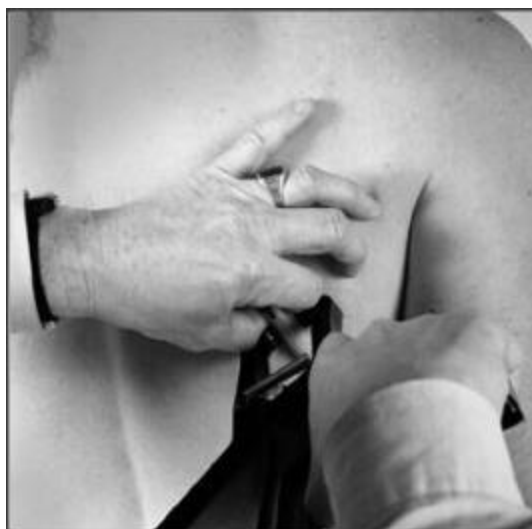
Fuente: ISAK, 2001

Anexo 11: Punto del pliegue del subescapular



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 12: Pliegue subescapular



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 13: Marca del punto de referencia ilioespinal



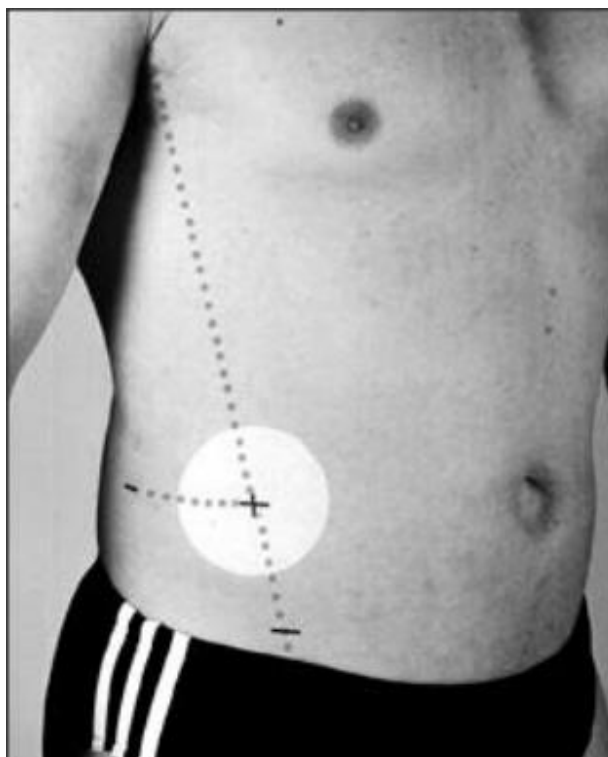
Fuente: ISAK, 2001

Anexo 14: Marca del punto de referencia ileocristale



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 15: Punto del pliegue supraespinal



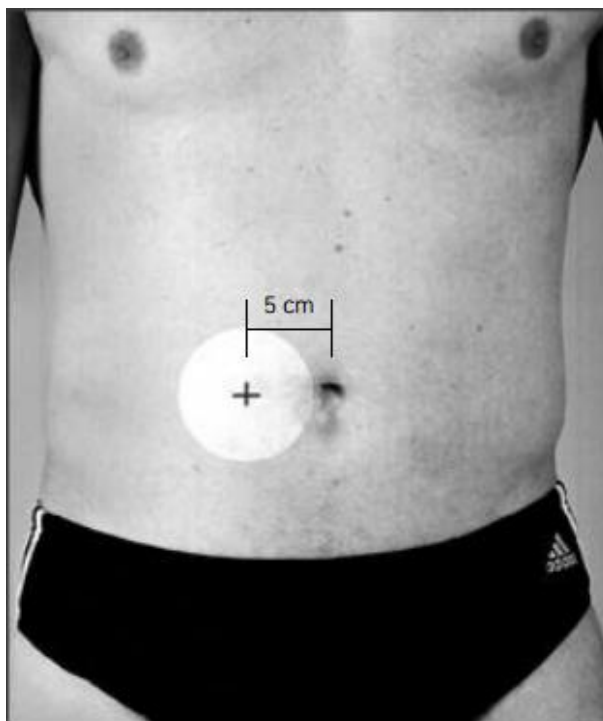
Fuente: ISAK, 2001

Anexo 16: Pliegue cutáneo supraespinal



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 17: Punto de pliegue abdominal



