

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

TERAPIA FÍSICA

**ASOCIACIÓN DEL SOMATOTIPO CON EL EQUILIBRIO DINÁMICO
EN PERSONAS QUE REALIZAN AERÓBICOS EN LA
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS EN EL PERIODO DE
DICIEMBRE DEL 2016**

Elaborado por:

MARTÍN TOUMA, ANDREA SÁNCHEZ

Quito, 2017

Resumen

Se trata de un estudio correlacional-transversal, descriptivo y observacional. La población de estudio fue de 50 personas mayores de edad, 22 de género masculino y 28 de género femenino, que asisten a un programa de aeróbicos en la Universidad de las Fuerzas Armadas, durante el periodo de diciembre de 2016 con los cuales se aplicaron mediciones antropométricas mediante la proforma de *ISAK nivel 1* para determinar el somatotipo y el *test de Fukuda* para establecer el equilibrio dinámico.

Se determinó mediante el *test de chi* cuadrado la asociación entre el equilibrio dinámico y el somatotipo con un valor de $p=0,011$ en esta población, el somatotipo más frecuente fue el endomórfico con 27 personas, le sigue el somatotipo mesomórfico con 21 personas y finalmente el ectomórfico con 2 personas, de los tres somatotipos, en el endomórfico se observó mayor número de personas con *test de Fukuda* positivo.

Palabras claves: antropometría, somatotipo, equilibrio dinámico, *test de Fukuda*.

Summary

It is a cross-sectional, descriptive and observational study. The study population was 50 people of age, 22 males and 28 females who attend an aerobics program at the university of the armed forces, during the period of December 2016 with which anthropometric measurements are applied Using the ISAK level 1 proforma to determine the somatotype and the Fukuda test to determine the dynamic equilibrium. The present study evaluated anthropometric, somatic and balanced dynamic measures in the group of people performing aerobics at the university of the armed forces in December 2016.

The association between dynamic balance and somatotype with a value of $p = 0.011$ in this population was determined by means of the chi square test. The most frequent somatotype was the endomorphic with 27 people, the mesomorphic somatotype followed by 21 people and finally the Ectomorphic with 2 people, of the three somatotypes, the endomorphic was where we observed the highest number of people with Fukuda positive test.

Key words: anthropometry, somatotype, dynamic balance, Fukuda test.

Dedicatoria

Con todo mi cariño dedico este trabajo a mi madre Viviana por el apoyo incondicional en los buenos momentos y sobre todo en los malos que atravesé en mi carrera.

A mi hija Emmita Julieth, quien ha sido mi inspiración para seguir adelante y me ha obligado a sacar fuerzas que no creía existentes para llegar a la meta, por ella y para ella.

A toda mi familia, quienes siempre confiaron en mí.

Finalmente, a mis amigos, compañeros, que hicieron de mi carrera universitaria toda una aventura.

Andrea Paola Sánchez Figueroa

A mis padres Jorge y Stella, por su amor e incansable apoyo.

A mi hermano Emilio, quien me alegra e impulsa en el camino.

A mi adorable abuela Pilar, fuente de ternura y generosidad.

Jorge Martín Touma Correa

Agradecimientos

Agradezco a mi Madre por darme el estudio, a mi hija y mi familia por apoyarme en todo momento.

A mí compañero, amigo y gran persona Martín por todo el apoyo, dedicación y paciencia para dar el último pasito de nuestra carrera juntos.

A la PUCE, todos nuestros profesores por compartir sus conocimientos con humildad, principalmente a nuestra Directora de tesis Mgtr. Liveth Cristancho quien dirigió esta investigación y nuestras lectoras Mgtr. Ana Cristina Díaz y Mgtr. Daniela Maldonado, a todas , mil gracias por su entusiasmo, paciencia, voluntad y colaboración durante la realización de esta investigación.

A la Universidad de las fuerzas Armadas por haber brindado todas las facilidades para la realización de este trabajo y de manera especial a las personas participantes de esta investigación.

Andrea Paola Sánchez Figueroa

A mis maestros y compañeros de aula por toda su solidaridad y amistad.

A la Mgtr.Livet Cristancho quien dirigió esta investigación y Mgtr. Ana Cristina Díaz; Mgtr. Diana Maldonado; lectoras del mismo, mil gracias por su entusiasmo y paciencia durante la realización de esta investigación.

A mí estimada amiga Andrea por su permanente colaboración y dedicación para hacer realidad este proyecto académico.

Jorge Martín Touma Correa

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Introducción	1
CAPÍTULO I.....	2
ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación del Problema	3
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Metodología	4
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Descripción de la Antropometría	9
2.2 Importancia de la Antropometría	10
2.3 Antropometría en la Salud	12
2.4 Técnicas de medición en la antropometría.....	14
2.5 Medición de Peso y Talla	15
2.6 Medición para los pliegues cutáneos	16
2.7 Medición de perímetros.....	17
2.8 Medición de Diámetros	18
3.1 Somatotipo.....	19
3.2 Historia y definición.....	19
3.3 Método antropométrico del somatotipo de Heath-Carter	20
3.4 Componentes del somatotipo.....	21
3.5 Endomorfia	21
3.6 Mesomorfia	21
3.7 Ectomorfia.....	22
3.8 Somatocarta	25
4.1 Equilibrio.....	27
4.2 Fisiología Del Equilibrio.....	28
4.3 Clases de Equilibrio	29

4.4 Equilibrio Estático	29
4.5 Equilibrio Cinético	30
4.6 Equilibrio Dinámico	30
4.7 Test de Fukuda.....	31
CAPÍTULO III.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
5.1 Resultados.....	34
5.2 Discusión	44
5.3 Conclusiones	45
5.4 Recomendaciones	46
6.1 Bibliografía.....	47,48,49,50

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6,7,8
TABLA 2. ESTIMACIÓN DEL SOMATOTIPO CON EL MÉTODO ANTROPOMÉTRICO DE HEATH-CARTER.....	23
TABLA 3: CATEGORÍAS SOMATOTÍPICAS DE CARTER & HEATH.....	26
TABLA 4. MEDIA MEDIANA Y MODA DEL PESO DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO ...	36
TABLA 5: MEDIA, MEDIANA Y MODA DELA TALLA DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO	38
TABLA 6. RESULTADOS DE SOMATOTIPO Y TEST DE FUKUDA	41
TABLA 7. RESULTADOS DE SOMATOTIPO Y TEST DE FUKUDA	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: REPRESENTACIÓN DEL SOMATOTIPO	23
GRÁFICO 2: SOMATOCARTA	27
GRÁFICO 3: TEST FUKUDA.....	32
GRÁFICO 4. ILUSTRACION DEL TEST DE FUKUDA	33
GRÁFICO 5. DIAGRAMA CIRCULAR DE GÉNERO DE LA MUESTRA DE ESTUDIO....	34
GRÁFICO 6. HISTOGRAMA DE EDAD DE LA MUESTRA DE ESTUDIO	35
GRÁFICO 7. HISTOGRAMA DE PESO	37
GRÁFICO 8. HISTOGRAMA DE LA MEDIA DE LA TALLA DEL GRUPO DE ESTUDIO .	39
GRÁFICO 9. HISTOGRAMA DE LA MEDIA DE IMC DEL GRUPO DE ESTUDIO.....	40
GRÁFICO 10: HISTOGRAMA DE BARRAS DE SOMATOTIPO Y TEST DE FUKUDA ...	42

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO</u>	51
<u>ANEXO 2: PROFORMA ANTROPOMÉTRICA</u>	52

Introducción

El somatotipo hace referencia a la forma corporal del individuo, este concepto fue desarrollado por Sheldon en 1954, el cual se clasifica en tres tipos, el somatotipo ectomórfico considerado como una persona de contextura delgada y alta, mesomórfico como una persona de contextura fuerte con músculos definidos y finalmente el somatotipo endomórfico en el cual la persona presenta un alto tejido graso.

Varios estudios han evidenciado que un cierto somatotipo aplicado en una determinada disciplina deportiva favorece su rendimiento, por lo que una investigación se planteó determinar trastornos del equilibrio tomando en cuenta el somatotipo deportivo (Poliszczuk & Broda,2010).

La capacidad de equilibrar el cuerpo, juega un papel importante para la formación y mejora de hábitos técnicos complejos necesarios para lograr resultados deportivos significativos. (Poliszczuk & Poliszczuk,2012). Otros estudios han determinado que la disminución de la agilidad y equilibrio está asociada con el riesgo de caídas. (Ochoa et al; 2012).

Allard, Hinse, LeBlanc, & Labelle en el 2001 se plantearon determinar si los somatotipos estaban relacionados con el equilibrio de la postura de pie en niñas sanas, estudios similares se plantearon determinar el efecto del somatotipo sobre el equilibrio estático, semi-dinámico y dinámico en la cual la investigación busca hallar qué pruebas de equilibrio funcional y comparar las características estáticas, semi-dinámicas, (Rad & Sadeghi,2013).

Con los antecedentes antes descritos y apoyándose en la evidencia científica mostrada en distintos estudios, la presente investigación busca establecer la asociación entre el somatotipo y equilibrio dinámico en personas que realizan aeróbicos.

CAPÍTULO I

ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Las personas están expuestas a múltiples caídas por actividad física extenuante o aeróbicos; en este sentido estudios revelan que un somatotipo establecido para una disciplina deportiva favorece al rendimiento deportivo y previene también que la práctica de ciertos deportes se relacionen con lesiones (Poliszczuk & Broda,2010), así uno de los objetivos del estudio anteriormente referido fue determinar el diagnóstico precoz en trastornos del equilibrio tomando en cuenta el somatotipo (que hace referencia a la forma corporal del individuo) de las niñas gimnastas.

En otro estudio se planteó como objetivo probar la hipótesis de que los somatotipos morfológicos estaban relacionados con el equilibrio de la postura de pie en niñas sanas, observándose que hubo una disminución de la estabilidad de la postura de pie en la ectomorfia, la cual se atribuyó a un componente muscular relativamente bajo, una altura relativa y una posición elevada del centro de masa corporal en la población (Allard et al,2001). Así mismo en un estudio similar se investigó la influencia del género y de los somatotipos en la estabilidad postural erguida de una sola pierna en el que sus resultados evidencian que las niñas poseían mejores resultados que los niños lo cual se puede explicar a la altura corporal significativamente más baja y mayor porción del perfil muscular en los niños (Lee & Lin,2007).

Sobre la base de los estudios científicos mencionados anteriormente y para la realización de esta investigación, se escogió en la Universidad de las Fuerzas Armadas de la ciudad Quito, provincia de Pichincha, un grupo de 50 personas, 28 de género femenino y 22 de género masculino, entre jóvenes y adultos que se sometieron a un programa de aeróbicos a fin de establecer si el somatotipo influye en equilibrio dinámico en la ejecución de aeróbicos.

1.2 Justificación del Problema

Uno de los factores que afecta al rendimiento deportivo es el somatotipo (Poliszczuk & Broda,2010), otra de las razones se evidencia en un estudio que destaca el hecho de que los componentes de género y somatotipo influyen en el equilibrio postural en niños (Lee & Lin,2007), en similar sentido otro estudio concluyó que el somatotipo morfológico parece estar relacionado con la estabilidad postural ya que el grupo de niñas sanas con somatotipo ectomórfico muestra un 72 % de control postural que las niñas con somatotipo endomórfico y recomienda que los somatotipos deben ser considerados al evaluar la postura de pie tanto en sujetos sanos jóvenes como en pacientes (Allard et al,2001)

Otro estudio que comparó la agilidad y equilibrio dinámico en ancianos mujeres con somatotipo mesomórfico y endomórfico con presencia o ausencia de síndrome metabólico en el que se observó una dominancia del somatotipo mesomórfico y concluyó que el grupo con ausencia de síndrome metabólico mostró una mejor agilidad y equilibrio dinámico, indicando un posible menor riesgo de caídas y mayor autonomía funcional (Ochoa et al,2012)

Por lo que la determinación del somatotipo de cada individuo y el test de equilibrio dinámico en el grupo de 50 personas que realizan aeróbicos en la Universidad de las Fuerzas Armadas brindaran resultados estadísticos que permitirán apreciar el grado de asociación entre el equilibrio dinámico y somatotipo. Con estos datos se establecerá si el somatotipo influye en el equilibrio dinámico del grupo anteriormente mencionado y así prevenir lesiones producto de caídas.

1.3 Objetivos

Objetivo general

Relacionar la prevalencia entre el somatotipo y el equilibrio dinámico en personas que realizan aeróbicos mediante pruebas estadísticas para la prevención de lesiones.

Objetivos Específicos

Describir las medidas anatómicas y composición corporal mediante la antropometría.

Determinar el somatotipo mediante mediciones antropométricas con la utilización del test de ISAK.

Caracterizar el test Unterberger-Fukuda para el equilibrio dinámico en personas que realizan aeróbicos.

Establecer la asociación del somatotipo y el equilibrio dinámico.

1.4 Metodología

Tipo de estudio: Es un estudio correlacional-transversal, descriptivo y observacional en el que se relaciona el tipo de somatotipo con el equilibrio dinámico.

Universo y Muestra: Comprende un grupo de 50 personas, 28 de género femenino y 22 de género masculino, comprendidos en una franja etaria de 18 a 48 años, que realizan aeróbicos en la Universidad de las Fuerzas Armadas, dos veces por semana con una duración de una hora cada sesión y guiados por una licenciada en Educación Física.

