

**UNIVERSIDAD MAYOR**

**FACULTAD DE HUMANIDADES**

**POSTGRADOS EDUCACIÓN**

**ASOCIACIÓN ENTRE EL RIESGO CARDIOMETABÓLICO, DETERMINADO POR  
ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS, CON LA CALIDAD DE EJECUCIÓN MOTRIZ EN  
BOMBEROS PERTENECIENTES AL CUERPO DE BOMBEROS DE LA COMUNA DE  
VALPARAÍSO**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO  
ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN  
ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD**

**Estudiantes :Eduardo Corvalán Quintanilla**

**Michael Sáez Silva**

**María José Torres Egaña**

**Profesor Guía: Dr. Antonio López Fuenzalida**

**Santiago de Chile, 2018**

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos por el apoyo en estos dos años, sobre todos a mis hijos que son los que me inspiran a seguir perfeccionándome y mejorando día a día.

*Eduardo Corvalán Quintanilla*

Deseo en esta oportunidad agradecer a mis padres Juan Patricio Sáez e Isabel Silva Díaz que han sido un pilar fundamental de éste proceso desde lo más importante para mí; que es mi crecimiento personal. También a Yanina Sáez Silva, mi hermana que ha sido un ejemplo a seguir de perseverancia y esfuerzo.

Por otra parte agradezco todo y a todos quienes han aportado en cierta medida a éste proceso de crecimiento integral

*Michael Sáez Silva*

Agradezco a mis papás, Jorge Torres y Bernardita Egaña quienes me brindaron la educación para llegar a donde estoy ahora y que me apoyan en todo lo que he querido capacitarme. A Felipe Eterovic, quien estuvo conmigo y tuvo paciencia durante estos dos años de estudio. Y por último a mi hermano, Esteban Torres, quien me inspiró a querer llegar más lejos.

*Ma. José Torres Egaña*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	7
<b>1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ...</b>	<b>8</b>
1.1 Antecedentes .....	8
1.2 Pregunta de investigación .....	10
1.3 Justificación e importancia de la investigación .....	10
1.4 Objetivo general .....	11
1.5 Objetivos específicos .....	11
1.6 Hipótesis .....	12
1.7 Variables .....	12
1.7.1 Variable dependiente .....	12
1.7.2 Variable independiente .....	12
<b>2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1 Antropometría .....	13
2.1.1 Definición y antecedentes .....	14
2.1.2 Áreas de desarrollo de la cineantropometría .....	15
2.1.2.1 Índices antropométricos de salud .....	15
2.1.3 Uso de la Antropometría en el contexto de la salud .....	24
2.2 Parámetros Cardiometabólicos .....	25
2.3 Test de funcionalidad motriz – <i>Functional Movement Screen</i> (FMS) .....	26

2.3.1 Administración de las pruebas del FMS .....	26
2.3.2 Instrumentos de valoración funcional del FMS .....	35
<b>3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>37</b>
3.1 Tipo y diseño de la investigación .....	37
3.2 Población y muestra .....	37
3.3 Instrumentos y técnicas de análisis .....	38
3.4 Operacionalización de las variables .....	39
3.5 Procedimientos de recolección y análisis de datos .....	39
3.6 Tratamiento estadístico .....	40
<b>4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS A .....</b>	<b>51</b>
5.1 Conclusiones .....	51
5.2 Limitaciones .....	52
5.3 Sugerencias .....	53
<b>6 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>54</b>

## Resumen

**Introducción:** Los bomberos de Valparaíso deben tener la capacidad de afrontar las complejas situaciones de trabajo voluntario a las que deben someterse tanto física como psicológicamente, siendo fundamental para ellos mantener parámetros cardiometabólicos y un estado físico adecuado para suplir las demandas de esta labor.

**Objetivo:** Analizar la asociación entre el riesgo cardiometabólico, determinado por índices antropométricos, con la calidad de ejecución motriz de los bomberos pertenecientes a las Compañías de Bomberos de la comuna de Valparaíso.

**Material y método:** Estudio descriptivo correlacional de corte transversal. Se aplicó el test FMS para determinar la calidad de ejecución motriz y se hizo una evaluación de variables antropométricas. Se efectuó análisis descriptivo e inferencial de los datos. Se obtiene la media, DS, valor mínimo y máximo. Para análisis inferencial se utilizó Chi cuadrado para la asociación entre variables categorizadas.

**Resultados:** Se destacan mayores valores en la media del grupo de hombres respecto del de mujeres en casi todas las variables analizadas con excepción del IMC (diferencia de 0,45 menor en los hombres). En el test FMS se aprecia un mejor rendimiento en el grupo de los hombres con un puntaje superior de 0,51 respecto de las mujeres. En la asociación entre características morfológicas orientadoras al riesgo cardiometabólico con la funcionalidad motriz, se aprecian asociaciones significativas entre el ICE y el FMS tanto en el grupo de hombres como en el grupo total, cuyo comportamiento se replica al establecer asociaciones entre el estado nutricional y FMS.

**Conclusiones:** Se puede indicar que existe una asociación entre el riesgo cardiometabólico estimado a través de parámetros antropométricos con la funcionalidad motriz, en bomberos pertenecientes a las Compañías de Bomberos de la comuna de Valparaíso y que podría afectar su salud y rendimiento en momentos de emergencia.

**Palabras clave:** bomberos, parámetros cardiometabólicos, índices antropométricos, ejecución motriz, FMS.

### **Abstract**

**Introduction:** The firefighters of Valparaíso must have the capacity to face the complex situations of voluntary work to which they must submit both physically and geographically, being fundamental for them to maintain cardiometabolic parameters and an adequate physical state to supply the demands of this work.

**Objective:** analyze the association between cardiometabolic risk, determined by anthropometric indexes, with the quality of motor execution of the firefighters belonging to the Fire Companies of the community of Valparaíso.

**Material and method:** cross-sectional descriptive correlational study. The FMS test was applied to determine the quality of motor execution and an evaluation of anthropometric variables was made. A descriptive and inferential analysis of the data was carried out. The mean, SD, minimum and maximum value is obtained. For inferential analysis, chi square was used for the association between categorized variables.

**Results:** higher values are highlighted in the mean of the group of men with respect to that of women in almost all the variables analyzed, with the exception of the BMI (difference of 0.45 lower in men). The FMS test shows a better performance in the group of men with a score higher than 0.51 compared to women. In the association between morphological characteristics that guide cardiometabolic risk and motor functionality, significant associations between ICE and FMS are observed in both the group of men and the total group, whose behavior is replicated when establishing associations between nutritional status and FMS.

**Conclusions:** It can be indicated that there is an association between the estimated cardiometabolic risk through anthropometric parameters with motor functionality, in firefighters belonging to the Fire Companies of the commune of Valparaíso and that could affect their health and performance in times of emergency.

**Key words:** firefighters, cardiometabolic parameter, anthropometric index, motor execution, FMS.

SOLO USO ACADÉMICO

## Introducción

La siguiente investigación se enmarca en un estudio descriptivo correlacional de corte transversal, dado que se pretende asociar el riesgo cardiometabólico, determinado por índices antropométricos, con la calidad de ejecución motriz de voluntarios pertenecientes al cuerpo de bomberos de la comuna de Valparaíso.

La labor de los bomberos de Valparaíso, podría categorizarse como una de las más arriesgadas de Chile debido a los escasos recursos económicos que estos poseen, la compleja geografía que presenta la ciudad por su gran cantidad de cerros y la urbanización que limita los accesos a diferentes zonas debido a sus estrechas calles y deteriorada infraestructura.

La información respecto al grupo de estudio es escasa; no hay documentación que indique o mencione la asociación de parámetros cardiometabólicos con la calidad de ejecución motriz en la que se encuentran, es por esto que la información utilizada ha sido extraída desde algunos papers nacionales y otros internacionales.

Considerando las características particulares de esta población, es necesario investigar las repercusiones que conlleva enfrentar incendios con una deficiente calidad de ejecución motriz y con parámetros cardiometabólicos fuera de los rangos normales.

Mediante esta investigación se obtendrán parámetros antropométricos de salud que se analizarán para determinar el riesgo cardiometabólico, trayendo como consecuencia conocer la condición de salud de los bomberos y con esto tomar las consideraciones necesarias para futuros programas de ejercicio, buscando tomar las mejores decisiones en post de mejorar idealmente, ambos parámetros.



## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Antecedentes**

El 30 de junio de 1851 se fundó la primera y segunda compañía de bomberos, ambas ubicadas en la comuna de Valparaíso. La labor social que cumplen los voluntarios es relevante, ya que deben resolver de manera rápida y eficiente todos los pormenores que enfrentan para acudir a las diferentes necesidades que demanda la comunidad.

Según la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en la comuna de Valparaíso durante el período 2017-2018 hubo 87 incendios en los cuales han sido afectadas 1041,87 hectáreas. En el período actual (2018-2019) van 76 incendios dentro del cual unas 122,67 hectáreas se han visto afectadas. (Forestal, 2018)

Los riesgos de no contar con los implementos necesarios para enfrentar este tipo de emergencias, junto con un entrenamiento físico deficiente o insuficiente, lleva a que muchas de las muertes ocasionadas en los incendios forestales no sean necesariamente por quemaduras, sino que, pueden verse involucradas deficiencias cardíacas y/o respiratorias.

Es por ello que el relevante rol de la evaluación física se valoriza, ya que se necesita contar con antecedentes de parámetros cardiometabólicos y un estado físico compatible, además de medirse periódicamente y tener una constante preocupación para estar en óptimas condiciones para sus labores diarias.

La calidad de vida que los bomberos presentan está relacionado a varios factores como la percepción de la salud, la satisfacción laboral, el descanso, estudiar y el trabajo doméstico (Rafael Silva Marconato, 2016), es por ello que su salud es relevante para cumplir con las demandas energéticas que tiene el trabajo de voluntario.

La situación en la que se encuentran los bomberos de la comuna de Valparaíso es particular por la relación entre la cantidad total de bomberos y el territorio que posee dicha comuna, que corresponde a 401,6 Km<sup>2</sup> (Instituto Nacional de Estadística, 2007). Por otra parte, la compleja geografía y urbanización de la ciudad los lleva a tener que realizar un mayor esfuerzo que en un terreno generalmente llano.

La mayoría de las tareas realizadas por bomberos requieren el uso de un equipo protector o de seguridad, el que inhibe la termorregulación normal durante el esfuerzo. Períodos estructurados de descanso son requeridos para corregir los efectos del calor, propiciar que la seguridad del bombero se mantenga y que las operaciones puedan seguir hasta su conclusión. (McEntire SJ, 2013)

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la causa de muerte líder durante el trabajo de combate del fuego entre los bomberos (45% de decesos) y la mayor causa de morbilidad. Se han documentado aproximaciones estadísticas que durante las labores de bomberos los eventos de ECV no ocurren aleatoriamente en el servicio. Son más frecuentes en ciertas partes del día, ciertos períodos del año, y son enormemente más frecuentes durante tareas extenuante en comparación con situaciones de no emergencia. Tal como se espera, los eventos de ECV ocurridos durante la tarea bomberil son casi exclusivos en bomberos susceptibles que poseen una ECV subyacente. (Soteriades ES, 2011), es por ello que surge la necesidad de resolver esta problemática para poder realizar un aporte al conocimiento y tomar las medidas correspondientes en post de mejorar la labor de los voluntarios.