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 18: Pliegue cutáneo abdominal



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 19: Punto de pliegue del muslo anterior



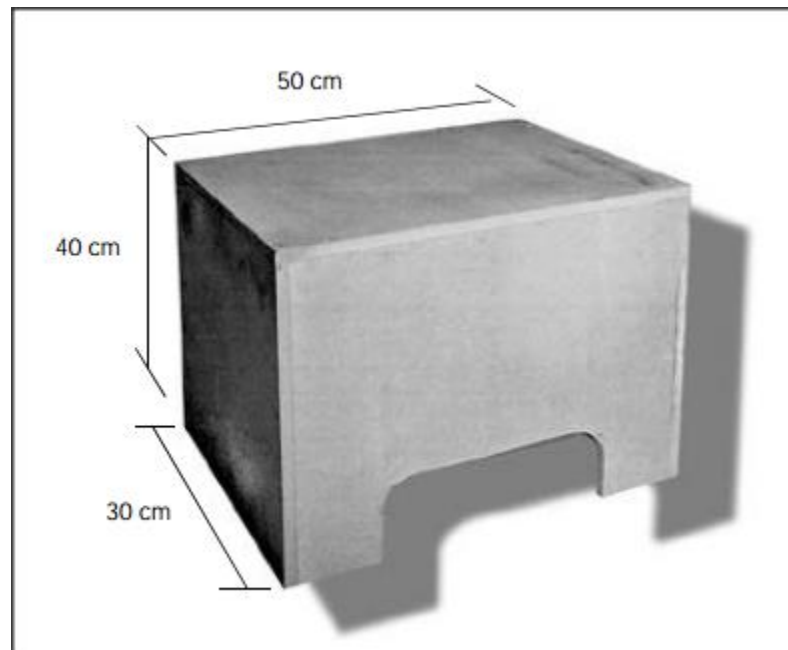
Fuente: ISAK, 2001

Anexo 20: Pliegue cutáneo muslo anterior



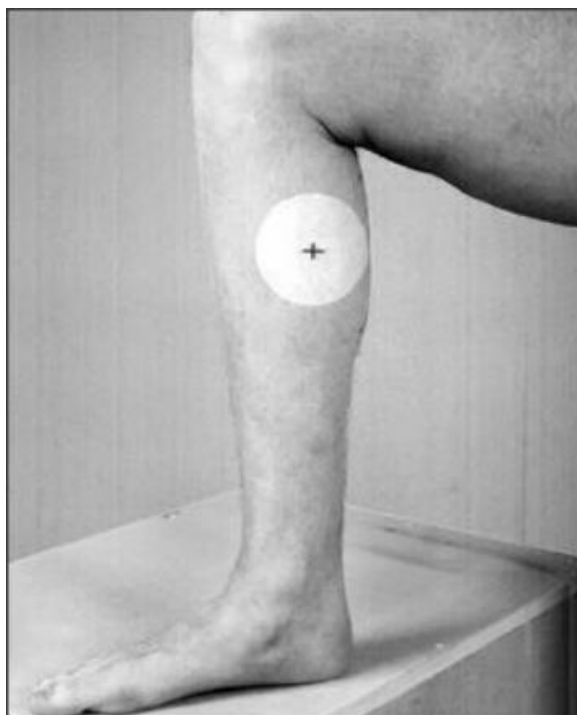
Fuente: ISAK, 2001

Anexo 21: Cajón antropométrico con las dimensiones recomendadas



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 22: Punto de pliegue del pliegue de la pierna medial