Fuentes, técnicas e instrumentos: Las fuentes que se van a tomar son primarias (*Test de Fukuda*), Para el equilibrio dinámico se utiliza el test de *Fukuda* que por medio de observación de la persona y medición del giro que realice la persona en un círculo trazado en una superficie plana y marcado por ángulos de 45 grados. Para la

determinación del somatotipo se realiza una evaluación antropométrica con la proforma antropométrica *ISAK nivel 1* que por medio de la medición se evalúa el peso, estatura, diámetros, perímetros y pliegues utilizando los siguientes instrumentos: hoja de anotación, balanza, cinta métrica, paquímetro, plicómetro. Dentro de las fuentes secundarias se utilizará artículos, estudios científicos y libros.

Plan de análisis de información: Con los resultados obtenidos del somatotipo y del test de *Fukuda* de cada individuo la información se ingresará al software SPSS versión 24 y Excel versión 2010 para el procesamiento de los datos obtenidos y la elaboración de tablas y gráficas.

1.5 Hipótesis:

Las personas que poseen un somatotipo endomórfico y realizan aeróbicos, dan positivo al *Test de Fukuda* de equilibrio dinámico.

1.6 Operacionalización de variables

Tabla 1. Variables de la Investigación

Variabes	Definición Conceptual	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores	Escala
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo	Adolescente	12-20 años	Porcentaje de personas comprendidas en la edad de 12 a 20 años.	Ordinal
		Adulto Joven	21-40 años	Porcentaje de personas comprendidas en la edad de 21 a 40 años.	
		Adulto medio	41-60 años	Porcentaje de personas comprendidas en la edad de 41 a 60 años.	
Sexo	Se refiere a las características biológicas que definen a los seres humanos como hombre o mujer.	Demográfica	Femenino	Porcentaje de personas de sexo femenino.	Nominal
			Masculino	Porcentaje de personas de sexo masculino.	

Somatotipo	Hace referencia a la forma corporal del individuo	Ectomórfico	Indica a un individuo de contextura física delgada	Porcentaje de personas que adquirieron ectomórfico en el Test de Isak.	Nominal
		Mesomórfico	Indica a un individuo de contextura física definida y desarrollada	Porcentaje de personas que adquirieron mesomórfico en el Test de Isak..	
		<u>Endomórfico</u>	Indica a un individuo de contextura física con alto tejido graso.	Porcentaje de personas que adquirieron endomórfico en el Test de Isak..	
Equilibrio Dinámico	Es cuando dos procesos son reversibles y cuando están en un equilibrio dinámico, las reacciones opuestas ocurren al mismo paso.	Positivo	Si la persona al terminar la actividad se ha movido más de 45° de giro.	Porcentaje de personas que obtuvieron positivo en el test de Fukuda.	Nominal
		Negativo	Si la persona permaneció en los 45°	Porcentaje de personas que obtuvieron negativo	

Índice de masa corporal	Es una medida que asocia la talla del individuo y su masa	Peso bajo	Menor a 18,5	Porcentaje de personas con índice de masa corporal menor a 18,5	Ordinal
		Peso normal	De 18,5 a 29,4	Porcentaje de personas con de 18,5 a 29,4	
		Sobrepeso	De 25 a 29,9	Porcentaje de personas con índice de masa corporal de 25 a 29,9	
		Obesidad grado 1	De 30 a 34,9	Porcentaje de personas con índice de masa corporal de 30 a 34,9	
		Obesidad grado 2	De 35 a 39,9	Porcentaje de personas con índice de masa corporal 35 a 39,9	
		Obesidad grado 3	Igual o mayor a 40	Porcentaje de personas con índice de masa corporal Igual o mayor a 40	

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Descripción de la Antropometría

La antropometría se define como la ciencia y técnica que estudia las dimensiones y proporciones de las distintas partes del cuerpo humano o desde un punto de vista etiológico parte de dos palabras griegas antropos que significa humanas y métricas perteneciente a la medida según Fernández & Navarro (2009).

También se considera la antropometría como el empleo y especificación de las medidas del cuerpo humano que están determinadas por el largo de los huesos, musculo y forma de las articulaciones, también se la ha definido como unión entre la anatomía y la fisiología con el fin de estudiar problemas relacionados con el crecimiento y la nutrición de la persona también de la considera como una ciencia auxiliar que se aplican al deporte para cuantificar, el desarrollo de la forma proporciones y composición de deportistas.(Arellano & Yanéz, 2009)

La antropometría como ciencia se basa en un protocolo establecido de reglas y normas de medición claramente desarrolladas y determinadas por organismos normativos nacionales e internacionales que corresponde a la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría en su siglas (ISAK),la antropometría consiste en una serie de mediciones técnicas mediante instrumentos tales como: balanza, cinta antropométrica, calibres para pliegues cutáneos, antropómetro, calibre deslizante grande, Calibre deslizante pequeño que expresan las dimensiones del cuerpo humano, lo que hace que sea una disciplina que se encarga del estudio de diferentes dimensiones corporales tales como la medición de peso, talla, pliegues cutáneos, diámetros, longitudes y perímetros para la estimación de medidas anatómicas. (Marfell,Olds, Stewart, & Carter, 2008).

Dentro del perfil antropométrico usados por la ISAK para la evaluación antropométrica, se diferencian los perfiles Restringido y Completo. El Perfil Restringido que registra un total de 17 mediciones antropométricas y el perfil Completo que registra un total 39 mediciones. El utilizado en este trabajo es el perfil restringido el cual permite los cálculos para obtener el somatotipo, proporcionalidad, masa grasa corporal relativa (utilizando un número restringido de ecuaciones de predicción), índices del área de superficie corporal,

índice de masa de corporal, índice cintura cadera, patrones de obesidad, y perímetros corregidos por los pliegues cutáneos. (Marfell et al, 2008)

2.2 Importancia de la Antropometría

La importancia de la antropometría es un aspecto de salud pública y determinante en el estado nutricional de la persona o grupo de personas a las que se realizó ya que uno de sus aspectos determina el estado nutricional de la persona, las mediciones de composición corporal nos indicaran la intervención terapéutica nutricional más adecuada y determinar un diagnóstico. Fernández & Navarro (2009)

La antropometría también es utilizada en el deporte para la determinación de las características físicas que tienen los deportistas, por ejemplo, un estudio determino la composición corporal y el somatotipo en triatletas universitarios con una muestra de 39 triatletas de género masculino, dentro de la metodología se describe que es un estudio observacional descriptivo que utilizo las técnicas de medición de (ISAK) el cual concluyo que los triatletas presentan talla más baja en comparación con ciclistas y nadadores, mientras que referente a los pliegues cutáneos son inferiores en los triatletas, en el somatotipo los deportistas triatletas se observó predominancia de mesomorfia. (Guillen et al; 2015).

Dentro del diagnóstico la antropometría juega un papel muy importante que se puede ver evidenciado en el siguiente estudio , en que el objetivo fue analizar la influencia del ejercicio aeróbico en la composición corporal y la capacidad aeróbica de una muestra de 76 adultos mayores, sedentarios y con índices de obesidad los cuales fueron distribuidos en cuatro grupos asignados aleatoriamente dentro de los resultados se observó que en los grupo de monitorización de un centro deportivo y prescripción en el hogar mostraron una mejora significativa y este resultado se evaluó mediante mediciones antropométricas. (Prieto et al; 2014).

Entre otros estudios también se evidencia como la antropometría otorga ciertas características morfológicas que deben tener los deportistas para desempeñarse en un determinado deporte, como lo demuestra el siguiente estudio en el cual se determinó la características antropométricas de jugadoras de elite de pádel y a partir de estas medidas antropométricas valoradas se calcularon diferentes índices y porcentajes con el fin de determinar la composición corporal de las jugadoras de pádel de un total de 6

participantes con el objetivo de analizar los cambios en la composición corporal. (Pradas de la Fuente, González, J, Sotomayor, & Castellar, 2014).

Existen estudios que comparan el somatotipo con el fin de establecer la incidencia del nivel competitivo como por ejemplo un estudio realizado en Colombia con 44 jugadores 12 jugadores profesionales y 32 universitarios revelo que se observó un predominio de la mesomorfia en los dos grupos evaluados, sin embargo, los valores alcanzados fundamentalmente por el grupo universitario en la endomorfia se alejan de los referentes internacionales. (Jiménez & Molina, 2013)

En el ámbito laboral la antropometría va de la mano con la ergonomía con el fin de diseñar un mobiliario acorde con la necesidad de cada grupo laboral como lo evidencia el siguiente estudio realizado en un grupo de trabajadoras en la ciudad de Bogotá que mediante una encuesta reflejo que este grupo laboral sentía cansancio y fatiga debido a que la silla donde realizaban su trabajo era incomoda por lo que se evaluó a través de medidas antropométricas al grupo de trabajadoras que permitió establecer los criterios ergonómicos para el diseño de puestos de trabajo acordes a sus características.(Geraldo,2015)

La antropometría se aplica también para el diseño por ejemplo cuando el puesto del trabajador no está adecuado según la antropometría del trabajador puede ocasionar que se realizan esfuerzos innecesarios al realizar su trabajo, por lo que puede producir fatiga en grupos musculares, dolores articulares, mala circulación sanguínea que producen una disminución en la calidad del trabajo y menor productividad por lo que con un adecuado diseño e implementación mediante mediciones antropométricas se puede evitar los problemas anteriormente expuestos. (Lescay, Becerra & Gonzalez,2017).

Otros estudios antropométricos comparan variaciones en las medidas anatómicas, un estudio comparo sí que existen diferencias en las medidas anatómicas en neonatos en una población urbana y rural a 3400 metros de altura, se estudiaron 740 neonatos 369 niños y 371 niñas, se calculó las medidas de tendencia central y se observó que los neonatos en el área rural tenían 303 gramos de peso y 1,1 centímetro de talla menos que los neonatos del área urbana, también se determinó que la pobreza es un factor determinante y tiene relación con menor crecimiento fetal por lo que se puede decir que la antropometría es una herramienta de diagnóstico en la salud.(Villamonte,Pereira & Jerí, 2017).

2.3 Antropometría en la Salud

Los indicadores antropométricos pueden revelar sucesos pasados predecir el estado nutricional e indicar desigualdades socioeconómicas con el fin de establecer políticas públicas de salud y programas, dentro del campo de la salud la antropometría se desempeña tanto en individuos como en poblaciones principalmente para la intervención de programas, un adecuado empleo de la antropometría como medio de prevención y diagnóstico requiere tener en cuenta estrategias de muestro en el que se debe incluir edades, zona geográfica y la condición socioeconómica, por lo que la antropometría suministra indicadores usados en la vigilancia nutricional con lo que se logra prevenir en una población infantil hambrunas, se considera que la antropometría es de gran utilidad en las etapas tardías de una crisis alimentaria y debería complementarse con información de mortalidad.(OMS,1995)

La valoración antropométrica también se realiza durante la gestación de la mujer, las mediciones durante el embarazo y la lactancia indicaran el estado nutricional de la mujer y colateralmente el crecimiento del feto y la calidad de la leche materna, las mediciones realizadas predecirán las condiciones nutricionales con las que la mujer afrontara el embarazo por ejemplo en países del primer mundo se conoce que la gestación y posteriormente el embarazo conlleva a un gran desgaste nutricional y que las mujeres con un aumento exagerado de peso puede conllevar al sobrepeso, las mediciones antropométricas como la talla es un indicador para relativo para conocer el crecimiento infantil y la disposición ósea pélvica como factor de riesgo en un parto obstruido, la toma de las medidas de los pliegues cutáneos y los perímetros de los miembros inferiores pueden indicar el nivel de hidratación de la madre, se han realizados estudios sobre la antropometría materna y los resultados del embarazo en el cual se tomó una población de mujeres embarazadas tomada de todo el mundo en colaboración con la organización mundial de la salud de aproximadamente ciento once mil mujeres en donde sus datos antropométricos fueron tomados en varias ocasiones durante el periodo de gestación , dentro de los resultados se recalca la edad gestacional el peso al nacer y complicaciones en el embarazo un resultado importante es que las mujeres de baja estatura tienen mayor riesgo de sufrir un parto inducido. (OMS, 1995)

La antropometría también tiene importancia en la adolescencia ya que evalúa los cambios que se producen en el individuo y durante su maduración en donde se observa los cambios físicos o las carencias en el estado nutricional debido a que el 20% de la

talla y 50% de la masa ósea se logra en la adolescencia, la organización mundial de la salud recomendó el índice de masa corporal como indicador antropométrico y hacer una diferenciación entre genero ya que los cambios fisiológicos varían del uno al otro, el objetivo de la antropometría será detectar adolescentes con detención en el crecimiento no obstante corroborar este diagnóstico con otros exámenes para determinar la causa. Para el empleo de la antropometría en una población de adolescentes se recomienda obtener las medianas de las edades y presentar las medidas de tendencia central. (OMS, 1995)

En la malnutrición se incluyen factores como la pobreza y la enfermedad por lo que se necesita una adecuada interpretación de la antropometría la situación socioeconómica revela que niños en edad preescolar existe una diferencia de hasta un 12% en la talla y un 30 % en el peso, en este sentido influyen factores sociales, económicos, duración de la lactancia, ingesta de nutrientes, enfermedades infecciosas. Un grupo de estudios realizados en casos de emergencia y casos de no emergencia han demostrado una correlación entre el estado antropométrico y mortalidad infantil, que se relaciona también con un bajo rendimiento escolar esto se puede dar mediante mediciones antropométricas de cada niño. (OMS, 1995)