## 1.2 Pregunta de investigación

En los inicios del proceso, se plantea el problema de investigación, el que se expresa a través de la siguiente pregunta:

- ¿Existe una asociación entre el riesgo cardiometabólico, determinado por parámetros antropométricos, con la calidad de ejecución motriz de bomberos de la comuna de Valparaíso?

## 1.3 Justificación e importancia de la investigación

Esta investigación sirve principalmente para identificar el riesgo cardiometabólico y la calidad de ejecución motriz de 139 bomberos, para posteriormente generar un análisis de la asociación entre ambas variables.

Para lo anterior, es necesario conocer que la misión de bomberos de Chile es “formar técnica y valóricamente, equipar, apoyar la gestión, velar por la buena imagen de bomberos de Chile y coordinarlos en caso de grandes desastres y asesorar técnicamente a organismos del estado para contribuir a una sociedad más segura” (Bomberos, 2018). Es por ello, que la investigación beneficia a generar información útil para todos los funcionarios de Bomberos de Chile y a toda la sociedad que es protegida y/o ayudada por los colaboradores de esta institución.

Es importante desarrollar investigaciones que correlacionen la variable de riesgo cardiometabólico, rendimiento físico y calidad de movimiento, donde la primera, al tener más prevalencia, existe una preponderancia mayor a contraer un evento cardiovascular.

La práctica continua de actividad física le traerá beneficios de diferentes índoles; psicológicos, metabólicos y laborales entre otros. Éste último está íntimamente relacionado con los voluntarios, que necesitan requisitemente tener un rendimiento físico acorde a las

necesidades y funciones que realizan, de lo contrario afectaría el desempeño de las exigencias a los que son sometidos. Es importante considerar que gran parte de la comuna de Valparaíso está ubicada en cerros que tienen una pendiente variada e inclinada dependiendo de la zona y que esto hace más difícil el desarrollo de cualquier actividad que los ciudadanos de la comuna de Valparaíso deseen realizar.

#### **1.4 Objetivo general**

- Analizar la asociación entre el riesgo cardiometabólico, determinado por índices antropométricos, con la calidad de ejecución motriz de los bomberos pertenecientes a las Compañías de Bomberos de la comuna de Valparaíso.

#### **1.5 Objetivos específicos**

- Identificar el riesgo cardiometabólico, a través de índices antropométricos, de los bomberos pertenecientes a las Compañías de Bomberos de la comuna de Valparaíso.
- Determinar la calidad de ejecución motriz, a través del test Functional Movement Screen (FMS), de los bomberos pertenecientes a las Compañías de Bomberos de la comuna de Valparaíso.
- Asociar los parámetros de riesgo cardiometabólico determinados por índices antropométricos con la calidad de ejecución motriz de los bomberos pertenecientes a las Compañías de Bomberos de la comuna de Valparaíso.

## 1.6 Hipótesis

- $H_1$ : Existe una asociación entre el riesgo cardiometabólico estimado a través de parámetros antropométricos con la funcionalidad motriz, en bomberos pertenecientes a las Compañías de Bomberos de la comuna de Valparaíso.
- $H_0$ : No existe una asociación entre el riesgo cardiometabólico estimado a través de parámetros antropométricos con la funcionalidad motriz, en bomberos pertenecientes a las Compañías de Bomberos de la comuna de Valparaíso.

## 1.7 Variable

### 1.7.1 Variable Dependiente

- Riesgo cardiometabólico.

### 1.7.1 Variable Independiente

- Calidad de ejecución motriz.

SOLO USO ACADÉMICO

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antropometría

Antropometría es el estudio que permite obtener mediciones directas e indirectas del cuerpo humano en términos de las dimensiones del hueso, músculo, y tejido adiposo (grasa). La palabra antropometría deriva del griego *antropo*, que significa ser humano y *metron*, que significa medida. El campo de la antropometría abarca una variedad de medidas del cuerpo humano. El peso, la estatura (altura en bipedestación), pliegues cutáneos, circunferencias (cabeza, brazo relajado, brazo contraído, cintura, cadera máxima, muslo, pantorrilla), longitud de las extremidades, y anchos (hombro, muñeca, etc.) son ejemplos de medidas antropométricas (Rosmery Nariño Lescay, 2016).

Se menciona también como una representación cuantitativa sistemática del individuo con el propósito de entender su variación física. Por ejemplo, la antropometría se utiliza para el diseño de ropa y equipos, a través de técnicas antropométricas para establecer las dimensiones humanas (Rosmery Nariño Lescay, 2016). Según Arellano (2009) es la ciencia de la determinación y aplicación de las medidas de cuerpo humano, tanto en reposo como en movimiento; estas medidas están determinadas por la longitud de los huesos, músculos y de la forma de las articulaciones.

Mucho de los autores mencionados anteriormente, coinciden en que la antropometría es la disciplina que estudia las dimensiones dinámicas y estáticas del cuerpo humano, los procedimientos y las técnicas para llevar a cabo las mediciones.

Las dimensiones del cuerpo son de dos tipos: estructurales y funcionales. Las estructurales son de la cabeza, tronco y extremidades en posición de pie o sentado. Mientras que

las funcionales o dinámicas son aquellas en donde está involucrado el movimiento realizado por el cuerpo en una actividad específica. (Rosmery Nariño Lescay, 2016).

Los aspectos relevantes del cuerpo humano más utilizados con fines de diseño han sido recomendados por autores como: Alonso (2006); Panero (2009); ISO (2010), entre otros.

### **2.1.1 Definición y antecedentes**

La antropometría es una rama de la ciencia que se ocupa de las mediciones comparativas del cuerpo humano, sus diferentes partes y sus proporciones; generalmente con objeto de establecer la frecuencia con que se encuentran en diferentes culturas, razas, sexos, grupos de edad, etc. (Álvarez, 2012)

El tamaño corporal, particularmente el peso, es el marco de referencia *standar* para expresar los parámetros fisiológicos (por ejemplo el  $VO_2$  máx. como  $ml.kg^{-1} min^{-1}$ ), mientras que el grosor de los pliegues cutáneos, a menudo es usado para estimar la composición corporal. Por mucho tiempo se ha usado a la antropometría para la identificación del sobrepeso y la obesidad, para el establecimiento de la relación entre el sobrepeso y la aptitud física relacionada con la salud, y como indicador relacionado con la expectativa de vida. (Malina, 1995)

La antropometría involucra el uso de marcas corporales de referencia, cuidadosamente definidas, además del posicionamiento específico de los sujetos para estas mediciones, y el uso de instrumentos apropiados. Generalmente, a las mediciones se las divide en: masa (peso), longitudes y alturas, anchos o diámetros, profundidades, circunferencias o perímetros, curvaturas o arcos, y mediciones de los tejidos blandos (pliegues cutáneos). (Malina, 1995)

El término cineantropometría deriva de morfometría, la cual es la medición de la forma y el estado, y de antropometría, la cual representa la medición del estado y la forma del hombre, tal

como se dijo anteriormente. La cineantropometría es el estudio cuantitativo del tamaño, forma, proporción, composición y maduración, en relación a la función motriz total. (Carter, 1985)

### **2.1.2 Áreas de desarrollo de la cineantropometría**

La cineantropometría presenta áreas de desarrollo, las que se adscriben en las líneas de estudio que presenta esta ciencia y su aplicación en el contexto de la evaluación e investigación. Al respecto, se destacan las áreas de a) composición corporal, b) Somatotipo, y c) Proporcionalidad humana e índices antropométricos. Todos estos elementos contribuyen al crecimiento de esta ciencia, aportando información que facilita a los profesionales de la actividad física y salud generar procesos de intervención acorde al estado inicial de los evaluados.

A continuación, se detallan las características de estas áreas de estudio.

#### **2.1.2.1 Índices antropométricos de salud**

La composición corporal se divide en cinco niveles: nivel I (atómico); nivel II (molecular); nivel III (celular); nivel IV (tejidos-sistemas); nivel V (todo el cuerpo).

En la elección de uno u otro método o ecuación para la valoración de la composición corporal basada en la medición de los pliegues, se debe tener en cuenta varios puntos: saber qué se debe medir o estimar para evitar problemas conceptuales; la utilización de uno u otro término (grasa, contenido lipídico ó tejido adiposo) dependerá del método usado; adoptar un protocolo estricto que guíe las mediciones; especificar los instrumentos utilizados para las mediciones; investigar de dónde proceden las fórmulas que se van a utilizar para evaluar composición corporal; usar siempre la misma fórmula; evitar ser tan concluyentes en la interpretación de datos



que arrojan las fórmulas bi-compartimentales de división corporal debido a que se basan en supuestos. (Sáez, 2000)

#### **a) Características de los métodos directo, indirecto y doble-indirecto**

Los métodos indirectos no tienen la manipulación de los tejidos que son analizados, por lo que se realiza un análisis de la composición corporal en el momento. Estos métodos son validados a partir del método directo o de la densitometría y posibilitan estimar los tejidos corporales. Dentro de estos métodos se encuentra el pesaje hidrostático, determinación de agua corporal total (ACT), resonancia nuclear magnética (RNM), tomografía axial computarizada o escáner (TAC), densitometría, plestimografía ó bod pop. (Osvaldo Costa, 2015)

Los métodos doblemente indirectos de análisis también son técnicas para medir la composición corporal en el momento. Resultan de ecuaciones derivadas de algún método indirecto, en la cual se encuentran las fórmulas bi-compartimentales basadas en la medición de los pliegues cutáneos para estimar el contenido lipídico corporal total. (Sáez Madain, 2007)

#### **b) Descripción de la antropometría como medio de obtención de la composición corporal**

##### **Fraccionamiento corporal:**

Método bicompartimental: se basa en la suposición de una densidad constante para cada uno de los compartimentos. Dentro de este método está la masa grasa y masa libre de grasa. (Kerr, 1993)

Método tricompartmental: comprende masa grasa, masa ósea y otros.

Método tetracompartimental: incluye masa grasa, masa ósea, masa muscular y masa visceral.

Método pentacompartimental: masa adiposa, masa ósea, masa muscular, masa visceral y masa piel. Puede predecir la masa corporal en ambos sexos, en todas las edades y en cualquier estado físico.

**c) Uso de la composición corporal como medición del estado de salud (particularmente cardiometabólico) en las personas.**

La morfología es la ciencia de la estructura y la forma, independiente de la función, es un dictamen biológico básico que condiciona las funciones subsecuentemente, y por ello hay una relación entre ambos aspectos.

**Somatotipo**

El somatotipo es una descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo al momento de ser estudiado.

El formato de Somatotipo que más se conoce en la actualidad fue una modificación que Bárbara Heath (1948-1953) hizo del método fotoscópico de Sheldon. En 1964, von J.E.L.Carter, crea el método Heath-Carter (Carter y Heath, 1990). Éste es el más utilizado desde entonces, y podemos encontrar de manera muy sencilla datos de referencia en los distintos libros y revistas. Como ejemplo están los numerosos estudios realizados en diversos Juegos Olímpicos.

Para determinar el Somatotipo se cuantifican los valores numéricos de los tres componentes corporales: endomorfo, mesomorfo y ectomorfo. Para Sheldon, el sujeto se podía clasificar dentro de uno de estos tres grupos:

- 1) El endomorfo tendría un predominio del sistema vegetativo y tendencia a la obesidad. Tiene un bajo peso específico, son flácidos y con formas redondeadas.

