

Relación entre composición corporal, capacidad cardiorrespiratoria y resistencia muscular en bomberos varones peruanos

Relationship between body composition, cardiorespiratory fitness and muscular endurance in male Peruvian firefighters

Arrieta Aspilcueta Albert Gonzalo¹

Original

¹Licenciado en Nutrición. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Nutrición. Lima, Perú.

Resumen

Objetivos: Determinar la relación entre la composición corporal, capacidad cardiorrespiratoria y resistencia muscular en bomberos peruanos.

Metodología: Estudio transversal de tipo correlacional que incluyó 91 bomberos de sexo masculino. Se evaluaron 3 indicadores de la composición corporal (CC): Porcentaje de masa grasa (%MG), Índice de Masa Corporal (IMC) y circunferencia de cintura (C-C). La capacidad cardiorrespiratoria (CRF) fue evaluada a través del consumo de oxígeno máximo (VO₂ máx) y la resistencia muscular (RM) a través de las repeticiones máximas de flexiones alcanzadas (Flex máx).

Resultados: Se evidenció una elevada prevalencia, según el IMC, de sobrepeso (59%) y obesidad (11%). Según la clasificación por C-C, se encontró que el 29% presentó obesidad central. Los promedios de VO₂ máx y Flex máx hallados fueron de 38,7±7,8 ml/kg/min⁻¹ y 22,6±11,5 repeticiones respectivamente. Solo el 33 y 38% alcanzó buenos niveles de CRF y RM respectivamente. Se encontraron correlaciones significativas e inversas entre todos los indicadores de la CC con el VO₂ máx (r = -0,331 a -0,480) y las Flex máx (r = -0,272 a -0,343).

Conclusión: Se encontró relación entre la CC con la CRF y la RM. El estudio puso de manifiesto cifras preocupantes sobre los niveles de aptitud física en bomberos peruanos. Los resultados sugieren la necesidad de promover y/o reformular estrategias que busquen optimizar estos componentes de la aptitud física.

Palabras clave: composición corporal, capacidad cardiorrespiratoria, resistencia muscular

Abstract

Objectives: To determine the relationship between body composition, cardiorespiratory fitness, and muscular endurance in Peruvian male firefighters.

Methodology: Cross-sectional correlational study, which included 91 male firefighters. Three indicators of body composition (CC) were assessed: Fat mass percentage (% FM), Body Mass Index (BMI) and waist circumference (WC). Cardiorespiratory fitness (CRF) was evaluated through maximal oxygen uptake (VO₂ max) and muscular endurance (ME) through maximum repetitions of push-ups achieved (Push-up max).

Results: There was a high prevalence, according to BMI, of overweight (59%) and obesity (11%). According to the classification by WC, it was found that 29% had



Recibido: 28-09-2020
Aceptado: 25-10-2020

Correspondencia:

Albert Arrieta,
E-mail:
albert.arrieta@unmsm.edu.pe

central obesity. The averages of VO₂ max and Push-up max found were 38,7±7,8 ml/kg/min⁻¹ and 22,6±11,5 repetitions, respectively. Only 33 and 38% achieved good levels of CRF and ME, respectively. Significant and inverse correlations were found between all indicators of BC with VO₂ max (r = -0,331 to -0,480) and Push-up max (r = -0,272 to -0,343).

Conclusion: Significant relationship was found between CC with CRF and ME. The study revealed worrying figures on the levels of physical fitness among Peruvian firefighters. Results suggest the need to promote and/or reformulate strategies that seek to optimize these components of physical fitness.

Keywords: body composition, cardiorespiratory fitness, muscular endurance

Introducción

Los bomberos afrontan tareas y procedimientos peligrosos en el marco de la extinción de incendios, accidentes vehiculares, rescates, y emergencias médicas, por lo cual su labor se caracteriza por una gran demanda de las capacidades físicas y psicológicas.¹ En efecto, la ansiedad y presión por condiciones desconocidas, temperaturas elevadas, ambientes contaminados y sobrecarga mecánica por el uso del equipo de protección y herramientas de rescate generan respuestas fisiológicas extremas que finalmente desencadenan en la aparición de fatiga, deshidratación, desbalance hidroelectrolítico, y, en ocasiones, golpes de calor, lo cual repercute negativamente sobre su estado de salud general.²

Considerando la complejidad de sus demandas laborales, los bomberos deberían poseer una buena aptitud física, la cual incluye una adecuada composición corporal (CC), capacidad cardiorrespiratoria (CRF) y resistencia muscular (RM).³ No obstante, algunas investigaciones han reportado que los bomberos podrían carecer de entrenamiento al no ser requeridos de mantener niveles mínimos de aptitud física o de seguir una rutina regular de ejercicio^{4,5}, lo cual podría incrementar el riesgo de accidentes y mermar la eficiencia de su trabajo.

