



Universidad de Cuenca

Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Cultura Física

Relación entre la Composición Corporal y el Rendimiento Deportivo en Marchistas

Trabajo de titulación previo a la obtención
del Título de Licenciado en Ciencias de la
Educación en Cultura Física.

Autores:

Christian Alfredo Rojas Bautista

C.I: 0106917594 Correo: christianrojas120@gmail.com

Carlos Fernando Cevallos Arias

C.I: 0102570538

Correo: fernandocevallos@hotmail.es

Director:

Mgt. Jorge Eduardo Brito Parra

C.I: 0102943461

Cuenca - Ecuador

04-enero-2021

Resumen

El objetivo de esta investigación fue describir la relación entre la composición corporal y el rendimiento deportivo en marchistas élite. El estudio descriptivo valoró de manera cuantitativa siguiendo el protocolo ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) a un total de 23 marchistas, 12 varones y 11 mujeres, que compiten tanto a nivel nacional como internacional. La composición corporal se determinó usando el modelo de fraccionamiento anatómico de cinco componentes de Ross & Kerr (1988-1993). Los resultados de la muestra no aleatoria estudiada en sus diferentes componentes corporales como: Masa Muscular, Masa Adiposa, Masa Ósea, Masa residual y Masa Cutánea, no presentaron diferencias significativas al establecer una relación con las variables manejadas como son: sexo, nivel competitivo y categoría. Finalmente, se estableció la relación existente entre la Composición Corporal y el Rendimiento Deportivo, encontrando que mientras las masas no excedan en sus porcentajes, el atleta deberá transportar menos carga durante la competencia, facilitando así su desempeño y por ende su rendimiento deportivo. Adicionalmente, a partir de los datos obtenidos se analizó el Índice de Masa Corporal el cual indicó que los atletas se encuentran dentro de los parámetros normales, del mismo modo, el Índice Músculo Óseo permitió observar que la relación entre músculo y esqueleto contribuyen a conocer el peso corporal total que puede llegar a transportar el deportista.

Palabras claves: Composición Corporal. Rendimiento Deportivo. Antropometría. Masa Muscular (MM). Masa Adiposa (MA). Masa Ósea (MO). Marcha Atlética. Índice de Masa Corporal (IMC). Índice Músculo Óseo (IMO).



Abstract

The objective of this investigation was to describe the relationship between body composition and sports performance in elite race walkers. Using the ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) protocol, this descriptive study analyzed quantitatively the 23 race walkers - 12 men and 11 women - who compete at national and international levels. The body composition was determined by using the 5 components in the anatomical fractionation model of Ross & Kerr (1988- 1993). The results of the non-random simple studied in different body components including: Muscle Mass, Adipose Mass, Bone Mass, Residual Mass and Cutaneous Mass, did not present significative differences in relation to variables such as: sex, competitive level and category. Finally, the existing relation between corporal composition and sports performance was established. It was found that as long as body masses do not exceed their percentages, the athlete should carry less muscle charge during the competition, and this facilitates their performance and therefore their sports performance. In addition, from the data obtained, the Body Mass Index was analyzed, which indicated that the athletes are within normal parameters. In the same way, the Bone-Muscle Index showed that the relationship between muscle and skeleton contributes to knowing the total body weight that can be carried by the athlete.

Keywords: Body Composition. Sport Performance. Anthropometry. Muscle Mass (MM). Adipose Mass (AM). Bone Mass (BM). Residual Mass (RM). Cutaneous Mass (CM). Race Walk. Body Mass Index (BMI). Bone-Muscle Index (BMI).



Índice

CAPÍTULO I.....	15
1. Marcha en el mundo y el Ecuador.....	15
1.1 Historia de la marcha atlética en el Ecuador	16
1.2 Progresión y fases de la marcha atlética:.....	16
1.3 Marcha atlética como deporte	17
1.4 Principales aspectos técnicos de la marcha atlética.....	18
1.5 Reglamento.....	18
1.6 Composición corporal en marchistas élite.....	19
1.7 Componentes corporales y su relación con la marcha atlética.	20
CAPÍTULO II	23
2. Materiales y Métodos	23
2.1 Participantes	23
2.2 Instrumentos de medición	23
2.3 Procedimiento.....	26
2.3.1 Medidas básicas.....	27
2.3.3 Perímetros.....	30
2.3.4 Longitudes.....	34
2.3.5 Diámetros	36
2.4 Análisis Estadístico	39
2.4.1 Método antropométrico para el fraccionamiento del cuerpo en piel, tejido adiposo, musculo, hueso y tejido residual (Ross & Kerr, 1993)	39
Capítulo III.....	46
3. Resultados y Tabulación de datos	46
3.1 Tablas descriptivas de los resultados que presentan los atletas sometidos a estudio por sexo, nivel y categoría.....	46
Capítulo IV.....	52
4. Discusión y Conclusiones	52
4.1 Discusión.....	52
4.2 Conclusiones	56
4.3 Limitaciones del estudio.....	57
Bibliografía	58
Anexos.....	62



Tabla 1. Estadísticos descriptivos del componente Masa Muscular por Sexo 46

Tabla 2. Estadísticos descriptivos del componente Masa Adiposa por Sexo 47

Tabla 3. Estadísticos descriptivos del componente Masa Ósea por Sexo 47

Tabla 4. Estadísticos descriptivos del componente Masa Muscular por Nivel Competitivo 47

Tabla 5. Estadísticos descriptivos del componente Masa Adiposa por Nivel Competitivo 48

Tabla 6. Estadísticos descriptivos del componente Masa Ósea por Nivel Competitivo 48

Tabla 7. Estadísticos descriptivos del componente Masa Residual por Nivel Competitivo 48

Tabla 8. Estadísticos descriptivos del componente Masa Cutánea por Nivel Competitivo 49

Tabla 9. Estadísticos descriptivos del componente Masa Muscular por Categoría..... 49

Tabla 10. Estadísticos descriptivos del componente Masa Adiposa por Categoría 49

Tabla 11. Estadísticos descriptivos del componente Masa Ósea por Categoría..... 50

Tabla 12. Estadísticos descriptivos del componente Masa Residual por Categoría..... 50

Tabla 13. Estadísticos descriptivos del componente Masa Cutánea por Categoría..... 50

Tabla 14. Estadísticos descriptivos de la variable Índice de Masa Corporal por Nivel Competitivo..... 51

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la variable Índice de Músculo Óseo por Nivel Competitivo..... 51

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Carlos Fernando Cevallos Arias, en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **Relación entre la Composición Corporal y el Rendimiento Deportivo en Marchistas**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de enero de 2021



Carlos Fernando Cevallos Arias

C.I: 0102570538

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Christian Alfredo Rojas Bautista, en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **Relación entre la Composición Corporal y el Rendimiento Deportivo en Marchistas**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 de enero de 2021



Christian Alfredo Rojas Bautista

C.I: 0106917594

Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Carlos Fernando Cevallos Arias, autor/a del trabajo de titulación **Relación entre la Composición Corporal y el Rendimiento Deportivo en Marchistas**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 04 de enero de 2021



Carlos Fernando Cevallos Arias

C.I: 0102570538

Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Christian Alfredo Rojas Bautista, autor/a del trabajo de titulación **Relación entre la Composición Corporal y el Rendimiento Deportivo en Marchistas**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 04 de enero de 2021



Christian Alfredo Rojas Bautista

C.I: 0106917594



DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres Luisa y Víctor, quienes han sido mi apoyo, mi guía incondicional y porque nunca dejaron de creer en mí, por motivarme a seguir siempre adelante superando cualquier obstáculo, a ellos les dedico este triunfo y les prometo seguir adelante esforzándome y superándome constantemente.

También quiero dedicar este logro a mi hermano Jorge, que a pesar de la distancia sabe que es y será un pilar fundamental en mi vida, nos prometimos ser profesionales juntos y aquí estoy cumpliendo con la meta.

Finalmente, de manera especial y no menos importante dedico este logro a mi tío José, quien ha sido un apoyo incondicional tanto en el ámbito personal como académico.

Christian Rojas.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres quienes me han guiado en todo momento de mi vida. A mi madre, por ser un pilar muy importante y por demostrarme todo su cariño y su apoyo incondicional.

A mi padre por estar conmigo, ser mi ejemplo de constancia, disciplina y amor por hacer siempre las cosas bien y por ser mi guía para enfrentarme a todas las adversidades y tropiezos de la vida.

A mis hijos David y Paula por estar siempre presentes y por ser mi inspiración para cumplir con esta meta.

A mis compañeros de estudio, docentes, amigos y familiares que siempre estuvieron a mi lado para respaldarme.

A mi amigo Jorge B. por brindar su tiempo y paciencia para el desarrollo de este trabajo de titulación.

A Christian compañero y amigo de este trabajo, fue parte importante para haber desarrollado y cumplido con todo lo planificado a lo largo de toda esta investigación.

Fernando Cevallos.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la vida y por la fortaleza tanto mental como física a lo largo de este tiempo.

También, extendiendo un total agradecimiento a los atletas y entrenadores, quienes aceptaron ser parte del estudio y nos brindaron un poco de su tiempo para realizar esta investigación.

De igual manera, agradecer de forma muy especial a nuestro tutor, por el apoyo y la guía durante el proceso de elaboración de este trabajo.

Del mismo modo, extender mi más sincero agradecimiento a la Carrera de Cultura Física, por permitirnos hacer uso del laboratorio donde realizaríamos la recolección de datos para la fundamentación de nuestro trabajo.

Finalmente, agradezco a mi colega universitario, por su amistad durante todo este tiempo.

Christian Rojas.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud, fortaleza, sabiduría y humildad a lo largo de toda mi vida.

Al finalizar este trabajo quiero mencionar a todas las personas que de una u otra manera aportaron para realizar esta investigación y conseguir finalizar esta hermosa carrera, a todos los docentes de la Universidad de Cuenca que a lo largo de todo este período de formación se convirtieron en mi familia, con aciertos y errores pero que cada uno cumplió acorde a su formación, a todos muchas gracias que Dios les Bendiga.

De manera particular doy mi sincero agradecimiento al Mgt. Jorge Brito amigo y director de tesis, por haber brindado en todo momento su tiempo, entusiasmo, motivación, y aporte intelectual y científico del tema realizado.

Quiero agradecer a mi padre, que ha estado desde el primer momento como mi apoyo y mi guía para día a día fortalecerme como ser humano, que sin sus consejos y su hubiese sido imposible culminar mi carrera, gracias padre, que Dios te bendiga por ser mi ejemplo de amor y disciplina.

Un agradecimiento muy especial a los entrenadores de marcha: Luis Chocho, Julio Chuqui y Luis Urgilés. Y a los atletas del equipo de marcha del Azuay por brindar su tiempo y su apoyo en algunos casos dejando sus entrenamientos para ser parte de esta investigación.

Fernando Cevallos.

Introducción

El presente trabajo investigativo respondió la siguiente interrogante:

¿Cuál es la relación entre composición corporal y rendimiento deportivo en atletas que practican marcha atlética?

Para responder a esta interrogante se desarrolló un estudio descriptivo del perfil antropométrico completo de cada deportista, el cual servirá de herramienta para atletas en proyección, para determinar las características que identifican a un marchista y al mismo tiempo si estas influyen en el rendimiento que este puede alcanzar. Adicionalmente podría ser un aporte para otros profesionales del deporte, tanto deportólogos, entrenadores, y para el sistema deportivo en el diseño de planes de entrenamiento y selección de atletas.

Objetivo general:

- Analizar la relación entre la composición corporal y el rendimiento de los marchistas élite.

Objetivos Específicos:

- Describir la composición corporal de los deportistas élite en la marcha atlética.
- Relacionar la composición corporal con el rendimiento deportivo de los atletas.
- Establecer las diferencias corporales tomando en cuenta la variable sexo entre marchistas élite.



CAPÍTULO I

1. La marcha atlética en el mundo y en el Ecuador

Siempre que se habla acerca del atletismo se menciona que a lo largo de los años e incluso de los siglos ha venido formando parte de la humanidad y sus actividades diarias, como el hecho de caminar largas distancias para conseguir refugio y al mismo tiempo sus alimentos, y en general en pos de su supervivencia.

Más tarde, hace treinta siglos en la época de los romanos, se revelarían los beneficios de los desplazamientos a lo largo del mundo antiguo donde realizaban jornadas alrededor de treinta kilómetros en seis horas, claro que se debe tomar en cuenta las cosas que debían transportar en ese entonces. Por otro lado, se conoce que los griegos llegaban a realizar una distancia de 230 kilómetros en una marcha que se presume duraba alrededor de 3 días (Aguilera, 2007)

Por los años 486 A.C. según el historiador griego Pausanias, Filípides, el soldado de maratón era un gran marchador, quien conseguía recorrer hasta 200 km de distancia en dos días. Por otro lado, específicamente en el año 1485 durante el reinado de Carlos VIII, se disputó la marcha Semur-Autun-Semur de 140 km. Así mismo, en el año 1583, el irlandés Langham recorrió 240 km. para llegar a Londres, empleando para ello alrededor de 43 horas (Balius Juli, 1978)

En el año 1655 se disputó en Francia la primera competencia de marcha, misma que fue auspiciada por el Duque de Borgoña, la prueba realizada tenía una distancia de 100 km de distancia entre Dijón y Dole, ida y vuelta. Años más tarde, un 5 de junio de 1892, surgió en Francia la Paris-Belfort legendaria competición de 496 km organizada por el periódico "Le Petit Journal" en la que participaron ochocientos cincuenta atletas (Aguilera, 2007)

El Race walking apareció por primera vez en los juegos olímpicos de 1904, con una carrera de media milla que forma parte del campeonato "All Around" de 10 eventos, el cual se convertiría en uno de los primeros precursores del decatlón. Sin embargo, la historia de la marcha olímpica como tal comenzó en el año 1908, donde también se organizó el primer campeonato sobre las 20 millas. Desde los JJ.OO. de 1956 se disputó la carrera de 20 km modalidad varones, mientras tanto que las mujeres compitieron por primera vez en los JJ.OO. de 1992 inicialmente cubriendo la distancia de 10 km, tiempo después, en el año 2000 se incrementaría a 20km (Aguilera, 2007)

1.1 Historia de la marcha atlética en el Ecuador

La marcha atlética tiene sus inicios en el Ecuador por el año 1973 donde se celebró la “Caminata Marlboro – El Universo”, misma que contaba con un recorrido de 11km por las calles de Guayaquil, donde se obtuvo así al primer vencedor Ángel Faicán.

En el año 1974 se celebra la tercera edición de los Juegos Deportivos Nacionales, mismos que fueron celebrados en Quito luego de 39 años de espera, se incluyó por primera vez la marcha atlética como disciplina de competición. Dos años más tarde, en 1976 se llevaría a cabo la cuarta edición de los Juegos Deportivos Nacionales en esta ocasión se desarrollarían en la ciudad de Guayaquil, posteriormente en 1979 la quinta edición tiene lugar en la ciudad de Cuenca, donde Ángel Faicán se proclamó tricampeón en los 20km marcha.