- 2) En el mesomorfo están los sujetos con un predominio de los huesos, los músculos y el tejido conjuntivo. Tienen un mayor peso específico que los endomorfos.
- 3) En el ectomorfo existe un predominio del área de superficie por sobre la masa corporal; linealidad. (Carter J. , 2003)

### **Técnica de medición del Somatotipo**

La técnica de medición del Somatotipo es usada para evaluar la forma y composición corporal. El método Heath-Carter del Somatotipo es el más usado hoy en día. Hay tres formas de obtener el somatotipo:

- 1) El método antropométrico, en el cual la antropometría se usa para estimar el criterio de Somatotipo.
- 2) El método fotostópico, en el cual los rankings son hechos a partir de una fotografía estandarizada.
- 3) El método fotostópico antropométrico plus, el cual combina la antropometría y rankings de una foto - es un método criterio .

Debido a que gran parte de las personas no tienen la oportunidad de ser criteriosos usando fotografías, se ha demostrado que el método antropométrico es el más útil para una amplia variedad de aplicaciones. (Carter J. , 2003)

## **Fiabilidad de las mediciones**

Las ventajas de la antropometría son inservibles a menos que sean precisas y fiables. Es esencial aprender las técnicas para medir de manera precisa y tener cálculos exactos.

A pesar de que el cálculo del Somatotipo antropométrico Heath-Carter es un procedimiento objetivo, la validación del promedio se basa en las mediciones utilizadas. Los investigadores debieran realizar una reevaluación para la fiabilidad de las mediciones. En comparaciones de las distribuciones de las dos medidas independientes en los mismos sujetos, éstas no debieran diferir significativamente. (Carter J. , 2003)

## **Cálculo del Somatotipo Antropométrico**

Hay dos formas de calcular el Somatotipo antropométrico:

- Ingresando la información en una planilla de Somatotipo.
- Ingresando la información en ecuaciones que deriven de la planilla de Somatotipo.

(Carter J.,2003)

## **Índice de Masa Corporal**

Se utilizan diferentes índices de salud tal como es el Índice de Masa Corporal (IMC) que “es un índice sencillo del peso para la talla que se usa generalmente al clasificar el sobrepeso y la obesidad en las poblaciones adultas. El IMC proporciona la medida más útil a lo recién mencionado ya que es la misma para ambos sexos y para todas las edades de los adultos, es por esto que es el indicador internacional para evaluar el estado nutricional en ellos.” (OMS, 2007). Para realizarlo se debe dividir el peso expresado en kilogramos por la estatura en metros tal como lo indica la siguiente ecuación:

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{Estatura (m}^2\text{)}$$

Aquel resultado se debe analizar respecto a la tabla de IMC que entrega la Organización Mundial de la Salud)

**Tabla 1. Valores normativos de referencia según la Organización Mundial de la Salud**

Clasificación	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
	Valores principales	Valores adicionales
<b>Bajo peso</b>	<b>&lt;18,50</b>	<b>&lt;18,50</b>
Delgadez severa	<16,00	<16,00
Delgadez moderada	16,00 - 16,99	16,00 - 16,99
Delgadez leve	17,00 - 18,49	17,00 - 18,49
<b>Normal</b>	18,5 - 24,99	18,5 - 22,99
		23,00 - 24,99
<b>Sobrepeso</b>	<b>≥25,00</b>	<b>≥25,00</b>
Preobeso	25,00 - 29,99	25,00 - 27,49
		27,50 - 29,99
<b>Obesidad</b>	<b>≥30,00</b>	<b>≥30,00</b>
Obesidad leve	30,00 - 34,99	30,00 - 32,49
		32,50 - 34,99
Obesidad media	35,00 - 39,99	35,00 - 37,49
		37,50 - 39,99
<b>Obesidad mórbida</b>	<b>≥40,00</b>	<b>≥40,00</b>

## Índice Cintura Cadera (ICC)

También se utilizaron índices como el cociente cintura/cadera que es otra forma de describir la distribución de grasa. “Esta proporción simple está caracterizada por una buena confiabilidad ( $r=0.92$ ), aunque parece haber un mayor error que la medición cintura/cadera en las mujeres que en los hombres” (Wing y cols., 1992).

Con población pediátrica y adolescente confirman que el índice de cintura-cadera (ICC), constituye el indicador antropométrico más preciso a considerar en la valoración de la grasa corporal total y la masa grasa intra-abdominal. Su sencillez e inocuidad en su determinación, ha posibilitado su estandarización como procedimiento antropométrico para identificar el grado de adiposidad central. Por otra parte, se han puesto en marcha diferentes estudios orientados a verificar la capacidad de dicho índice para predecir el riesgo de padecer trastornos metabólicos y accidentes cardiovasculares en niños y adolescentes.

Existen dos tipos de obesidad: androide y ginecoide, al primer tipo se le llama obesidad intraabdominal o visceral y al segundo extrabdominal o subcutáneo, para cuantificarla se ha evidenciado que una medida antropométrica como el índice cintura/cadera se correlaciona bien con la cantidad de grasa visceral lo que convierte a este cociente en una medición factible desde el punto de vista práctico. (Moreno, 2012)

La OMS establece unos niveles normales para el índice cintura cadera aproximados de 0.8 en mujeres y 1 en hombres; valores superiores indicarían obesidad abdominovisceral, lo cual se asocia a un riesgo cardiovascular aumentado y a un incremento de la probabilidad de contraer enfermedades como Diabetes Mellitus e Hipertensión Arterial.

El índice se obtiene midiendo el perímetro de la cintura a la altura de la última costilla flotante, y el perímetro máximo de la cadera a nivel de los glúteos:

Índice de cintura-cadera = Cintura (centímetros) / Cadera (centímetros)

Interpretación:

ICC = 0,71 - 0,85 normal para mujeres.

ICC = 0,78 - 0,94 normal para hombres.

### **Índice Cintura Estatura (ICE)**

Otra forma de valorar este riesgo ha sido mediante el Índice Cintura-Talla (ICE) calculado con la siguiente fórmula:

$$\text{ICE} = \text{Perímetro de cintura (cm)} / \text{Estatura (cm)}$$

El ICE se ha revelado como una importante herramienta para el diagnóstico del Síndrome Metabólico (SMET) en adultos. Valores superiores a 0,50 se asocian con elevadas concentraciones de triglicéridos, colesterol y glucosa en sangre, así como con hipertensión arterial en varones y mujeres de distinto origen étnico.

En edad pediátrica, la circunferencia de la cintura es una variable menos estudiada aunque se ha demostrado que se correlaciona significativamente con el IMC y el porcentaje de grasa. Es obvio que, durante la infancia, la circunferencia de la cintura va aumentando de forma natural debido al proceso de crecimiento, sin embargo, la relación cintura/talla se mantiene estable. Esto elimina la necesidad de utilizar estándares con valores de referencia para cada edad (como ocurre en el caso del IMC) y permite la determinación de un único punto de corte para cada sexo aplicable a todas las edades. (López-Ejeda, 2013)

## **Circunferencia de cintura (CC): una medición importante y útil del riesgo cardiometabólico.**

La circunferencia de cintura (CC) es la medición con una cinta métrica no deformable del total de la cintura. La medición debe ser realizada a nivel de la línea media axilar, en el punto medio entre el borde costal y la cresta iliaca. Se mide con el paciente en posición bípeda y al final de una espiración normal.

Para hombres se considera como punto de corte valores mayores a 102 centímetros y para mujeres un valor mayor a 88 centímetros, estos valores son considerados en la definición del síndrome metabólico según la ATPIII-NCEP 2001. El promedio de la circunferencia de cintura para la población chilena es de 90,7 centímetros para hombres y 86, 2 centímetros para mujeres. Por ahora en Chile se usan los puntos de cortes planteados por el organismo antes mencionado.

La prevalencia de hipertensión arterial es mayor en estratos socioeconómicos más bajos, concordante a esto se observaron cifras más altas de CC en estos mismos. También hay un aumento en los niveles de presión arterial tanto sistólica como diastólica.

Los mecanismos propuestos como relación entre la obesidad y niveles más elevados de presión arterial (PA) en la población descrita, se declara culpable a la obesidad abdominal, al menos en parte, de los mayores niveles de PA detectados en ellos. Es por esto, que es importante incorporar la medición de CC en las personas que son evaluadas en términos de estudios de riesgo cardiometabólico, ya que tan sencilla herramienta es útil para encontrar poblaciones con un riesgo cardiovascular. (González, 2010)



### **2.1.3 Uso de la antropometría en el contexto de salud**

El estudio de la composición corporal ha sido de gran ayuda a la hora de poder cuantificar la influencia que ejerce en los distintos elementos estructurales del cuerpo humano estímulos como: un plan dietético o hábitos alimenticios específicos, así como también, poder cuantificar el efecto de un plan de entrenamiento, la monitorización de estados de desnutrición, establecer un diagnóstico y clasificación de niveles de obesidad, etc. (Sáez, 2000)

Un cierto número de investigaciones han desarrollado técnicas de campo para predecir el porcentaje de grasa corporal y el grado de obesidad de poblaciones en la comunidad. Estas técnicas, conocidas como antropométricas, tienen muchas ventajas pues se necesita menos tiempo para su utilización y materiales relativamente baratos. Se utilizan calípers, balanzas y cintas métricas que producen estimaciones bastante validas y fiables del grado de obesidad.

La antropometría ha devenido como una de las técnicas fundamentales para diagnosticar obesidad en poblaciones adultas mal nutridas, por la relativa facilidad de su aplicación, su generalización y su aceptable rango de exactitud, tal como lo indican Rosales (2012) y Miguel A. Rubio (2007)

Los indicadores antropométricos más utilizados para este diagnóstico en la comunidad por médicos, enfermeras, nutricionistas y licenciados en cultura física son: el Peso Corporal (PC), el Peso para la Talla (PT) y el Índice de Masa Corporal (IMC), a pesar de que estos indicadores no miden adiposidad, ni siquiera de forma indirecta. (M.a F. Bernal-Orozco, 2010) y (D. A. De Luis, 2011)

## **Análisis de algunos de los indicadores antropométricos existentes**

El índice de Masa Corporal (IMC) mide el estado nutricional calculando el peso dividido por la estatura al cuadrado. Fue diseñado por Quetelet, en el siglo XIX y aún es el más utilizado en la atención primaria de salud en el mundo. Es en estos momentos el índice más validado por la Organización Mundial de la Salud en la evaluación del estado nutricional de adultos y a partir de ello el diagnóstico de la obesidad.

Los valores del IMC son un reflejo de las reservas corporales de energía. Esta afirmación se evidencia por su alta correlación con la grasa corporal estimada por métodos válidos como la densitometría, y por su alta correlación con los pliegues cutáneos que son predictores de la grasa corporal, es por este motivo que en un inicio el IMC fue utilizado para describir la presencia de obesidad. Garrow en 1981 introduce un sistema de curvas que, a partir de un conjunto de puntos de corte, permite caracterizar la presencia de adiposidad, clasificando además al individuo según el grado de esta. (Jawaid A, 2012)

## **2.2 Parámetros Cardiometabólicos**

Al hablar hoy de dislipidemias se incluye, en gran medida, enfocarse en el concepto de riesgo cardiometabólico (RCM). Hoy hay una nueva “voz cantante” en el ámbito de las dislipidemias y el riesgo cardiovascular: el síndrome metabólico (SM), y la dislipidemia característica, explicada como tríada lipídica o dislipidemia metabólica, que incluye alteraciones tanto cuantitativas como cualitativas de los lípidos sanguíneos: valores de triglicéridos (TG) aumentados, bajo nivel de colesterol asociado con lipoproteínas de alta densidad (HDLc) y supremacía de lipoproteínas de baja densidad (LDL), claramente más aterogénicas, no sólo por el

tamaño y facilidad que tienen para atravesar el endotelio vascular, sino que por la particular susceptibilidad a sufrir modificaciones oxidativas.