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 23: Pliegue cutáneo pliegue medial



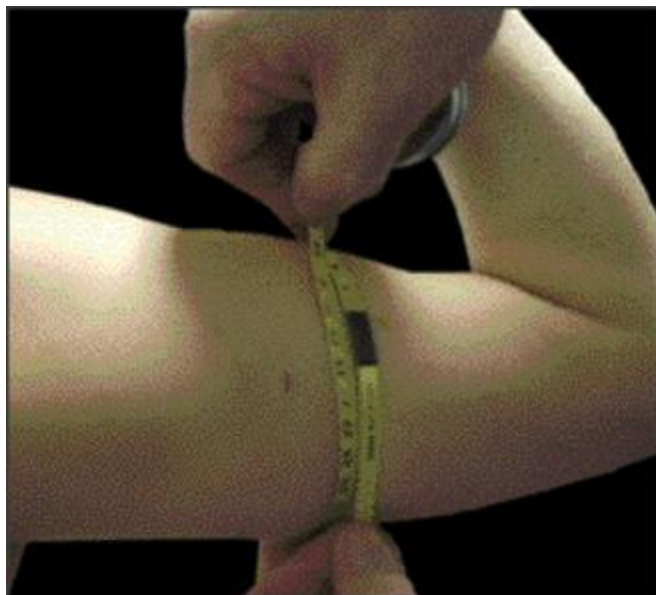
Fuente: ISAK, 2001

Anexo 24: Perímetro del brazo relajado



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 25: Perímetro del brazo flexionado y en contracción



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 26: Perímetro de la pierna



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 27: Diámetro biepicondíleo del húmero



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 28: Diámetro biepicondíleo del fémur



Fuente: ISAK, 2001

Anexo 29: Plantilla Somatotipo

Nombre _____	Edad _____	Sexo M F	Fecha _____/_____/_____																						
Ocupación _____	Grupo Etnico _____																								
Proyecto _____	Evaluador _____		Planilla N° _____																						
Plegues Cutáneos (mm.)	Sumatoria de 3 plegues (mm.)																								
Tríceps =	Límite Superior	10,9	14,9	18,9	22,9	26,9	31,2	35,8	40,7	46,2	52,2	58,7	65,7	73,2	81,2	89,7	98,9	108,9	119,7	131,2	143,7	157,2	171,9	187,9	204,0
Subescapular =	Punto Medio	9,0	13,0	17,0	21,0	25,0	29,0	33,5	38,0	43,5	49,0	55,5	62,0	69,5	77,0	85,5	94,0	104,0	114,0	125,5	137,0	150,5	164,0	180,0	196,0
Supraespal =	Límite Inferior	7,0	11,0	15,0	19,0	23,0	27,0	31,3	35,9	40,8	46,3	52,3	58,8	65,8	73,3	81,3	89,8	99,0	109,0	119,8	131,3	143,8	157,3	172,0	188,0
Sumatoria de 3 plegues =	$x \left(\frac{\text{Est} - 170,18}{\text{Est}} \right) =$	(Plegues corregidos por la altura)																							
Pantorrilla =	Endomorfinismo	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	10	10 1/2	11	11 1/2	12
Estatura (cm.) =		139,3	143,5	148,5	151,1	154,9	158,8	162,6	166,4	170,2	174,0	177,8	181,6	185,4	189,2	193,0	196,9	200,3	204,5	208,3	212,1	215,9	219,7	223,5	227,3
Diám. del Húmero (cm.) =		5,19	5,34	5,49	5,64	5,78	5,93	6,07	6,22	6,37	6,51	6,65	6,80	6,95	7,09	7,24	7,38	7,53	7,67	7,82	7,97	8,11	8,25	8,40	8,55
Diám. del Fémur (cm.) =		7,41	7,62	7,83	8,04	8,24	8,45	8,66	8,87	9,08	9,28	9,49	9,70	9,91	10,12	10,33	10,53	10,74	10,95	11,16	11,36	11,57	11,78	11,99	12,21
Perim. de Bíceps (cm.) =																									
- Plegue Tricipital (cm.) =		23,7	24,4	25,0	25,7	26,3	27,0	27,7	28,3	29,0	29,7	30,3	31,0	31,6	32,2	33,0	33,6	34,3	35,0	35,6	36,3	37,0	37,6	38,3	39,0
Perim. de Pantorrilla (cm.) =																									
- Plegue de Pantorrilla (cm.) =		27,7	28,5	29,3	30,1	30,8	31,6	32,4	33,2	33,9	34,7	35,5	36,3	37,1	37,8	38,6	39,4	40,2	41,0	41,7	42,5	43,3	44,1	44,9	45,6
Fórmula: (D/8) + 4,0	Mesomorfinismo	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9						
Peso (Kg.) =	Límite Superior	39,65	40,74	41,43	42,13	42,82	43,48	44,18	44,84	45,53	46,23	46,92	47,58	48,25	48,94	49,63	50,33	50,99	51,68						
Estatura/√Peso =	Punto Medio	y	40,20	41,09	41,79	42,48	43,14	43,84	44,50	45,19	45,89	46,32	47,24	47,94	48,60	49,29	49,99	50,68	51,34						
	Límite Inferior	menor	39,66	40,75	41,44	42,14	42,83	43,49	44,19	44,85	45,54	46,24	46,93	47,59	48,26	48,95	49,64	50,34	51,00						
	Ectomorfinismo	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9						