Dentro de los principales trastornos médicos en los cuales se aplican la antropometría como indicador reflector se encuentran trastornos orgánicos que hace referencia al mal funcionamiento del sistema endocrino o disfunciones gastrointestinales, enfermedades crónicas como anemia, tuberculosis y virus de inmune deficiencia adquirida y la baja estatura constitucional en la que se observa retraso en la edad ósea. (OMS,1995)

En el adulto como ya fue detallado anteriormente el aumento de peso se asocia con un mayor mortalidad y morbilidad, algo muy importante que se puede destacar es el hecho de que el aumento de peso en situaciones socioeconómicas de prosperidad puede ser consecuencia de una predisposición genética, en países del primer mundo el sobrepeso aumenta con la edad y existe una tendencia a que sea estabilizado con el paso de los años antes de llegar a ser adulto mayor mientras que en las mujeres se mantiene el sobrepeso hasta llegar a ser adulto mayor, en estudios longitudinales se ha demostrado que las mujeres aumentan de peso cuando se casan mientras que en el divorcio bajan de peso, otro factor muy importante es el tabaquismo ya que el mismo disminuye el peso corporal, el consumo de alcohol ha demostrado que aumenta el peso corporal en varones, otra asociación muy importante es el sobrepeso y la hipertensión arterial por lo que la organización mundial de la salud recomienda la actividad física y el uso de fármacos antihipertensivos en personas con obesidad y presencia de hipertensión

arterial, el sobrepeso también está asociado al desarrollo de diabetes mellitus, otra asociación importante aunque no ha sido demostrada en su totalidad es el desarrollo de osteoartritis en varias articulaciones del cuerpo pero principalmente en articulaciones como las rodillas y caderas. (OMS,1995)

El uso del índice de masa corporal no solo indica el estado nutricional de la persona también puede ser utilizado como una política de salud pública para la intervención del estado para el mejoramiento del estado nutricional de la población tal es el caso de poblaciones como la de Túnez o Zimbawe en zonas marginales que a partir de las valoraciones del índice de masa corporal el estado subsidio aceites comestibles a la población con lo que se mejoró su seguridad alimentaria. (OMS,1995)

Para identificar la malnutrición en la cual se tiene características como la falta de proteínas y minerales como el cinc se las puede identificar con mediciones antropométricas como el pliegue del tríceps, en adultos se conoce que una de las principales causas para la disminución del peso corporal es la disminución en la ingesta de alimentos, mediante la vigilancia antropometría se puede establecer ayudas alimentarias en grupos vulnerables como campos de refugiados, la delgadez también se considera un problema de salud pública una delgadez excesiva indican en una población que existe inseguridad alimentaria o enfermedades infecciosas como la tuberculosis o síndrome de inmune deficiencia adquirida, la organización mundial recomienda el uso de la antropometría como una herramienta social y técnica que ayudara a evaluar el estado nutricional de la persona y las condiciones sociales y económicas para el mejoramiento de la salud ya sea de un individuo o de un grupo poblacional con lo que se lograra el bienestar de la población. (OMS,1995)

2.4 Técnicas de medición en la antropometría

Las medidas antropométricas se consideran un conjunto de datos que se toma a la persona o de una determinada muestra, existe una gran variedad de medidas antropométricas cada una de ellas con información sobre la parte del cuerpo o tejido que se mide.

En primer lugar, las personas deben estar informadas sobre qué mediciones, como se llevarán a cabo y que fin tendrán las mismas, en algunos casos se recomienda completar un formulario de consentimiento como parte de los pasos preliminares del protocolo de

marcación y medición. “Posteriormente se indicará a la persona que debe permanecer de pie en una forma relajada lo largo de la sesión de marcación y medición, la persona se mantiene de pie en forma relajada con los brazos cómodos a los costados, y los pies levemente separados”. (Marfell et al, 2008)

Dentro de la medición antropométrica y en lo que corresponde a la medición se debe considerar la precisión, confiabilidad, exactitud y validez. La precisión corresponde a varias mediciones que ese realizan en la misma persona, la confiabilidad hace referencia a los coeficientes de correlación, una diferencia entre la precisión y la confiabilidad es que la precisión corresponde al evaluador y la confiabilidad depende de las características de las persona a evaluar, por lo tanto la confiabilidad son indicadores de técnica por otro lado el nivel al cual el valor medido se acerca más al real se considera exactitud y finalmente tenemos la validez que es un mínimo de aceptabilidad de los valores medidos (Norton et al,2000)

Existen equipos de mediciones antropométricas sin contacto por ejemplo el equipo de termografía infrarroja que es una cámara que detecta imágenes termografías según la parte anatómica que se desea medir a partir del escaneo, se mencionan también equipos para partes específicas del cuerpo como el pie que son cámaras fotográficas y de laser que miden el pie desde cuatro puntos y el bodyscanner compuesto por 4 columnas que da una representación tridimensional del cuerpo todo esto no solo con el fin de tomar medidas sino para el diseño de espacios. (Arellano & Mendiola, 2009)

2.5 Medición de Peso y Talla

El peso es la fuerza con la cual el cuerpo actúa sobre un punto y originado por la aceleración de la gravedad, cuando actúa sobre la masa del cuerpo, para tomar el peso de la persona se utilizará una balanza o pesa y la medida se expresará en Kg, el paciente estará en bipedestación y con los miembros superiores extendidos, el peso distribuido en ambos pies. (Carmenate, Moncada Chévez, & Waldemar,2014)

Para la talla o estatura se expresará la medida en cm y la estatura la define como el eje vertical que va desde la base de sustentación hasta el vértex que es la parte superior de la cabeza más prominente, también se debe requerir que la persona se pare con los pies y talones juntos, los glúteos y la parte superior de la espalda deberá estar pegada al estadiómetro. (Carmenate et al,2014)

2.6 Medición para los pliegues cutáneos

Para la medición de pliegues cutáneos se considera que presentan una precisión y exactitud más baja de todas las medidas por lo que se debe prestar atención y ser lo más preciso posible, una de las recomendaciones es que el sitio del pliegue cutáneo a medir debería ser localizado con precisión utilizando las marcas anatómicas correctas y marcadas con un bolígrafo demográfico. El pliegue cutáneo se tomará en el sitio marcado, con la siguiente técnica el extremo del pulgar y el índice deben estar en línea con el sitio marcado de modo que un doble pliegue de piel más el tejido subyacente subcutáneo adiposo sea sostenido entre el dedo pulgar y el dedo índice de la mano izquierda. (Carmenate et al, 2014).

Se tomará en cuenta que para la lectura de la medición se registra dos segundos después de haber aplicado la presión total del calibre, igual que en otras mediciones, los sitios de los pliegues cutáneos deberían ser medidos en forma sucesiva para evitar el sesgo del evaluador.

Medición del pliegue del tríceps

Es el punto ubicado en la cara posterior del brazo, que está en la línea media, se toma como referencia el punto medio acromio-radial en la parte anterior del brazo

Medición del pliegue subescapular

Para tomar esta medida se ubicará el ángulo inferior de la escapula y en dirección oblicua formando un ángulo de 45 grados con la horizontal.

Medición del pliegue del Bíceps

El punto sobre la cara anterior del brazo, en la línea media, a nivel de la línea media acromial-radial, en la cara anterior del brazo, sobre la porción media del bíceps.

Medición del pliegue de la cresta iliaca

El punto sobre la cresta ilíaca donde se traza una línea sobre el eje longitudinal del cuerpo, que une la axila media con el ilium se tomara por encima del iliocristale

Medición del pliegue Supra espínale

El punto en la intersección de dos líneas la primera línea de la marca Iliospinale a la línea axilar anterior, y (2) la línea horizontal en el nivel de la marca Iliocristale.

Medición del pliegue abdominal

El punto ubicado horizontalmente a 5 cm del lado derecho del punto medio del ombligo.

Medición del pliegue del muslo frontal

Es el punto medio de la distancia lineal entre el punto Inguinal y el Patelar, se toma paralela al eje longitudinal del muslo

Medición del pliegue de la pantorrilla

El punto sobre la zona más medial de la pantorrilla a nivel del perímetro máximo, se toma verticalmente en el sitio del pliegue medial de la pierna. (Marfell et al;2008)

2.7 Medición de perímetros

Para la medición de perímetros se utilizará una cinta métrica en donde el evaluador sostendrá la cinta en ángulo recto y siempre manteniendo tensión sobre la cinta para mayor precisión en las medidas y procurando que la cinta se mantenga en el lugar anatómico correspondiente (Norton, Olds, Mazza, Cuesta, & Palma, 2000).

Medición de brazo relajado

Es la circunferencia del brazo al nivel del sitio medio acromial-radial.

Medición del brazo contraído

Es la circunferencia perpendicular al eje longitudinal del brazo a nivel del mayor perímetro del Bíceps contraído, cuando el brazo es elevado anteriormente a la horizontal.

Medición de la cintura

La circunferencia del abdomen en su punto más estrecho entre el borde inferior de la 10ma costilla y el borde superior de la cresta iliaca, este perímetro es perpendicular al eje longitudinal del tronco.

Medición de cadera máxima

La circunferencia de los glúteos en el nivel de su protuberancia mayor posterior, perpendicular al eje longitudinal del tronco.

Medición de pantorrilla

La circunferencia de la pierna en el nivel del sitio del pliegue de la pantorrilla medial, perpendicular a su eje longitudinal. (Marfell et al; 2008)

2.8 Medición de Diámetros

Para la medición de diámetros se utilizará calibres deslizantes el calibre deberá descansar sobre el dorso de la mano mientras que los pulgares sostienen las ramas del calibre con este procedimiento se quiere reducir el grosor de los tejidos blandos y ser más precisos en la toma de medidas, es necesario que para la toma de estas medidas la persona a evaluar se encuentre en sedestación en el caso de la toma de los diámetros biepicondilar se deben ubicar el cóndilo lateral y medial por lo que la rodilla deberá estar flexionada . (Norton et al; 2000)

Biepicondilar del fémur

La distancia lineal entre la cara más lateral del epicóndilo femoral lateral y la cara más medial del epicóndilo femoral medial

Biepicondilar del Húmero

La distancia lineal entre la cara más lateral del epicóndilo humeral lateral y la cara más medial del epicóndilo humeral medial. (Marfell et al; 2008).

3.1 Somatotipo

3.2 Historia y definición

La historia del somatotipo nace en la época de Hipócrates quien fue el primero en interesarse en la composición corporal del ser humano, desde entonces varios precursores han creado varias clasificaciones para determinar el tipo corporal de cada persona, como la escuela Francesa en el siglo XIX, que clasificaron al somatotipo en atmosférico, alimenticio y ambiental social, la escuela Italiana con Viola en 1930 que lo clasificaron en longilíneos, normo líneas y brevilíneos, la escuela Alemana que lo clasificaron en asténicos, atléticos y pícnicos, y la escuela Inglesa donde fue Sheldon que en el año 1940 (Morales, et al, 2014) realizó el primer intento de clasificar al cuerpo humano utilizando una escala continua, en la cual se basó en los componentes primordiales de origen embrionario que son endomorfia, mesomorfia y ectomorfia, llamando a esta clasificación "Somatotipo". (López, Dominguez, Ávila, Galindo, & Ching,2007).

Luego de varios años de trabajo de Sheldon, su método fue modificado por Heath, discípula de Sheldon, y en el año 1963 Lindsay Carter se incorporó a éste con valiosas colaboraciones, llamándolo así método de somatotipo de Heath-Carter. Dejando que el proyecto ya modificado sea juzgado por el arduo trabajo para que la clasificación, hoy en día, sea estandarizada y ya no sea juzgado a la sombra de Sheldon. (Carter & Heath, 1990).

En la antigüedad, se creía que el somatotipo no cambiaba en la vida de una persona, excepto si ésta padecía alguna enfermedad o severos cambios alimenticios y que dependía de la genética de los padres (Belando & Chamorro, 2009), sin embargo, hoy en día, se sabe que el somatotipo puede cambiar por factores como el crecimiento, envejecimiento, ejercicio, y nutrición (Carter & Heath, 1990).

Según Heath-Carter definen al somatotipo como "Una evaluación general cuantitativa de la forma y composición del cuerpo, sirve para el registro de cambios en el físico y para estimar diferencias y similitudes, una etiqueta de identificación antropológica".

Cárter definió al somatotipo como la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado. (Gris, 2001)

El estudio del somatotipo se ha realizado en poblaciones con muestras obtenidas de diferentes edades, sexo y nivel socioeconómico para conocer las características físicas de los diferentes grupos humanos, el somatotipo ha permitido conocer el estado físico de una población deportiva y señalar que deporte es el más adecuado para cada persona según características físicas. (Belando & Chamorro, 2009)

3.3 Método antropométrico del somatotipo de Heath-Carter

El método Heath-Carter es la modificación del método original de Sheldon, los procedimientos para la determinación del somatotipo son diferentes, para el método Sheldon la evaluación es fotoscópica, observacional y de la apreciación de las 3 fotografías estandarizadas (Malina, 2006).