### **2.3 Test de funcionalidad motriz – *Functional Movement Screen* (FMS)**

En diversas ocasiones se considera la valoración cuantitativa del movimiento del ser humano, lo que se asocia a un rendimiento orientado hacia la búsqueda de una mayor velocidad de desplazamiento, ó de ejecución de fuerza sobre una carga, sin embargo, se deja de lado la correcta ejecución de estos movimientos, con miras hacia la búsqueda de una reducción de las probabilidades del lesión. Es en este contexto donde aparece el test *Functional Movement Screen* (FMS) el que fue propuesto por Gray Cook (Cook et al., 2006), el que involucra la evaluación integrada de componentes tanto de amplitud de movimiento, fuerza muscular, estabilidad, coordinación, entre otros (Schneider, Davidsson, Hörman, & Sullivan, 2011).

La aplicación de este test de funcionalidad motriz, ha sido aplicado en diversas poblaciones, como por ejemplo sujetos físicamente activos (A. E. López-Fuenzalida et al., 2016; Valdés-Badilla et al., 2017), estudiantes superiores (Osorio, Soto, & Martínez, 2013) e incluso en menores de edad (Duncan et al., 2013).

#### **2.3.1 Administración de las pruebas del FMS**

El FMS consta de siete pruebas, las que se basan en la calidad del movimiento (O' Connor y cols., 2011), consideran: a) sentadilla profunda, b) paso con obstáculos, c) estocada en línea, d) movilidad de hombro, e) elevación de miembro inferior, f) estabilidad de tronco, g) estabilidad rotatoria de tronco.

Es relevante considerar que, previo a la ejecución del test, los autores proponen ciertos aspectos relevantes:

- Perfil del evaluado: debe haber completado con éxito las evaluaciones tradicionales ó habituales de salud, junto con no estar en presencia de una enfermedad o un problema motriz.
- Vestimenta: Se recomienda el uso de ropa adecuada que no restrinja los movimientos que ejecutará el sujeto.
- Calzado: Es necesario utilizar un calzado deportivo normal, que facilite la ejecución cómoda de los ejercicios.

A continuación se describen cada una de las pruebas propuestas para la ejecución del FMS, de acuerdo a lo indicado por los autores (Burton y Cook., s/d; Cook y cols., s/d; Cook y cols., 2006). Al respecto, es relevante establecer que la puntuación que se puede obtener en cada una de las pruebas, considera una escala ordinal de 0 a 3, donde 0 implica presencia de dolor, 1 se da cuando el sujeto es incapaz de realizar y completar el patrón de movimiento o es incapaz de conseguir incluso la posición para realizar el movimiento, 2 indica que se presenta algún tipo de compensación para realizar el movimiento fundamental y completar la prueba; y 3 representa la capacidad del sujeto para realizar el patrón de movimiento funcional correctamente sin ningún tipo de compensación.

Dado lo anterior, el puntaje más alto que puede obtener un sujeto es 21, y se considera riesgo de lesiones el obtener un puntaje total, igual o menor a 14.

### **Prueba 1: Sentadilla profunda.**

- **Descripción:** El individuo asume la posición inicial (ver imagen 1), colocando sus pies a la anchura de los hombros con los pies alineados en el plano sagital. El individuo a continuación adecúa sus manos en la barra para asumir un ángulo de 90 grados de los codos ubicando la barra sobre la cabeza. A continuación, la barra se presiona sobre la cabeza con abducción y flexión de los hombros, y los codos extendidos. Luego, al individuo se le da la instrucción de descender lentamente en una posición de sentadilla. Esta posición se debe asumir con los talones en el suelo, la cabeza y el pecho hacia delante y la barra debe ser presionada al máximo arriba. El individuo puede repetir el movimiento hasta tres veces.

Si los criterios para una puntuación de tres (3) no se logran, se le pide al sujeto que realice la prueba con la tabla de 2 x 6 bajo los talones. Si esto permite una sentadilla completa se da una puntuación de dos (2). Si el sujeto aún no puede completar el movimiento se da una puntuación de uno (1).

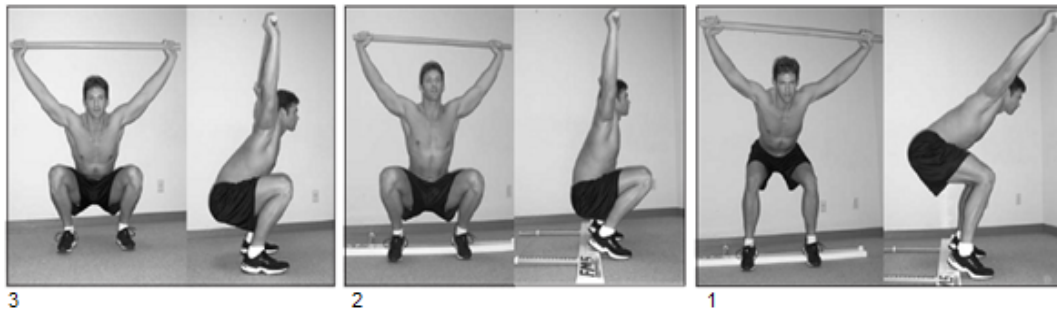


Imagen 1: Prueba de sentadilla profunda. Extraído de Cook y cols. (2006)

### Prueba 2: Paso con obstáculo.

- Descripción:** El individuo asume la posición de partida (ver imagen 2) colocando primero los pies juntos y la alineación de los dedos tocando la base de la valla. El obstáculo se ajusta entonces a la altura de la tuberosidad tibial del sujeto. La barra se coloca sobre los hombros por debajo del cuello. A continuación se le pide al sujeto que pase una pierna sobre la valla y toque su talón con el suelo mientras se mantiene la postura de la otra pierna en posición extendida. La pierna en movimiento se devuelve a la posición inicial. El paso con obstáculo debe realizarse lentamente y hasta tres veces bilateralmente. Si una repetición se completa bilateralmente y cumple con los criterios, se da una puntuación de tres (3). Una puntuación de dos (2) se da si el sujeto compensa de alguna manera por torsión, se inclina o mueve la columna vertebral, y una puntuación de uno (1) se da si se produce una pérdida del equilibrio o se hace contacto con el obstáculo.



Imagen 2: Prueba de paso con obstáculo. Extraído de Cook y cols. (2006).

### Prueba 3: Estocada en línea.

- Descripción:** El evaluador obtiene la longitud de la tibia de la persona, midiendo desde el suelo hasta la tuberosidad anterior de la tibia. A continuación se le pide al individuo que coloque el final de su talón en el extremo de la tabla. La medición anterior de la tibia se aplica desde el final de los dedos de los pies en el tablero y se hace una marca. La barra se coloca detrás de la espalda, tocando la cabeza, la columna torácica y el sacro. La mano opuesta al pie delantero debe ser la mano que agarra la barra en la columna cervical. La otra mano sujeta la barra en la columna lumbar. El individuo coloca el talón del pie opuesto en la marca indicada en la tabla. En seguida baja la rodilla lo suficiente para tocar la tabla detrás del talón del pie delantero y después vuelve a la posición inicial. La estocada se realiza hasta tres veces bilateralmente de manera lenta y controlada (ver imagen 3). Si una repetición se completa con éxito, entonces se asigna un valor de tres (3). Un dos (2) se registra por una compensación y una puntuación de uno (1) por un movimiento incompleto o una pérdida del equilibrio.

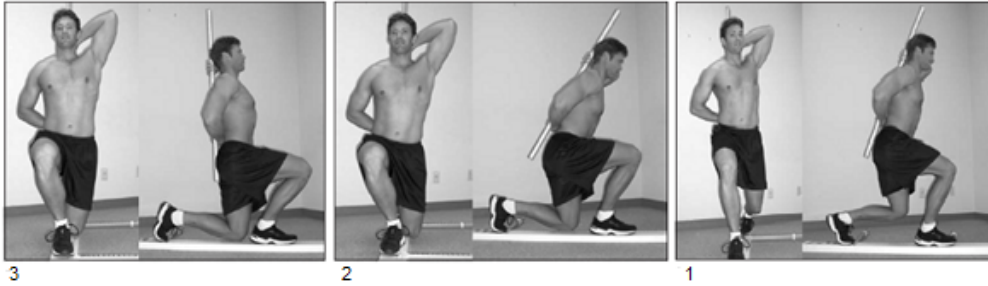


Imagen 3: Prueba estocada en línea. Extraído de Cook y cols. (2006).

#### Prueba 4: Movilidad de hombro.

- Descripción:** El evaluador primero determina la longitud de la mano, midiendo la distancia desde el pliegue distal de la muñeca hasta la punta del tercer dedo. El individuo comienza de pie con los pies juntos, y permanece en esta posición durante toda la prueba. Se le solicita al individuo hacer un puño con cada mano, colocando el pulgar dentro del puño. Luego se les pide asumir una máxima aducción, extensión y en posición de rotación interna con un hombro, y una máxima abducción, flexión y una posición de rotación externa con el otro. Durante la prueba, las manos deben permanecer en un puño y debe ser colocado en la parte posterior con un movimiento uniforme (ver imagen 4). El evaluador mide la distancia entre las dos prominencias óseas más cercanas. La prueba de la movilidad del hombro se puede realizar hasta tres veces bilateralmente. Una puntuación de tres (3) se da si los puños están dentro de la longitud de una mano. Una puntuación de dos (2) se da si los puños están dentro de  $1\frac{1}{2}$  longitud de la mano; y una puntuación de uno (1) se da si los puños quedan fuera de la longitud señalada anteriormente.



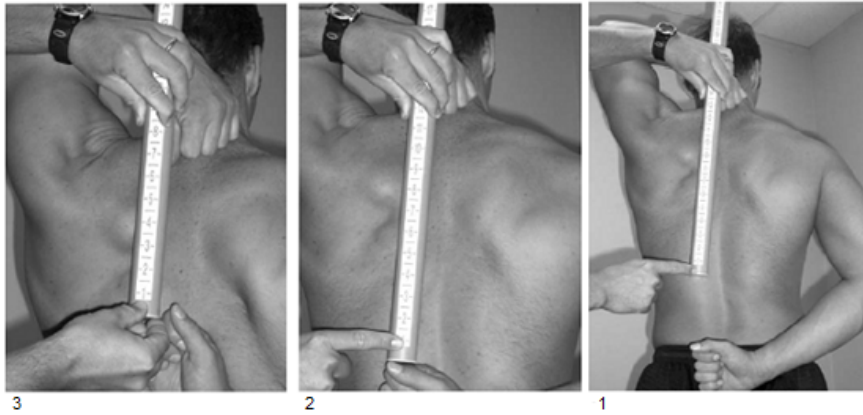


Imagen 4: Prueba de movilidad de hombro. Extraído de Cook y cols. (2006).