Diversos autores han evidenciado una pobre CC en bomberos, generalmente reflejada en una elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad (76-87%).^{4,6,7,8} Estas cifras cobran relevancia en luces de la elevada tasa de mortalidad (45%) asociadas a enfermedades cardiovasculares (ECV) y síndrome metabólico en bomberos estadounidenses.⁹ Por otro lado, Soteriades et al¹⁰ encontraron que cada punto de aumento en el IMC se asoció con un aumento del 5% de riesgo en discapacidad laboral.

Se ha demostrado que adecuados niveles de CRF han sido consistentemente asociados a

un riesgo reducido de diversas ECV y mortalidad general.¹¹ Además, es ampliamente aceptado que la CRF se relaciona directamente con un mejor rendimiento en el trabajo de los bomberos, particularmente, en aquellas que involucran la extinción de fuego.¹² Por otro lado, durante su labor, los bomberos resisten el estrés mecánico y metabólico a nivel muscular generado por el uso de las prendas protectoras, los balones de oxígeno, y las herramientas de rescate.

Diversos autores han sugerido que a mayor fuerza y RM, en especial a nivel del tronco superior, habrá una mayor eficiencia laboral y una menor incidencia de injurias musculoesqueléticas.^{13,14}

En el Perú, los bomberos prestan servicio público de manera voluntaria y *ad honorem*. Solo a nivel de Lima, Callao e Ica, se atendieron más de 62 mil emergencias suscitadas durante el año 2019¹⁵, lo cual evidencia la magnitud de la labor del bombero, sin embargo, no se han realizado estudios en Perú que aborden los componentes de aptitud física antes mencionados.

En vista de que los bomberos deben poseer un perfil de aptitud física adecuado para su edad y sexo, ya que esto puede garantizar un mejor rendimiento en sus labores de rescate, el objetivo del presente estudio fue evaluar la CC, CRF y RM de bomberos peruanos y determinar la relación entre los indicadores de las variables estudiadas.

Metodología

Tipo de estudio y muestra

Estudio transversal, de tipo correlacional, que incluyó 91 bomberos de sexo masculino pertenecientes a las compañías de Bellavista, San Martín de Porres, Carabayllo, Puente Piedra y Chosica en Perú. Los bomberos fueron seleccionados por conveniencia en función a los siguientes criterios de elegibilidad: miembros

activos, con tiempo de pertenencia a la compañía mayor o igual a 6 meses, y con edad comprendida entre 18 y 55 años.

Evaluación antropométrica y de la CC

La estatura fue medida con un tallímetro de madera de 3 cuerpos con precisión de 0,1 cm, estandarizado según las referencias del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN).¹⁶ La masa corporal fue determinada con una balanza digital *Seca 803* con precisión de 0,1 kg. La circunferencia de cintura (C-C) se midió a nivel del punto medio entre el borde superior de la cresta iliaca y el margen inferior de la última costilla con una cinta metálica inextensible *Cescorf*. El Índice de Masa Corporal (IMC) fue calculado a través de la fórmula: $IMC (kg/m^2) = Masa (kg) / [Estatura (m)]^2$. Los sujetos fueron categorizados según el IMC en normopeso (IMC=18,5-24,9 kg/m²), sobrepeso (IMC≥25 kg/m²) u obesidad (IMC≥30 kg/m²). Se estableció la presencia de obesidad central con una C-C≥ 90 cm.