Para determinar el somatotipo según Heath-Carter se tiene que calcular la conformación morfológica o estructura corporal de la persona, para esto utilizan ecuaciones matemáticas. Se clasifica al individuo en tres grupos separados que representan el desarrollo de las 3 capas embrionarias y los 3 componentes primarios del cuerpo humano respectivamente: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia, siempre en el mismo orden. (Heath & Carter, 1990)

El somatotipo, además de clasificar al individuo en estas tres ramas mencionadas, determinar una adecuada intervención ya sea física o nutricional según la disciplina de cada persona, un estudio realizado en Chile con una muestra de 309 deportistas elite de ambos sexos determino el somatotipo, en los resultados se destacan que la mayoría de deportistas presentan un somatotipo mesomórfico pero un importante porcentaje no posee dicho somatotipo, lo cual es un indicador de gran ayuda para establecer programas de entrenamiento, selección y formación.(Rodríguez et al,2014)

Entre otros estudios se puede observar que existe una diferencia del somatotipo entre ambos sexos a pesar de que practican el mismo deporte así lo revela el siguiente estudio de un total de 31 jugadores 18 varones y 13 mujeres que practican tenis de mesa de alto nivel en el grupo masculino se encontró un somatotipo mesomórfico y en el grupo femenino un somatotipo endo-mesomórfico, lo cual hace que este estudio aporte datos para población de elite de tenis de mesa. (Fuente et al, 2013)

En deportes en general, la endomorfia corresponde por ejemplo a la disciplina deportiva como el sumo, la mesomorfia a la halterofilia y finalmente la ectomorfia a disciplinas deportivas como el salto largo o competidores de atletismo. (Sanz, et al, 2011)

3.4 Componentes del somatotipo

3.5 Endomorfia

Es el primer componente del somatotipo, se refiere a la predominancia relativa del sistema vegetativo; es decir a la gordura relativa, las principales características son la preponderancia en la economía corporal, tener un cuerpo blando, músculos infradesarrollados, físico redondo con bajo peso específico por lo que flotan con facilidad en el agua, tiene dificultad para perder peso como consecuencia existirá una tendencia fácil a la gordura y ganancia de músculo fácilmente. Asociado con la digestión y asimilación de alimentos como resultado a un gran desarrollo de vísceras digestivas. (Cabrera,2007)

La primera capa es interna o endodermo, se desarrolla y forma el tubo digestivo, aparato respiratorio, vejiga urinaria, uretra, próstata, trompa auditiva y cavidad timpánica en la vida embrionaria, los órganos de este aparato forman la masa visceral.

Para este componente se necesita la medición en milímetros de tres variables el pliegue del tríceps, el pliegue subescapular y del pliegue supraíliaco. El resultado es un número entre 1 y 14. (Heath y Carter, 1990)

3.6 Mesomorfia

Es el segundo componente del somatotipo, se refiere a la robustez en relación con el músculo-esquelético; es decir predominio de los tejidos que derivan del mesoderma embrionario como los huesos, músculos, y tejido conjuntivo, las principales características son tener cuerpo duro y atlético, forma de "reloj de arena" en mujeres y cuadrada o en V en hombres. Cuerpo musculado, excelente postura, gana músculo fácilmente, gana grasa con más facilidad que el endomorfo como consecuencia presentando un gran desarrollo del sistema músculo-esquelético. (Cabrera,2007)

Presentan el corazón y vasos sanguíneos grandes y su piel por lo general tiene la apariencia en ser más gruesa.

Según Heath y Carter (1990) para determinar el somatotipo mesomorfo se requieren 5 mediciones en centímetros:

- U= diámetro bicondíleo del húmero
- F= diámetro bicondíleo del fémur
- B= perímetro del brazo – pliegue del tríceps
- P=perímetro de la pierna – pliegue de la pierna
- H= estatura.

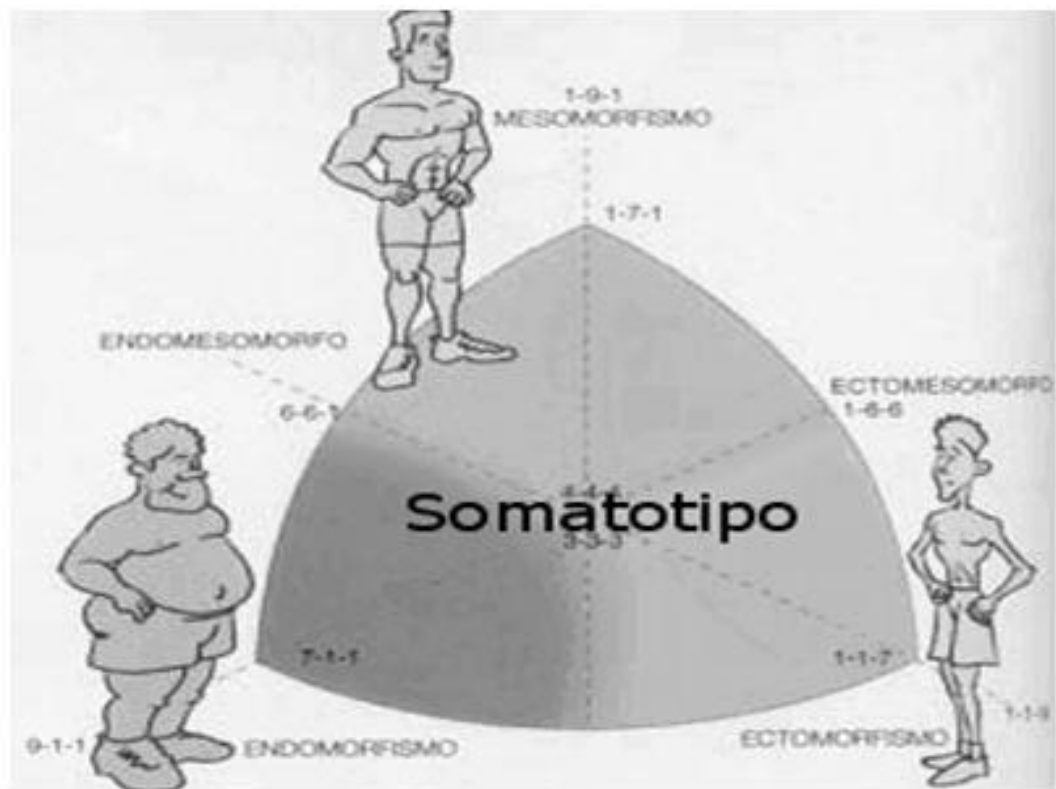
3.7 Ectomorfia

Es el tercer componente del somatotipo, se refiere a la linealidad relativa o delgadez del físico de una persona; es decir predominio relativo de las formas lineales y frágiles, sus principales características son presentar dificultad para ganar peso y músculo, cuerpo de naturaleza frágil, pecho plano, delgado, ligeramente musculado y hombros pequeños, su índice ponderal es decir la estatura sobre raíz cúbica del peso es alto, mientras su peso es relativamente bajo. (Cabrera,2007)

Los tejidos derivan del ectodermo embrional de la economía corporal y corresponden a los tipos longilíneo y asténico de otras biotipologías.

Se precisan dos mediciones: La estatura en centímetros y el peso en kilogramos, su valor está comprendido entre 0,5 y 9. Además, se calcula el índice ponderal (IP). (Heath y Carter, 1990)

Gráfico 1 Representación gráfica del somatotipo



Fuente: (Martínez-Sanz, Urdampilleta, Guerrero, & Barrios, 2011)

Tabla 2. Estimación del Somatotipo con el Método Antropométrico de Heath-Carter.

Componente del Somatotipo	Procedimiento para la estimación
Endomórfico	$0.7182+0.1451 (x)-0.00068(x^2) +0.0000014 (x^3)$ <p>X es la suma de los pliegues cutáneos de tríceps, subescapular y supra ilíaco.</p> <p>Cuando X se multiplica por el coeficiente de 170.18/estatura en cm, el somatotipo endomorfo se corrige por la estatura.</p>
Mesomórfico	$(0.858 * \text{Diámetro Biepicondilar de Húmero}) +(0.601 * \text{Diámetro Bicondilar}) +(0.188 * \text{circunferencia del brazo corregida}) +(0.161 * \text{circunferencia de pantorrilla corregida}) -(\text{estatura} * 0.131) +4.5$ <p>La circunferencia del brazo corregida es la circunferencia del brazo en flexión máxima (cm)-pliegue cutáneo tricipital (cm). La circunferencia de la pantorrilla corregida es la circunferencia de la pantorrilla (cm)-pliegue cutáneo de la pantorrilla media (cm).</p>
Ectomórfico	<p>Cociente $A/P * 0.732 - 28.58$ donde el cociente A/P es la altura (cm)/la raíz cúbica del peso(kg).</p> <p>Si cociente $A/P < 40.75$, pero > 38.25</p> <p>Ectomorfismo = $C A/P * 0.463 - 17.63$</p> <p>Si cociente $A/P < 38.25$ se le asigna al ectomorfismo un valor 0.1</p>

Fuente: (Carter y Heath, 1990)

3.8 Somatocarta

La somatocarta es un triángulo que fue creada por Franz Reauleaux, introducida por Sheldon en 1954 y modificada por Carter en 1975, sirve para la representación precisa y gráfica del somatotipo. (Heath y Carter, 1990)

El triángulo se divide 3 ejes, cada uno de 120°, que pasa por el centro y cada eje representan un componente en una posición asignada, el componente endomorfo se ubica a la izquierda, el ectomorfo a la derecha y por arriba se encuentra en mesomorfo. Generalmente tiene las siguientes características:

- En el lado exterior del triángulo se trazan dos coordenadas (x) y (y).
- La coordenada (y) recibe el valor 24 a nivel del vértice del Meso y 12 a nivel del punto central.
- En cuanto a la coordenada (x) recibe los valores de cero en el vértice del Endo, 6 en el punto central y 12 en el vértice Ecto.

Con los datos obtenidos de cada componente, se los debe graficar en un plano cartesiano a través de una conversión a las coordenadas (X, Y) y así determinar en cuál de las 13 subcategorías de somatotipo se clasifica cada persona. Las coordenadas se obtienen con las siguientes formulas:

$$X = \text{ECTOMORFIA} - \text{ENDOMORFIA}$$

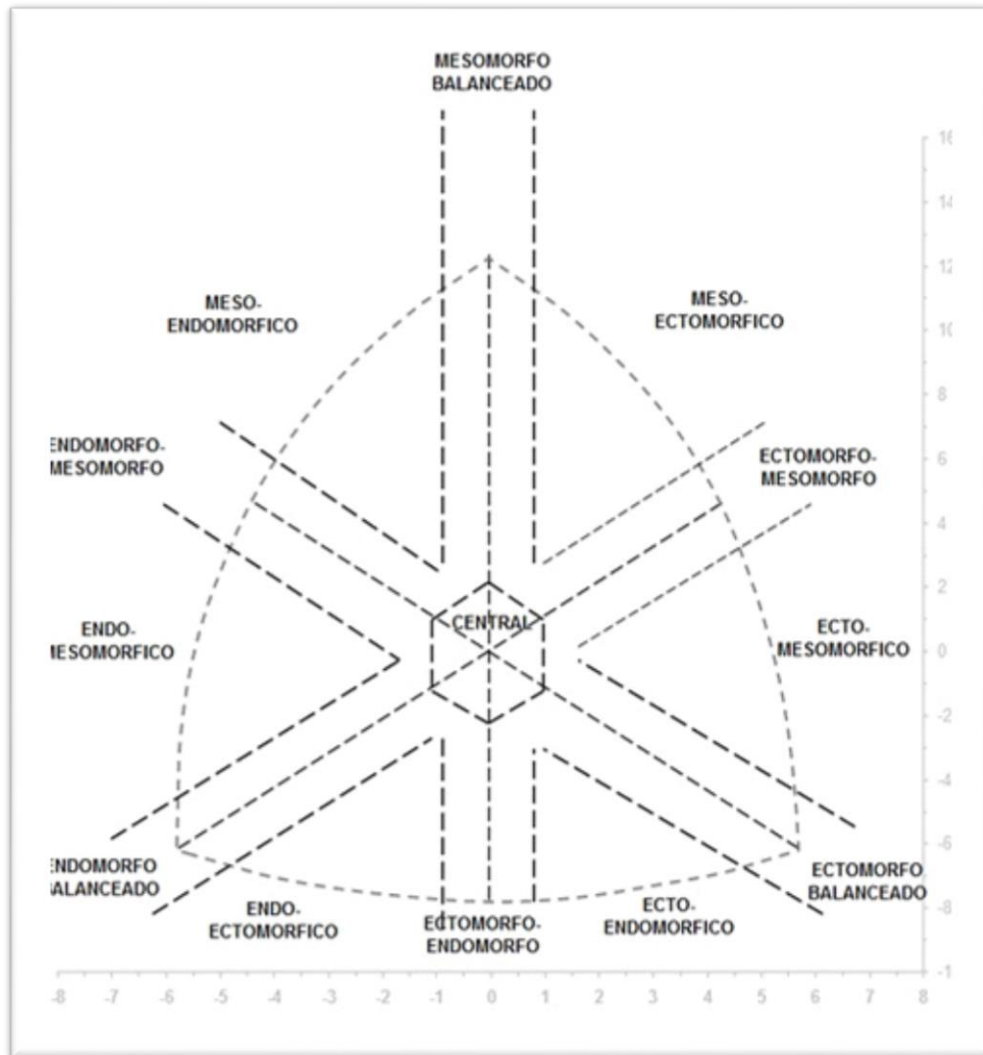
$$Y = (2 * \text{MESOMORFIA}) - (\text{ECTOMORFIA} + \text{ENDOMORFIA})$$

Tabla 3: Categorías somatotípicas de Carter & Heath

Categorías Somatotípicas	Descripción Clasificatoria
<p>Meso-Endomórfico</p> <p>Ecto-Endomórfico</p> <p>Endo-Mesomórfico</p> <p>Ecto-Mesomórfico</p> <p>Endo-Ectomórfico</p> <p>Meso-Ectomórfico</p>	<p>Un componente predomina, por ser mayor y presentar una diferencia superior a la media unidad, sobre los otros dos.</p> <p>Además tiene que cumplirse que entre los dos componentes restantes uno predomine sobre el otro por presentar una diferencia mayor de media unidad.</p>
<p>Endomórfico Balanceado</p> <p>Mesomórfico Balanceado</p> <p>Ectomórfico Balanceado</p>	<p>Predomina un componente sobre los dos restantes y estos no se diferencian en más de media unidad</p>
<p>Endomórfico- Mesomórfico</p> <p>Endomórfico-Ectomórfico</p>	<p>Predominan dos componentes, no se diferencian entre sí en más de media unidad, respecto al tercer componente por ser mayor que este en media unidad</p>
<p>Central</p>	<p>Todos los componentes tienen un valor menor o igual a 4 y entre ellos no existen diferencias mayores a la unidad</p>

Fuente: (Carter y Heath, 1990)

Gráfico 2: Somatocarta



Fuente: (Norton et al,2000)

4.1 Equilibrio

El equilibrio estudia el comportamiento del centro de gravedad de una persona, (Moenilssen, 1998), requiere de los ajustes constantes de la musculatura y articulaciones para que el centro de gravedad se mantenga dentro de la base de sustentación. (Gallego et al, 2011).