#### **Prueba 5: Elevación de la extremidad inferior recta.**

- Descripción:** El individuo asume la posición inicial (ver imagen 5) en decúbito supino con los brazos en posición anatómica y la cabeza apoyada en el piso. El tablero se coloca debajo de las rodillas. A continuación el evaluador identifica el punto medio entre la espina ilíaca anterosuperior (EIAS) y el punto medio de la patela, la barra se coloca en esta posición perpendicular al suelo. Enseguida, el individuo se encarga de levantar la pierna de prueba con una flexión dorsal del tobillo y la rodilla extendida. Durante la prueba, la rodilla opuesta debe permanecer en contacto con la tabla, los dedos del pie debe permanecer apuntando hacia arriba y la cabeza permanece apoyada en el suelo. Una vez que la posición de rango final se consigue, y los maléolos se encuentran más allá de la barra, la puntuación de tres (3) es registrada según los criterios. Si el maléolo no pasa la barra, se alinea nuevamente la barra a lo largo del maléolo medial de la pierna de prueba, perpendicular al piso, se califica con un dos (2) por los criterios. Si está por

debajo de la rodilla, se califica con un uno (1). La prueba de elevación de la pierna recta se debe realizar hasta tres veces bilateralmente.

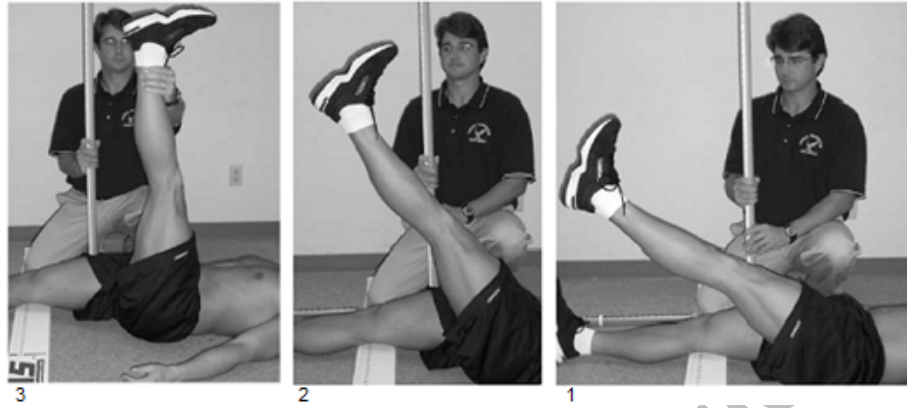


Imagen 5: Prueba de elevación de la extremidad inferior recta. Extraído de Cook y cols. (2006).

#### **Prueba 6: Elevación estable del tronco.**

- **Descripción:** El individuo asume una posición (ver imagen 6) en decúbito prono con los pies juntos. Las manos se colocan a la anchura de los hombros en la posición adecuada según los criterios, con los pulgares apuntando a la altura de la frente para los hombres y a la altura de la barbilla para las mujeres. Las rodillas están completamente extendidas y los tobillos en dorsiflexión. Se le pide al individuo que realice una extensión de codo en esta posición. El cuerpo debe levantarse como una unidad. No debe haber ningún retraso en la columna lumbar al realizar esta elevación. Si el individuo no puede realizar una flexión de brazos en esta posición, las manos se bajan en la posición adecuada según los criterios.

Al completar la elevación se da una puntuación de tres (3). Si el sujeto no puede realizar la elevación estable y cambia la posición de las manos, con los pulgares apuntando a la altura de la barbilla para los hombres y a la altura de la clavícula para las mujeres, se da una calificación de dos (2), si no tiene éxito en esta posición, se registra una puntuación de uno (1).



Imagen 6: Prueba de elevación estable del tronco. Extraído de Cook y cols. (2006).

#### **Prueba 7: Estabilidad rotativa.**

- **Descripción:** El individuo asume la posición de partida (ver imagen 7) en cuadrupedia con sus hombros y caderas en 90 grados en relación con el torso. Las rodillas se sitúan en 90 grados y los tobillos deben permanecer en flexión dorsal. El tablero se coloca entre las rodillas y las manos, para que estén en contacto con la tabla. El individuo a continuación, flexiona el hombro y extiende la cadera y la rodilla del mismo lado. La pierna y la mano sólo se levantan lo suficiente para despejar el suelo aproximadamente 15 centímetros. El codo, la mano y la rodilla que se levantan, deben estar en consonancia con el tablero. El torso también debe permanecer en el mismo plano que el tablero. Esta prueba se realiza de forma bilateral hasta tres repeticiones. Si la puntuación de tres (3) no se logra,

entonces el individuo realiza un patrón diagonal con el hombro opuesto y la cadera de la misma manera como se describe anteriormente.

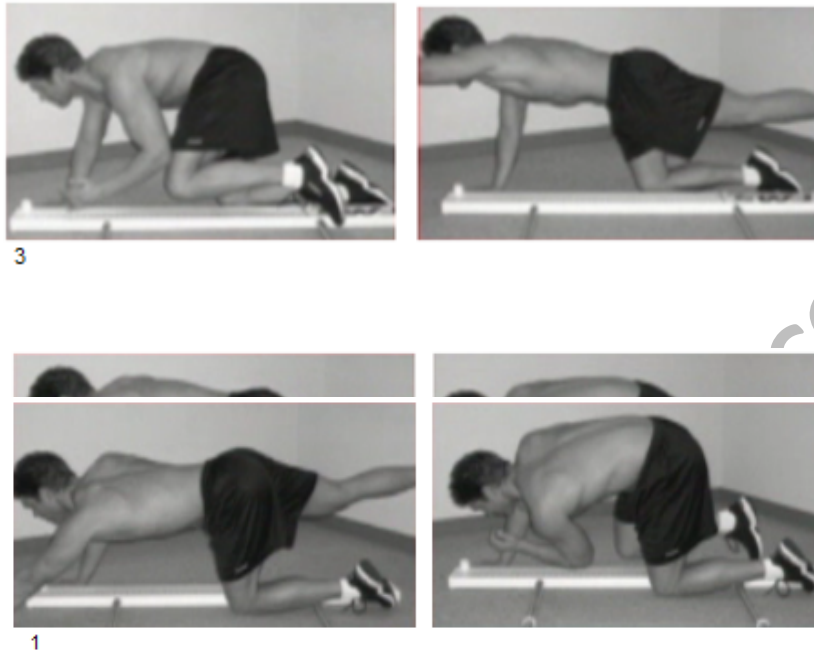


Imagen 7: Prueba de elevación estable del tronco. Extraído de Cook y cols. (2006).

### 2.3.2 Instrumentos de valoración funcional del FMS

La ejecución del test FMS se realiza en conjunto a un Kit FMS, cuyos elementos son utilizados de acuerdo a las características de la ejecución de los movimientos (en base a la descripción de las pruebas realizadas en el punto anterior).

El Kit FMS está constituido por 4 elementos (ver imagen 8):

- Tabla 2x6: Se utiliza para transportar el equipo y añade una compensación para la prueba de sentadilla profunda. También se utiliza en la estocada en línea, elevación de la pierna recta y la prueba de estabilidad rotatoria.

- Barra 1,53 mts: Se utiliza para la sentadilla profunda, la estocada en línea, el paso con obstáculo y la elevación de la pierna recta. La barra se utiliza en estas pruebas para la confiabilidad, para mejorar la puntuación y para hacer la prueba más funcional.
- Obstáculo: Se utiliza para la prueba de paso con obstáculo, lo que permite una prueba relativa al cuerpo y una mejor puntuación.
- Cinta métrica: Se utiliza para las pruebas de movilidad del hombro y estocada en línea para efectos de puntuación y para medir la altura de la tibia.

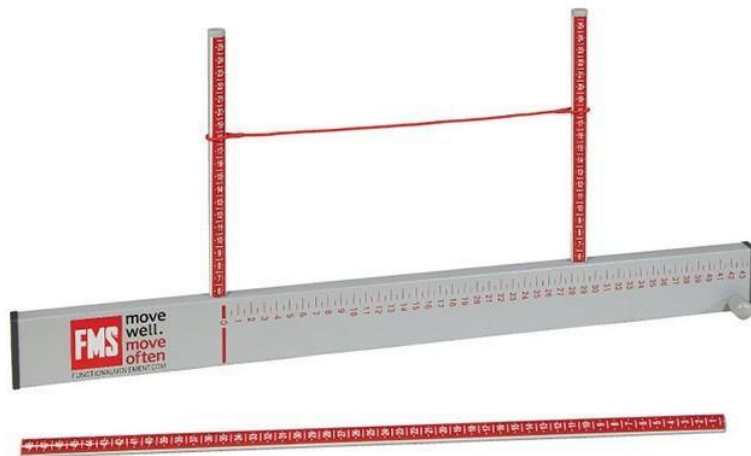


Imagen 8. Componentes del Kit de evaluación FMS.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Tipo y diseño de la Investigación

El tipo de investigación del presente estudio es descriptivo correlacional, dado que “consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos” (Roberto Hernández Sampieri, 2014). Para esta investigación se pretende asociar el comportamiento del estado de salud cardiometabólico, a través de parámetros antropométricos con la calidad de ejecución motriz de los bomberos de la comuna de Valparaíso.

El diseño de investigación es no experimental, transeccional o transversal, porque es un estudio que se realiza “sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (Roberto Hernández Sampieri, 2014).

### 3.2 Población y Muestra

La población del estudio son todos los bomberos de Chile. La muestra del estudio corresponde a todos los bomberos pertenecientes a las compañías de Bomberos de la Comuna de Valparaíso, el que corresponde a un número total de 139 personas de los cuales 122 son hombres y 17 son mujeres.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: a) Pertenecer a una compañía del cuerpo de bomberos de la comuna de Valparaíso, b) Presentar una antigüedad al interior de la compañía de al menos 1 año, c) Presentar autorización del Comandante de Compañía correspondiente, d) Firma del consentimiento informado. En tanto los criterios de exclusión fueron: a) Presentar una patología musculo esquelética, respiratorio y/o cardiovascular, b) Exponer una lesión músculo esquelética que impida la realización de pruebas físicas.

### 3.3 Instrumentos y técnicas de Análisis

En esta investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cinta antropométrica Rosscraft: precisión 1 mm, utilizada para la valoración del perímetro corporal de cintura.
- Balanza digital marca Tánita: precisión 50 grs. Se utiliza para determinar el peso corporal total.
- Estadiómetros marca Seca: precisión 1 mm. Utilizado para valorar la talla bípeda.
- Proforma: corresponde a una ficha de registro antropométrico de las variables valoradas.
- Kit FMS.

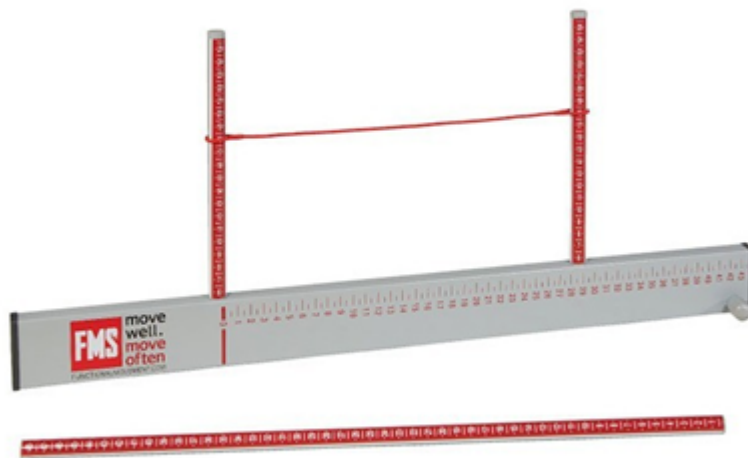


Imagen 8. Componentes del Kit de evaluación FMS.