La marcha atlética ecuatoriana seguiría escribiendo su historia y en el año 1988 se celebró el Campeonato Sudamericano Juvenil de Atletismo en Cubatao – Brasil, donde la marchista Miriam Ramón ganó la medalla de oro en la competencia de 5km, mientras que Jefferson Pérez ganaría el campeonato Sudamericano Pre- Juvenil de Atletismo. Luego de haber transcurrido un año exactamente, en 1989 en el campeonato Juvenil de Atletismo que tuvo como sede a la ciudad de Montevideo - Uruguay, Pérez ganaría la competencia en los 10km.

Entre los años 90 y 95, tanto J. Pérez como Miriam Ramón participarán y obtendrán triunfos en las diferentes competiciones locales e internacionales, llegaría el año 1996 donde Ecuador consigue su primera medalla olímpica (Ministerio del Deporte, 2011)

1.2 Progresión y fases de la marcha atlética:

Acción de las piernas

- a) Doble apoyo, fase de ejecución obligatoria, de escasa duración, ambos pies contactan con el suelo. El pie adelantado se apoya sobre el talón con la punta dirigida hacia arriba y el pie trasero sobre la parte anterior del metatarso. En esta fase se produce la máxima amplitud del paso, ya que coincide con la finalización de la fase de impulso y el principio de la fase de tracción.

- b) **Tracción:** Esta fase la realiza la pierna adelantada, se inicia en el instante en el que el talón del pie se encuentra en contacto con el suelo y termina cuando el cuerpo está en la vertical del pie de apoyo.
- c) **Relajación:** Fase intermedia entre la finalización de la tracción y el comienzo del impulso, en ella el centro de gravedad del marchador está sobre la vertical del pie de apoyo con la pierna completamente extendida, mientras que las caderas están en el mismo plano que los hombros y los brazos a los lados del cuerpo.
- d) **Impulso:** Se inicia en el instante en el que el centro de gravedad sobrepasa la vertical del pie de apoyo.

Acción de las caderas. - La buena flexibilidad en las articulaciones de las caderas es importante para favorecer su doble acción: un primer movimiento horizontal acompañando hacia delante la pierna retrasada y un segundo de arriba abajo, al descender por el lado de la pierna que se impulsa y al elevarse por el lado de la pierna que se tracciona.

Acción de brazos y hombros. - La posición del tronco es vertical y se inclina ligeramente adelante según la fase. En su acompañamiento a la acción de los brazos, realiza un movimiento de torsión en sentido contrario al de la cadera para compensar el avance de la misma, la cabeza permanece siempre en prolongación del tronco, evitando desviaciones y con la mirada al frente.

1.3 Marcha atlética como deporte

La marcha atlética ha llegado por ocasiones a considerarse una especialidad natural, pero no lo es en lo absoluto. Marchar no es andar de prisa, sino desplazarse a la mayor velocidad posible manteniendo siempre un pie en contacto con el suelo. Como especialidad integrada en el contexto de las pruebas atléticas, no aparece hasta 1876 en el campeonato de Inglaterra sobre la distancia de las 7 millas. La marcha se incorpora a los JJ.OO. de 1908 celebrada en Londres cubriendo 10 millas, luego va experimentando cambios de distancia, reglamentos e incluso suspensiones (por la dificultad de valorar la técnica) hasta 1956 cuando se instauran los actuales 20 y 50 km marcha (Sant J. , 2014)

El artículo 230 del Reglamento internacional de I.A.A.F. define la marcha como “una progresión efectuada paso a paso, de tal manera que el contacto con el suelo se mantenga sin interrupción”

- a) Durante el periodo de cada paso, el pie del marchador que avanza tiene que tomar contacto con el suelo antes de que el pie retrasado haya despegado del mismo.
- b) La pierna de apoyo tiene que estar recta (no doblada por la rodilla), por lo menos un momento, cuando se halle en posición vertical (IAAF, 2017)

La iniciación a la marcha se la debe hacer precozmente, dado que a diferencia de la carrera no es un movimiento natural, es una acción estereotipada del andar, condicionada por la necesidad de ir de prisa y las limitaciones del reglamento (Sant, 1995, págs. 213-216)

1.4 Principales aspectos técnicos de la marcha atlética

La marcha atlética se caracteriza por una progresión de pasos, el atleta mantiene un contacto ininterrumpido de los pies con el suelo; técnicamente posee una fase de apoyo simple y una de apoyo doble, la primera se presenta en la pierna que queda más posterior que genera una hiperextensión de rodilla que facilita la aceleración del movimiento, por ende la generación de un potente empuje que aumenta la amplitud del paso; la segunda al contrario de la primera citada, permite unir las fases de movimiento anterior y posterior mediante el apoyo sobre talón del pie anterior; los pies se apoyan uno delante del otro como en línea recta, lo cual disminuye el ángulo de sustentación y equilibrio del cuerpo, que es compensado por el movimiento de los brazos de manera relajada pero sin perder el ángulo de 90 grados de los codos; el tronco permanece relajado, erguido y casi sin movimiento. La buena ejecución de la técnica depende de la longitud de los pasos (Sant J. , 2014)

1.5 Reglamento

La marcha es una progresión de pasos ejecutados de modo que el atleta se mantenga en contacto con el suelo, a fin de que no se produzca pérdida de contacto visible (a simple vista). La pierna que avanza debe estar recta, (es decir, no doblada por la rodilla) desde el momento del primer contacto con el suelo hasta que se halle en posición vertical (IAAF, 2017)

Puede ser sujeto de sanción un atleta por infringir el art. 230.2, se le mostrará una paleta amarilla o en su defecto una tarjeta roja, si un juez observa al atleta mostrando una pérdida visible de contacto o la rodilla doblada en cualquier parte de la competición, el juez mostrará una tarjeta roja. Con tres tarjetas rojas mostradas por tres jueces diferentes sobre el mismo atleta, este será descalificado.

1.6 Composición corporal en marchistas élite

El nivel de rendimiento deportivo está muy relacionado con la composición corporal, lo cual pueden llegar a jugar un papel muy importante (a veces principal) en la consecución del triunfo en el deporte que se practica (Norton, Olds, Craig, & Olive, 1995), por esta razón resulta interesante incluir un estudio de estas características en el seguimiento del deportista, ya que la estimación de la composición corporal, el estudio de la morfología, las dimensiones y la proporcionalidad se puede relacionar estrechamente al rendimiento deportivo, la nutrición y el crecimiento (Alvero, y otros, 2009)

Rivera (2002) manifiesta que no se realiza una evaluación sistemática como componente del entrenamiento del atleta de marcha, por lo que existen vacíos documentales al respecto puesto que no se ha encontrado literatura que mencione cuales son los componentes recomendables para el éxito deportivo, teniendo en cuenta que factores como del desempeño deportivo y funcional del deportista de marcha atlética pueden llegar a explicar su situación actual, su mantenimiento o posibles procesos de mejoría.

De acuerdo a estudios realizados en el Ecuador, el atletismo es un deporte con un gran auge precisamente por haber logrado la primera medalla de oro olímpica y por los resultados relevantes de algunas figuras nacionales en los pasados Juegos Olímpicos (Londres 2012), Mundial Prejuvenil (Kenia 2017), Mundial de marcha (China 2018), Bolivarianos y Panamericanos (Lima 2019), sin embargo, no se han encontrado estudios que se relacionen de manera directa y además que se cuantifiquen las diferentes masas corporales de los deportistas con su respectiva relación e incidencia sobre el rendimiento deportivo de los mismos (Gutiérrez, Rojas, & Cando, 2014)

1.7 Componentes corporales y su relación con la marcha atlética.

El estudio de la composición corporal se basa en la determinación de los componentes principales del cuerpo humano, técnicas y métodos utilizados para su obtención, donde además los factores biológicos como la edad, sexo, estado nutricional y actividad física influyen en la composición corporal (Canda-Moreno, 2003)

Existe una rápida expansión en el estudio de la composición del cuerpo humano, donde se implica una caracterización de los 30 o más principales componentes que conforman el cuerpo humano clasificándose en 5 niveles de complejidad creciente: atómico, molecular, celular tisular y corporal total, sin embargo, dentro del estudio antropométrico se hace énfasis en el nivel tisular que comprende un modelo de cinco componentes, donde al sumarse todos estos, el total es equivalente al peso corporal (Wang, Heshka, Pierson Jr, & Heymsfield, 1995)

Dentro de este marco, en la población deportista la valoración referente al componente muscular tiene un gran interés por la amplia variedad de modalidades deportivas, donde los deportistas se diferencian más por el desarrollo muscular, que por la cantidad de grasa corporal (Martin, Spents, Drinkwater, & Clarys, 1990)

De este modo, dentro del rendimiento deportivo el objetivo de realizar una valoración de la composición corporal es obtener información acerca de si es conveniente actuar sobre la composición corporal de un deportista para mejorar su rendimiento o si sobrepasar ciertos límites, entonces podemos mencionar que al obtener los datos sobre la composición corporal de un deportista se verifica las respuestas al entrenamiento. Sin embargo es probable que un programa de entrenamiento no sea capaz de producir cambios en la masa corporal total, pero si podría modificar la composición corporal, aumentando la masa muscular y disminuyendo el porcentaje graso (López-Calbet, Dorado- García, & Chavarren-Cabrero, 2003)

Por su parte, un estudio realizado con marchistas élite de diferentes países (España, Canadá, Australia, Francia, México, Suecia, Irlanda e Inglaterra) especialistas tanto en 20km como en 50km determinó que, en los hombres no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la altura (177.5 ± 5.4 176.6 ± 6.9), la masa corporal (67.8 ± 5.5 65.0 ± 3.2), porcentaje

de grasa (6.8 ± 0.2 6.4 ± 0.3), masa muscular (38.0 ± 2.9 36.5 ± 3.3) y la suma de 8 pliegues ($49.9 \pm 3.9^\dagger$ 45.6 ± 3.5)

Sin embargo, al comparar hombres y mujeres especialistas en 20 km se observaron diferencias significativas en altura (ES = 0,77 <0,001 moderada, P), la masa corporal (ES = 0.83 efecto moderado, P <0,001), suma de pliegue cutáneo (ES = 0.89 efecto moderado, P <0,001), contenido de grasa corporal (ES = 0,97 moderado, P <0,001) y la masa muscular (ES = 0.84 efecto moderado, P <0,001) (Gomez, Tam, Torres, Granados, & Santos, 2018)

Así mismo, de acuerdo a estudios realizados en atletas de la selección sueca de marcha, se obtuvieron los datos antropométricos de este grupo de marchistas élite para compararlos con datos de diferentes grupos de atletas y contrastar los resultados con maratonistas. Se concluyó que los marchistas eran más altos (178.7 cm vs 175.7 cm) y más pesados (68.5 kg vs 64.2 kg) que los corredores de maratón élite, aunque sus niveles de grasa corporal (7.8% vs 7.5%) fueron comparables (Franklin, Kaimal, Moir, & Hellerstein, 2016)

Por otra parte, en México se desarrolló un estudio donde se comparó la composición corporal de atletas nacionales e internacionales procedentes de países como Colombia, Costa Rica, Brasil, Noruega, Polonia, Puerto Rico, Rusia y Venezuela. En dicho estudio no se encuentran diferencias significativas entre los atletas donde se observa la masa piel (3.54 ± 0.26 3.60 ± 0.26), masa grasa (13.37 ± 1.70 12.53 ± 2.19), masa muscular (28.10 ± 4.31 30.44 ± 3.50), masa ósea (7.61 ± 1.39 7.82 ± 0.72), masa residual (7.50 ± 0.95 7.92 ± 0.93), sin embargo el porcentaje de grasa en los atletas internacionales es bajo (22.09 ± 2.37 19.78 ± 2.41) (Rivera, Muñoz, Cervantes, Romero, & De la Torre, 2017)

De igual forma, un estudio realizado en Chile menciona que los atletas con mejor rendimiento fueron más altos ($p < 0.05$). Además, los atletas que pertenecen al alto rendimiento presentaron pliegues cutáneos de tríceps más bajos y un diámetro femoral más pequeño ($p < 0.05$). También se observó una tendencia a reducir el IMC en atletas de alto rendimiento ($p = 0.06$) (Espinoza, Lizana, Gómez, & Brito, 2019)

Dentro de este orden de ideas, podemos mencionar que no se encuentran suficientes estudios específicos donde se aplique el modelo de fraccionamiento anatómico de cinco componentes (fc5) y además se mencione la relación de la composición corporal de un deportista con el rendimiento que este puede llegar a tener dentro de una competencia, sin



embargo, no se puede descartar que los datos que se obtienen si pueden servir como una guía para mejorar el estado físico y fisiológico de un atleta.

CAPÍTULO II

2. Materiales y Métodos

2.1 Participantes

En el presente estudio descriptivo se realizó una valoración antropométrica a un total de 23 marchistas, donde 12 son varones de $21,3 \pm 5,9$ años de edad y 11 mujeres de $18,05 \pm 5,9$ años que compiten a nivel nacional e internacional. El estudio se hizo en base a las siguientes características: nivel, categoría, sexo, edad, años de entrenamiento, logros deportivos a nivel nacional e internacional, perfil antropométrico completo (43 puntos) y los porcentajes de las masas.

2.2 Instrumentos de medición

2.2.1 Altímetro ADE MZ100017



Datos técnicos, rango de medición 0-2200 mm.
Graduación 1 mm. Dimensiones 140 x 130 x 35 mm.

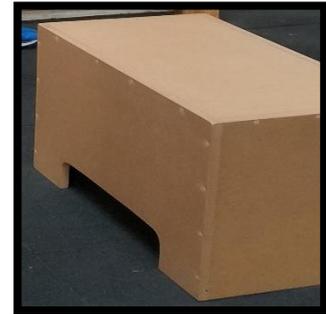
2.2.2 Báscula electrónica CAMRY ISO 9001

Monitor de composición corporal capacidad de 150 Kg.
Precisión de 100 g, y mínima de 50 g. Tecnología sensible al peso.



2.2.3 Cajón antropométrico

Cajón sólido de madera donde el sujeto puede sentarse o permanecer de pie para facilitar la medición. Datos técnicos: 40 cm de alto x 50 cm de ancho x 30 cm de profundidad para facilitar la suma y la resta de la altura del cajón, y para ofrecer tres alternativas con el fin de acomodar a sujetos de diferentes tamaños. En uno de sus lados posee una sección recortada para permitir que el sujeto coloque sus pies debajo del mismo durante la medición de la altura ilioespinal.