Considerando un modelo de CC de 2 compartimentos: masa grasa (MG) y masa libre de grasa, se estimó la MG a partir de la densidad corporal (DC), la cual fue obtenida a través de la sumatoria de los valores de 4 pliegues cutáneos: Tríceps, Bíceps, Subescapular y Cresta Iliaca, según lo propuesto por Durnin y Womersley.¹⁷ El porcentaje de MG (%MG) se obtuvo por medio de la ecuación de Siri¹⁸: $\%MG = [(4,95/DC) - 4,5] * 100$. Para la medición de pliegues cutáneos se utilizó un plicómetro *Slim Guide*. Se categorizó el %MG en aceptable (%MG=8,0-20,9%) y elevado (%MG≥21%), con ajuste en función a la edad según lo propuesto por Gallagher et al.¹⁹

La toma de medidas fue llevada a cabo por antropometristas estandarizados en la técnica de medición según los criterios de La Sociedad Internacional Para el Avance de la Cineantropometría (ISAK).²⁰

La recolección de datos se realizó durante los meses de agosto y noviembre del año 2018. Los participantes fueron evaluados en las mañanas, en sus respectivas compañías. Todos los bomberos fueron evaluados con el torso desnudo, vistiendo pantalones cortos, y sin haber ingerido alimentos ni realizado ejercicio extenuante en la hora previa. Se

consideraron 3 indicadores de la CC para el análisis estadístico inferencial: %MG, IMC y C-C.

Capacidad cardiorrespiratoria (CRF)

El indicador de la CRF fue el consumo de oxígeno máximo (VO₂ máx) expresado en mililitros por kilogramo por minuto (ml/kg/min¹). El VO₂ máx fue estimado a través de la prueba física de Course-Navette.²¹

La prueba se realizó en el patio de entrenamiento de cada compañía y consistió en desplazarse el mayor tiempo posible entre dos líneas separadas por 20 metros en doble sentido, de ida y vuelta. La velocidad de desplazamiento inicial requerida fue de 8,5 km/h, y esta se incrementaba progresivamente en 0,5 km/h al ritmo de una señal sonora que indicaba cada etapa de la prueba. El sujeto debía pisar detrás de la línea, en el momento exacto o antes de que se emita dicha señal.

La prueba se dio por concluida cuando el participante se detuvo como señal de que alcanzó la fatiga, o cuando no logró pisar detrás de la línea al sonido respectivo de la pista de audio por dos veces consecutivas.

Los participantes corrieron en grupos de seis por cada prueba, y ésta consistió en un total máximo de 20 etapas. La velocidad final alcanzada (VFA) en la etapa en la que el sujeto se detuvo, se utilizó para estimar el VO₂ máx a través de la siguiente fórmula de predicción: $VO_2 \text{ máx (ml/kg/min)} = 6 \times VFA - 27$. La CRF máx fue categorizada como buena (VO_{2máx} ≥40 ml/kg/min), aceptable (VO_{2máx} = 35-39,9 ml/kg/min) o pobre (VO_{2máx} ≤34,9 ml/kg/min).²²

Resistencia muscular (RM)

El indicador de la RM fue el número de repeticiones logradas en la prueba física de flexiones máximas (Fléx máx) con el protocolo sugerido por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM).²² Antes de realizar la prueba, se realizó un breve calentamiento de 3 minutos de las articulaciones involucradas (rotación de muñecas y hombros, estiramiento de flexores y extensores del codo, abducción y aducción de brazos).

Los participantes iniciaban la prueba con las manos en posición supina separadas a la altura de los hombros, pies ligeramente

separados y el tronco recto. En esta postura, las manos y pies tocaban el suelo. Luego prosiguieron a realizar una extensión completa y flexión de brazos hasta lograr que el pecho roce el suelo, o alcanzar un ángulo de flexión igual o mayor a 90° en los codos.

Los sujetos repitieron el patrón de movimiento descrito la máxima cantidad de veces posible. La prueba finalizó cuando éstos no pudieron mantener la técnica de ejecución correcta en 2 repeticiones consecutivas o se detuvieron por cuenta propia al alcanzar la fatiga. Se registró el total de repeticiones consecutivas realizadas. La RM fue categorizada como buena (Flex máx≥22 reps), aceptable (Flex máx=17-21 reps) o pobre (Flex máx≤16 reps) con ajuste en función a la edad según lo propuesto por el ACSM.²²

Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico fue realizado en el programa *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 23.0)*. Para determinar la distribución de los datos se utilizó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, los cuales siguieron una distribución normal. Los resultados obtenidos fueron expresados en porcentajes, promedios, rangos y desviaciones estándar. Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar el grado de relación entre los indicadores de la CC, CRF y RM. Los resultados de las pruebas estadísticas fueron considerados significativos con un $p < 0.05$.