Otros autores definen al equilibrio como una reacción refleja del conjunto de organismos para mantener una postura e implica la interacción del sistema sensorial, perceptivo y motriz, dentro el sistema musculo esquelético los músculos que permitirán controlar el tronco serán los músculos de la faja abdominal y los músculos de la espalda. (Lázaro, 2000)

Según Berruezo (2000) el equilibrio es una relación entre la fuerza de gravedad y la fuerza motriz de los músculos esqueléticos por lo cual una persona es capaz de mantener y controlar posturas, posiciones y actitudes, estas funciones son coordinadas por el cerebelo interviniendo además la función vestibular, ocular y propioceptiva.

Existe una significativa relación entre el equilibrio y la postura, formando un sistema llamado postural, pues es modificable de reacciones que cambian en todo instante a favor de las fuerzas opuestas del exterior para el individuo, este sistema mantiene en relación al cuerpo humano y el espacio permitiendo una actividad definida. (Lázaro, 2000)

El control postural tiene la capacidad de mantener al cuerpo humano en equilibrio, en situaciones fáciles como permanecer de pie y en situaciones difíciles como caminar, en cualquier actividad, el control motor altera el equilibrio estático, además se une a la coordinación de movimiento para que el equilibrio dinámico se ejecute adecuadamente, por ello este equilibrio se coordina dinámicamente en conjunto o en segmentos sin embargo cuando el equilibrio no es adecuado, el cuerpo humano debe realizar un gasto energético mayor para prevenir el desequilibrio y las caídas del mismo. (Berruezo, 2000)

4.2 Fisiología Del Equilibrio

Según Berruezo (2000) fundamenta que los músculos y órganos sensoriomotores son los responsables del equilibrio, sin embargo, los sistemas laberintico y plantar son los que ejecutan la adopción de una postura económica y la acción antigravitatoria logrando un control postural óptimo para que la persona pueda realizar las actividades que requiera.

El órgano no auditivo del oído interno es el sistema vestibular, constituido por el sáculo y utrículo, este sistema se encarga de la postura, equilibrio, tono muscular, movimientos oculares, orientación espacial, funciones conectadas con los movimientos corporales coordinados e intencionales y responde a la fuerza de gravedad y a los movimientos de aceleración y desaceleración angular, si los receptores laberinticos son estimulados, por

cualquier movimiento de la cabeza, estos realizan una aferencia que participan en cualquiera de las funciones antes mencionadas; El órgano auditivo del oído interno es la cóclea, que se encarga de la audición. (Berruezo,2000)

El equilibrio funciona adecuadamente gracias a la asociación de varias informaciones como es la sensorial de los ojos, la información del sentido de propiocepción de los músculos, tendones y articulaciones y la información del sentido vestibular del oído interno. La asociación de todas estas informaciones junto con las del cerebelo y corteza cerebral son receptadas en el tronco cefálico, analizadas e integradas a ciertas experiencias pasadas, para enviar las respuestas adecuadas a cada órgano y ser efectuadas para mantener el equilibrio mientras el cuerpo realiza un movimiento. (Hoffman, 2010)

Es importante tomar en cuenta que el equilibrio y la postura se van deteriorando con el paso de los años, por ejemplo en el adulto mayor la motricidad se ve afectada no sólo por los efectos fisiológicos que sufre el cuerpo a causa del envejecimiento sino producto de la inactividad física por lo que un estudio se planteó valorar el equilibrio en 90 adultos mayores con la *escala de tinetti* y comparar los resultados de la valoración entre aquellos que realizan actividad física y entre los que no la realizan el estudio concluyó que los adultos mayores que realizan actividad física poseen una mayor puntuación en la *escala de tinetti* es decir un mejor equilibrio, por lo que la realización de actividad física puede ser una manera de mantener un correcto equilibrio, ya que en el adulto mayor la probabilidad de sufrir caídas es alta. (Saüch,Castañer, & Hilenó, 2013)

4.3 Clases de Equilibrio

4.4 Equilibrio Estático

Es cuando los seres vivos se encuentran en reposo, es decir se puede mantener la posición equilibrada sin que exista desplazamiento, esto es posible porque los músculos realizan una contracción sostenida debido al desarrollo neuromuscular que integra y elabora varios reflejos, principalmente los tónicos, para combatir contra la fuerza de gravedad a la que los seres vivos se encuentran sometidos. (Faraldo, 2009)

La función de los receptores que se encuentran en el laberinto es detectar la posición del individuo cuando permanecemos en reposo y es lo que da sentido al equilibrio. (Faraldo, 2009)

El sistema con el cual funciona esta acción es que a menor base de sustentación existe mayor superficie de apoyo y viceversa, incluso el centro de gravedad está a un nivel más alto, lo cual es un factor en contra de los seres humanos, pues nuestra superficie de apoyo en bipedestación son las plantas de los pies la cual es pequeña en relación a todo el cuerpo. Debido a este sistema para el hombre es más fácil lograr el equilibrio dinámico pues la relación de la base con el centro de gravedad facilita el movimiento, sin embargo, es complicado mantener el equilibrio estático porque la relación de la base con el centro es pobre. (Cabedo, 2008)

4.5 Equilibrio Cinético

Se da cuando los seres vivos se encuentran pasivamente sometidos a un movimiento de traslación rectilíneo y uniforme, pero el cuerpo sigue en reposo. (Faraldo, 2009)

4.6 Equilibrio Dinámico

Es cuando los seres vivos realizan movimientos y se desplazan de su posición de partida, este equilibrio se logra debido a que el centro de gravedad y la base de sustentación se encuentran una verticalidad realizando una posición en los planos longitudinal, horizontal y oblicuo, recto reacción equilibrante y de modificación constante para que el centro de gravedad se coloque nuevamente dentro de la base de sustentación, es decir, el individuo se desplaza a través del tiempo y del espacio perdiendo y ganando momentáneamente el equilibrio evitando una inestabilidad máxima, es decir una caída. (Faraldo, 2009)

Mientras el individuo realiza un movimiento existen diferentes fuerzas como la de gravedad que requieren de un proceso adecuado del desarrollo neuromuscular y la retroalimentación sensoriomotora para evitar colapsar. Faraldo (2009)

La función de los receptores que se encuentran en los canales semicirculares del laberinto, es poder desplazarnos por el espacio sin colapsar.

4.7 Test de Fukuda

El *test de Fukuda* fue creado por el otorrinolaringólogo Unterberger en 1939 y modificado por otro otorrinolaringólogo llamado Fukuda en 1959 con el nombre de *Stepping test*. Se utiliza para determinar el equilibrio dinámico con mediciones directas de los pasos y grados de rotación del paciente al final de la prueba. (Grommes & Conway, 2011)

La prueba de *Fukuda* consiste en dibujar un círculo de 1m de radio en el suelo y dentro de este otro con un radio de 0.5 m, divididos por líneas a 15° o 30° de ángulo por cada separación, se debe realizar esta prueba en un cuarto silencioso, sin iluminación adyacente. El terapeuta debe informar las consignas de la postura a los pacientes y avisar el inicio y fin de la actividad, también debe permanecer en silencio para que el paciente no perciba ninguna información de posibles cambios en su posición, observando los cambios de posición de la cabeza, miembros superiores, desviaciones de tronco de la postura original, además observar cambios si existe o no desplazamiento del paciente y hacia qué dirección. (Grommes & Conway, 2011)

Este test puede ser utilizado como instrumento de valoración neurológica por ejemplo en pacientes que poseen marcha inestable, problemas de equilibrio, lesiones en el sistema vestibular. (Grommes & Conway, 2011)

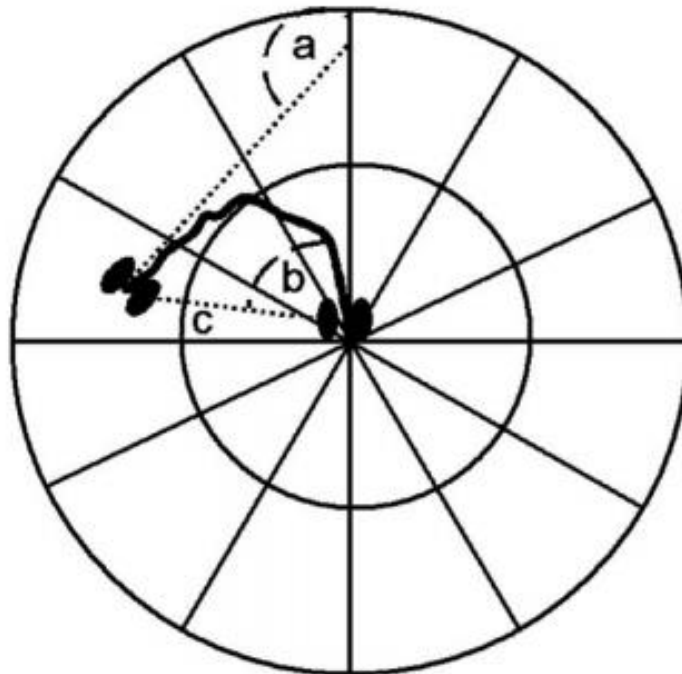
Según Fukuda (1959) se le pide al paciente que se ubique en el centro del círculo pequeño y se mantenga recto con los pies juntos, se le pide cerrar los ojos y mantener los brazos extendidos a 90° hacia el frente, en esa posición iniciar una marcha de modo soldado, es decir, flexionar y levantar la rodilla de una pierna y luego de la otra, sin demasiada tensión y a la velocidad normal de caminar, aproximadamente 110 pasos por minuto, para terminar con un total de 50 o 100 pasos y en ocasiones alrededor de 200 o 300 pasos por un minuto al terminar la actividad.

Cuando se haya completado el número de pasos prescrito, se pide al sujeto que deje de pisar y que se mantenga erguido en la última posición. Cuando la rotación o el desplazamiento del cuerpo ocurren durante la prueba, el fenómeno se denomina desviación de escalonamiento y sus parámetros se expresan por el ángulo de rotación. Entonces, se mide por medio de grados de rotación del cuerpo alrededor de su eje vertical y la distancia, así como la dirección de desplazamiento del cuerpo desde la posición original, si están presentes y los grados de rotación son menores a 45° se denomina negativo a la prueba, es decir presenta un óptimo equilibrio dinámico, sin

embargo, si los grados de rotación es mayor a 45° la prueba resulta positivo lo que significa que esta alterado el equilibrio dinámico. (Fukuda, 1959).

Gráfico: Gráfico de ángulo de rotación, desplazamiento y distancia de desplazamiento del *Test de Fukuda*.