2.2.4 Cinta antropométrica Lufkin W606PM

Cinta inextensible, flexible, anchura no mayor a 7mm, zona neutra (espacio sin marcar) de 4 cm antes de la línea del cero. De acero flexible. Longitud 2 m. Calibrada en cm y gradación milimétrica. Usada en la medición de perímetros, también para la localización precisa de una cantidad de puntos de pliegues cutáneos y la marcación de las distancias entre las protuberancias o puntos óseos de referencia anatómica (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



2.2.5 Antropómetro o calibre Realmet de pequeños diámetros



Este calibre se utiliza para medir los diámetros biepicondíleo de húmero y biepicondíleo del fémur y para otros diámetros óseos pequeños. Posee ramas de 10 cm de largo mínimo, cara de aplicación de 1,5 cm de ancho con una precisión mínima de 0,05 cm. Ramas largas que proporcionan suficiente profundidad para abarcar el gancho el ancho del fémur y del húmero (RealMet Institute, 2017)

2.2.6 Plicómetro Harpenden

El Plicómetro Harpenden es un instrumento de precisión diseñado para su uso en la medición de espesor de pliegue cutáneo (de la cual se derivan estimaciones de grasa corporal). Posee una presión de cierre constante de 10 g/mm² en todo el rango de las mediciones. Plicómetro calibrado hasta 40 mm mínimo, con divisiones de 0,2 mm.



Detalles:

- Graduación 0 – 20 mm
- Rango de medición 0 – 80 mm
- Precisión de medición 10 gr/mm² (constante) (RealMet Institute, 2017)

2.2.7 Antropómetro Grande Realmet



Utilizado para medir alturas y longitudes, bien sea directa o indirectamente. También se lo utiliza para medir longitudes de segmentos corporales en forma directa (por ej. radiale-stylion), grandes diámetros óseos (biacromial), con los extensores permite medir la profundidad del torso (RealMet Institute, 2017)

2.2.8 Lápiz Demográfico

Utilizado para señalar los puntos anatómicos y marcas de referencia; se caracteriza por una notable suavidad de su mina, gruesa, grasa y un poco frágil.



2.3 Procedimiento

- Los atletas fueron informados sobre las mediciones que se les van a realizar a través de un consentimiento informado, el cual explica el propósito del estudio y las implicaciones del mismo, además cabe mencionar que dicho documento fue sometido a una revisión para su posterior aprobación por el departamento “COBIAS” siguiendo las reglamentaciones institucionales. En el documento mencionado anteriormente, se comunica a los atletas presentarse con un mínimo de vestimenta, un traje de baño de dos piezas para las mujeres por la facilidad que presenta al momento de realizar las mediciones, durante el desarrollo del protocolo se pidió a los sujetos que adopten diferentes posiciones antropométricas de modo que las mediciones se pueden desarrollar de una manera más rápida y eficiente. Los datos de la medición se tomaron en una hoja de Excel donde se encuentra el programa (MEDSIZE 2019), con el perfil antropométrico completo para emitir un reporte electrónico con los resultados individuales de los atletas.

Todos y cada uno de los atletas fueron invitados de manera personal y a través de su respectivo entrenador para que formasen parte del estudio fechas posteriores a su participación en los Juegos Panamericanos Lima 2019. Los atletas aceptaron participar de la evaluación cineantropométrica de manera voluntaria además de que firmaron un consentimiento informado previo a la toma de las respectivas mediciones.

La evaluación cineantropométrica se la realizó utilizando la técnica de la ISAK donde se midieron 43 variables del perfil antropométrico por duplicado, donde además se incluye: estatura, estatura sentada, envergadura, masa, 8 pliegues cutáneos, 13 perímetros, 8 longitudes y 10 diámetros óseos. El evaluador participante es antropometrista certificado por la ISAK nivel 3. La evaluación incluyó un registro fotográfico la cual fue comunicada y autorizada previamente por un consentimiento informado adicional.

La composición corporal de los atletas se obtuvo a través del método predictivo de 5 componentes de Ross & Kerr (1988; 1993) lo que permitió determinar los diferentes valores de masa muscular, piel, grasa, óseo y residual tanto en sus valores absolutos (kg) como relativos (%).

2.3.1 Medidas básicas



Masa corporal: para la toma de esta medida la báscula debe encontrarse en una superficie plana y lisa de modo no existan variaciones en el peso, el deportista permanecerá con un mínimo de vestimenta, descalzo, con el peso distribuido uniformemente y en una posición erguida con la vista al frente (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Talla o estatura: el sujeto debe permanecer de pie, descalzo y con la cabeza en el plano de Frankfort (punto Orbitale se encuentra en el mismo plano horizontal al punto Tragion) (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Talla sentado: el sujeto está sentado sobre el cajón antropométrico, las manos descansan sobre los muslos mientras mantiene la cabeza en el plano de Frankfort (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Envergadura: el sujeto se encuentra de pie contra la pared, manteniendo los pies juntos y los brazos extendidos horizontalmente. (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



2.3.2 Medición de los pliegues

Para la determinación de la composición corporal de los deportistas, los pliegues cutáneos fueron localizados y marcados cuidadosamente, buscando minimizar los errores en las mediciones que se repitan. El pliegue cutáneo se toma con los dedos en el lugar donde se realizaron las marcas, al mismo tiempo se eleva el pliegue para conseguir una doble capa de piel y tejido subcutáneo, las ramas de contacto del Plicómetro se aplican a 1cm de los dedos pulgar e índice, luego de dos segundos de aplicar la presión total del Plicómetro la medición es registrada, se realizaron dos mediciones por pliegue y una tercera en caso de ser necesario, mismas que fueron tomadas una tras otra hasta completar una serie de datos, antes de volver a repetir la segunda y tercera medición (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Tríceps: se toma paralelamente al eje longitudinal del brazo mientras el sujeto en una posición relajada, de pie con el brazo derecho colgando a un lado del cuerpo mientras el antebrazo se encuentra en semipronación (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Subescapular: se toma oblicuamente hacia abajo; el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie y con los brazos colgando a los lados del cuerpo, la línea del pliegue sigue las líneas naturales de la piel (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)





Bíceps: el pliegue es tomado en paralelo al eje longitudinal del brazo, el sujeto se mantiene en una posición relajada, de pie y con el brazo derecho colgando al lado del cuerpo (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Cresta Ilíaca: el pliegue es tomado casi horizontalmente, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie y al mismo tiempo el brazo derecho estará en abducción sobre el tronco, el pliegue se encuentra en dirección postero-anterior de acuerdo a las líneas naturales de la piel (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Supraespinal: se toma oblicua y medialmente hacia abajo con un ángulo de 45° , el sujeto permanece en una posición relajada, de pie y con los brazos relajados a los lados del cuerpo; el pliegue sigue las líneas del cuerpo (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Abdominal: el pliegue es tomado verticalmente, el sujeto permanece en posición relajada, de pie con los brazos colgados a los lados del cuerpo, el pliegue se toma verificando su estabilidad y amplitud, evitando colocar los dedos o el Plicómetro dentro del ombligo.





Muslo anterior: el pliegue se toma en paralelo al eje longitudinal del muslo, el sujeto se encuentra en una posición sentado al borde del cajón antropométrico, el tronco erecto mientras los brazos se encuentran sosteniendo los isquiosurales y la pierna esta en completa extensión apoyando el talón en el suelo (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

el pliegue es tomado verticalmente, el sujeto se encuentra de pie en una posición relajada, el pie derecho sobre el cajón antropométrico formando un ángulo de 90° al flexionar la rodilla (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Pierna medial:



2.3.3 Perímetros

Los perímetros fueron medidos utilizando la técnica de las manos cruzadas mientras la lectura de la cinta se toma donde se encuentra localizado el cero más lateral que medial, la cinta debe permanecer en constante tensión de manera que se minimice los espacios entre la piel y la cinta (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Perímetro de la cabeza: se mide por encima de la Glabella y perpendicular al eje de la cabeza, el sujeto mantiene una posición relajada, sentado o de pie, con la cabeza en el plano de Frankfort y los brazos colando a los lados del cuerpo, la cinta deberá estar ajustada de modo que comprima el cabello (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Cuello: se toma en la parte superior al cartílago tiroides, el sujeto mantiene una posición relajada, sentada, con la cabeza en el plano de Frankfort y los brazos colgando a ambos lados del cuerpo (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Brazo relajado: se toma a nivel del punto Acromiale-Radiale medio, el sujeto mantendrá una posición relajada, de pie, con los brazos colgando a los lados del cuerpo, el brazo derecho realizara una breve abducción permitiendo el paso de la cinta (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Brazo flexionado y en contracción: se mide perpendicular al eje longitudinal en el punto más alto del bíceps braquial contraído en tanto el brazo se encuentre flexionado a 90° , el sujeto adoptará un posición relajada, de pie y con el brazo izquierdo relajado a un lado del cuerpo (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Antebrazo: se mide perpendicularmente a su eje longitudinal, distal a los epicóndilos humerales, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie, el brazo izquierdo colgando a un lado del cuerpo, mientras el codo derecho se extiende levemente y el antebrazo se encuentra en supinación (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Muñeca: la medida se toma perpendicular al eje longitudinal del antebrazo, distal a las apófisis estiloides, el sujeto se mantiene en una posición relajada, de pie, el antebrazo se encuentra en supinación y la mano relajada (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Pecho o tórax: se mide a nivel del punto Mesoesternale, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie, con los brazos a los lados del cuerpo y levemente abducidos; la cinta pasará alrededor del tórax mientras los brazos se encuentren momentáneamente colocados horizontalmente (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Cintura: se mide en el punto más estrecho, entre el borde inferior de la décima costilla y la parte superior de la cresta ilíaca, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie, y los brazos cruzados sobre el tórax, el sujeto debe permanecer respirando con normalidad, la medición se tomara al final de una expiración normal (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Glúteo (caderas): se mide en la parte más prominente, perpendicular al eje longitudinal del tronco, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie, con los pies juntos y los glúteos relajados (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Muslo (1cm): se mide por debajo del pliegue del glúteo, el sujeto se mantiene en una posición relajada, de pie, y con los brazos cruzados sobre el tórax, la cinta se mantiene en el plano perpendicular reajustándola para asegurarse de que esta no resbale ni comprima la piel (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Muslo medio: se mide a nivel del punto Trochanterion-tibiale-laterale medio, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie, con los brazos cruzados sobre el tórax, la cinta no debe resbalar ni comprimir de manera excesiva la piel (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Pierna: se mide a nivel del punto del pliegue de la Pierna medial, el sujeto se mantiene en una posición relajada, de pie, y el peso distribuido uniformemente, la cinta debe estar ubicada en el plano perpendicular a la pierna (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Tobillo: se mide el perímetro mínimo del tobillo superior al maléolo medial, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie y el peso distribuido uniformemente (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

2.3.4 Longitudes

Las longitudes se midieron utilizando el método de las longitudes directas mismas que se miden de una marca a otra, utilizando el segmómetro o un antropómetro, antes de efectuar la lectura de las medidas se debe revisar cada rama del calibre para comprobar que no se hayan desplazado de su punto de referencia, el extremo del calibre donde se realiza la lectura debe encontrarse a la misma altura del antropometrista (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Longitud Acromiale-Radiale: se mide desde el punto Acromiale hacia el punto Radiale, el sujeto debe permanecer en una posición relajada, de pie y los brazos colgando a los lados del cuerpo donde el antebrazo derecho se encuentra en pronación (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Longitud Radiale-styilion: la medida se toma desde el punto Radiale hasta el punto Styilion (medida que representa la longitud del antebrazo), el sujeto adopta una posición relajada, de pie, y con los brazos relajados a los lados del cuerpo donde el antebrazo se encuentra en semipronación

(el pulgar hacia adelante) (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Longitud Midstyilon-dactyilion: mide la distancia lineal entre los dos puntos (longitud de la mano), el sujeto se mantiene en una posición relajada, de pie, mientras el codo derecho se encuentra semiflexionada y el antebrazo en supinación con los dedos extendidos (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)





Altura ilioespinal: se toma la distancia vertical desde el punto Ilioespinal, el sujeto se mantiene de pie, con los pies juntos y los brazos colgando a los lados del cuerpo; la altura se mide desde la parte superior del cajón antropométrico hasta el punto Ilioespinal, la altura se obtiene sumando la altura del cajón a la altura que va desde el cajón al punto Ilioespinal (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Altura Trocantérea: mide la distancia del punto Trochanterion al suelo o en su defecto al cajón antropométrico (representa la longitud del muslo), el sujeto se mantiene de pie, los pies juntos, el lado derecho hacia el cajón mientras el antebrazo del mismo lado se encuentra cruzado sobre el tronco (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Longitud Trochanterion-tibiale laterale: mide la longitud del muslo, el sujeto se mantiene de pie con los pies ligeramente separados y los brazos cruzados sobre el tórax (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Altura tibial lateral: representa la longitud de la pierna, el sujeto se encuentra de pie sobre el cajón antropométrico, con los pies ligeramente separados y los brazos colgando a los lados del cuerpo, el segmómetro debe mantenerse en un plano vertical (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)





Longitud Tibiale mediale-sphyrion tibiale: la medida representa la longitud de la tibia, el sujeto se encuentra sentado en el cajón antropométrico, el tobillo derecho descansa sobre la rodilla izquierda de modo que permita medir la cara medial de la pierna (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

2.3.5 Diámetros

Los diámetros óseos fueron medidos dejando que el Paquímetro descansa sobre la superficie dorsal de las manos, los pulgares en la parte interior de las ramas mientras que los dedos índices van extendidos en el exterior, los dedos medios al quedar libres permiten palpar la marcas óseas donde se colocan las ramas del Paquímetro, adicionalmente los dedos índices ejercen presión sobre las superficies de las ramas con el fin de reducir el grosor del tejido blando superficial (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Diámetro Biacromial: se mide la distancia lineal entre las zonas laterales del acromion, el sujeto mantiene una posición relajada, de pie, con los brazos colgados a los lados, el calibre se coloca en los procesos acromiales con una inclinación ascendente de 30°, aplicando presión para comprimir los tejidos subyacentes (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Diámetro antero-posterior abdominal (Diámetro sagital abdominal): mide la distancia lineal horizontal que se sitúa en el plano sagital, ubicado entre la parte inferior del ombligo y la superficie dorsal, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie, los brazos se encuentran cruzados sobre el pecho, respirando normalmente (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Diámetro Biliocrestal: la medida se toma entre los puntos laterales de las cresta ilíacas, el sujeto se encuentra en una posición relajada de pie, y los brazos cruzados sobre el tórax, el antropómetro se coloca con una inclinación ascendente de 45° aplicando presión para reducir los tejidos subyacentes (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Longitud del pie: se toma la distancia lineal del plano coronal entre el punto Pternion y Akropodion, el sujeto mantiene una posición relajada, de pie sobre el cajón antropométrico, el peso debe estar distribuido de manera equitativa, las ramas del calibre deben estar colocadas con un mínimo de presión sobre los puntos de medición (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Diámetro transverso del tórax: se mide en un plano transverso, el antropómetro se encuentra en un plano inclinado a la altura del punto Mesosternale, mientras las ramas se ubican con una inclinación posterior descendente de 30° el sujeto se encuentra en una posición de pie con los brazos en abducción, la medida no debe incluir el pectoral ni el dorsal ancho (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Diámetro antero-posterior del tórax: la medida se toma a nivel del punto Mesosternale, el sujeto se encuentra sentado, con el torso erguido y las manos descansando sobre los muslos; se coloca el antropómetro sobre el hombro derecho del sujeto, en la parte posterior se ubicará en la apófisis

espinosa de la vértebra, mientras que en horizontal a nivel del punto Mesosternale (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Diámetro Biepicondíleo del húmero: se mide la distancia entre los epicóndilos lateral y medial del húmero, el sujeto se encuentra en una posición relajada, de pie, mientras flexiona el codo derecho a 90° (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)



Diámetro

Biestiloideo: se mide la distancia lineal entre las apófisis estiloides del radio y cúbito, el sujeto se encuentra sentado mientras su mano derecha se encuentra en pronación sobre la rodilla, el Paquímetro se ubica a 45° hacia abajo (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

Diámetro Biepicondíleo del fémur: se mide la distancia lineal entre el epicóndilo lateral y medial del fémur, el sujeto se encuentra en una posición relajada y sentada, la rodilla flexionada formando un ángulo de 90° (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)





Diámetro Bimaleolar: se mide la distancia lineal entre la parte más lateral del maléolo peroneo y la parte más medial del maléolo tibial, el sujeto adopta la posición relajada y de pie sobre el cajón (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011)

2.4 Análisis Estadístico

El análisis estadístico descriptivo (medias y desviación típica) se realizó mediante el software IBM SPSS Statics versión 20 para Windows, prueba de normalidad y para determinar la diferencia de medias se aplicó una prueba no paramétrica (U de Mann-Whitney), para muestras independientes ($p < 0.05$) y Microsoft Excel para la representación de los resultados mediante tablas, recopilación de datos y detalle de tendencias.