Resultados

Tabla 1. Características generales y de CC de los bomberos varones peruanos

Parámetros	Promedio ± D.E.	Rango
Edad (años)	30,6 ± 8,0	20,0 - 52,0
Masa corporal (kg)	78,5 ± 7,5	62,0 - 102,3
Estatura (cm)	171,6 ± 4,8	165,3 - 185,0
IMC (kg/m ²)	26,6 ± 2,3	21,7 - 32,8
C-C (cm)	87,3 ± 5,1	75,0 - 99,5
Σ4 Pliegues (mm)	65,3 ± 15,9	35,0 - 110,0
MG (%)	23,3 ± 3,4	14,6 - 32,2
MG (kg)	18,4 ± 3,8	15,3 - 25,5

Leyenda: IMC: Índice de Masa Corporal; C-C: circunferencia de cintura; Σ4 Pliegues: sumatoria de 4 pliegues cutáneos; MG: masa grasa.

Se evaluaron 91 bomberos de sexo masculino con una edad promedio de 30,6±8,0 años. La gran mayoría de bomberos (70%) presentó algún grado de exceso de peso: sobrepeso (59%) y obesidad (11%), mientras que menos de la tercera parte evidenció un IMC dentro del rango normal (Fig. 1). Además, se encontró que el 29% tuvo obesidad central según la C-C.

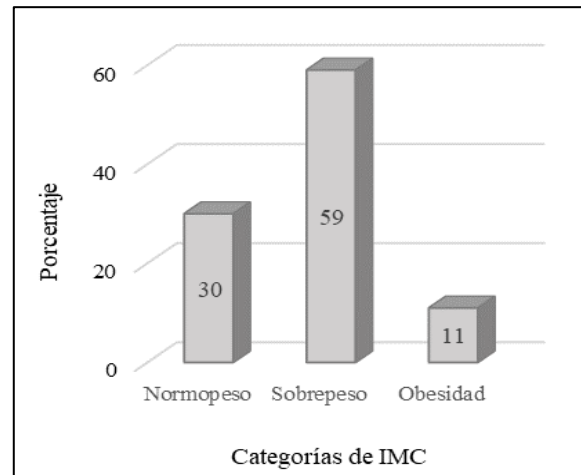


Figura 1. Categorías del IMC de los bomberos varones peruanos

El %MG promedio encontrado fue de 23,3 ± 3,4%. Por consiguiente, el 75% de los sujetos del estudio presentó niveles elevados de MG. Las demás variables antropométricas, así como los indicadores de composición corporal se muestran en la Tabla 1.

Las pruebas físicas para evaluar la CRF y RM evidenciaron valores de VO₂ máx y Flex máx promedio de 38,7±7,8 ml/kg/min y 22,6±11,5 repeticiones respectivamente. Se

encontró un amplio rango de variación en las Flex máx, con un valor mínimo de 6 y máximo de 43 repeticiones. (Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores de la CRF y RM evaluados por pruebas físicas de los bomberos varones peruanos

	Indicadores	Promedio ± D.E.	Rango
CRF	VFA (km/h)	11,0 ± 1,3	8,0 - 14,0
	VO ₂ máx (ml/kg/min)	38,7 ± 7,8	20,6 - 56,6
RM	Flex máx (reps)	22,6 ± 11,5	6,0 - 43,0

Leyenda: DE: desviación estándar; VFA: velocidad final alcanzada; VO₂ máx: consumo de oxígeno máximo; Flex máx: flexiones máximas alcanzadas.

Se evidenció que solo el 33 y 38% alcanzó buenos niveles de CRF y RM respectivamente, según las referencias de aptitud física para población general propuestas por el ACSM²¹ en función a la edad y sexo. (Figura 2).