Fuente: www.nutrinfo.com

Anexo 30: Características físicas de atletas de bádminton junior

Campos et al.: Characteristics of badminton players		www.brjb.com.br	
Table 1 - Physical characteristics of male and female junior badminton athletes (mean \pm standard deviation).			
Variables	Males	Females	
Age (years)	17.24 \pm 1.18*	15.21 \pm 2.06	
Height (cm)	172.4 \pm 0.5*	163.8 \pm 0.3	
Body weight (kg)	68.0 \pm 7.8	61.74 \pm 6.85	
Body mass index (kg/m ²)	22.36 \pm 2.02	22.99 \pm 2.18	
Sum of 7 skinfolds thicknesses(mm)	83.21 \pm 22.02*	131.58 \pm 29.36	
Relaxed arm circumference (cm)	28.8 \pm 1.73	27.57 \pm 2.10	
Contracted arm circumference (cm)	30.2 \pm 1.49*	28.41 \pm 2.06	
Thigh circumference (cm)	58.9 \pm 3.13	58.38 \pm 4.15	
Medial calf circumference (cm)	35.7 \pm 1.77	35,11 \pm 3,26	
Femoral diameter (cm)	9.9 \pm 0.39*	9.0 \pm 0.46	
Humeral diameter (cm)	7.0 \pm 0.33*	6.8 \pm 0.24	
* significant differences at the level of $p < 0.05$			

Fuente: Campos, *et al.* 2009

Anexo 31: Características físicas de jugadores mundiales de bádminton.

Table 9.3: Absolute size characteristics (mean \pm SD of calculated variables) of world men's and women's singles and doubles badminton players.