2.4.1 Método antropométrico para el fraccionamiento del cuerpo en piel, tejido adiposo, musculo, hueso y tejido residual (Ross & Kerr, 1993)

2.4.1.1 Predicción de la masa de piel

Para calcular la masa de piel,

$$M_S = SA \cdot T_{SK} \cdot 1,05$$

Donde:

- MS = masa de piel en kg.
- SA = superficie en metros cuadrados
- 1,05 = densidad de la piel (dato obtenido de disección cadavérica)
- T_{SK} = grosor de la piel (dato obtenido de cadáveres): es 2,07 para los hombres y 1,96 para las mujeres

Para calcular la superficie corporal,

$$SA = C_{SA} \cdot W^{0.425} \cdot H^{0.725} / 10.000$$

Donde:

- W = masa corporal expresada como peso, en Kg
- H = estatura o altura en centímetros
- SA = superficie en metros cuadrados (m²)
- C_{SA} = 68,308 en hombres de edad; > 12 años
- 73,704 en mujeres de edad; > 12 años
- 70,691 en hombres y mujeres, < 12 años (representa la media de las constantes de hombres y mujeres)

Formula general para la predicción de masas de tejido adiposo, músculo, hueso y tejido residual (Táctica PHANTOM).

La táctica de fraccionamiento requiere derivar el índice de proporcionalidad Phantom para cada masa, objeto de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Z = 1/s \cdot [V \cdot (C_P / C_S)^d - P]$$

Donde:

- Z = score de proporcionalidad Phantom
- V = valor de la/s variables
- d = constante dimensional: 1 para longitudes, diámetros y perímetros, 2 para áreas y 3 para volúmenes (como el peso)
- C_P = altura o talla Phantom
- C_S = altura o talla del evaluado
- P = valor Phantom para la variable V
- S = desviación estándar Phantom para la variable V

La suma de los valores antropométricos para cada subgrupo de variables predictivas, se utiliza para determinar un valor Phantom de proporcionalidad (Z) para cada masa de tejido: adiposo, músculo, hueso y residual. Se considera que la desviación del valor Phantom de proporcionalidad para cada masa de tejido, representa las características displásicas de la masa de tejido. Para calcular la masa fraccional para cada tejido, se utiliza la siguiente fórmula:

$$M = (Z \cdot s + P) / (C_P / C_S)^3$$

Dónde:

- M = cualquier masa, por ejemplo: masa adiposa, masa de tejido esquelético, masa muscular o masa residual (en Kg.)
- Z = valor de la proporcionalidad Phantom de cada masa (expresa la proporcionalidad Z del subgrupo de medidas asignado a una determinada masa de tejido)
- P = valor Phantom específico para la masa de tejido en cuestión
- S = desviación estándar Phantom para la masa de tejido que se calcula
- C_P = Altura o talla Phantom (para el cálculo de la masa residual se usa la altura o talla sentado)
- C_S = Altura o talla del evaluado
- 3 = exponente dimensional (asumiendo una similaridad geométrica donde masa = litros (o m³))

2.4.1.2 Predicción de la masa esquelética u ósea

Ante todo, debe aclararse que la masa esquelética u ósea, se calcula en forma separada:

a) masa ósea de la cabeza; b) masa ósea del cuerpo.

La masa esquelética de la cabeza se predice de acuerdo con el método general antes descrito, así pues:

$$Z \text{ OSEA CABEZA} = (\text{perímetro de la cabeza} - 56,0) / 1,44$$

Donde:

- 56,0 = perímetro Phantom de la cabeza
- 1,44 = desviación estándar Phantom para el perímetro de la cabeza
- M OSEA CABEZA = Masa ósea de la cabeza (en kg.)
- Z OSEA CABEZA = Score de proporcionalidad Phantom para masa ósea de la cabeza
- 1,20 = Constante del método para media de masa ósea Phantom de la cabeza (en kg.)



- 0,18 = Constante del método para desviación estándar de la masa ósea Phantom de la cabeza (en kg.)

La masa esquelética del cuerpo se calcula según las siguientes ecuaciones:

$$S \text{ OSEA CUERPO} = \text{sumatoria} [\text{BIAC} + \text{BIIL} + (2 \cdot \text{HUM}) + (2 \cdot \text{FEM})]$$

Donde:

- BIAC = diámetro biacromial
- BIIL = diámetro Biliocrestal
- HUM = diámetro del húmero
- FEM = diámetro del fémur

$$Z \text{ OSEA CUERPO} = [S \text{ OSEA CUERPO} \cdot (170,18 / \text{HT}) - 98,88] / 5,33$$

Donde:

- Z OSEA CUERPO = Score de proporcionalidad Phantom para masa ósea del cuerpo
- S OSEA CUERPO = Sumatoria antes descrita
- 98,88 = valor de sumatoria Phantom de los diámetros óseos
- 5,33 = valor de sumatoria Phantom de los desvíos estándar de los diámetros óseos
- 170,18 = Constante de altura Phantom
- HT = Altura o talla del evaluado

$$M \text{ OSEA CUERPO (kg)} = \frac{(Z \text{ OSEA CUERPO} \cdot 1,34) + 6,70}{(170,18 / \text{HT})^3}$$

Donde:

- M OSEA CUERPO = masa ósea del cuerpo (en kg.)
- Z OSEA CUERPO = Score de proporcionalidad Phantom para masa ósea del cuerpo
- 6,70 = Constante del método para media de masa ósea corporal Phantom (en kg.)
- 1,34 = Constante del método para desvío estándar de masa ósea corporal Phantom (en kg.)

$$\text{MASA TOTAL OSEA (en kg.)} = M \text{ OSEA CUERPO} + M \text{ OSEA CABEZA}$$

2.4.1.3 Predicción de la masa adiposa

Se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$S \text{ ADIP} = \text{sumatoria (TPSF + SSSF + SISF + ABSF + THSF + MCSF)}$$

$$Z \text{ ADIP} = [S \text{ ADIP} \cdot (170, 18 / HT) - 116, 41] / 34, 79$$

Donde:

- 116,41 = sumatoria de medias Phantom de los pliegos cutáneos 34,79 = sumatoria de los desvíos estándar Phantom para los pliegues cutáneos
- TPSF = pliegue cutáneo del tríceps
- SSSF = pliegue cutáneo subescapular
- SISF = pliegue cutáneo Supraespinal
- ABSF = pliegue cutáneo abdominal
- THSF = pliegue cutáneo frontal del muslo
- MCSF = pliegue cutáneo de la pantorrilla media

$$M \text{ ADIP (kg.)} = [(Z \text{ ADIP} \cdot 5, 85) + 25, 6] / (170, 18 / HT)^3$$

Donde:

- M ADIP = Masa adiposa (en kg.)
- Z ADIP = Score de proporcionalidad Phantom para la masa adiposa
- 25,6 = Constante del método para media de masa adiposa Phantom (en kg.)
- 5,85 = Constante del método para desvío estándar de la masa adiposa Phantom (en kg.)

2.4.1.4 Predicción de la masa muscular

$$S \text{ MUS} = \text{Sumatoria (P ARC + P FA + P THC + P MCC + P CHC)}$$

$$Z \text{ MUS} = [S \text{ MUS} \cdot (170, 18 / HT) - 207, 21] / 13, 74$$

Donde:

- 207,21 = sumatoria de las medias Phantom de los perímetros corregidos
- 13,74 = sumatoria de los desvíos estándar Phantom para los perímetros corregidos
- PARC = perímetro del brazo (relajado), corregido por el pliegue cutáneo del tríceps

- P FA = perímetro del antebrazo (no corregido)
- P THC = perímetro del muslo, corregido por el pliegue cutáneo del muslo frontal
- P MCC = perímetro de la pantorrilla, corregido por el pliegue cutáneo de la pantorrilla medial
- P CHC = perímetro de la caja torácica, corregido por el pliegue cutáneo subescapular

$$M \text{ MUS (kg.)} = [(Z \text{ MUS} \cdot 5,4) + 24,5] / (170,18 / HT)^3$$

Donde:

- M MUS = Masa muscular (en kg.)
- Z MUS = Score de proporcionalidad Phantom para masa muscular
- 24,5 = Constante del método para media de masa muscular Phantom (en kg.)
- 5,4 = Constante del método para desvío estándar Phantom para el músculo (en Kg.)

2.4.1.5 Predicción de la masa residual

$$S \text{ RES} = \text{Sumatoria (D APCH + D TRDH + P WC)}$$

Donde:

- D APCH = Diámetro anteroposterior de la caja torácica
- D TRCH = Diámetro transversal de la caja torácica
- P WC = perímetro de la cintura, corregido por el pliegue cutáneo abdominal

$$Z \text{ RES} = [S \text{ RES} \cdot (89,92 / SIT HT) - 109,35] / 7,08$$

Donde:

- S RES = Sumatoria de variables para el cálculo de la masa residual
- Z RES = Score de proporcionalidad Phantom para la masa residual
- 89,92 = altura o talla sentado Phantom
- 109,35 = Sumatoria de las medias Phantom de las variables usadas
- 7,08 = Sumatoria de los desvíos estándar Phantom de las mismas variables
- SIT HT = Altura o talla sentado

$$M \text{ RES (en kg.)} = [(Z \text{ RES} \cdot 1,24) + 6,10] / (89,92 / SIT HT)^3$$

Donde:



- M RES = Masa residual (en kg.)
- Z RES = Score de proporcionalidad Phantom para masa residual
- 6,10 = Constante del método para la media de masa residual Phantom
- 1,24 = Constante del método para el desvío estándar para la masa residual Phantom

2.4.1.6 Predicción de la masa corporal total

La masa corporal predictiva se estima a partir de la suma de las cinco masas tisulares fraccionales calculadas:

$$M \text{ TOT (en kg.)} = (M \text{ piel} + M \text{ adiposa} + M \text{ muscular} + M \text{ ósea} + M \text{ residual})$$

Donde:

- M TOT = masa corporal predictiva (en Kg.)

Capítulo III

3. Resultados y Tabulación de datos

Las medidas antropométricas que se obtuvieron en el estudio se presentan a continuación en las diferentes tablas, las cuales fueron analizadas en el programa IBM SPSS Statistics 20.0 y Microsoft Excel 2013.

3.1 Tablas descriptivas de los resultados que presentan los atletas sometidos a estudio por sexo, nivel y categoría.

Para la obtención de las tablas que se presentan a continuación a cerca de los estadísticos descriptivos donde se comparan las medias de los componentes corporales (M. Adiposa, M. Muscular, M. Ósea, M. Residual, M. Cutánea) en base a variables como: sexo, nivel competitivo e índice de masa corporal, se realizó la prueba de normalidad Shapiro – Wilk, la cual arrojó resultados positivos dando a entender que la muestra no posee valores extremos y se encuentra dentro de las distribuciones normales, además, se eligió una prueba no paramétrica denominada U de Mann-Whitney, la cual se utilizó para analizar las medias de las muestras independientes y determinar si hay diferencias significativas a nivel de 0,05. Se utilizó una prueba no paramétrica por tratarse de una muestra pequeña.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del componente Masa Muscular por Sexo

% Masa Muscular			
SEXO	N	Media	Desv. típ.
VARONES	12	49,0%	2,5
MUJERES	11	44,0%	2,8

El estadístico de contraste evidencia que el porcentaje de MM de los atletas varones no es significativamente diferente al de las atletas en mujeres ($Z=3,44$; $p > 0,05$)

Tabla 2. Estadísticos descriptivos del componente Masa Adiposa por Sexo

% Masa Adiposa			
SEXO	N	Media	Desv. típ.
VARONES	12	20,9%	3,0
MUJERES	11	27,3%	3,9

El estadístico de contraste evidencia que el porcentaje de MA de los atletas varones no es significativamente diferente al de las atletas en mujeres ($Z=3,50$; $p > 0,05$)

Tabla 3. Estadísticos descriptivos del componente Masa Ósea por Sexo

% Masa Ósea			
SEXO	N	Media	Desv. típ.
VARONES	12	12,0%	1,6
MUJERES	11	11,3%	1,4

El estadístico de contraste evidencia que el porcentaje de MO de los atletas varones no es significativamente diferente al de las atletas mujeres ($Z=1,23$; $p > 0,05$)

Tabla 4. Estadísticos descriptivos del componente Masa Muscular por Nivel Competitivo

% Masa Muscular			
NIVEL COMPETITIVO	N	Media	Desv. típ.
ELITE	13	47,5%	3,5
EN PROYECCION	10	45,5%	3,6

El estadístico de contraste evidencia que el porcentaje de MM de los atletas élite no es significativamente diferente al de los atletas en proyección ($Z=0,99$; $p > 0,05$)

Tabla 5. Estadísticos descriptivos del componente Masa Adiposa por Nivel Competitivo

% Masa Adiposa			
NIVEL COMPETITIVO	N	Media	Desv. típ.
ELITE	13	23,5%	4,7
EN PROYECCION	10	24,5%	4,8

El porcentaje de MA de los atletas élite no es significativamente diferente al de los atletas en proyección ($Z=0,5$; $p > 0,05$).