### **3.4 Operacionalización de las variables**

- Riesgo cardiometabólico: es determinado a través de los índices antropométricos Cintura – Estatura e Índice de Masa Corporal.
- Funcionalidad motriz: se obtiene a través de la batería de prueba del FMS, el que consiste en siete pruebas funcionales.

### **3.5 Procedimientos de recolección y análisis de datos**

Para llevar a cabo el proceso de registro y análisis de datos se presentaron tres fases:

a) Fase informativa.

Inicialmente se realiza la gestión con el Cuerpo de Bomberos de Valparaíso, en su comando central, a quienes se les expone el trabajo a realizar, junto con la presentación de las ventajas y riesgos en los procesos de evaluación. Luego de contar con autorización de la Comandancia de Bomberos, se lleva a cabo una charla explicativa a los miembros activos del cuerpo de Bomberos de la comuna de Valparaíso, donde se describen los procedimientos a utilizar, y si presentan acuerdo en su participación, se les entrega el documento de Consentimiento Informado para su lectura y firma correspondiente.

b) Fase evaluativa.

Se dispone del gimnasio deportivo de la Universidad Viña del Mar para ejecutar el proceso de evaluación, en donde se establecen estaciones de evaluación y trabajo para una mejor organización del proceso. Al respecto, la estación 1 considera la revisión del check-list, para reconocer que el sujeto a evaluar ha cumplido con los criterios de inclusión y exclusión del presente estudio; estación 2: se evalúan las variables antropométricas; estación 3: donde se



realiza el test FMS. Todos los sujetos se desplazaban con una ficha de registro, la que era entregada a cada encargado de estación.

c) Fase de análisis.

Posterior a la realización de las pruebas y valoración física, se tabulan los datos en una planilla Excel. Luego, las variables son categorizadas de la siguiente manera:

- Índices antropométricos de salud: con riesgo / sin riesgo cardiometabólico.
- Funcionalidad motriz: Sin riesgo de lesión / Con riesgo de lesión.

### **3.6 Tratamiento estadístico**

Se efectúa análisis descriptivo e inferencial de los datos. En cuanto al tratamiento descriptivo, se obtienen en cada variable evaluada, la media, desviación estándar, valor mínimo y máximo. Para el tratamiento inferencial, se aplica la prueba de Chi cuadrado, para la obtención de la asociación entre las variables categorizadas. Se considera un valor de significancia con un p menos ó igual a 0,05.

Para el tratamiento estadístico de los datos se utiliza el programa STATA en su versión 13.0.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Posterior al análisis estadístico de los datos, a continuación se exponen los resultados obtenidos.

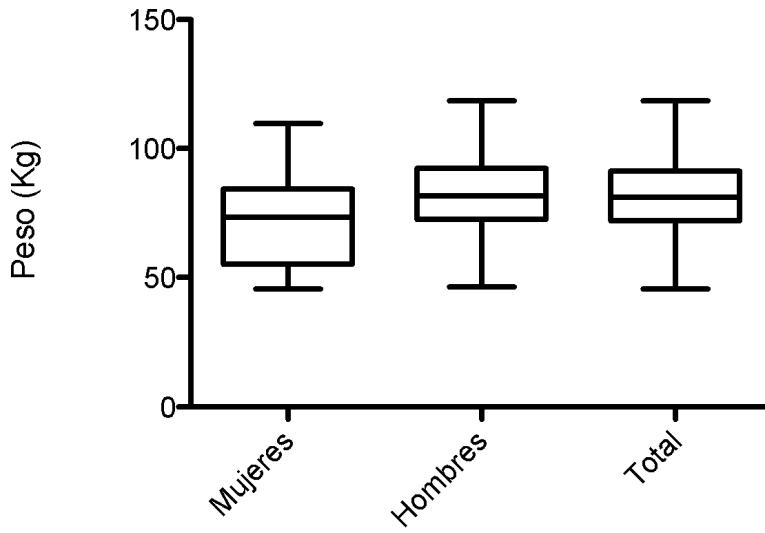
En la tabla 2 se aprecian las características generales y morfológicas de los sujetos evaluados, destacando mayores valores en la media del grupo de hombres respecto al de mujeres en prácticamente todas las variables analizadas, con excepción en el índice de masa corporal, con una diferencia de 0,45 menor en los hombres.

SOLO USO ACADÉMICO

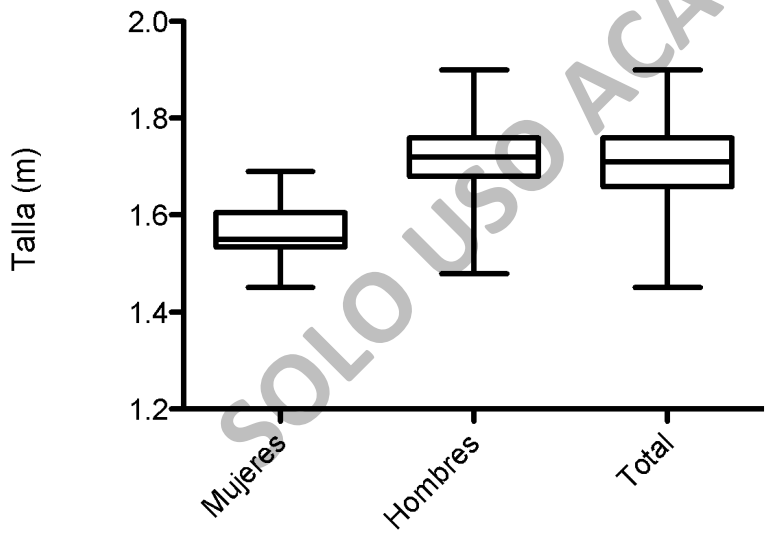
**Tabla 2. Características generales y antropométricas de los bomberos evaluados.**

	Hombres (n=122)				Mujeres (n=17)				Total (n=139)			
	Medi a	DE	Mín	Máx	Medi a	DE	Mín	Máx	Medi a	DE	Mín	Máx
Edad (años)	31,46	11,31	18,00	64,00	26,29	9,00	18,00	57,00	30,83	11,16	18,00	64,00
Peso (kg)	83,37	14,36	46,40	118,40	70,42	18,40	45,60	109,7	81,78	15,43	45,50	118,6 0
Talla (mts)	1,72	0,06	1,48	1,90	1,57	0,06	1,45	1,69	1,70	0,08	1,45	1,90
PC (cms)	90,46	11,55	61,00	117,30	78,98	10,87	62,00	99,00	89,06	12,04	61,00	117,3 0
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,13	4,61	16,82	41,03	28,58	6,56	62,00	99,00	28,18	4,86	16,82	41,03
ICE	0,53	0,07	0,38	0,72	0,50	0,06	0,41	0,63	0,52	0,07	0,38	0,72

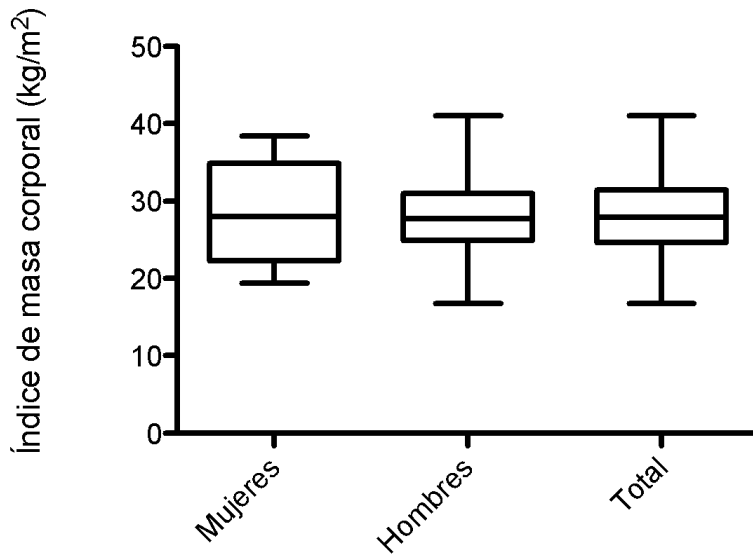
n: número de sujetos; kg: kilogramos; m: metros; cms: centímetros; m<sup>2</sup>: metros cuadrados; PC: perímetro de cintura; IMC: índice de masa corporal; ICE: índice cintura-estatura; DE: desviación estándar; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo.



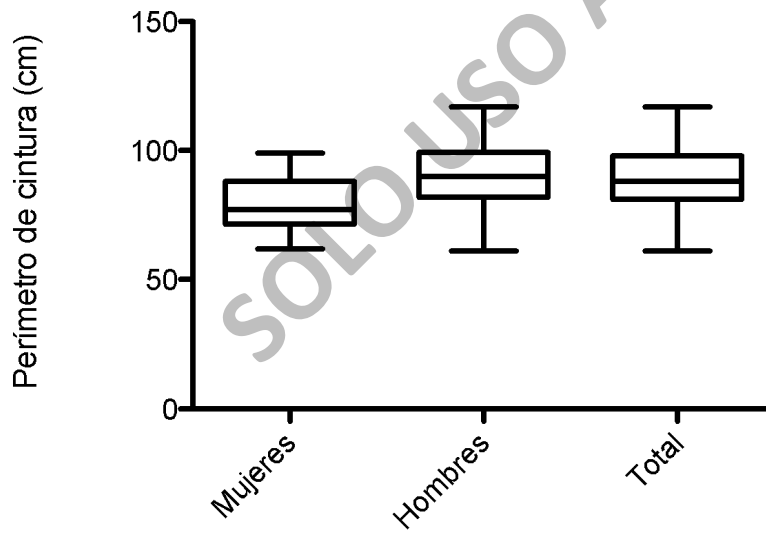
**Figura 1. Valores del peso corporal total de los bomberos de la comuna de Valparaíso.**



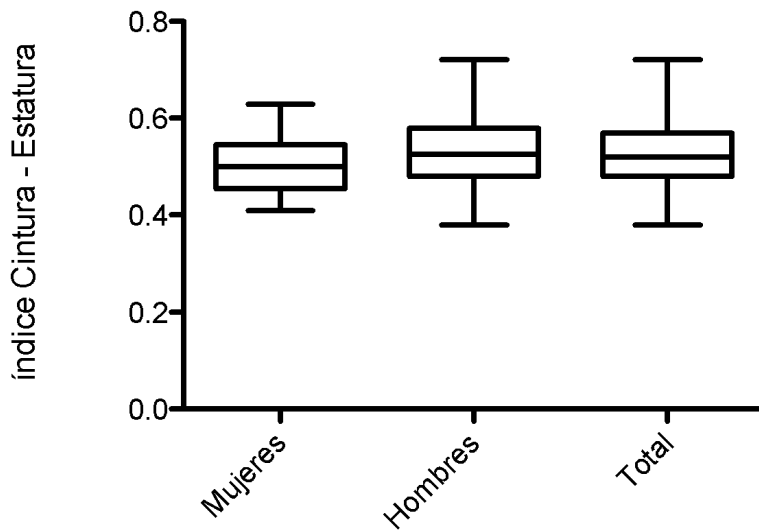
**Figura 2. Valores de la talla bípeda de los bomberos de la comuna de Valparaíso.**