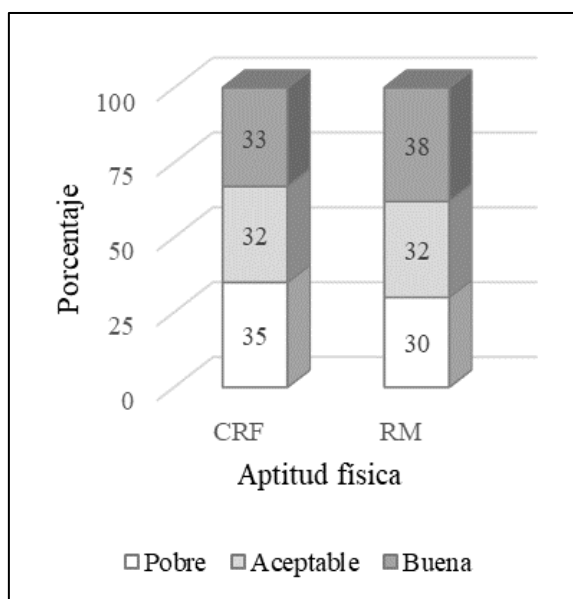


Figura 2. Categorías de CRF y RM de los bomberos varones peruanos

La prueba de correlación de Pearson evidenció una relación significativa, inversa, y de baja-moderada fuerza entre el %MG, IMC y C-C, con el VO₂ máx y las Flex máx. La mayor fuerza de correlación se encontró entre el %MG

y el VO₂ máx. ($r = -0,480$). Los resultados de cada correlación se muestran en la Tabla 3.

Discusión

Se encontró un elevado porcentaje de exceso de peso (70%) y obesidad central (29%), según IMC y C-C respectivamente, en proporciones que se asemejan a diversos estudios en países de la región.^{4,5,6} La prevalencia de exceso de peso encontrada incluso superó considerablemente a las cifras reportadas en la población general masculina peruana (56,8%)²³, lo que sugiere que los bomberos peruanos podrían tener un pobre nivel de actividad física, inadecuados hábitos de alimentación, entre otros.

El presente estudio evidenció que solo la cuarta parte del total de evaluados presentó niveles adecuados de MG. El %MG promedio fue de 23,3%, resultados similares fueron reportados por Araya en Costa Rica²⁴ (23,6%), Freire en Chile²⁵ (22,9 %) y Nogueira en Brasil²⁶ (21,7%).

Los beneficios de poseer una adecuada CC se han visto reflejados en una mejora del rendimiento físico y de la eficiencia laboral, además, recientes investigaciones, como la de Walker et al²⁷, han concluido que mejorar la CC podría reducir el estrés oxidativo a través de una disminución en la respuesta inmune e inflamatoria en bomberos tras una sesión de trabajo a elevadas temperaturas, evidenciado en

menores niveles de MG implicaron una menor liberación de citoquinas pro inflamatorias, lo cual podría contribuir con un mejor estado de salud general de los bomberos.

La CRF ha sido utilizada como una medida general de salud, predictor de riesgo de lesión, e indicador fisiológico para la capacidad de trabajo sostenido. Esto podría explicarse debido a que la CRF refleja los límites funcionales del sistema cardiovascular para transportar el oxígeno, y, consecuentemente, sostener el metabolismo energético oxidativo durante periodos de esfuerzo. Es decir, existe

una relación directa entre la CRF y la eficiencia de oxidación de los sustratos energéticos.

En consecuencia, los bomberos que alcancen mayores niveles de VO₂ máx, podrían ostentar mayor rendimiento físico laboral, potencial de reducción de MG y de las ECV asociadas a su exceso y toxicidad como el sobrepeso, la obesidad, diabetes mellitus de tipo 2, entre otras. Esto ha sido apoyado por el estudio de Nogueira et al²⁶, quienes encontraron que menores niveles MG se asociaron fuertemente a una mejor CRF en bomberos brasileños a expensas de la edad o los métodos de evaluación de la CC.

Tabla 3. Correlación entre la CC, VO₂ máx. y Flex máx. de los bomberos varones peruanos

Indicadores	n	Estadísticos	VO ₂ máx	Flex máx
% MG	91	r	-0,480	-0,343
		p	0,000*	0,001*
IMC	91	r	-0,331	-0,278
		p	0,001**	0,008*
C-C	91	r	-0,352	-0,272
		p	0,001*	0,009*

Leyenda: *Correlación significativa en el nivel 0,001; **Correlación significativa en el nivel 0,01; n: tamaño de muestra; r: coeficiente de correlación de Pearson; p: valor de significancia estadística; IMC: Índice de Masa Corporal; C-C: circunferencia de cintura.