Tabla 6. Estadísticos descriptivos del componente Masa Ósea por Nivel Competitivo

% Masa Ósea			
NIVEL COMPETITIVO	N	Media	Desv. típ.
ELITE	13	11,5%	1,6
EN PROYECCION	10	11,9%	1,4

El porcentaje de MO de los atletas élite no es significativamente diferente al de los atletas en proyección ($Z=0,62$; $p > 0,05$).

Tabla 7. Estadísticos descriptivos del componente Masa Residual por Nivel Competitivo

% Masa Residual			
NIVEL COMPETITIVO	N	Media	Desv. típ.
ELITE	13	11,7%	1,5
EN PROYECCION	10	12,4%	0,6

El porcentaje de M.R. de los atletas élite no es significativamente diferente al de los atletas en proyección ($Z=1,2$; $p > 0,05$).

Tabla 8. Estadísticos descriptivos del componente Masa Cutánea por Nivel Competitivo

% Masa Cutánea			
NIVEL COMPETITIVO	N	Media	Desv. típ.
ELITE	13,0	5,8%	0,4
EN PROYECCION	10,0	5,8%	0,4

El porcentaje de M.C. de los atletas élite no es significativamente diferente al de los atletas en proyección ($Z=0,6$; $p > 0,05$).

Tabla 9. Estadísticos descriptivos del componente Masa Muscular por Categoría

% Masa Muscular			
CATEGORIA	N	Media	Desv. típ.
SENIOR	10	48,1%	3,7
JUVENILES	13	45,5%	3,3

El porcentaje de M.A. de los atletas senior no es significativamente diferente al de los atletas juveniles ($Z=1,2$; $p > 0,05$).

Tabla 10. Estadísticos descriptivos del componente Masa Adiposa por Categoría

% Masa Adiposa			
CATEGORIA	N	Media	Desv. típ.
SENIOR	10,0	22,5%	4,3
JUVENILES	13,0	25,0%	4,8

El porcentaje de M.M. de los atletas senior no es significativamente diferente al de los atletas juveniles ($Z=1,3$; $p > 0,05$).

Tabla 11. Estadísticos descriptivos del componente Masa Ósea por Categoría

% Masa Ósea			
CATEGORIA	N	Media	Desv. típ.
SENIOR	10	11,5%	1,8
JUVENILES	13	11,7%	1,3

El porcentaje de M.O. de los atletas senior no es significativamente diferente al de los atletas juveniles ($Z=0,1$; $p > 0,05$).

Tabla 12. Estadísticos descriptivos del componente Masa Residual por Categoría

Masa Residual			
CATEGORIA	N	Media	Desv. típ.
SENIOR	10	12,0%	1,3
JUVENILES	13	12,0%	1,2

El porcentaje de M.R. de los atletas senior no es significativamente diferente al de los atletas juveniles ($Z=0,4$; $p > 0,05$).

Tabla 13. Estadísticos descriptivos del componente Masa Cutánea por Categoría

Masa Cutánea			
CATEGORIA	N	Media	Desv. típ.
SENIOR	10	5,9%	0,3
JUVENILES	13	5,7%	0,4

El porcentaje de M.C. de los atletas senior no es significativamente diferente al de los atletas juveniles ($Z=1,8$; $p > 0,05$).



Tabla 14. Estadísticos descriptivos de la variable Índice de Masa Corporal por Nivel Competitivo

Índice de Masa Corporal

NIVEL COMPETITIVO	N	Media	Desv. típ.
ELITE	13,0	20,7%	1,0
EN PROYECCION	10,0	21,5%	2,1

El IMC de los atletas elite no es significativamente diferente al de los atletas en proyección ($Z=0,5$; $p > 0,05$).

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de la variable Índice de Músculo Óseo por Nivel Competitivo

IMO

NIVEL COMPETITIVO	N	Media	Desv. típ.
ELITE	13	4,2	0,9
EN PROYECCION	10	3,9	0,4

El IMO de los atletas elite no es significativamente diferente al de los atletas en proyección ($Z=0,8$; $p > 0,05$).

Capítulo IV

4. Discusión y Conclusiones

4.1 Discusión

El objetivo de esta investigación fue analizar la relación entre la composición corporal y el rendimiento deportivo en marchistas élite. Para el estudio se realizó la toma de medidas antropométricas, permitiendo así la obtención de los porcentajes de cada componente corporal para su posterior relación con el rendimiento.

La relación entre la composición corporal y el rendimiento deportivo es proporcional ya que la una depende de la otra, lo que conlleva a que el deportista se encuentre dentro de parámetros específicos como un bajo porcentaje de grasa y bajo porcentaje de masa muscular, esto tiene gran concordancia con lo que menciona Pacheco Del Cerro (1996), que los marchistas tanto varones y mujeres poseen una tendencia a la ectomorfia y poco desarrollo muscular, por lo tanto podemos inferir que los resultados o el rendimiento deportivo como tal se verá directamente relacionado con la composición corporal del deportista.

Este estudio no presenta diferencias significativas entre sus variables, no obstante, hay que hacer un especial énfasis en las pequeñas diferencias presentes entre Masa Muscular (%), Masa Adiposa (%) e Índice de Masa Corporal. Al comparar los resultados del componente M.M (Tabla 1) con el estudio realizado por Gómez, y otros, (2018) las mujeres presentan un menor porcentaje de M.M frente a los varones, esto está de acuerdo con estudios donde mencionan las diferencias sexuales en diferentes disciplinas deportivas. Por otro lado, con la investigación de Rivera, y otros, (2012) podemos observar que no existen diferencias representativas con este estudio, los valores alcanzados se encuentran ligeramente sobre el 45% sin llegar al 50% que según Canda (2003) es el valor de masa libre de tejido adiposo, del mismo modo al establecer relación con la investigación de Ramos & Pérez (2016) se observa que los resultados son similares y no presentan diferencias marcadas que deban ser consideradas. Por otro lado, al contrastar los resultados con los estudios realizados por Gómez, y otros, (2018) donde se comparan a marchistas de las pruebas 20 km y 50 km respectivamente, se observó que estos atletas presentan una M.M ligeramente más alta que los atletas del presente estudio,

lo que sugiere que estos porcentajes son mejores, pero aún no se encuentran dentro de los valores idóneos (Tabla 4, 9). En definitiva, el alto porcentaje de masa muscular en los marchistas puede explicarse debido a la mayor demanda muscular y al esfuerzo necesario por mantener los patrones de la carrera, ya que las reglas que rigen esta disciplina obligan al atleta a limitar la marcha a un patrón menos eficiente.

Por otro lado, el componente de Masa Adiposa también presenta diferencias mínimas, sin embargo, en la variable sexo se expone que las mujeres presentan un porcentaje de M.A ligeramente mayor que los varones concordando así con lo expuesto por Gómez, y otros, (2018) (Tabla 2). Así mismo, dentro de las variables nivel competitivo y categoría (Tabla 5, 10) no se presentan diferencias marcadas, sin embargo, los resultados obtenidos no son los esperados ya que según Ruhling & Hopkins (2005), los marchistas élite son más delgados logrando alcanzar un promedio del 10% de grasa corporal. Así mismo, Wilmore & Costill (2004) menciona que los atletas deben encontrarse dentro de los estándares en cuanto al porcentaje de grasa establecido entre 5-12% para varones y 8-15% para mujeres. Adicionalmente, (Gómez, y otros, 2018; Barry, y otros, 2016; Díaz-Gamboa, y otros, 2018; Espinoza, y otros, 2019) con los resultados obtenidos en sus estudios donde los porcentajes de grasa son bajos, refuerzan lo planteado anteriormente. No obstante, Wilmore y Costill (2004) sugieren que estos valores no pueden ser los apropiados para todos los deportistas, por lo que las técnicas de medición siempre presentarán errores inherentes, también se debe tener muy presente el concepto de variabilidad individual ya que no todos los corredores de fondo masculinos obtendrán sus mejores resultados con un 6% de grasa corporal, y que algunos pueden mejorar su rendimiento estableciendo valores ligeramente más bajos, mientras que por otro lado otros no podrán alcanzar valores relativamente tan bajos y en ese caso su rendimiento se verá comprometido.

En tanto que la M.O (Tabla 3, 6, 11) pese a no presentar diferencias significativas, exhibe un pequeño margen de diferencia entre los atletas en las diferentes variables (sexo, nivel competitivo y categoría), así como menciona Gamboa, y otros, (2018) que el diámetro femoral en atletas varones es mayor que en las mujeres, del mismo modo López, Dorado & Chavarren (2003) señalan que los deportes de resistencia específicamente la marcha atlética se relaciona con la pérdida de masa ósea, especialmente en atletas amenorreicas, así mismo Rivera, y otros, (2012) mencionan que los diámetros óseos en los marchistas élite (nacionales e internacionales) muestran una tendencia similar

específicamente en el diámetro Biiliocrestídeo describiendo una estrechez en la cadera, perfilando así la linealidad en el físico del atleta, sin embargo la masa libre de tejido adiposo demuestra que la M.O, M.M y M.R no se presentan en porciones fijas y además las densidades de cada una no es constante, especialmente la del hueso, en efecto el tamaño del diámetro de los huesos, en especial los del tronco como el biacromial (hombros) y el bicrestal (caderas), afecta en gran medida al peso (Henneberg & Ulijaszek, 2010). Al mismo tiempo se menciona que conforme el individuo va creciendo se va dando una mineralización de los huesos, por lo que la M.O y la densidad de la misma va en aumento hasta alcanzar los valores propios del adulto hacia los 18-20 años (López, Dorado & Chavarren, 2003) no así, la densidad ósea es relativa a la edad, con una pérdida estimada del 2% por década (Kerr, 1988)

Es conveniente destacar que la M.O va a tener incidencia directa sobre el peso del atleta, así Holway (2010), menciona que si el cuerpo presenta diámetros más grandes, en especial del tronco, permiten que existan más tejidos no óseos, transformando así el aumento de peso en grado considerable, al mismo tiempo Kerr (2007) manifiesta que la M.O se relaciona directamente con la M.M, en consecuencia Reid (2002) sugiere que el tamaño físico impacta tanto en la M.M como en la M.O, de este modo los músculos ejercen sus acciones mediante la inserción en huesos y ambos han demostrado hipertrofia con ejercicio. Por lo tanto, la mayor parte de los músculos y otros tejidos blandos no grasos contribuyen a la carga que transporta el esqueleto, en consecuencia, la estructura ligera de los marchistas hace que posean una cantidad de tejidos muscular y blando ligera que beneficia el rendimiento en su disciplina.

En resumen, se observa que los atletas élite y en proyección del presente estudio no presentan diferencias significativas en cuanto al IMO, sin embargo se debe enfatizar en las pequeñas diferencias encontradas en los resultados, de este modo tenemos que los atletas élite presentan un IMO más alto que los atletas en proyección (Tabla 15), no obstante al comparar con el estudio de Ramos & Pérez (2016) se observa que estos atletas presenta un IMO mas alto, lo que nos lleva a inferir que la estura refleja la diferencia entre estos dos estudios.

En definitiva para mover una estructura más grande con palancas más largas (M.O), se requiere una mayor M.M y, por lo tanto, la altura y la masa muscular deben estar altamente correlacionadas entre sí (Kerr, y otros, 2007). También, se debe

mencionar que las dimensiones del esqueleto van a influir sobre el peso corporal en dependencia de la estatura, así un esqueleto grande puede pesar uno o dos kilogramos más que uno pequeño con estura similar, pero una vez que los tejidos magros pasan a formar parte de la ecuación el esqueleto grande puede llegar a pesar hasta 10 kilogramos más con todas sus masas. En definitiva, es posible inferir el desarrollo muscular alcanzable en base al tamaño del esqueleto, es decir utilizando el IMO cuyo rango normal es, aproximadamente, de 3.8 a 4.9 en hombres, y 3.0 a 4.2 en mujeres (Holway, 2018; Holway, 2010)

El IMC (Tabla 14) al igual que los componentes estudiados no presenta diferencias significativas entre atletas élite y en proyección, semejante al estudio presentado por (Rivera, y otros, 2012; Espinoza, y otros., 2019), de igual manera al contrastar los resultados exhibidos por (González de Suso & Porta, 2003; Gamboa, y otros, 2018) pese a que estos se realizaron por sexo no existen diferencias ponderables y de consideración, no obstante se debe hacer hincapié en las pequeñas diferencias presentes entre los atletas élite y los de proyección, como resultado el estudio presenta que los atletas élite tienen un IMC menor que los atletas en proyección, sin embargo al comparar el estudio con la investigación ostentada por Ramos & Pérez (2016) se observa que los atletas élite poseen un IMC superior sin llegar a mostrar diferencias desmedidas. En todo caso se debe mencionar que esta variable de estudio no presenta datos certeros y confiables en cuanto a la obtención de la masa corporal debido a que se basa en el supuesto de que todo el peso que exceda de los valores propuestos por las tablas de talla-peso corresponderá a M.G siendo evidente que dicho aumento puede deberse al incremento de la M.M (Kweitel, 2007), o por el contrario donde la masa corporal que se encuentre por debajo de los valores preestablecidos no será resultado de un menor porcentaje de M.M

4.2 Conclusiones

- Los porcentajes de los componentes corporales en los marchistas élite, resultaron ser más ligeros, así los porcentajes de M.M tienden a mantenerse e incluso a aumentar en pequeñas cantidades debido al esfuerzo que demanda la disciplina, así mismo los resultados demuestran que los componentes de M.A y M.O presentan bajos porcentajes lo que se traduce en menos carga para el marchista.
- Los resultados obtenidos indican que la composición corporal mantiene una relación directa con el rendimiento deportivo, así, mientras más alto es el nivel competitivo (élite) en el que se encuentran los atletas, los componentes corporales M.A y M.O presentan porcentajes bajos, por lo tanto, se logra relacionar que los marchistas obtienen beneficios deportivos como en el transporte de una menor carga, siempre y cuando no exista excesos en la masa corporal total.
- Los porcentajes de los componentes corporales indican que, los varones presentan un ligero aumento de M.M y M.O frente a las mujeres, este último se debe más a las condiciones fisiológicas de las mujeres que por resultados directos de la disciplina deportiva, no obstante, las mujeres presentan un porcentaje levemente elevado de M.A frente a los varones, debido a que pueden almacenar mayores niveles de M.A por razones hormonales.
- El IMO exhibe la relación directa existente entre la M.M y la M.O, así la cantidad de tejido muscular por kilo de tejido óseo es mayor en los atletas élite, permitiendo inferir que se debe a la maestría deportiva y a la madurez de los componentes muscular y óseo de los marchistas, este factor parece aportar de manera fundamental en el peso corporal total del deportista.
- El IMC indica los kilos de masa corporal por la estatura, y en los atletas élite se describe que poseen un IMC menor que los atletas de proyección, encontrándose así dentro de los parámetros de un peso normal, lo que en consecuencia resulta beneficioso para el atleta ya que podrá movilizar una menor carga durante la competencia.