Measurement site	Men's		Women's	
	Singles (n=18)	Doubles (n=35)	Singles (n=20)	Doubles (n=36)
Fat mass (kg)	6.1 \pm 1.5	7.5 \pm 2.2	8.7 \pm 1.8	8.7 \pm 1.8
Residual mass (kg)	19.7 \pm 2.3	19.3 \pm 2.8	14.9 \pm 1.6	14.8 \pm 1.8
Bone mass (kg)	11.9 \pm 1.6	11.8 \pm 1.4	9.2 \pm 0.8	9.2 \pm 0.9
Muscle mass (kg)	35.6 \pm 3.5	36.0 \pm 4.1	28.4 \pm 2.2	28.7 \pm 2.2
Sum 8 skinfolds	58.6 \pm 18.0	75.4 \pm 26.3	95.7 \pm 20.9	99.1 \pm 23.7
Percent fat	8.32 \pm 1.62	9.91 \pm 2.19	14.2 \pm 2.5	14.1 \pm 2.09
Endomorphy	1.95 \pm 0.61	2.61 \pm 1.94	3.29 \pm 0.68	3.57 \pm 0.81
Mesomorphy	5.08 \pm 0.67	5.16 \pm 0.79	3.78 \pm 0.9	4.18 \pm 0.9
Ectomorphy	2.57 \pm 0.64	2.21 \pm 0.74	2.7 \pm 0.83	2.36 \pm 0.89
Height divided by weight ³	42.6 \pm 0.88	42.0 \pm 1.10	42.7 \pm 1.14	42.3 \pm 1.23
Sum 3 skinfolds corrected	20.4 \pm 5.15	26.4 \pm 9.88	32.3 \pm 6.71	35.2 \pm 8.25
Corrected biceps girth	31.5 \pm 1.46	31.6 \pm 2.12	27.1 \pm 0.92	27.3 \pm 1.46
Corrected calf girth	37.1 \pm 1.59	37.5 \pm 2.05	34.5 \pm 1.62	34.8 \pm 1.53
Leanness ratio score	1.34 \pm 0.34	1.08 \pm 0.32	0.66 \pm 0.13	0.65 \pm 0.12
Waist to hip ratio	0.83 \pm 0.03	0.84 \pm 0.04	0.76 \pm 0.03	0.78 \pm 0.03
Upperlimb to stature ratio (%)	46.1 \pm 0.95	45.8 \pm 1.04	44.7 \pm 0.86	44.8 \pm 1.03
Brachial index (%)	77.6 \pm 2.72	78.5 \pm 3.04	78.1 \pm 2.26	78.9 \pm 3.26
Cormic index (%)	52.3 \pm 1.27	52.6 \pm 1.20	53.4 \pm 1.21	53.5 \pm 1.41
Fat-free mass (kg)	67.3 \pm 7.01	67.2 \pm 7.88	52.5 \pm 4.21	52.7 \pm 4.31
Musculoskeletal size (kg.cm ⁻¹)	0.38 \pm 0.03	0.38 \pm 0.03	0.31 \pm 0.02	0.32 \pm 0.02
Brugsh chest stature index (%)	54.7 \pm 2.16	55.0 \pm 2.80	51.6 \pm 2.34	52.3 \pm 2.23
Acromio-Illiac index (%)	67.0 \pm 5.03	65.8 \pm 5.53	59.0 \pm 7.33	59.3 \pm 8.76
Stoutlean index (%)	41.2 \pm 3.27	42.2 \pm 4.06	36.3 \pm 1.92	36.9 \pm 2.68
Arm span to height index (%)	103 \pm 2.06	102.0 \pm 1.96	101.0 \pm 1.91	101.0 \pm 2.21
Crural index (%)	87.4 \pm 5.9	87.9 \pm 8.79	82.3 \pm 2.79	82.5 \pm 3.07
Arm leg index	128.0 \pm 2.46	128.0 \pm 4.03	127.0 \pm 2.69	128.0 \pm 3.48

Fuente: Hume *et al.* 2008

Anexo 32: Porcentaje de grasa y suma de pliegues cutáneos de diferentes disciplinas deportivas en hombres

Table VA. Sport disciplines, % fat and skinfold sums in men. Values are expressed as means \pm SD