Este estudio evidenció un VO₂ máx promedio de 38,7 ml/kg/min, lo cual contrasta con lo evidenciado por Kales et al²⁸ en Estados Unidos (33 ml/kg/min). Por su parte, Nazari et al²⁹ encontraron un VO₂ máx promedio ligeramente superior (40,5 ml/kg/min) en bomberos canadienses. A nivel latinoamericano, los resultados del estudio son inferiores a los reportados por Avellaneda et al³⁰ (44 ml/kg/min) en bomberos colombianos. El mejor valor de VO₂ máx en bomberos ha sido referenciado por Williams et al³¹ en Canadá, quienes reportaron un valor medio de 53 ml/kg/min.

Tradicionalmente, se han usado pruebas de tareas simuladas estandarizadas para evaluar el rendimiento físico-laboral de bomberos; sin embargo, se ha demostrado que las pruebas físicas que evalúan cierto componente de aptitud física en bomberos se pueden utilizar para predecir el rendimiento y riesgo de lesiones en una situación real de sus labores³², razón por la cual se han sugerido estándares mínimos de aptitud física, con el objetivo de salvaguardar su integridad y eficiencia laboral.

Desde hace 20 años, países como Canadá e Inglaterra han establecido valores mínimos de VO₂ máx requeridos para ser admitidos dentro de un cuerpo de bomberos. La evidencia señala que, para el entrenamiento y las labores propias de éstos, es necesario un VO₂ máx mínimo de 35 ml/kg/min, más un 20% de rango de seguridad.³³ En 2012 Wynn et al³⁴ concluyeron que eliminar el estándar mínimo de CRF para la admisión de bomberos ingleses se asoció con un incremento de 8% en lesiones y eventos adversos durante el entrenamiento.

Por su parte, Jamnik y Gledhill³⁵ establecieron que el VO₂ máx ideal para un bombero debería situarse alrededor de 45 ml/kg/min. Otros trabajos han sugerido valores que oscilen entre 41 y 50 ml/kg/min según la prueba utilizada.^{36,37} En este sentido, se desprende que la muestra evaluada en el presente estudio evidenció un VO₂ máx promedio inferior a las cifras ideales reportadas. Es preciso señalar que el VO₂ máx estimado en todos los estudios mencionados se realizó a través de diferentes metodologías

estandarizadas, siendo la prueba sobre tapiz rodante una de las más utilizadas.

Mantener niveles adecuados de RM es especialmente importante en bomberos debido a las considerables cargas adicionales con las que trabajan, dentro de las cuales resaltan: uso del equipo de protección y respiración personal (≈ 25 kg), sostener escaleras ($\approx 25-60$ kg), arrastre de mangueras ($\approx 35-50$ kg).^{5,35} En este contexto, la RM y fuerza muscular del tren superior han mostrado previamente relacionarse un con mejor tiempo en la finalización de sus labores.³⁸

La prueba de flexiones máximas puso de manifiesto que cerca de 30% del total de evaluados tenía una pobre RM. Aunque pocas investigaciones la han utilizado para evaluar la RM en bomberos, se ha demostrado que esta refleja el nivel de aptitud muscular del tren superior, y que, a mayor número de repeticiones alcanzadas, es menor la incidencia de lesiones y enfermedades cardiometabólicas futuras en la población general. En efecto, Yang et al³⁹ encontraron una fuerte asociación inversa entre la capacidad de realizar flexiones y el riesgo de sufrir una ECV en bomberos americanos, y sugirieron la prueba de flexiones máximas por su practicidad y bajo costo para evaluar la aptitud muscular.

Se encontró que a mayor %MG, IMC y C-C, fue menor fue el rendimiento en las pruebas físicas, lo cual coincide con los resultados reportados en diversos estudios.^{40,41,42} Esto podría explicarse debido a que mayores niveles de MG implican, inherentemente, menores niveles de masa magra (MM), la cual agrupa tejidos metabólicamente más activos para generar trabajo mecánico, y, por ende, contribuir positivamente a estímulos de ejercicio como fueron las pruebas físicas realizadas.