Gráfico 3: *Test Fukuda*



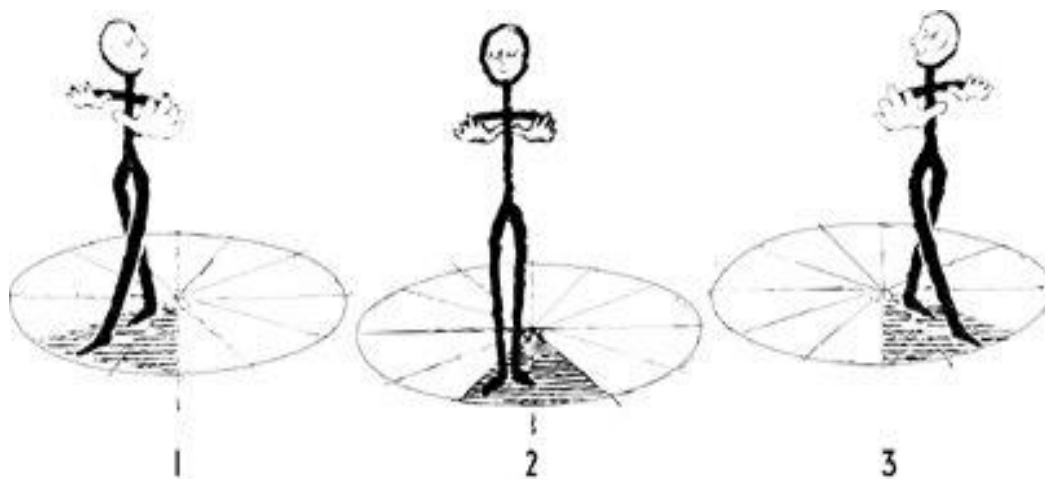
Fuente: (Grommes & Conway, 2011)

Existen estudios en el que se ha utilizado el test por ejemplo en un estudio en el cual su objetivo era medir los efectos de la fisioterapia sobre el equilibrio y la hipofunción vestibular unilateral en ancianos vertiginosos se aplicó el test para valorar el equilibrio en una muestra estuvo constituida por adultos mayores de 60 años de género masculino y femenino con diagnóstico de enfermedad vestibular periférica no específica y síntomas de mareo por más de tres meses. (Junior, et al 2014)

Otro estudio utilizó el test de Unterberger-Fukuda para valorar la preferencia rotacional en gimnastas principiantes y avanzados y encontrar su relación (Heinen, et al 2014)

Honaker, Boismier,, Shepard, & Shepard, (2009) realizaron un estudio para evaluar la sensibilidad y especificidad del test de Fukuda ya que se considera que el test de Fukuda evalúa el sistema vestíbulo espinal y propioceptivo, el estudio mencionado seleccionó 702 con 299 persona de género masculino y 403 de género femenino remitidos al centro de exámenes vestibulares y con una edad promedio de 40 a 49 años, dentro de los resultados se resalta que el test de Fukuda no se considera una buena herramienta para diagnosticar pacientes con lesión asimetría vestibular periférica pero sí útil para desórdenes generales

Gráfico 4. Ilustración de test de Fukuda



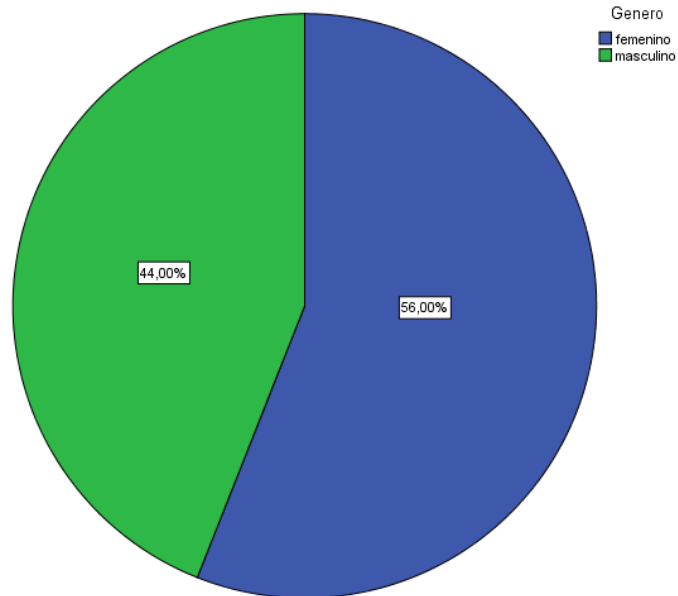
Fuente: (Gagey, Baron & Ushio, 1980)

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados

Gráfico 5. Diagrama circular de género de la muestra de estudio

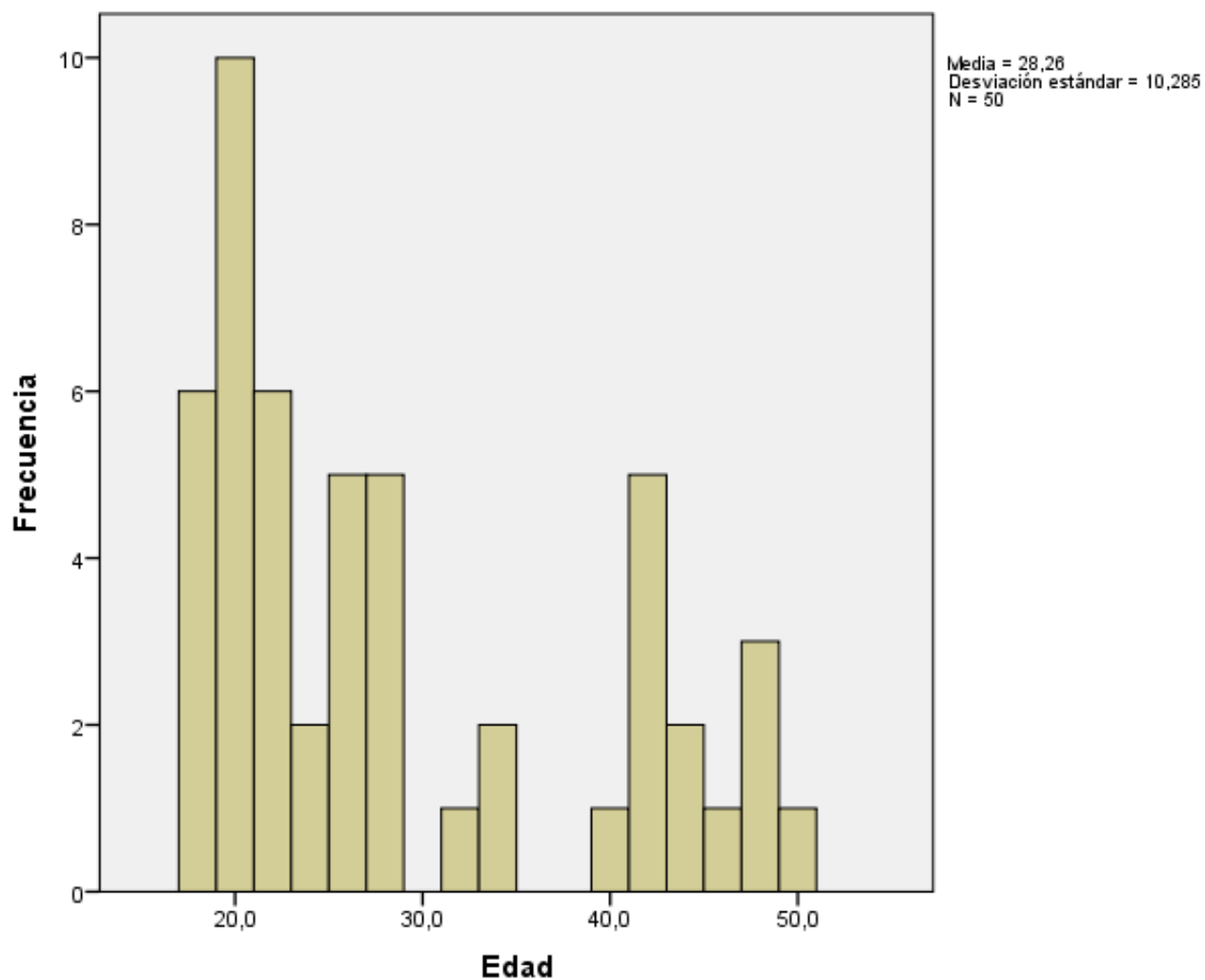


Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores. Andrea Sánchez y Martín Touma

La muestra del estudio fue de 50 personas, de los cuales 22 son de género masculino que representa el 44% de la muestra y 28 de género femenino que representa el 56% de la muestra

Gráfico 6. Histograma de edad de la muestra de estudio



Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores: Andrea Sánchez y Martín Touma

El histograma indica que la media de la edad de la población de estudio es de 28 años, con una desviación estándar de 10 años

Tabla 4. Media mediana y moda del peso de la población de estudio

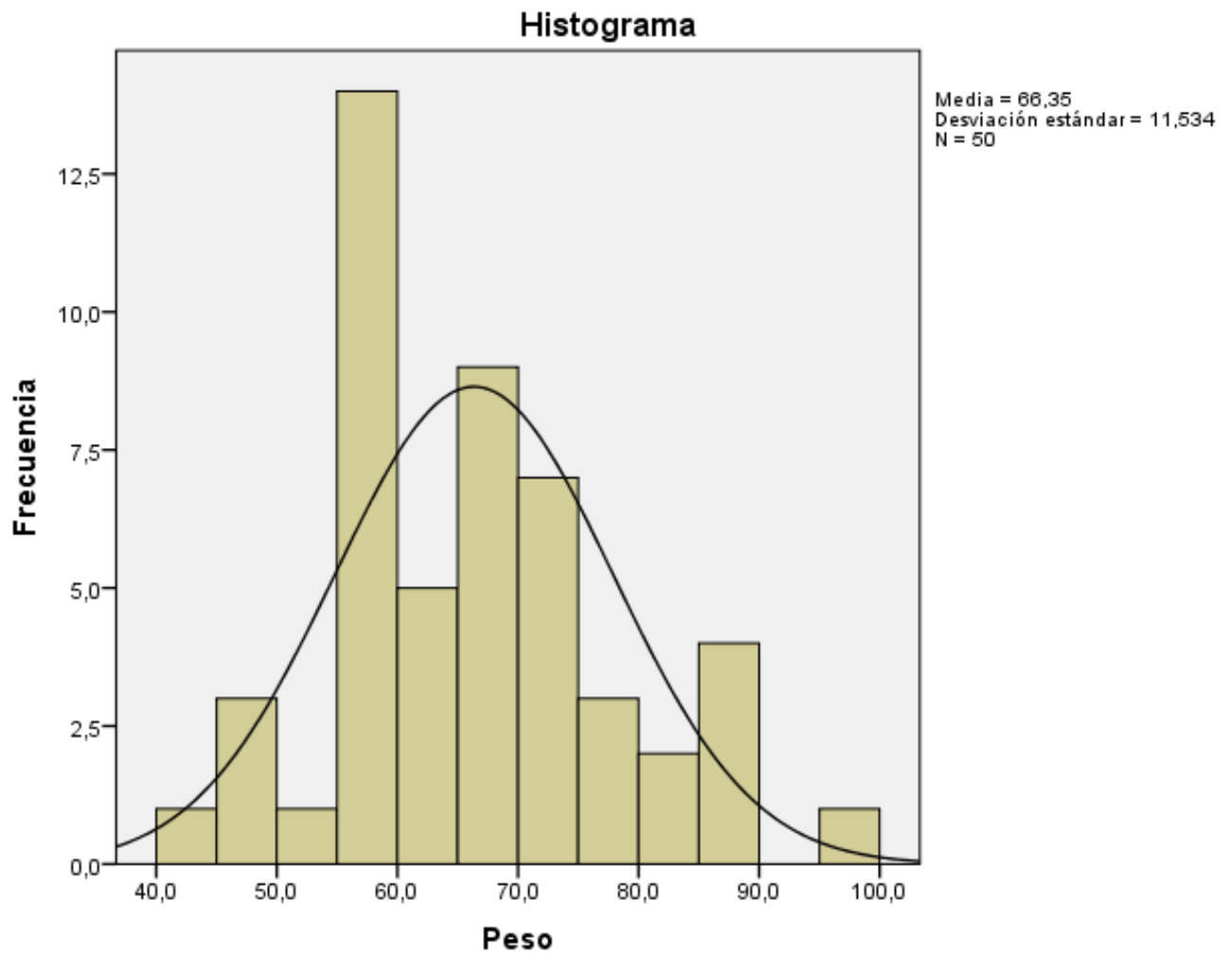
Muestra total		50
Media		66,35
Mediana		65,35
Moda		59,0
Desviación estándar		11,53
Mínimo		44,5
Máximo		95,6
Percentiles	25	57,95
	50	65,35
	75	73,15

Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores: Andrea Sánchez y Martín Touma

La tabla indica una media de 66,35, una mediana de 65,35 y una moda 59 del peso en kg de la población de estudio.

Gráfico 7. Histograma de peso



Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores: Andrea Sánchez y Martín Touma

El histograma indica que la media del peso de la población de estudio es de 66,35 kg, con una desviación estándar de 11,53 kg.