**Figura 3. Valores del índice de masa corporal de los bomberos de la comuna de Valparaíso.**



**Figura 4. Valores del perímetro de cintura de los bomberos de la comuna de Valparaíso.**



**Figura 5. Valores del índice cintura – estatura de los bomberos de la comuna de Valparaíso.**

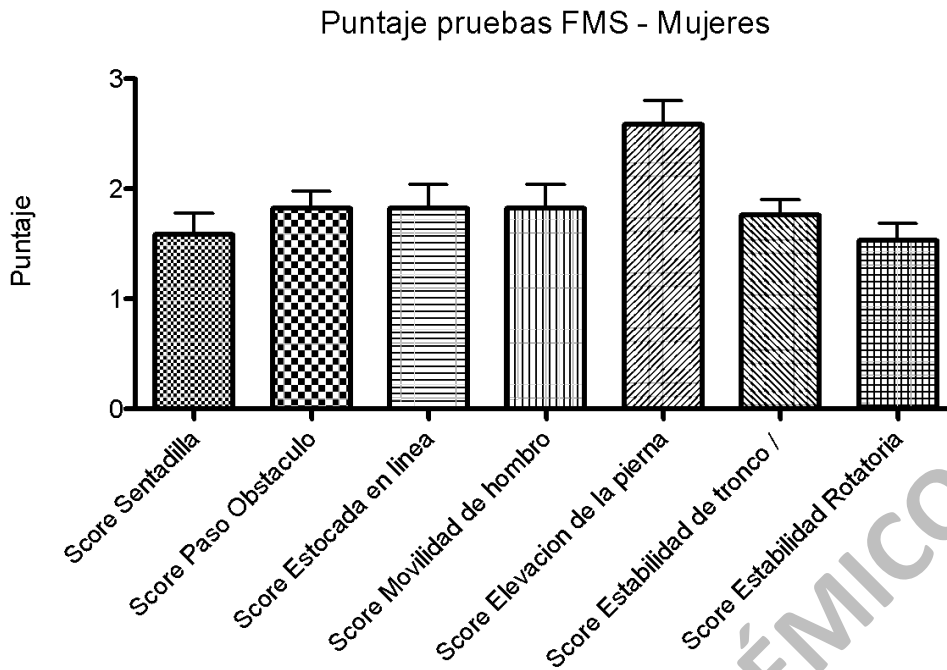
Los resultados obtenidos en las pruebas del FMS se aprecian en la tabla 3, donde se reportan valores más elevados de rendimiento a favor de las mujeres en las pruebas de paso con obstáculos, estocada en línea y elevación de pierna. Sin embargo, al analizar los resultados totales obtenidos por cada grupo, se aprecia un mejor rendimiento en el grupo de los hombres con un puntaje superior de 0,51 respecto a las mujeres.

**Tabla 3. Valoración del test FMS en los bomberos evaluados.**

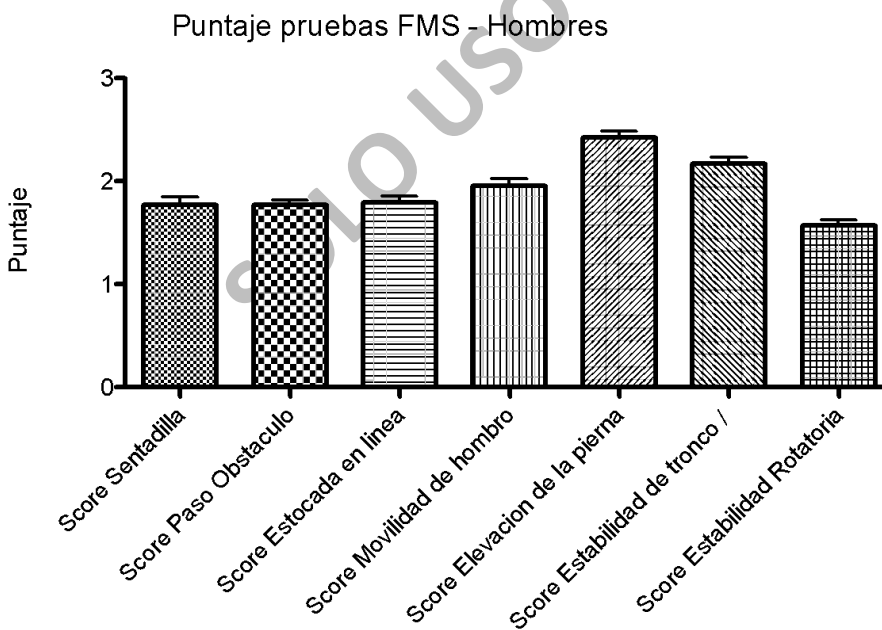
	Hombres (n=122)				Mujeres (n=17)				Total (n=139)			
	Medi a	DE	Mín	Máx	Medi a	DE	Mín	Máx	Medi a	DE	Mín	Máx
Sentadilla	1,77	0,83	0,00	3,00	1,59	0,80	0,00	3,00	1,75	0,83	0,00	3,00
Paso obst	1,77	0,54	0,00	3,00	1,82	0,64	1,00	3,00	1,78	0,55	0,00	3,00
Estocada	1,80	0,65	0,00	3,00	1,82	0,88	0,00	3,00	1,80	0,68	0,00	3,00
Movil hombr	1,95	0,81	0,00	3,00	1,82	0,88	1,00	3,00	1,94	0,82	0,00	3,00
Elevación pierna	2,43	0,65	1,00	3,00	2,59	0,87	0,00	3,00	2,45	0,68	0,00	3,00
Estab. Tronco	2,17	0,69	0,00	3,00	1,76	0,56	1,00	3,00	2,12	0,69	0,00	3,00
Estab. Rot	1,57	0,59	0,00	3,00	1,53	0,62	1,00	3,00	1,56	0,59	0,00	3,00
Total	13,45	2,54	5,00	18,00	12,94	2,61	9,00	16,00	13,39	2,54	5,00	18,00

n: número de sujetos; Obsr: obstáculo; Movil: movilidad; Hombr: hombro; Estab: estabilidad;

Rot: rotatoria; DE: desviación estándar; Min: valor mínimo; Máx: valor máximo.

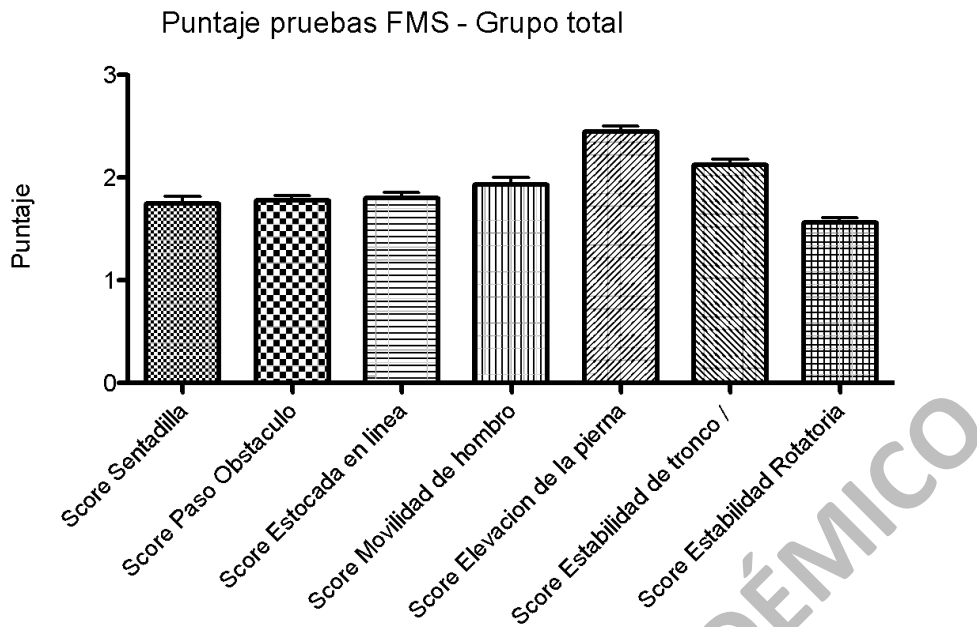


**Figura 6. Puntajes obtenidos en las pruebas del test FMS de las bomberos de la comuna de Valparaíso.**

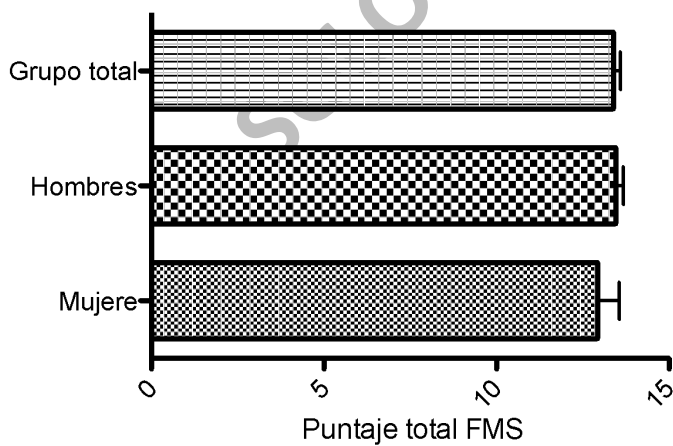


**Figura 7. Puntajes obtenidos en las pruebas del test FMS de los bomberos de la comuna de Valparaíso.**





**Figura 8. Puntajes obtenidos en las pruebas del test FMS de bomberos de la comuna de Valparaíso.**



**Figura 9. Puntajes totales obtenidos en el test FMS de los bomberos de la comuna de Valparaíso.**

La asociación entre las características morfológicas orientadoras al riesgo cardiometabólico con la funcionalidad motriz se observa en la tabla 4, donde se aprecian asociaciones estadísticamente significativas entre el ICE y el FMS tanto en el grupo de hombres como en el grupo total, cuyo comportamiento se replica al establecer las asociaciones entre el estado nutricional con el FMS.

En este sentido, se establece que a medida que los sujetos presentan una condición morfológica de riesgo, también se incrementan los casos de riesgo de lesión por bajo rendimiento en el test FMS.

SOLO USO ACADÉMICO

**Tabla 4. Asociación entre el riesgo cardiometabólico y la funcionalidad motriz en los bomberos evaluados.**

		Hombres (n=122)			Mujeres (n=17)			Total (n=139)		
		Funcionalidad motriz			Funcionalidad motriz			Funcionalidad motriz		
		Sin riesgo	Con riesgo	p	Sin riesgo	Con riesgo	p	Sin riesgo	Con riesgo	p
Estado Nutricional	Normopeso	18	12	<0,01	2	4	0,25	20	16	0,02
	Sobrepeso	17	38		0	4		17	42	
	Obesidad	9	28		4	3		13	31	
PC	Sin riesgo	38	58	0,17	0	0	0,58	42	67	0,23
	Con riesgo	6	20		4	9		8	22	
ICE	Sin riesgo	24	19	<0,01	2	7	0,34	26	26	<0,01
	Con riesgo	20	59		4	4		24	63	

n: número de sujetos; PC: perímetro de cintura; IMC: índice de masa corporal; ICE: índice cintura-estatura; p: significancia estadística.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

### 5.1 Conclusiones

En base a los antecedentes recopilados en diversas fuentes bibliográficas, se logra inicialmente entender el contexto presente en torno a Bomberos de la Quinta Región de Valparaíso, esto lleva a deducir que los voluntarios activos deben tener buenos índices cardiometabólicos y también una buena calidad de ejecución motriz para desempeñarse correctamente en las diversas labores como: rescate, incendios, accidentes, entre otras. Es por ello que surge la necesidad de investigar la relación entre dicho riesgo, el que en este estudio fue determinado por índices antropométricos, con la calidad de ejecución motriz que tienen los bomberos.