Esto ha sido demostrado también por Yanek et al⁴³, quienes concluyeron que mayores niveles de MM fueron el factor determinante asociado positivamente a la CRF y RM, independientemente del sexo y la edad de los

individuos. En suma, Mayer et al⁴⁴ concluyeron que la obesidad es un factor incidente en el riesgo de lesiones musculo esqueléticas y en el nivel de aptitud muscular de bomberos, y que ésta se asoció con una reducida RM de espalda baja y zona central.

Las principales limitaciones del estudio radican en aspectos metodológicos. El %MG fue estimado por un método doblemente indirecto, lo cual podría sesgar el posible resultado real. El presente estudio no analizó el total de componentes de la aptitud física relacionados a la salud, ni abordó otros factores que inciden sobre el perfil de aptitud física como el tiempo, frecuencia e intensidad de actividad física, ingesta energética y de nutrientes, hábitos de alimentación, calidad del sueño, entre otros.

Se sugiere que futuras investigaciones busquen evaluar los componentes restantes de aptitud física: fuerza muscular y flexibilidad; además de las demás variables antes mencionadas de cara a obtener un mejor panorama de los factores asociados al perfil de aptitud física de los bomberos peruanos.

Este es el primer estudio realizado en Perú que evaluó indicadores de aptitud física en bomberos. Los resultados obtenidos sientan una línea de base y podrían servir para contrastar los valores obtenidos con otras compañías de bomberos, como aquellas situadas en provincias peruanas de otras regiones.

En conclusión, el presente estudio puso de manifiesto un promedio de IMC y %MG por encima de los valores normales, y pobres niveles de CRF y RM en una muestra de bomberos varones peruanos. Se encontró una relación inversa entre los indicadores de la CC, con la CRF y RM. Estos resultados sugieren la necesidad de promover y/o reformular estrategias que busquen optimizar estos componentes de la aptitud física en bomberos peruanos y resaltan la relevancia de monitorear periódicamente el perfil de aptitud física con el objetivo de mejorar su eficiencia laboral y contribuir a salvaguardar su salud general.

Referencias

1. Windisch S, Seiberl W, Hahn D, Schwirtz A. Physiological Responses to Firefighting in Extreme Temperatures Do Not Compare to Firefighting in Temperate Conditions. *Frontiers in Physiology*. 2017;8.

2. Eglin C. Physiological Responses to Firefighting: thermal and Metabolic Considerations. *Journal of the Human-Environment System*. 2007;10(1):7-18.
3. Lovejoy S, Gillespie G, Christianson J. Exploring Physical Health in a Sample of Firefighters. *Workplace Health & Safety*. 2015;63(6):253-258.
4. Poston W, Haddock C, Jahnke S, Jitnarin N, Tuley B, Kales S. The Prevalence of Overweight, Obesity, and Substandard Fitness in a Population-Based Firefighter Cohort. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2011;53(3):266-273.
5. Michaelides M, Parpa K, Henry L, Thompson G, Brown B. Assessment of Physical Fitness Aspects and Their Relationship to Firefighters' Job Abilities. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2011;25(4):956-965.
6. Soares E, Smith D, Grossi Porto L. Worldwide prevalence of obesity among firefighters: a systematic review protocol. *BMJ Open*. 2020;10(1).
7. Damacena F, Batista T, Ayres L, Zandonade E, Sampaio K. Obesity prevalence in Brazilian firefighters and the association of central obesity with personal, occupational, and cardiovascular risk factors: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2020;10(3).
8. Gu J, Charles L, Bang K, Ma C, Andrew M, Violanti J et al. Prevalence of Obesity by Occupation Among US Workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2014;56(5):516-528.
9. Soteriades, E. S., Smith, D. L., Tsismenakis, A. J., Baur, D. M., & Kales, S. N. (2011). Cardiovascular Disease in US Firefighters. *Cardiology in Review*, 19(4), 202–215.
10. Soteriades E, Hauser R, Kawachi I, Liarokapis D, Christiani D, Kales S. Obesity and Cardiovascular Disease Risk Factors in Firefighters: A Prospective Cohort Study. *Obesity Research*. 2005;13(10):1756-1763.
11. Lee D, Artero E, Xuemei Sui, Blair S. Review: Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *Journal of Psychopharmacology*. 2010;24(4):27-35.
12. Chizewski A, Kesler R, Box A, Petruzzello S. Fitness Fights Fires: Examining the Relationship between Physical Fitness and Firefighting Ability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2019;51(Supplement):926.
13. Windisch S, Seiberl W, Schwirtz A, Hahn D. Relationships between strength and endurance parameters and air depletion rates in professional firefighters. *Scientific Reports*. 2017;7(1).
14. Dennison K, Mullineaux D, Yates J, Abel M. The Effect of Fatigue and Training Status on Firefighter Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012;26(4):1101-1109.
15. Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú [Internet]. Bomberosperu.gob.pe. 2020 [Citado el 10 de septiembre de 2020]: Disponible en: http://www.bomberosperu.gob.pe/portal/net_estadistica.aspx
16. Contreras M, Palomino C. Elaboración y mantenimiento de infantómetros y tallímetros de madera. Lima: Instituto Nacional de Salud / UNICEF; 2007.
17. Durnin JV, Womersley J. A comparison of the skinfold method with extent of "overweight" and various weight-height relationships in assessment of obesity. *Br J Nutr*. 1977;38:271-84
18. Siri, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In Brozek, J and Henschel, A. *Techniques for Measuring Body Composition*. National Academy of Sciences, National Research Council: Washington, DC. 1961; 223–224.
19. Gallagher D, Heymsfield S, Heo M, Jebb S, Murgatroyd P, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2000;72(3):694-701.
20. Albarrán M, Holway F. *Estándares internacionales para la valoración antropométrica*. 1st ed. Sydney: ISAK; 2001.