Sport discipline	Number of Athletes	%Fat	Σ SS	Σ UBS	Σ TS	Σ LBS
Alpinism	35	11.1 \pm 2.0	53.1 \pm 21.7	16.7 \pm 7.4	18.1 \pm 7.8	18.3 \pm 10.3
Athletics	99	11.4 \pm 3.5	56.9 \pm 35.2	16.4 \pm 8.5	20.3 \pm 4.9	20.1 \pm 12.8
Badminton	89	11.3 \pm 1.6	56.3 \pm 14.6	16.7 \pm 3.4	19.5 \pm 7.4	20.1 \pm 5.2
Basketball	275	12.8 \pm 3.0	69.5 \pm 27.2	19.5 \pm 6.9	26.2 \pm 13.6	23.8 \pm 9.1
Basque pelota	2	12.5 \pm 0.6	66.1 \pm 4.7	16.8 \pm 1.2	27.1 \pm 2.5	22.3 \pm 1.0
Cycling	18	11.7 \pm 2.4	60.5 \pm 23.2	17.5 \pm 5.3	21.3 \pm 10.6	21.7 \pm 9.0
Frontenis	26	13.4 \pm 2.7	79.3 \pm 26.7	22.4 \pm 7.0	27.4 \pm 12.0	29.5 \pm 10.7
Golf	1	10.9	52.2	16.8	16.6	18.8
Gymnastics	18	9.6 \pm 0.5	39.9 \pm 8.0	13.2 \pm 1.4	11.9 \pm 1.9	14.7 \pm 6.0
Hockey	13	15.1 \pm 4.9	91.7 \pm 45.8	25.6 \pm 11.6	35.0 \pm 20.5	31.1 \pm 15.8
Handball	110	14.1 \pm 3.1	77.2 \pm 27.5	20.4 \pm 6.6	33.9 \pm 14.6	23.0 \pm 8.6
Indoor soccer	129	15.1 \pm 3.1	87.1 \pm 27.7	23.9 \pm 7.1	37.0 \pm 13.9	26.2 \pm 10.0
Judo	19	11.7 \pm 4.4	58.7 \pm 38.3	18.4 \pm 10.8	20.4 \pm 18.0	19.9 \pm 10.5
Motornautics	1	11.5	58.3	17.3	20.1	20.9
Orienteering	59	10.8 \pm 1.3	52.0 \pm 13.9	15.8 \pm 3.9	16.6 \pm 5.3	19.6 \pm 6.7
Rowing	65	14.0 \pm 3.2	81.6 \pm 29.3	21.8 \pm 5.6	31.7 \pm 16.1	28.0 \pm 9.2
Rugby	2	13.1 \pm 2.4	74.8 \pm 28.8	20.1 \pm 5.2	28.0 \pm 10.2	26.7 \pm 13.4
Sailing	1	11.7	54.2	16.3	22.4	15.5
Scuba diving	7	16.1 \pm 4.6	98.4 \pm 39.7	25.9 \pm 9.8	41.4 \pm 21.7	31.0 \pm 10.9
Soccer	643	11.3 \pm 1.6	53.7 \pm 15.2	16.6 \pm 3.8	19.2 \pm 7.3	17.9 \pm 6.4
Squash	1	9.0	31.0	10.7	10.4	9.9
Swimming	30	11.0 \pm 1.9	54.9 \pm 16.2	16.4 \pm 4.8	17.4 \pm 7.8	21.1 \pm 4.8
Table tennis	21	14.6 \pm 3.6	86.0 \pm 25.9	23.1 \pm 7.6	34.5 \pm 16.7	28.4 \pm 7.2
Tennis	31	12.5 \pm 2.6	69.7 \pm 23.7	19.8 \pm 5.7	24.2 \pm 11.8	25.7 \pm 8.2
Triathlon	40	11.0 \pm 1.7	49.9 \pm 15.7	15.2 \pm 3.2	18.8 \pm 8.2	16.0 \pm 5.3
Volleyball	36	10.9 \pm 1.3	50.9 \pm 12.8	15.2 \pm 4.0	18.0 \pm 5.1	17.7 \pm 5.0