4.3 Limitaciones del estudio

- El presente estudio se enfrentó a limitaciones tales como el tamaño de la muestra que podría ampliarse, así como hacer más extensivo este estudio. También, al contar con un número pequeño de atletas no se pudo realizar un análisis estadístico por género en todos los componentes, por lo que se optó realizar una prueba general.
- Se encontró limitaciones en cuanto a la escasa bibliografía referente al método de cinco componentes, ya que es un método nuevo establecido hace pocos años, por lo que es utilizado muy poco en las investigaciones.
- Celo profesional por parte de los entrenadores y deportistas, se encontraban un tanto reacios a someterse a la toma de medidas y expresaban una idea equívoca al creer que los datos de los estudios no llegarían a ser de su conocimiento y además podían ser difundidos a la competencia.

Bibliografía

- Aguilera, R. (2007). *Historia de las copas Panamericanas de Marcha Atlética 1984-2007*. Mar del Plata.
- Alvero, J., Cabañas, M. D., Herrero, Á., Martínez, L., Moreno, C., Porta, J., . . . Sirvent, J. E. (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: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 166-179.
- Balius Juli, R. (1978). Orígenes de la marcha deportiva. *Aportes de Medicina Deportiva*, 233-237.
- Canda-Moreno, A. (2003). Estimación Antropométrica de la Masa Muscular en Deportistas de Alto Nivel. *Consejo Superior de Deportes*, 9-24.
- Díaz-Gamboa, J., Espinoza-Navarro, O., Brito-Hernández, L., Gómez-Bruton, A., A-Linaza, & Pablo. (2018). Body Composition and Somatotype of elite 10 Kilometers. *Interciencia*, 289-294.
- Espinoza, O., Lizana, P., Gómez, A., & Brito, L. &.-O. (2019). Anthropometric Characteristics, Body Composition and Somatotype of Elite Pan-American Race Walking 20K. *Revista Internacional de Morfología*, 1220-1225.
- Franklin, B., Kaimal, K., Moir, T., & Hellerstein, H. (2016). Characteristics of National-Class Race walkers. *The Physician and Sportsmedicine*, 101-108.
- Gomez, J., Tam, N., Torres, J., Granados, C., & Santos, J. (2018). Anthropometric characteristics of top-class Olympic race walkers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1-15.
- González de Suso, J., & Porta, J. (2003). Determinación del Tejido Adiposo por Resonancia Magnética en Deportistas. *Consejo Superior de Deportes*, 82-101.



- Gutiérrez, H., Rojas, J., & Cando, K. (Septiembre de 2014). La iniciación deportiva en Ecuador y su incidencia en el desarrollo de la habilidades motrices en el atletismo. *efdeportes.com*. Obtenido de *efdeportes.com*:
<https://www.efdeportes.com/efd196/la-iniciacion-deportiva-en-ecuador-en-el-atletismo.htm>
- Guzmán Díaz, L. A. (2012). *Manual de cineantropometría*. Armenia, Colombia: Kinesis. Obtenido de www.kinesis.com.co
- Henneberg, M., & Ulijaszek, S. (2010). Body frame dimensions are related to obesity and fatness: Lean trunk size, skinfolds, and body mass index. *American Journal Human Biology*, 83-91.
- Holway, F. (2010). Composición corporal en nutrición deportiva. *ResearchGate*, 195-226.
- Holway, F. (18 de Febrero de 2018). *Francis Holway*. Obtenido de Francis Holway:
<https://www.francisholway.com/>
- IAAF. (1 de Noviembre de 2017). *IAAF Reglamento de competición*. Obtenido de www.iaaf.org
- Kerr, D. (1988). Master of Science (Kinesiology). "*An Anthropometric Method for Fractionation of Skin, Adipose, Bone, Muscle and Residual Tissue Masses, in Males and Females age 6 to 77 years*". Simon Fraser University.
- Kerr, D., Papalia, S., Morton, A., Dick, I., Dhaliwal, S., & Prince, R. (2007). Bone Mass in Young Women Is Dependent on Lean Body Mass. *Journal of Clinical Densitometry*, 319-326.
- Kweitel, S. (2007). IMC: Herramienta poco útil para determinar el peso ideal de un Deportista. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 274-289.
- López-Calbet, J., Dorado- García, C., & Chavarren-Cabrero, J. (2003). Evaluación de la composición corporal mediante absorciometría fotónica dual de rayos X: aplicaciones y limitaciones en el ámbito del deporte. *Consejo Superior de Deportes*, 55-79.



- Martin, A., Spents, L., Drinkwater, D., & Clarys, J. (1990). Anthropometric estimation on muscle mass in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 729-733.
- Ministerio del Deporte. (2011). *Memorias del deporte: atletismo - marcha atlética*. Quito: OCHOYMEDIO.
- Norton, K., Olds, T., Craig, S., & Olive, N. (1995). Antropometría y Performance Deportiva. En N. Kevin, & T. Olds, *Antropometrica* (pág. 188). Sidney: Biosystem Servicio Educativo.
- Pacheco Del Cerro, J. (1996). Antropometría de atletas españoles élite. *Biomecánica*, 127-130.
- Ramos, C., & Pérez, R. (2016). Perfil Antropométrico de deportistas representativos Mexicanos de Atletismo. *ResearchGate*.
- RealMet Institute. (2017). *RealMet Institute*. Obtenido de RealMet Institute: <https://realmetinstitute.com/>
- Reid, R. (2002). Relationships among Body Mass, Its Components, and Bone. *Bone*, 547-555.
- Rivera, J., Muñoz, M. d., Cervantes, M., Romero, C., & De la Torre, M. d. (2017). Evaluación cineantropométrica en deportistas de marcha atlética varonil:mexicanos vs internacionales. *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte*, 145-161.
- Ross, W. d., & Kerr, D. (1993). Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición,clínica y medicina deportiva. *PubliCE*, 7-10.
- Ruhling, R., & Hopkins. (2005). Race Walking. En T. Reilly, N. Secher, N. Snell, & C. Williams, *Phycology of Sports* (págs. 135-151). London: Taylor & Francis Group.
- Sant, J. (1995). Metodología del atletismo. En J. Sant, *Metodología del atletismo* (págs. 213-216). Barcelona-España: Paidotribo.
- Sant, J. (2014). *Metodología y Técnicas de Atletismo*. Barcelona: Paidotribo.
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & de Ridder, H. (2011). *Protocolo Internacional para la Valoración antropométrica*. Australia: ISAK.



Wang, Z.-M., Heshka, S., Pierson Jr, R., & Heymsfield, S. (1995). Systematic organization of body-composition methodology:an overview with emphasis on component-based methods. *American Society for Clinical Nutrition*, 457-465.

Wilmore, J., & Costill, D. (2004). *Fisiologia del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo.

Anexos



Parque de la Madre
(Federico Malo entre Florencia Astudillo y Av. 12 de Abril).
Tel: 593 7 4103604 • Cel: 0987 997829 • e-mail: clubfuschocho@yahoo.com

Somos los primeros con Podium Olímpico

Cuenca, 27 de diciembre de 2018

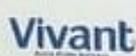
Magister,
Jorge Brito Parra
DOCENTE DE LA CARRERA DE CULTURA FÍSICA.
Ciudad.

De mi consideración,

Reciba un atento y cordial saludo, el motivo de la presente es dar una respuesta favorable, al pedido de aprobación para que los estudiantes **Carlos Fernando Cevallos Arias** y **Christian Alfredo Rojas Bautista**, realicen el trabajo de tesis en el Club Deportivo Especializado Formativo "Luis Chocho Sanmartín", con el tema "**COMPOSICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO DEPORTIVO**".

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente  **LUIS CHOCHO S.**
Club Deportivo Especializado y Formativo
Lcdo. Luis Chocho Sanmartín
PRESIDENTE DEL CLUB





Consentimiento Informado para Antropometría.

Sr/Srta. [Redacted]
CI... [Redacted] Fecha de nacimiento... 29-07-1995 Domiciliado en
las Calles ... [Redacted]
Parroquia... El Valle
Ciudad... Cuenca País... Ecuador Correo electrónico... [Redacted]
Teléfono... [Redacted]

Expone:

Doy mi consentimiento tras la información previa recibida tanto oral como por escrito para que me realicen un estudio antropométrico, consistente en la toma de una serie de medidas cineantropométricas estandarizadas según los criterios de ISAK, que serían: el peso y la talla, pliegues cutáneos (...), circunferencias (...), longitudes (...) y Alturas (...) todas ellas inocuas e indoloras, cuyo objetivo es el estudio mi cuerpo humano, con el fin de entender el proceso de: la Composición Corporal y el rendimiento deportivo, así como el estado de nutrición como índice de salud; siguiendo las instrucciones del antropometrista.

Los datos obtenidos serán tratados con la máxima confidencialidad y rigor científico, reservándose su uso para trabajos de investigación siguiendo el método científico exigido en cada caso, acatándose la Ley Orgánica de protección de datos de Carácter Personal y los procedimientos empleados respetan los criterios éticos del comité responsable de experimentación humana (local o institucional) y la Declaración de Helsinki de 1975, enmendada en 1983.

Fecha: 30/10/2019

Nombres y apellidos



La combinación de una serie de medidas antropométricas como el peso, la estatura, los pliegues cutáneos de grasa, los diámetros óseos y los perímetros musculares nos sirven como variables dependientes predictoras de la masa grasa y MLG8.

La medición

- Los procedimientos utilizados están aprobados por el comité de bioética competente (COBIAS).
- Las mediciones se realizarán en privado, en un espacio reservado para el atleta, la antropometrista y su equipo de ayuda.
- La sala de medición ofrece privacidad.
- Debe tenerse en cuenta que todas las personas poseen un área alrededor de sus cuerpos, conocido como “espacio personal”, que al ser invadido les hace sentir incómodas o amenazadas. esto es particularmente cierto en lo que respecta a la parte frontal del sujeto y es por eso que la mayoría de mediciones se toman desde el costado o por detrás.
- Por lo tanto, los antropometrista están formadas en proxemia (espacio personal) háptica (aspectos socioculturales del contacto físico), y sensibilidades culturales a la hora de medir.

Condiciones a seguir para realizar la valoración de la composición corporal

- No comer ni beber en las 3 horas previas.
- No realizar ejercicio extenuante 6 horas antes.
- Orinar 30 min. antes del test.
- No consumir alcohol 48 horas antes.
- No tomar diuréticos (fármacos) 7 días antes.
- No tomar alimentos diuréticos (café, té...) 24h antes de las mediciones.
- Retirar todo elemento metálico del cuerpo (relojes, anillos, pulseras, pendientes, piercings, etc.).

Vestimenta

- En lo que respecta a vestimenta y otros aspectos, los antropometristas son sensibles y respetaran las creencias y tradiciones culturales del sujeto.



- A lo largo del protocolo, se le podrá pedir al sujeto que adopte diferentes posiciones. Para que las medidas se realicen de la manera más rápida y eficiente posible solicitamos a los sujetos que se presenten con un mínimo de vestimenta. Los bañadores (de dos piezas en el caso de las mujeres) son ideales por la facilidad que ofrecen para tener acceso a los sitios de medición. La ropa interior no es considerada apropiada para realizar las mediciones.
- La indumentaria debe tener un espesor mínimo y amoldarse a los contornos naturales del cuerpo. También debe permitir el acceso a zonas del cuerpo donde se realiza la medición de los pliegues.

También deberíamos tener en cuenta antes de la valoración:

- ✓ No echarse aceite o cremas hidratantes antes de las mediciones.
- ✓ Presentarse 15 minutos antes de la hora acordada.

El compromiso de los que realizamos el estudio es presentar al atleta, padre (en caso de ser menor de edad), y entrenador los resultados detallados del estudio para que en los diferentes casos se tomen las correcciones o se mantengan.

En nuestro caso no hay intervención alguna para con los atletas, en cuanto a los resultados, serán los entrenadores quienes estarán en la potestad de utilizar los mismos conforme crean conveniente.

ANTROPOMETRISTA Mst. JORGE BRITO PARRA NIVEL 3 ISAK

Usted tiene derecho a:

- 1) Recibir la información del estudio de forma clara;
 - 2) Tener la oportunidad de aclarar todas sus dudas;
 - 3) Tener el tiempo que sea necesario para decidir si quiere o no participar del estudio;
 - 4) Ser libre de negarse a participar en el estudio, y esto no traerá ningún problema para usted;
 - 5) Ser libre para renunciar y retirarse del estudio en cualquier momento;
 - 6) Recibir cuidados necesarios si hay algún daño resultante del estudio, de forma gratuita, siempre que sea necesario;
 - 7) Derecho a reclamar una indemnización, en caso de que ocurra algún daño debidamente comprobado por causa del estudio;
 - 8) Tener acceso a los resultados de las pruebas realizadas durante el estudio, si procede;
 - 9) El respeto de su anonimato (confidencialidad);
 - 10) Que se respete su intimidad (privacidad);
 - 11) Recibir una copia de este documento, firmado y rubricado en cada página por usted y el investigador;
 - 12) Tener libertad para no responder preguntas que le molesten;
 - 13) Estar libre de retirar su consentimiento para utilizar o mantener el material biológico que se haya obtenido de usted, si procede;
 - 14) Contar con la asistencia necesaria para que el problema de salud o afectación de los derechos que sean detectados durante el estudio, sean manejados según normas y protocolos de atención establecidas por las instituciones correspondientes;
- Usted no recibirá ningún pago ni tendrá que pagar absolutamente nada por participar en este estudio.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Comprendo mi participación en este estudio. Me han explicado los riesgos y beneficios de participar en un lenguaje claro y sencillo. Todas mis preguntas fueron contestadas. Me permitieron contar con tiempo suficiente para tomar la decisión de participar y me entregaron una copia de este formulario de consentimiento informado. Acepto voluntariamente participar en esta investigación.

Yo, [Redacted Name]

acepto ser parte de este estudio como sujeto de la muestra en el proyecto, "Estudio de la Composición Corporal en los atletas de marcha de la provincia del Azuay" para lo que doy mi consentimiento firmando este formulario, dando por entendido que:

- Al dar mi consentimiento, reconozco ser ecuatoriano, que no presento al momento ninguna dificultad física y que me encuentro en buen estado de salud para la realización de las mediciones;
- Participo de forma voluntaria en este estudio, y que puedo retirarme del mismo sin dar razones;
- Toda la información será tratada confidencialmente y sólo se entregarán resultados generales de la investigación al entrenador;
- Los datos de investigación para el estudio pueden ser publicados sin que mencione el nombre de mi hijo/a;
- Los datos y resultados pueden ser utilizados para estudios posteriores siempre y cuando se informe con anterioridad.