Tabla 5: Media, mediana y moda dela talla de la población de estudio

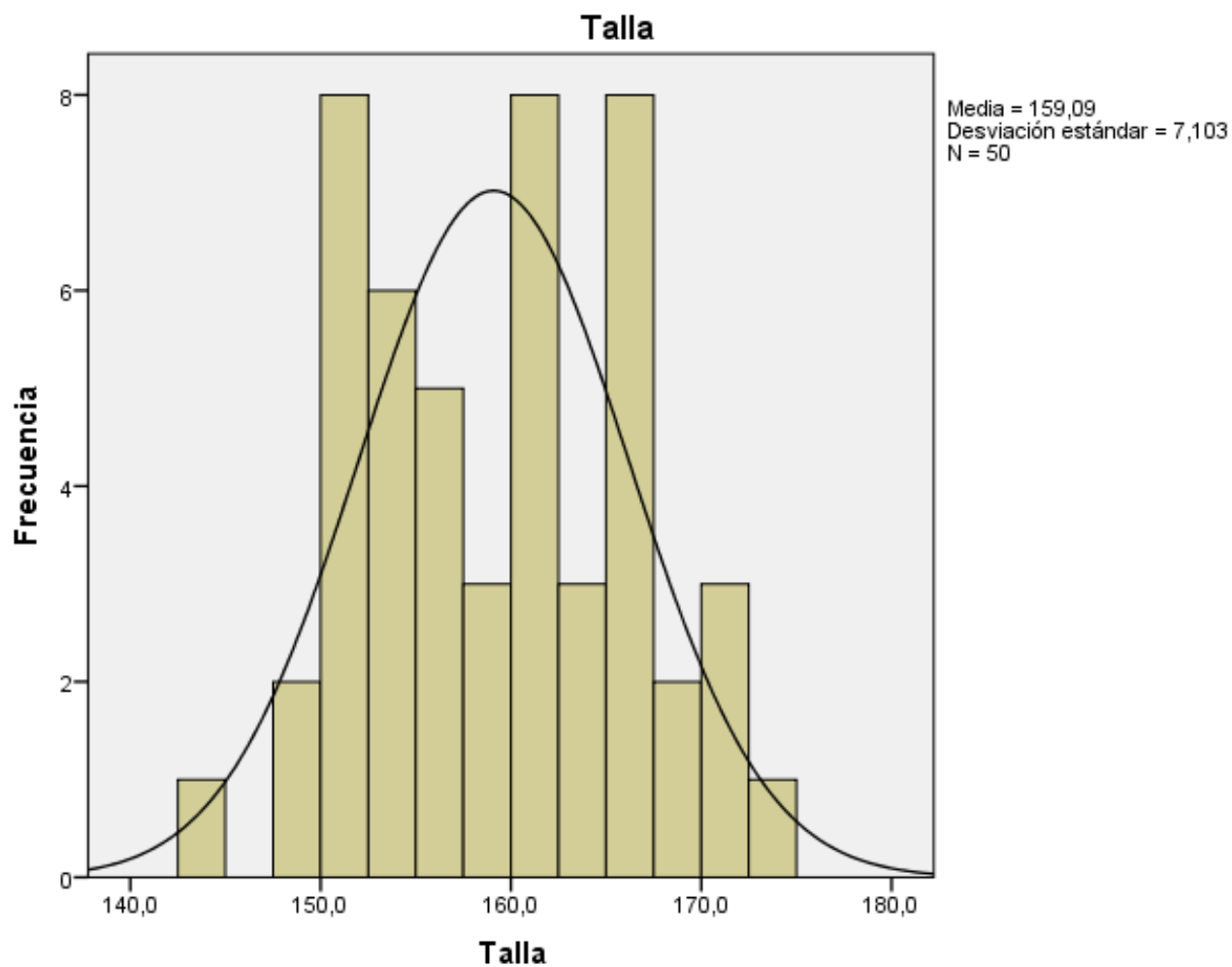
		Estadísticos	
		Talla	imc
N	Válido	50	50
	Perdidos	0	0
Media		159,0	26,22
Mediana		159,5	25,50
Moda		161,0	25
Desviación estándar		7,10	4,451
Mínimo		143,5	18
Máximo		173,0	38
Percentiles	25	153,00	23,00
	50	159,50	25,50
	75	165,00	29,00

Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores: Andrea Sánchez y Martín Touma

La tabla indica una media para la talla de 159 cm una mediana de 159,5 y una moda 161,0 mientras que para el índice de masa corporal se observa una media de 26,22 que indica sobrepeso en la población de estudio, una mediana de 25,25 y una moda 25,50.

Gráfico 8. Histograma de la media de la talla del grupo de estudio

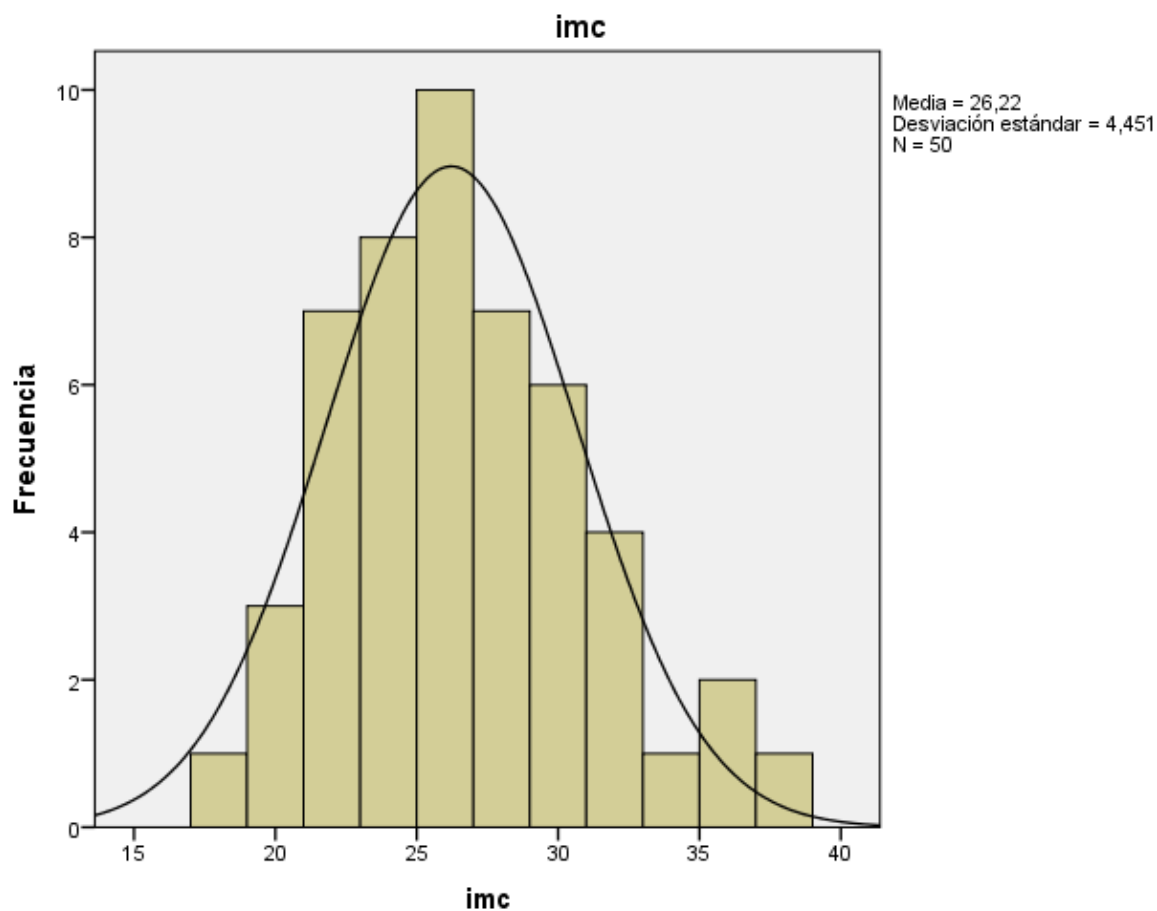


Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores: Andrea Sánchez y Martín Touma

Se observa en el histograma una media de la talla del grupo de estudio expresada en centímetros de 159,09 cm que corresponde a la talla de la población ecuatoriana.

Gráfico 9. Histograma de la media de IMC del grupo de estudio



Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores: Andrea Sánchez y Martín Touma

Se observa en el histograma una media del índice de masa corporal del grupo de estudio de 26,22 que indica sobrepeso.

Tabla 6. Resultados de somatotipo y *Test de Fukuda*

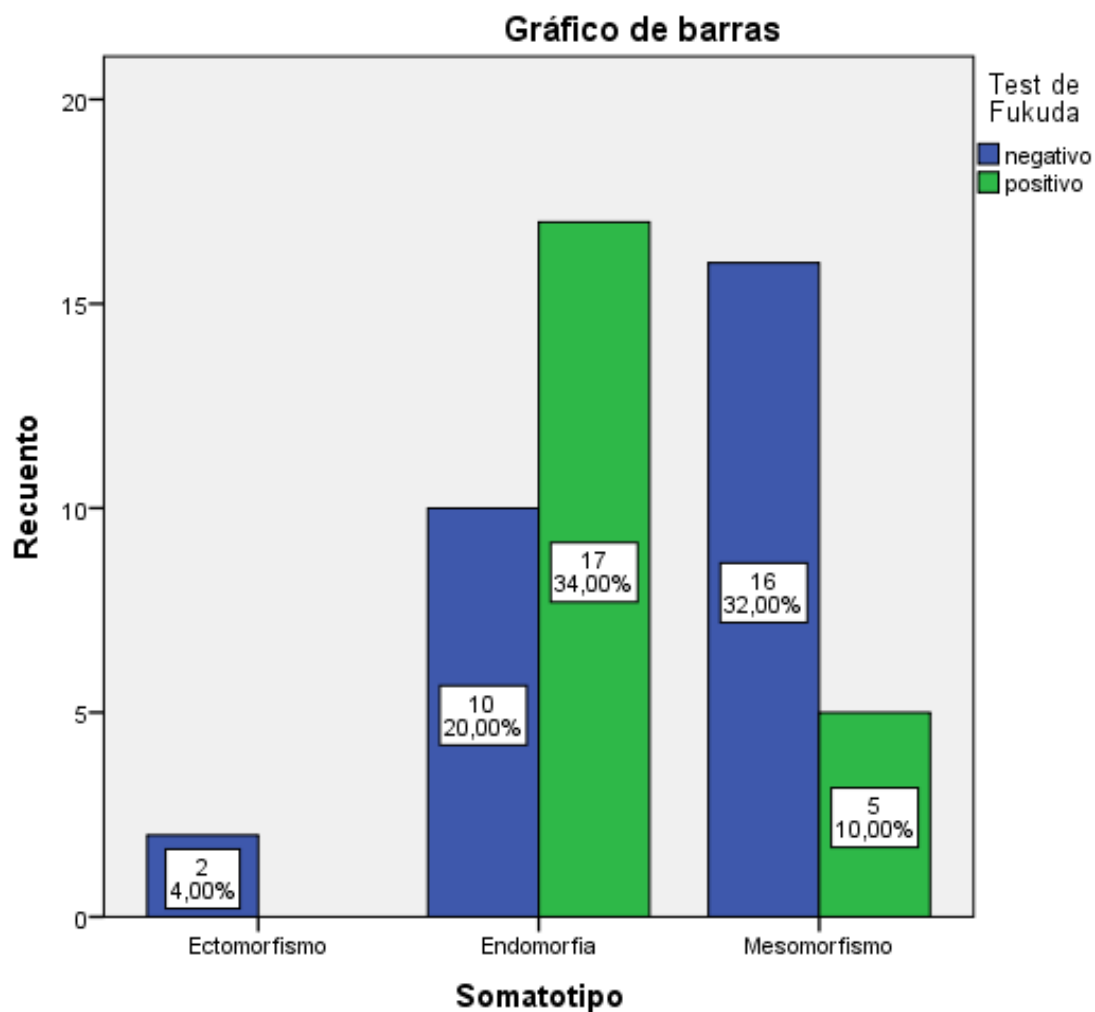
Recuento		Test de Fukuda		Total
		negativo	positivo	
Somatotipo	Ectomorfismo	2	0	2
	Endomorfia	10	17	27
	Mesomorfismo	16	5	21
Total		28	22	50

Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores: Andrea Sánchez y Martín Touma

En la tabla se puede observar un total de 50 personas en la cual se encuentra un total de 2 personas con somatotipo ectomórfico, 27 personas con somatotipo Endomorfico y 21 personas con somatotipo mesomórfico y respecto al test de Fukuda 28 personas resultaron negativo y 22 personas positivo.

Gráfico 10: Histograma de barras de somatotipo y test de Fukuda



Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores. Andrea Sánchez y Martín Touma

En el Gráfico se observa un total de 2 personas que representa el 4% de la población de la muestra con un somatotipo ectomórfico y que obtuvieron un resultado negativo en la prueba de *Fukuda*, en el somatotipo mesomórfico se observa un número total de 21 personas con somatotipo mesomórfico que representa un 42% del total de la muestra en el cual 16 personas obtuvieron negativo en la prueba de *Fukuda* y 5 positivo, finalmente en la endomorfia se observa 27 personas lo cual representa el 54% de la muestra y en donde 17 personas resultaron positivo en el test de Fukuda y 10 negativo.

Tabla 7: Pruebas de *chi-cuadrado*

	Valor	gl	p
Chi-cuadrado de Pearson	8,986 ^a	2	0,011
Razón de verosimilitud	9,946	2	0,007
N de casos válidos	50		

Fuente: Asociación del somatotipo con equilibrio dinámico

Autores. Andrea Sánchez y Martín Touma

Se aplicó es *test de chi cuadrado* para conocer la asociación dentro de las pruebas de *chi cuadrado* se encontró un valor de 8,986 con un valor de $p=0,011$ la cual demuestra asociación entre el somatotipo y equilibrio dinámico evaluado con el test de Fukuda, y mediante el Gráfico de barras del somatotipo y test de Fukuda se observa que las personas con somatotipo Endomórfico tienden a dar positivo en el test de Fukuda.

5.2 Discusión

Es importante destacar que se han realizados pocos estudios en donde se incluya el equilibrio dinámico y el somatotipo. En la presente investigación se pudo observar que los individuos con somatotipo endomórfico tenían un resultado positivo en el test de Fukuda es decir un inadecuado equilibrio dinámico, estudios que investigaron la influencia del género y el somatotipo en la estabilidad postural vertical en los niños en un solo pie determino que los componentes de género y somatotipo influyen en el equilibrio postural en niños (Lee & Lin,2007), con lo que se fortalece el tema propuesto en esta investigación.

Un estudio similar en el que se investigó la relación entre los somatotipos y el equilibrio de la postura de pie, concluyendo que el somatotipo ectomórfico parece estar relacionado con la estabilidad postural en donde el grupo de estudio fueron niñas sanas con somatotipo ectomórfico muestra un 72 % de control postural que las niñas con somatotipo endomórfico (Allard et al,2001),con lo que coincide esta investigación ya que la persona con somatotipo ectomórfico tienen un correcto equilibrio dinámico.