Para lograr el objetivo general se efectuaron las pruebas del test Functional Movement Screening (FMS), que posterior a su análisis se evidencia a través de la tabla de asociación entre el riesgo cardiometabólico y la funcionalidad motriz en los bomberos evaluados, donde se aprecian asociaciones estadísticamente significativas entre el Índice Cintura Estatura (ICE) y el FMS, tanto en el grupo de hombres, como el grupo total.

Para finalizar, se asociaron los parámetros de riesgo cardiometabólico determinados por los índices antropométricos con la calidad de ejecución motriz de los bomberos de la comuna de Valparaíso, dejando en evidencia que existe una estrecha relación entre ambas variables.

Se observa además que, mientras mayor es el IMC del evaluado, la ejecución de los ejercicios también presenta más errores. Así como a mayor índice de perímetro de cintura (PC) y de ICE, la funcionalidad de los movimientos se ve disminuida, aumentando la posibilidad de

lesión durante actividades que requieren de una demanda física exigente como sería la de un incendio.

Se encuentra que a medida que los sujetos presentan una condición morfológica de riesgo, se incrementan los casos de lesión por bajo rendimiento en el test FMS

Respecto a todo lo mencionado anteriormente, se acepta la hipótesis H1 que declara existir una asociación entre el riesgo cardiometabólico estimado a través de parámetros antropométricos con la funcionalidad motriz en bomberos pertenecientes a las Compañía de Bomberos de la comuna de Valparaíso.

No existen investigaciones previas de este tipo realizadas en Chile, lo que dificulta la tarea al momento de querer realizar alguna comparación, ya sea entre géneros, ubicación geográfica, tiempo o edad. Es importante realizar este tipo de estudios, ya que resulta vital contar con personas aptas para trabajar en emergencias de rescate y que cuenten con una condición física favorable para enfrentar las distintas dificultades que se presentan diariamente.

Es de suma importancia que a nivel nacional se consideren dichas variables de estudio para poder mejorarlas y con ello, que los voluntarios disminuyan sus riesgos cardiometabólicos y mejoren la calidad de ejecución motriz para mejorar la labor que desempeñan de manera voluntaria arriesgando sus vidas al servicio del país.

## **5.2 Limitaciones**

Existieron distintas limitaciones que dificultaron un desempeño óptimo de esta tesis, una fue la distancia existente desde Santiago que es donde habitan los tres investigadores hasta la comuna de Valparaíso ubicada a 115 kms de distancia. Otro punto fue la baja asistencia de los funcionarios de las compañías de bomberos al lugar donde se aplicaron las evaluaciones, y

cuando éstos asistían, se sobrepasaba la capacidad de trabajo de los evaluadores. Para lograr cumplir con la cantidad de evaluaciones y fluidez de la dinámica de éstas, el tiempo para evaluar a cada sujeto era acotado.

Otra restricción es que no existían estudios de bomberos en Chile en relación a las dos variables expuestas y por consecuencia tampoco existen estándares de referencia que relacionen índices cardiometabólicos con el nivel de actividad física, lo que nos limita a comparar nuestros resultados con otra investigación.

### **5.3 Sugerencias**

Gracias a lo establecido con la investigación, es posible determinar a futuro un plan de entrenamiento que sea beneficioso para los actuales y futuros bomberos. La creación en detalle de ejercicios de preparación física orientada al combate del fuego, podrá disminuir la cantidad de accidentes cardiovasculares relacionados a esta actividad, que se genera durante los momentos de estrés vividos en los trabajos voluntarios en los que deben combatir fuego y realizar maniobras físicas. Hay que destacar la posibilidad de una nueva investigación, donde se aplique un plan de entrenamiento a diversas Compañías de Bomberos y luego de unos meses de entrenar con el diseño de los ejercicios, realizar una evaluación durante el trabajo bomberil para analizar los posibles efectos.

## BIBLIOGRAFÍA

Forestal, C. N. (2018). Incendios Forestales en Chile. *Número de incendios forestales y superficie afectada a la fecha*. Chile.

Rafael Silva Marconato, M. I. (Junio de 2016). *Dolor, percepción de la salud y del sueño: impacto en la calidad de vida de bomberos y profesionales del rescate* , 991-9.

Instituto Nacional de Estadística. (2007). *PLAN DE DESARROLLO COMUNAL DE VALPARAÍSO. DIAGNÓSTICO COMUNAL*. Chile.

McEntire SJ, S. J. (4 de Febrero de 2013). PubMed. *Mitigation and Prevention of Exertional Heat Stress in Firefighters: A Review of Cooling Strategies for Structural Firefighting and Hazardous Materials Responders*. , 241-60.

[https://www.epistemonikos.org/es/about\\_us/who\\_we\\_are](https://www.epistemonikos.org/es/about_us/who_we_are).

Soteriades ES, S. D. (Agosto de 2011). *Cardiovascular disease in US firefighters: a systematic review*.

Bomberos. (Octubre de 2018). *Bomberos*. Recuperado el Julio de 2018, de Bomberos Chile Profesionales de la Emergencia: <http://www.bomberos.cl/mision-y-vision>

Barrera, E. C. (2015). *Cuerpo de Bomberos de Valparaíso* . Chile:

[http://www.bomberil.cl/m\\_valpo.html](http://www.bomberil.cl/m_valpo.html).

Rosmery Nariño Lescay, A. A. (Julio-Diciembre de 2016). *ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CAPTACIÓN DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS* , 13 , 26, 47-59. Envigado, Colombia: Revista EIA.

Álvarez, D. M. (Noviembre de 2012). *Análisis y comparación del índice de masa corporal y antropometría de dos componentes como métodos para valorar el sobrepeso* . Buenos Aires, Argentina.

Malina, R. M. (1995). Antropometría. *Antropometría* . <https://g-se.com/antropometria-718-sa-A57cfb2717a7cc>.

Carter, L. J. (1985). *Factores Morfológicos que limitan el Rendimiento Humano*. San Diego , California, Estados Unidos: <https://g-se.com/factores-morfologicos-que-limitan-el-rendimiento-humano-139-sa-b57cfb271083bb>.

Sáez, P. (2007). *Revisión Analítica Sobre la Utilización de los Pliegues Cutáneos en la Cineantropometría. Las Formulas Bi-Compartimentales de División Corporal Basadas en la Medida del Pániculo Adiposo* . Santiago, Chile. <https://g-se.com/revision-analitica-sobre-la-utilizacion-de-los-pliegues-cutaneos-en-la-cineantropometria.-las-formulas-bi-compartimentales-de-division-corporal-basadas-en-la-medida-del-paniculo-adiposo-846-sa-E57cfb27191a48>.



Osvaldo Costa, C. P.-A. (2015). Revisión. *Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas* , 387-394. León, España.

Kerr, W. D. (1993). *Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva* , 1 (3) . Revista de Actualización en Ciencias del Deporte .

Carter, J. (19 de Marzo de 2003). *THE HEATH-CARTER ANTHROPOMETRIC SOMATOTYPE* . San Diego , California, Estados Unidos.

Salud, O. M. (2007). *OMS*. Recuperado el 2018, de Organización Panamericana de la Salud: [https://www.paho.org/chi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=179:obesidad&Itemid=1005](https://www.paho.org/chi/index.php?option=com_content&view=article&id=179:obesidad&Itemid=1005)

Moreno, M. (2012). Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes* , 23 (2), 124-128.

Antonio Berdasco Gómez, J. M. (2002). *CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA EN ADULTOS DE CIUDAD DE LA HABANA COMO INDICADOR DE RIESGO DE MORBILIDAD* , 48-53. (R. C. Nut., Ed.) [http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16\\_1\\_02/ali08102.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_1_02/ali08102.pdf).

López-Ejeda, N. (19 de Abril de 2013). *Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación*. Recuperado el 2018, de [www.nutricion.org](http://www.nutricion.org):

<http://www.nutricion.org/noticias/noticia.asp?id=55>

González, M. I. (2010). Circunferencia de cintura: una medición importante y útil del riesgo cardiometabólico. *Revista Chilena de Cardiología* , 29 (1), 85-87.

Ricardo, Y. R. (2012). Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. *Nutrición Hospitalaria* , 27 (6), 1803-1809.

Miguel A. Rubio, J. S.-S.-L. (2007). Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Revista Española de Obesidad* .

M.a F. Bernal-Orozco, B. V.-C.-M.-B. (2010). Equation to estimate body weight in elderly Mexican women using anthropometric measurements. *Nutrición Hospitalaria* , 648-655).

D. A. De Luis, M. G. (2011). Circulating adipocytokines in morbid obese patients, relation with cardiovascular risk factors and anthropometric parameters. *Nutrición Hospitalaria* , 91-96.

Jawaid A, L. H. (12 de Enero de 2012). *Body mass index is associated with biological CSF markers of core brain pathology in Alzheimer's disease*.

Cook, G., Burton, L., of, B. H.-N. A. journal, & 2006, undefined. (n.d.-a). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function—part 1. *Ncbi.Nlm.Nih.Gov*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953313/>

Schneider, A. G., Davidsson, A., Hörman, E., & Sullivan, S. J. (2011). Functional movement screen normative values in a young, active population. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(2), 75–82. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E3182606DF2>

López-Fuenzalida, A. E., Canales, C. I. R., Vega, E. A. C., Ardiles, E. J. A., Ponce, Á. R. R., & Valdés-Badilla, P. (2016). Asociación entre características antropométricas y funcionalidad motriz en sujetos chilenos con distintos niveles de actividad física. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 66(3), 219–229. Retrieved from [http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S0004-06222016000300008&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S0004-06222016000300008&script=sci_arttext&tlng=pt)

Osorio, A., Soto, R., & Martínez, M. (2013). *RELACIÓN ENTRE LA FUNCIONALIDAD MOTRIZ (FMS) Y LAS CARACTERÍSTICAS MORFOESTRUCTURALES EN ESTUDIANTES DE PREPARACIÓN FÍSICA RELATIONSHIP BETWEEN MOTOR FUNCTION (FMS) AND THE MORPHOSTRUCTURAL CHARACTERISTICS IN PHYSICAL PREPARATION STUDENTS*. *www.imd.inder.cu Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fis* (Vol. 8). Retrieved from [www.imd.inder.cu](http://www.imd.inder.cu)

Duncan, M. J., Stanley, M., & Leddington Wright, S. (2013). The association between functional movement and overweight and obesity in British primary school children. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 5(1), 11. <https://doi.org/10.1186/2052-1847-5-11>

O'Connor, F. G., Deuster, P. A., Davis, J., Pappas, C. G., & Knapik, J. J. (2011). Functional movement screening: Predicting injuries in officer candidates. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(12), 2224–2230. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318223522d>

Cook, G., Burton, L., of, B. H.-N. A. journal, & 2006, undefined. (n.d.-a). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function–part 1. *Ncbi.Nlm.Nih.Gov*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953313/>

Cook, G., Burton, L., of, B. H.-N. A. journal, & 2006, undefined. (n.d.-b). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function–Part 2. *Ncbi.Nlm.Nih.Gov*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc2953359/>

SOLO USO ACADÉMICO