[Redacted Name]
Nombres completos del/a participante

[Signature]
Firma del/a participante

27- Noviembre-201

Fecha

Carlos Fernando Cevallos Arias
Nombres completos del/a investigador/a

[Signature]
Firma del/a investigador/a

27-11-201

Fecha



PROFORMA ANTROPOMÉTRICA PERFIL COMPLETO - ISAK

Apellido y nombre

Fecha de evaluación

Fecha de nacimiento

Evaluador

[Redacted]	N°	[Redacted]
13-11-2019	Sexo (Var, 1; Muj, 2)	(2)
26-03-2004	Edad	0,00
J. Berto	Menstruación	
	Anotador	C. Rojas

		TOMA 1		TOMA 2		TOMA 3	
1	Peso corporal (Kg)	49	9	49	9		
2	Estatura máxima (cm)	152	8	152	8		
3	Estatura de sentado (cm)	84	4	84	0		
4	Envergadura (cm)	149	3	149	3		
5	Pliegue Tríceps (mm)	13	0	13	5		
6	Pliegue Subescapular (mm)	12	6	12	1		
7	Pliegue bíceps (mm)	7	5	7	4		
8	Pliegue de la cresta ilíaca (mm)	18	6	18	4		
9	Pliegue del supraespinal (mm)	13	3	13	2		
10	Pliegue del abdominal (mm)	21	6	21	8		
11	Pliegue del muslo (mm)	18	8	17	7	18	9
12	Pliegue de la pierna (mm)	9	9	10	0		
13	Perímetro de la cabeza (cm)	52	6	52	5		
14	Perímetro del cuello (cm)	31	9	31	5	31	1
15	Perímetro del brazo relajado (cm)	26	4	26	2		
16	Perímetro del brazo flexionado (cm)	26	9	25	9	26	2
17	Perímetro del antebrazo (cm)	23	4	23	4		
18	Perímetro de la muñeca (cm)	14	65	14	6		
19	Perímetro del torax (cm)	85	5	86	1		
20	Perímetro de la cintura (cm)	68	5	65	9		
21	Perímetro de las caderas (cm)	90	7	90	3		
22	Perímetro del muslo 1cm del gluteo	50	7	51	3	51	0
23	Perímetro del muslo medio (cm)	46	6	46	0	45	8
24	Perímetro de la pierna (cm)	32	95	32	85		
25	Perímetro del tobillo (cm)	20	6	20	6		
26	Longitud acromial-radial (cm)	27	5	27	5		
27	Longitud radial-estylion (cm)	20	2	20	3		
28	Longitud stylion medio-dactylion	17	1	16	9	17	4
29	Altura ilioespinal (cm)	84	5	84	0		
30	Altura trocantérea (cm)	83	9	83	4		
31	Longitud trocantérea-tibial	44	4	44	3		
32	Altura tibial-lateral (cm)	38	9	39	0		
33	Longitud tibial mediale-sphyrion tibiale	32	3	32	6	32	5
34	Diámetro biacromial (cm)	34	0	33	4	33	7
35	Diámetro anteroposterior del abdomen	19	4	18	0	17	6
36	Diámetro Biliocrestal (cm)	26	0	26	5	26	5
37	Diámetro del pie (cm)	23	2	23	4		
38	Diámetro transverso del tórax (cm)	26	0	26	4	26	0
39	Diámetro anteroposterior del tórax	16	9	17	3	17	5
40	Diámetro húmero	5	7	5	6	5	65
41	Diámetro biestiloideo (muñeca) (cm)	4	9	4	8	4	8
42	Diámetro fémur (cm)	8	65	8	6		
43	Diámetro bimaleolar	6	5	6	4	6	9

Informativo Antropométrico		Jorge Brito jorge.brito@ucuenca.edu.ec						
Nome: Johana Cordero Lucero		Idade: 31,9						
Avaliador: Jorge Brito								
Número de medição: 21		Data de medição: 24/10/2019						
		<i>Resultados</i>	<i>Correção</i>	<i>Phantom X</i>	<i>Phan sd</i>	<i>Z-Phantom</i>	<i>antes</i>	<i>Dif.</i>
BÁSICAS	Massa total, kg	54,3	59,7	64,58	8,60	-0,57		54,3
	Estatuta, cm	164,9		170,18	6,29			
	Est. sentado, cm	89,2	92,1	89,92	4,50	0,47		
	Envergadura, cm	161,0	166,2	172,35	7,41	-0,84		
COMPRIMENTOS, cm	Braço	30,7	31,7	32,53	1,77	-0,48		30,7
	Antebraço	22,7	23,4	24,57	1,37	-0,83		22,7
	Mão	17,5	18,1	18,85	0,85	-0,93		17,5
	Ilíospinhal	91,1	94,0	94,11	4,71	-0,02		91,1
	Trocanter	83,7	86,4	86,40	4,32	0,00		83,7
	Coxa	41,2	42,5	41,37	2,48	0,46		41,2
	Perna	41,7	43,0	44,82	2,56	-0,70		41,7
	Tíbia	35,7	36,8	36,81	2,10	0,02		35,7
DIÂMETROS, cm	Biacromial	32,0	33,0	38,04	1,92	-2,61		
	Abdominal AP	16,7						16,7
	Bi-ilíocristal	24,0	24,8	28,84	1,75	-2,33		
	Pé	23,7	24,46	25,50	1,16	-0,90		
	Tórax TV	21,1	21,8	27,92	1,74	-3,53		
	Tórax AP	17,2	17,8	17,50	1,38	0,18		
	Umeral	6,2	6,40	6,48	0,35	-0,23		
	Punho	4,6	4,75	5,21	0,28	-1,65		
	Femural	8,8	9,03	9,52	0,48	-1,02		
	Tornozelo	6,4	6,60	6,68	0,36	-0,21		
Mão	17,5	18,06	8,28	0,50	19,56			
PERÍMETROS, cm	Cabeça	53,7	55,4	56	1,44	-0,40		
	Pescoço	30,6	31,6	34,91	1,73	-1,92		30,6
	Braço relaxado	24,3	25,0	26,89	2,33	-0,80		24,3
	Braço flex. e tenso	25,4	26,2	29,41	2,37	-1,35		25,4
	Antebraço	21,8	22,5	25,13	1,41	-1,87		21,8
	Punho	14,4	14,8	16,35	0,72	-2,14		14,4
	Tórax mesoest.	83,3	86,0	87,86	5,18	-0,37		83,3
	Cintura mínima	69,0	71,2	71,91	4,45	-0,17		69,0
	Quadril máximo	92,4	95,4	94,67	5,58	0,12		92,4
	Coxa superior	52,7	54,4	55,82	4,23	-0,34		52,7
	Coxa média	47,5	49,0	53,20	4,56	-0,92		47,5
	Panturrilha	32,4	33,4	35,25	2,30	-0,79		32,4
	Tornozelo	19,1	19,7	21,71	1,33	-1,54		19,1
DOC, mm	Tríceps	9,3	9,6	15,40	4,47	-1,30		9,3
	Subescapular	6,9	7,1	17,20	5,07	-1,99		6,9
	Bíceps	4,0	4,1	8,00	2,00	-1,94		4,0
	Crista ilíaca	9,6	9,9	22,40	6,80	-1,84		9,6
	Supraespinal	7,2	7,4	15,40	4,47	-1,78		7,2
	Abdominal	10,6	10,9	25,40	7,78	-1,86		10,6
	Coxa média	8,5	8,8	27,00	8,33	-2,19		8,5
	Panturrilha medial	4,4	4,5	16,00	4,67	-2,45		4,4

Software desenvolvido por Paulo Lague Sehl, ISAK Level 4 Instructor.

Phantom Z-Score

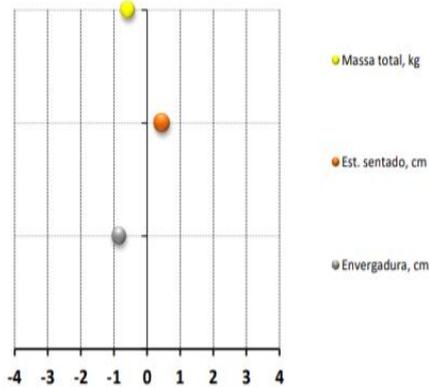
Jorge Brito
jorge.brito@ucuenca.edu.ec

MODELO DE PROPORCIONALIDADE PHANTOM

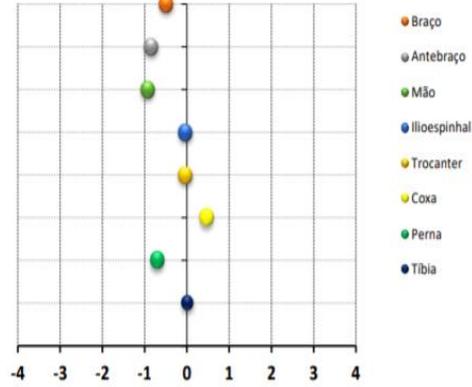
As médias e os desvios padrão do humano de referência **PHANTOM** resultam de milhares de dados coletados de vários grupos populacionais (idosos, jovens, atletas, sedentários). Não é a média ideal, é apenas uma escala de referência para comparações!

Cada variável está ajustada em proporção à estatura de 170,18; a média da amostra localiza-se sobre o valor "0" e a escala é no desvio padrão.

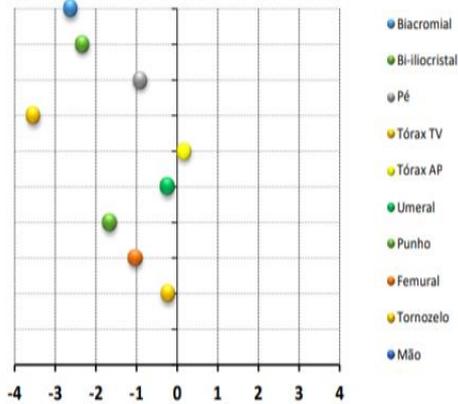
Score Z - Básicas



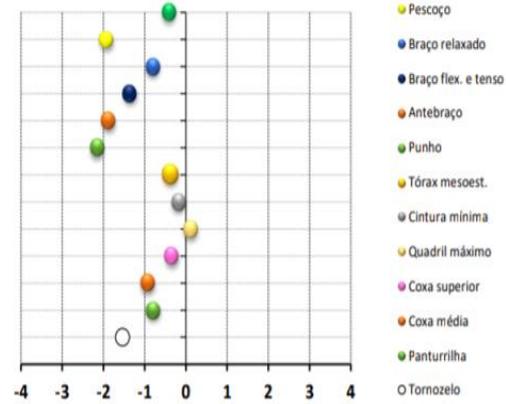
Score Z - Comprimentos



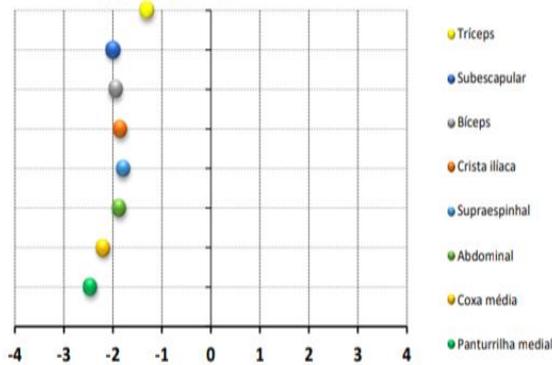
Score Z - Diâmetros



Score Z - Perímetros



Score Z - Dobras cutâneas



Materiais e Métodos

Balança	Camry
Estadiômetro	RealMet
Segmômetro	RealMet
Paquímetro grande	RealMet
Paquímetro pequeno	RealMet
Trena métrica	RealMet
Plicômetro	Harpender
Protocolo de avaliação	ISAK

Software desenvolvido por Paulo Lague Sehl, ISAK Level 4 Instructor.