Otro estudio muy importante que se puede resaltar es el siguiente en el cual se investigó los cambios en los parámetros del somatotipo y equilibrio dinámico en gimnastas rítmicas femeninas en un espacio de dos años en donde se determinó que la capacidad de mantener el equilibrio dinámico de los gimnastas rítmicos se estabilizó durante su pubertad y que estaría relacionada con cambios en las proporciones corporales, es decir factores como la altura, peso y somatotipo es decir que con cambios en la composición corporal se puede mejorar el equilibrio dinámico

Finalmente otro estudio que comparo la agilidad y equilibrio dinámico en mujeres adultas mayores con somatotipo mesomorfo, endomorfo que además midió la presencia o ausencia de síndrome metabólico en donde existía mayor presencia de mujeres con somatotipo mesomórfico y en el grupo con ausencia de síndrome metabólico un mejor equilibrio dinámico y agilidad con el que se logra mayor funcionalidad y el riesgo de sufrir caídas. (Ochoa et al, 2012)

5.3 Conclusiones

Los resultados de esta investigación confirman la hipótesis planteada, según la cual las personas con somatotipo endomórfico tienen mal equilibrio dinámico evaluado con el *test de Fukuda* en una población de estudio compuesta por 50 personas que realizan aeróbicos.

Así también se confirma la asociación del somatotipo con el equilibrio dinámico comprobada con el *test de chi* cuadrado con un valor de $p=0,011$ el mayor número de personas que no tuvieron un adecuado equilibrio dinámico se descubrió en el grupo de personas con somatotipo endomórfico.

El somatotipo predominante en la población de estudio fue el endomórfico que se relaciona con mayor grasa abdominal lo cual constituye un riesgo para la salud por lo que con este resultado se puede realizar una intervención para el mejoramiento de la salud y actividad deportiva en beneficio de la población.

El índice de masa corporal que predominó en este estudio fue el sobrepeso y la talla se encuentra dentro del promedio de estatura en Ecuador.

5.4 Recomendaciones

Es importante la realización y evaluación de medidas antropométricas para conocer el estado nutricional de la población y saber cuál es la intervención más oportuna, así como la realización de más estudios en los que se incluya el equilibrio dinámico, ya que aquello permitirá reducir el riesgo de caídas y una mayor funcionalidad de las personas que realizan actividad física.

Se recomienda promover la capacitación de fisioterapeutas sobre la toma de medidas en antropometría y conocer su correcta utilización y fines como medio de diagnóstico y prevención en el ámbito del deporte y la salud.

Para beneficio de la población se recomienda seguir investigando, modificar y reforzar el tema propuesto en esta investigación.

6.1 Bibliografía

- Allard, P., Nault, M. L., Hinse, S., LeBlanc, R., & Labelle, H. (2001). Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium. *Annals of human biology*, 28(6), 624-633.
- Arellano, D., & Yáñez Mendiola, J. (2009). Mediciones antropométricas sin contactos a partir de fotografías. *Ide@s CONCYTEG*, 48.
- Arruñada, F. (2015). Anatomía del aparato vestibular. *Revista FASO*.
- Belando, J. E. S., & Chamorro, R. P. G. (2009). *Valoración antropométrica de la composición corporal: cineantropometría*. Universidad de Alicante.pag 93
- Belando, J. E. S., & Chamorro, R. P. G. (2009). Valoración antropométrica de la composición corporal: cineantropometría. Universidad de Alicante.pag 93
- Berruezo, P. P. (2000). El contenido de la psicomotricidad. *Psicomotricidad: prácticas y conceptos*, 43-99.
- Cabedo i Sanromà, J., & Roca i Balasch, J. (2008). Evolución del equilibrio estático y dinámico desde los 4 hasta los 74 años. *Apunts. Educación física y deportes*, (92), 15-25.
- Cabrera, V. D. C. V., & Reinoso, C. E. V. (2007). Descripción de la composición corporal y somatotipo de bailarines del Ballet del Teatro Municipal de Santiago. Recuperado el día, 13(10), 2015.
- Carmenate Milián, L., Moncada Chévez, F. A., Leiva, B., & Waldermar, E. (2014). *Manual de medidas antropométricas*.
- Carter, J. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping: development and applications* (Vol. 5). Cambridge University Press.
- de la Fuente, F. P., Zagalaz, J. C., Benedí, D. O., Hijós, A. Q., Castellar, S. I. A., & -Otín, C. C. (2014). Análisis antropométrico, fisiológico y temporal en jugadoras de pádel de elite. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (25), 107-112.
- Faraldo García, A. (2009). Registro postural en personas sanas: evaluación del equilibrio mediante el estudio comparativo entre la posturografía dinámica computarizada y el sistema Sway Star. Univ. Santiago de Compostela.
- Fernández, A. S., & Navarro, K. H. (2009). *Manual de antropometría para la evaluación del estado nutricional en el adulto*. Universidad Iberoamericana.pag 21
- Fukuda, T. (1959). The stepping test: two phases of the labyrinthine reflex. *Acta oto-laryngologica*, 50(1-2), 95-108.

- Gagey P.M., Baron J.B. & Ushio, N. (1980). Introduction to clinical posturology,(Agressologie), 21.
- Gallego Gómez, A. M., Hita Contreras, F., Lomas Vega, R., & Martínez Amat, A. (2011). Estudio comparativo del índice de masa corporal y el equilibrio postural en estudiantes universitarios sanos. *Fisioterapia: revista de salud, discapacidad y terapéutica física*, 33(3), 93-97.
- Geraldo, A. P. (2015). Ergonomía y antropometría aplicada con criterios ergonómicos en puestos de trabajo en un grupo de trabajadoras del subsector de autopartes en Bogotá, dc Colombia. *Revista Republicana*, (3).
- Gris, G. M. (2001). Componentes del somatotipo y ecuaciones antropométricas. *Apunts. Medicina de l'esport*, 36(137), 5-16.
- Grommes, C., & Conway, D. (2011). The stepping test: a step back in history. *Journal of the History of the Neurosciences*, 20(1), 29-33.
- Guillén Rivas, L., Mielgo-Ayuso, J., Norte Navarro, A. I., Cejuela Anta, R., Cabañas, M. D., & Martínez Sanz, J. M. (2015). Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios.
- Heinen, T., Jeraj, D., Vinken, P., & Velentzas, K. (2012). Rotational preference in gymnastics. *Journal of human kinetics*, 33, 33-43.
- Hoffman, S. (2010) How does the balance system work? American Physical Therapy Association. Section on Neurology, fact sheet.
- Honaker, J. A., Boismier, T. E., Shepard, N. P., & Shepard, N. T. (2009). Fukuda stepping test: sensitivity and specificity. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20(5), 311-314.
- Jimenez Perdomo, C. R., & Molina Villada, L. A. (2013). Estudio comparativo de la composición corporal y el somatotipo entre jugadores de fútbol sala universitario y profesional de la región suroccidente de Colombia [recurso electrónico]
- Júnior, P. R. R., da Silva Peres, A., Garbi, F. P., Frizzo, A. C., & Valenti, V. E. (2014). Effects of physiotherapy on balance and unilateral vestibular hypofunction in vertiginous elderly. *International archives of medicine*, 7(1), 8.
- Lázaro, A. L. (2000). El equilibrio humano: un fenómeno complejo. *Das menschliche gleichgewicht: ein komplexes phänomen. motorik*, 2, 80-86.
- Lee, A. J., & Lin, W. H. (2007). The influence of gender and somatotype on single-leg upright standing postural stability in children. *Journal of applied biomechanics*, 23(3), 173-179.

- Lescay, R. N., Becerra, A. A., & González, A. H. (2017). ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CAPTACIÓN DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS. *Revista EIA*, 13(26).
- López, C., Dominguez, M., Ávila, L., Galindo, M., & Ching, J. (2007). ANTECEDENTES, DESCRIPCION Y CALCULO DE SOMATOTIPO. *Revista Aristas: Investigación Básica y Aplicada. Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería. UABC*, 44-48.
- Malina, R. M. (2006). *Antropometría. PubliCE Standard*.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, L. (2008). Estándares internacionales para la evaluación antropométrica. *Potchefstroom: ISAK*.
- Moe-Nilssen, R. (1998). A new method for evaluating motor control in gait under real-life environmental conditions. Part 2: Gait analysis. *Clinical biomechanics*, 13(4-5), 328-335.
- Morales Villalva, B. S., Perea, V., & Luis, J. (2014). Estudio comparativo del somatotipo y su incidencia en la condición física entre el personal operativo de la Armadas del Batallón de Infantería de Marina N° 21 Jaramijó (BIMJAR) y el personal del Comando de Guardacostas (COGUAR) durante el período septiembre de 2013-Febrero del 2014. Propuesta alternativa (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera en Ciencias de la Actividad Física, Deportes y Recreación.).
- Norton, K., Olds, T., Mazza, J. C., Cuesta, G., & Palma, M. (2000). Antropométrica: libro de referencia sobre mediciones corporales humanas para la educación en deportes y salud. *Rosario: Biomsystem*, 3(2), 102-16.
- Ochoa-Martínez, P. Y., Hall-López, J. A., Alarcón-Meza, E., Rentería, I., Botelho Teixeira, A. M. M., Lara-Zazueta, H., & Martín Dantas, E. H. (2012). Comparison of agility and dynamic balance in elderly women with endomorphic mesomorph somatotype with presence or absence of metabolic syndrome. *Int. j. morphol*, 30(2), 637-42.
- Poliszczuk, T., & Broda, D. (2010). Somatic constitution and the ability to maintain dynamic body equilibrium in girls practicing rhythmic gymnastics. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 16(2), 94-99.
- Poliszczuk, T., Broda, D., & Poliszczuk, D. (2012). Changes in Somatic Parameters and Dynamic Balance in Female Rhythmic Gymnasts Over a Space of Two Years. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 19(4), 240-245.
- Pradas de la Fuente, F., González Jurado, J. A., Molina Sotomayor, E., & Castellar Otín, C. (2013). Características antropométricas, composición corporal y

somatotipo de jugadores de tenis de mesa de alto nivel. *International Journal of Morphology*, 31(4), 1355-1364

- Prieto, J. A., Del Valle, M., Nistal, P., Méndez, D., Abelairas-Gómez, C., & Barcala-Furelos, R. (2014). Repercusión del ejercicio físico en la composición corporal y la capacidad aeróbica de adultos mayores con obesidad mediante tres modelos de intervención. *Nutrición Hospitalaria*, 31(n03), 1217-1224.
- Rad, L. S., Mamashi, Z., & Sadeghi, H. (2013). A comparison of common methods for static, semi-dynamic, and dynamic balance assessment in 12 to 15 year old girls with different somatotypes. *Intl j Sport Std*, 3, 1137-1148.
- Rodríguez, X., Castillo, O., Tejo, J., & Rozowski, J. (2014). Somatotipo de los deportistas de alto rendimiento de Santiago, Chile. *Revista chilena de nutrición*, 41(1), 29-39.
- Sanz, J. M. M., Otegui, A. U., Guerrero, J., & Barrios, V. (2011). El somatotipo-morfología en los deportistas. ¿Cómo se calcula? ¿Cuáles son las referencias internacionales para comparar con nuestros deportistas?. *Lecturas: Educación física y deportes*, (159), 4.
- Saüch, G., Castañer, M., & Hílano, R. (2013). Valorar la capacidad de equilibrio en la tercera edad. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (23).
- Villamonte-Calanche, W., Pereira-Victorio, C. J., & Jerí-Palomino, M. (2017). Antropometría neonatal a término en una población rural y urbana a 3 400 metros de altura.
- World Health Organization. (1995). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría: informe de un Comité de Expertos de la OMS.

Anexo 1. Consentimiento Informado

Consentimiento Informado

Quito, ____ de Diciembre del 2016

Yo, _____ de _____ años de edad, de sexo _____ con cédula de identidad No. _____ legítimo que he sido informado(a) de la investigación de los estudiantes Martín Touma y Andrea Sánchez de la que actúo voluntariamente como participante, contribuyendo a esta investigación de forma activa. Soy conocedor(a) de la libertad suficiente que poseo Pontificia Universidad Católica del Ecuador de la carrera de Terapia Física, en la para retirarme de la investigación, cuando lo crea necesario.

Se respetará la intimidad de los datos proporcionados.

Martín Touma

Andrea Sánchez

Firma Participante

Anexo 2. Proforma Antropométrica Nivel 1 I.S.A.K.

PROFORMA ANTROPOMÉTRICA NIVEL 1 I.S.A.K.												
Nombre								Medic.n°				
NIVEL IDEAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (OMS, 1985)	Cod	Clasificaci	Fem.	Masc	Fecha Evaluación							
	A	Sedentari	1.3	1.3	Fecha de Nacimiento							
	B	Liviana	1.5	1.6	Fecha de Menstruación							
	C	Moderada	1.6	1.7	Sexo			Sujeto N°				
	D	Intensa	1.9	2.1				Medido				
	E	Extremad	2.2	2.4				Anotador				
Básicos												
1	Peso (Kg)											
2	Estatura											
Diámetros												
3	Humeral											
4	Femoral											
5	Estiloideal											
Perímetros												
6	Brazo											
7	Brazo flexionado											
8	Cintura mínima											
9	Cadera máximo											
10	Pantorrilla											
Pliegues (mm)												
11	Tríceps											
12	Subescapul											
13	Bíceps											
14	Cresta											
15	Supraespin											
16	Abdominal											
17	Muslo											
18	Pantorrilla											