Fuente: Garrido-Chamorro, *et al*, 2012

Anexo 33: Composición corporal y somatotipo de atletas de élite de bádmiton

		GRUPO		HOMBRES		MUJERES	
		DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA
Composición corporal	% grasa	11,20 ± 4,45	11,12 ± 4,48	8,35 ± 1,44	8,23 ± 1,41	16,91 ± 2,36	16,91 ± 2,28
	% muscular	49,39 ± 2,60	50,18 ± 2,69	50,86 ± 1,29	51,68 ± 1,20	46,46 ± 2,00 *	47,17 ± 2,29
	% oseo	16,37 ± 1,14	15,66 ± 1,12	16,68 ± 1,16	15,98 ± 0,96	15,73 ± 0,83 *	15,02 ± 1,17
Somatotipo	Endomórfic	2,64 ± 0,80	2,62 ± 0,83	2,25 ± 0,58	2,21 ± 0,57	3,44 ± 0,53	3,45 ± 0,63
	Mesomórfic	3,71 ± 0,91	3,21 ± 0,94	3,74 ± 0,90	3,21 ± 1,01	3,66 ± 0,95 *	3,22 ± 0,80
	Ectomórfico	2,61 ± 0,90	2,61 ± 0,90	2,83 ± 0,91	2,83 ± 0,91	2,17 ± 0,72	2,17 ± 0,72

(* = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001; diferencias significativas obtenidas comparando el lado derecho con el izquierdo).

Fuente: Abián, 2012

Anexo 34: Porcentaje de grasa e índice de AKS de deportes de conjunto

Disciplinas	Masculino						Femenino					
	Inicio de preparación básica		Preparatoria específica		Competitiva		Inicio de preparación básica		Preparatoria eEspecífica		Competitiva	
	%G	AKS	%G	AKS	%G	AKS	%G	AKS	%G	AKS	%G	AKS
Baloncesto	≤ 11	≥ 1.15	≤ 10	≥ 1.17	≤ 9	≥ 1.18	≤ 15	≥ 1.05	≤ 13	≥ 1.06	≤ 11	≥ 1.07
Polo acuático	≤ 12	≥ 1.15	≤ 11	≥ 1.17	≤ 10	≥ 1.18	≤ 17	≥ 1.05	≤ 15	≥ 1.07	≤ 13	≥ 1.08
Voleybol, voley playa	≤ 11	≥ 1.14	≤ 10	≥ 1.15	≤ 9	≥ 1.16	≤ 15	≥ 1.03	≤ 13	≥ 1.06	≤ 11	≥ 1.06
Balonmano, hockey c/c, badminton	≤ 12	≥ 1.14	≤ 10	≥ 1.15	≤ 9	≥ 1.16	≤ 15	≥ 1.04	≤ 13	≥ 1.06	≤ 11	≥ 1.07
Fútbol y futsal	≤ 12	≥ 1.14	≤ 10	≥ 1.15	≤ 9	≥ 1.15	≤ 15	≥ 1.04	≤ 13	≥ 1.06	≤ 11	≥ 1.07
Béisbol, sóftbol	≤ 13	≥ 1.14	≤ 12	≥ 1.15	≤ 11	≥ 1.15	≤ 17	≥ 1.04	≤ 15	≥ 1.06	≤ 13	≥ 1.07
Tennis de campo	≤ 11	≥ 1.13	≤ 10	≥ 1.14	≤ 9	≥ 1.14	≤ 14	≥ 1.03	≤ 12	≥ 1.04	≤ 11	≥ 1.05
Tennis de mesa	≤ 11	≥ 1.13	≤ 10	≥ 1.14	≤ 9	≥ 1.14	≤ 14	≥ 1.03	≤ 12	≥ 1.04	≤ 11	≥ 1.05
Frontenis, racketbol	≤ 13	≥ 1.13	≤ 11	≥ 1.14	≤ 10	≥ 1.14	≤ 15	≥ 1.03	≤ 13	≥ 1.04	≤ 12	≥ 1.05

Tabla 31
Grupo de deportes de conjunto-pelota. % grasa corporal e ind. AKS

Fuente: Pancorbo, 2002