Informativo Antropométrico		Jorge Brito jorge.brito@ucuenca.edu.ec																																																																	
Nome: Jehana Ordaz de Luaces		Idade: 31,9																																																																	
Avaliador: Jorge Brito																																																																			
Número de medição: 21		Data de medição: 24/10/2019																																																																	
Composição Corporal (Kerr & Ross, 1988)	Fracionamento das 5 massas		Score Z - Massas corporais																																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Massas</th> <th>Percentual</th> <th>kg</th> <th>Correção</th> <th>Phantom X</th> <th>Phan sd</th> <th>Z-Phantom</th> <th>kg antes</th> <th>Dif.,kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Adiposa</td> <td>25,77%</td> <td>13,99</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-1,95</td> <td></td> <td>14,0</td> </tr> <tr> <td>Muscular</td> <td>47,91%</td> <td>26,02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,34</td> <td></td> <td>26,0</td> </tr> <tr> <td>Residual</td> <td>10,34%</td> <td>5,61</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-0,65</td> <td></td> <td>5,6</td> </tr> <tr> <td>Óssea</td> <td>9,33%</td> <td>5,07</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>-1,92</td> <td></td> <td>5,1</td> </tr> <tr> <td>Cutânea</td> <td>6,65%</td> <td>3,61</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3,6</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>100,00%</td> <td>54,30</td> <td>59,68</td> <td>64,58</td> <td>8,60</td> <td>-0,57</td> <td></td> <td>54,3</td> </tr> </tbody> </table>		Massas	Percentual	kg	Correção	Phantom X	Phan sd	Z-Phantom	kg antes	Dif.,kg	Adiposa	25,77%	13,99				-1,95		14,0	Muscular	47,91%	26,02				0,34		26,0	Residual	10,34%	5,61				-0,65		5,6	Óssea	9,33%	5,07				-1,92		5,1	Cutânea	6,65%	3,61						3,6	TOTAL	100,00%	54,30	59,68	64,58	8,60	-0,57		54,3		
	Massas	Percentual	kg	Correção	Phantom X	Phan sd	Z-Phantom	kg antes	Dif.,kg																																																										
	Adiposa	25,77%	13,99				-1,95		14,0																																																										
	Muscular	47,91%	26,02				0,34		26,0																																																										
	Residual	10,34%	5,61				-0,65		5,6																																																										
	Óssea	9,33%	5,07				-1,92		5,1																																																										
	Cutânea	6,65%	3,61						3,6																																																										
	TOTAL	100,00%	54,30	59,68	64,58	8,60	-0,57		54,3																																																										
	% de diferença entre a massa estruturada e a massa obtida: -7,90%																																																																		
A avaliação de sua composição corporal é baseada no fracionamento de 5 componentes (adiposo, muscular, residual, ósseo e cutâneo). Trata-se de um modelo tecidual de avaliação, baseado em estudos antropométricos com disseção de cadáveres (Kerr & Ross, 1988).																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">% Massa adiposa</th> <th colspan="2">% Massa muscular</th> </tr> <tr> <th>Homens</th> <th>Mulheres</th> <th>Homens</th> <th>Mulheres</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muito baixo</td> <td>< 17,9</td> <td>< 26,8</td> <td>< 41,7</td> <td>< 34,9</td> </tr> <tr> <td>Baixo</td> <td>18 a 20</td> <td>26,9 a 29,5</td> <td>41,8 a 44,7</td> <td>35 a 36,1</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td>20,1 a 26,8</td> <td>29,6 a 36,4</td> <td>44,8 a 52,6</td> <td>36,2 a 42,7</td> </tr> <tr> <td>Elevado</td> <td>26,9 a 29,5</td> <td>36,5 a 38,5</td> <td>52,7 a 54,8</td> <td>42,8 a 45</td> </tr> <tr> <td>Muito elev.</td> <td>> 29,5</td> <td>> 38,5</td> <td>> 54,8</td> <td>> 45</td> </tr> </tbody> </table>			% Massa adiposa		% Massa muscular		Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Muito baixo	< 17,9	< 26,8	< 41,7	< 34,9	Baixo	18 a 20	26,9 a 29,5	41,8 a 44,7	35 a 36,1	Normal	20,1 a 26,8	29,6 a 36,4	44,8 a 52,6	36,2 a 42,7	Elevado	26,9 a 29,5	36,5 a 38,5	52,7 a 54,8	42,8 a 45	Muito elev.	> 29,5	> 38,5	> 54,8	> 45																																
	% Massa adiposa		% Massa muscular																																																																
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres																																																															
Muito baixo	< 17,9	< 26,8	< 41,7	< 34,9																																																															
Baixo	18 a 20	26,9 a 29,5	41,8 a 44,7	35 a 36,1																																																															
Normal	20,1 a 26,8	29,6 a 36,4	44,8 a 52,6	36,2 a 42,7																																																															
Elevado	26,9 a 29,5	36,5 a 38,5	52,7 a 54,8	42,8 a 45																																																															
Muito elev.	> 29,5	> 38,5	> 54,8	> 45																																																															
Classif. de acordo com a Escala ARGÖREF; desenv. por Francis Holway para H e M da Argentina (20-30 anos de idade). 0 % de adiposidade pode ser elevado por 2 aspectos biológicos: 1) grande quantidade de adiposidade com quantidades normais de outros ou 2) normal quantidade de adiposidade com quantidades diminuídas de outros tecidos.																																																																			
Componente químico: gordura	Componente Químico: gordura		Z-Phantom																																																																
	Fração lipídica do tecido adiposo, <i>Martin et al., 1994</i>		65%																																																																
	Massa lipídica (gordura), kg (<i>Martin et al., 1994</i>)		9,05																																																																
	% Gordura corporal, <i>Martin et al., 1994 (homens)</i>		16,7%																																																																
	% Gordura corporal, <i>Yuhasz 1974 (homens e mulheres)</i>		10,8%																																																																
Percentual de gordura (%G) e classificação de risco à saúde de acordo com o sexo																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Classificação</th> <th>Homens</th> <th>Mulheres</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Risco a</td> <td>≤ 5</td> <td>≤ 8</td> </tr> <tr> <td>< que a média</td> <td>6 a 14</td> <td>9 a 22</td> </tr> <tr> <td>Média</td> <td>15</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>> que a média</td> <td>16-24</td> <td>24-31</td> </tr> <tr> <td>Risco b</td> <td>≥ 25</td> <td>≥ 32</td> </tr> </tbody> </table>		Classificação	Homens	Mulheres	Risco a	≤ 5	≤ 8	< que a média	6 a 14	9 a 22	Média	15	23	> que a média	16-24	24-31	Risco b	≥ 25	≥ 32																																																
Classificação	Homens	Mulheres																																																																	
Risco a	≤ 5	≤ 8																																																																	
< que a média	6 a 14	9 a 22																																																																	
Média	15	23																																																																	
> que a média	16-24	24-31																																																																	
Risco b	≥ 25	≥ 32																																																																	
a = risco de doenças associadas à desnutrição e b = risco de doenças associadas à obesidade. Lohman, 1992.																																																																			

Software desenvolvido por Paulo Lague Sehl, ISAK Level 4 Instructor.

Informativo Antropométrico				Jorge Brito jorge.brito@ucuenca.edu.ec				
Nome:		Johana Ordoñez Torres		Idade:		31,9		
Avaliador:		Jorge Brito						
Número de medição:		21		Data de medição:		24/10/2019		
Resultados adicionais: índices e indicadores de saúde	Somatório de DOC			% Massa Óssea				
	$\Sigma 6$ DOC, mm	46,9	antes	Dif.	46,9	9,33%		
		Homens	Mulheres			Homens	Mulheres	
	Muito baixo	< 33,6	< 61,9			Muito baixo	< 10	< 9,8
	Baixo	33,7 a 47,1	62 a 69,5			Baixo	10,1 a 10,4	9,9 a 10,1
	Normal	47,2 a 84,2	69,6 a 112,6			Normal	10,5 a 12,6	10,2 a 12,8
	Elevado	84,3 a 94,3	112,7 a 121,6			Elevado	12,7 a 13,5	12,9 a 13,8
	Muito elev.	> 94,3	> 121,6			Muito elev.	> 13,5	> 13,8
	Classif. de acordo com a Escala ARGOREF, desenv. por Francis Holway para H e M da Argentina (20-30 anos de idade).							
	Outros Índices antropométricos					antes		Dif.
Músculo-ósseo				5,134		5,13		
O índice músculo-ósseo representa a quantidade existente de músculo para cada kg de osso.								
	Homens	Mulheres	Os valores médios ($\pm dp$) são: 4,3 \pm 0,5 para homens e 3,4 \pm 0,4 para mulheres utilizando a estratégia Kerr & Ross (1988)					
Baixo	$\leq 3,8$	≤ 3						
Normal	3,8 a 4,9	3,1 a 4,0						
Elevado	5,0 a 5,2	4,1 a 4,2						
Mto Elevado	> 5,2	> 4,2						
Classif. de acordo com a Escala ARGOREF, desenv. por Francis Holway para H e M da Argentina (20-30 anos de idade).								
Adiposo-muscular				0,538		0,54		
Quantidade de adiposidade para cada kg muscular. Atletas brasileiros de Jiu-Jitsu tem em média 0,38 (Báez et al., 2014).								
Crural				1,01				
Braquial				0,74				
Estatura sentado-estatura				0,54				
Biacromial-Biiliocrystal				1,33				
Índice de massa muscular, kg m ⁻²				9,57		9,6		
Área de superfície corporal (ASC), m ²		1,59		Dubois & Dubois, 1916		kg m ⁻² 0,029		
Indicadores de saúde					antes		Dif.	
Índice de massa corporal, kg m ⁻²		19,97		Normal		20,0		
Relação Cintura/quadril		0,75				0,75		
Cintura, cm (WHO, 1997)		68,95		Homens Normal		69,0		
				Mulheres Normal				
Diâmetro Abdominal AP: Sampaio et al., 2007		16,70		Homens Normal		16,7		
				Mulheres Normal				
Cintura/estatura		0,42		Ideal: <0,50		0,418132201		
O valores abaixo, expressam médias de IMO em homens atletas								
Natação (MOGAP, 1982): 4,3				Boxe (MOGAP, 1982): 4,2				
Levantamento de peso (MOGAP, 1982): 5,2				Ciclismo (MOGAP, 1982): 3,9				
Corrida de fundo (MOGAP, 1982): 3,8				Judô (MOGAP): 4,8				
Corrida velocidade (MOGAP, 1982): 4,4 a 4,8				Futebol (Rienze et al., 1995): 4,4 a 4,7				
Ginástica (MOGAP, 1982): 4,3				Atletismo (MOGAP, 1982): 4,5 a 5,7				
Triathlon (Landers et al., 2013): 3,9 (19 anos) a 4,1 (27 anos)				Jiu-Jitsu (Báez et al., 2014): 4,7				
Rugby (Holway et al., 2009): 4,5 a 4,7				Esgrima (MOGAP, 1982): 4,2				

Software desenvolvido por Paulo Lague Sehl, ISAK Level 4 Instructor.

Informativo Antropométrico		Jorge Brito jorge.brito@ucuenca.edu.ec			
Nome: Johana Ordoñez Luaces		Idade: 31,9			
Avaliador: Jorge Brito					
Número de medição: 21		Data de medição: 24/10/2019			
Áreas transversais	Áreas transversais	cm ²	%	antes	Dif.
	Total braço	46,82	100%		46,8
	Muscular braço	36,22	77,37%		36,2
	Adiposa braço	10,60	22,63%		10,6
				antes	Dif.
	Total coxa máxima	221,12	100%		221,1
	Muscular coxa	199,29	90,13%		199,3
	Adiposa coxa	21,83	9,87%		21,8
				antes	Dif.
	Total perna máxima	83,58	100%		83,58
Muscular perna	76,60	91,65%		76,60	
Adiposa perna	6,98	8,35%		6,98	
Per. Corrigidos	Perímetros Corrigidos por Dobras	cm	Z-Phantom	antes	Dif.
	Braço relaxado, cm	21,33	-0,02		21,3
	Tórax, cm	81,13	-0,80		81,1
	Coxa média, cm	44,83	-0,30		44,8
	Panturrilha, cm	31,02	0,91		31,0
Objetivo de massa corporal	Predição de massa corporal "Ideal" para adultos (OMS, 1985)				
	Massa corporal "IDEAL", kg				58,5
	Massa corporal "Mínima", kg				52,6
	Massa corporal "Máxima", kg				63,7
	Objetivo de massa corporal pela mudança na composição corporal				
	Massa adiposa para reduzir em kg:	8,0		objetivo Σ6 DOC, mm:	
	ZADIP -3,346 KGADIP 5,48	0,1	-0,470	5,95	
Massa muscular para aumentar em kg:	-26,0		objetivo I Músculo/Ósseo:		
Musc alvo 0,00	20,2				
Objetivo de massa total em kg:					

Software desenvolvido por Paulo Lague Sehl, ISAK Level 4 Instructor.

Informativo Antropométrico		Jorge Brito jorge.brito@ucuenca.edu.ec		
Nome: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		Idade: 31,9		
Avaliador: Jorge Brito				
Número de medição: 21		Data de medição: 24/10/2019		
SOMATOTIPO Heath-Carter (1990); Somatocarta				
Somatocarta: comparações com atletas olímpicos				16 14 12 10 8 6 4 2 0 -2 -4 -6 -8 -10
	Somatotipo atual	Endomorfia 2,4	Mesomorfia 3,2	Ectomorfia 3,3
	Coordenadas 1	X (ecto-endo) 0,9		y 0,735392443
	Somatotipo anterior	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
	Coordenadas 2	X (ecto-endo) 0,0		y 0
	LPO, H (Withers et al., 1986)	Endomorfia 2,7	Mesomorfia 7,9	Ectomorfia 0,6
	Coordenadas 3	X (ecto-endo) -2,1		y 12,5
Futebol, H (Withers et al., 1986)	Endomorfia 4,2	Mesomorfia 4,6	Ectomorfia 2,2	
Coordenadas 4	X (ecto-endo) -2,0		y 2,8	
Corrida dist., H (Withers.,1986)	Endomorfia 1,8	Mesomorfia 4,4	Ectomorfia 3,7	
Coordenadas 5	X (ecto-endo) 1,9		y 3,3	
Vôlei, M (Carvajal et al., 2012)	Endomorfia 2,7	Mesomorfia 3,6	Ectomorfia 2,9	
Coordenadas 6	X (ecto-endo) 0,2		y 1,6	

Software desenvolvido por Paulo Lague Sehl, ISAK Level 4 Instructor.

Auxílio na classificação verbal dos 3 componentes do somatotipo																
1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	
Baixa gordura relativa; pouca gordura subcutânea; contorno visível de músculos e ossos.				Gordura relativa moderada; gordura subcutânea cobre o contorno dos ossos e músculos; aparência menos rígida.				Alta gordura relativa; gordura subcutânea espessa; tronco e membros arredondados; aumento no acúmulo de gordura abdominal.				Gordura relativa extremamente alta; gordura subcutânea muito espessa; grande quantidade de gordura abdominal; concentração proximal de gordura nos membros.				ENDOMORFIA "gordura" relativa MESOMORFIA robustez músculo-esquelética relativa ECTOMORFIA linearidade relativa Pontos de apoio verbais usados como auxiliares na determinação do SOMATOTIPO (Carter & Heath, 1990)
Baixo desenvolvimento músculo-esquelético relativo; diâmetro esquelético estreito; pequenas articulações.				Desenvolvimento músculo-esquelético relativo moderado; aumento do volume dos músculos, ossos e articulações mais espessas.				Alto desenvolvimento músculo-esquelético relativo; diâmetros esqueléticos largos; músculos volumosos; grandes articulações.				Desenvolvimento músculo-esquelético relativo extremamente alto; músculos muito volumosos; esqueleto e articulações muito largas.				
Baixa linearidade relativa; grande volume por unidade de estatura; de forma arredondada; membros relativamente volumosos.				Linearidade relativa moderada; menos volume por unidade de estatura; mais alongado.				Alta linearidade relativa; pouco volume por unidade de estatura.				Linearidade relativa extremamente alta; muito alongado; mínimo volume por unidade de estatura.				
Auxílio na classificação verbal dos 3 componentes do somatotipo																
central				nenhum comp. difere dos outros dois em + de uma unidade; classificações de 2, 3 ou 4												
endomorfo ectomórfico				a endomorfia é dominante e a ectomorfia é maior do que a mesomorfia												
endomorfo equilibrado				a endo é dominante e a meso e a ecto são iguais (ou não diferem em + de meia unidade)												
endomorfo mesomórfico				a endomorfia é dominante e a mesomorfia é maior do que a ectomorfia												
endomorfo-mesomorfo				a endo e a meso são iguais (ou não diferem em + de meia unidade), e a ecto é menor												
mesomorfo endomórfico				a mesomorfia é dominante e a endomorfia é maior do que a ectomorfia												
mesomorfo equilibrado				a meso é dominante e a endo e a ecto são iguais (ou não diferem em + de meia unid)												
mesomorfo ectomórfico				a mesomorfia é dominante e a ectomorfia é maior do que a endomorfia												
mesomorfo-ectomorfo				a meso e a ecto são iguais (ou não diferem em + de meia unidade), e a endo é menor												
ectomorfo mesomórfico				a ectomorfia é dominante e a mesomorfia é maior do que a endomorfia												
ectomorfo equilibrado				a ecto é dominante; a endo e a meso são iguais (ou não diferem em + de meia unidade)												
ectomorfo endomórfico				a ectomorfia é dominante e a endomorfia é maior do que a mesomorfia												
endomorfo-ectomorfo				a endo e a ecto são iguais (ou não diferem em + de meia unidade), e a meso é menor												
Jorge Brito jorge.brito@ucuenca.edu.ec																