21. García G, Secchi J. Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Medicina de l'Esport*. 2014;49(183):93-103.
22. American College of Sports Medicine (ACSM). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription*, 8th Edition, 2009
23. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. Perú. ENDES: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles. Nacional. Lima; 2018.
24. Araya P. Composición corporal, nivel de actividad física y hábitos de alimentación de un grupo de bomberos permanentes del valle central [Tesis de maestría]. Costa Rica: Universidad Nacional Heredia, 2012. 75 p.
25. Freire J, Meyer F, Apud E. Physical workload during firefighting in Chilean volunteers. *Work*. 2012; 41(6):432-436.
26. Nogueira E, Porto L, Nogueira R, Martins W, Fonseca R, Lunardi C et al. Body Composition is Strongly Associated With Cardiorespiratory Fitness in a Large Brazilian Military Firefighter Cohort. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2016;30(1):33-38.
27. Walker A, Beatty H, Zanetti S, Rattray B. Improving Body Composition May Reduce the Immune and Inflammatory Responses of Firefighters Working in the Heat. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2017;59(4):377-383.
28. Kales, SN, Aldrich, JM, Polyhronopoulos, GN, Leitao, EO, Artzerounian, D, Gassert, TH, Hu, H, Kelsey, KT, Sweet, C, and Christiani, DC. Correlates of fitness for duty in hazardous materials firefighters. *Am J Ind Med* 36: 618–629, 1999.
29. Nazari G, MacDermid J, Sinden K, Overend T. The Relationship between Physical Fitness and Simulated Firefighting Task Performance. *Rehabilitation Research and Practice*. 2018;1-7.
30. Avellaneda Pinzón SE, Urbina A. Capacidad aeróbica de bomberos aeronáuticos. *Rev univ.ind.santander.salud* 2015; 47(1): 61-67
31. Williams-Bell F, Villar R, Sharratt M, Hughson R. Physiological Demands of the Firefighter Candidate Physical Ability Test. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2009; 41(3):653-662.
32. Lindberg A, Oksa J, Malm C. Laboratory or Field Tests for Evaluating Firefighters' Work Capacity?. *PLoS ONE*. 2014;9(3):e91215.
33. Sothmann MS, Saupe K, Jasenof D, Blaney J. Heart rate response of firefighters to actual emergencies, implications for cardiorespiratory fitness. *J Occup Med*. 1992; 34(8):797–800
34. Wynn P, Hawdon P. Cardiorespiratory fitness selection standard and occupational outcomes in trainee firefighters. *Occupational Medicine*. 2011;62(2):123-128.
35. Jamnik V, Gledhill N. Characterization of the physical demands of firefighting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1989; 6:21
36. Rojas Quirós J. Consumo máximo de oxígeno (VO₂max) en bomberos: revisión sistemática de estudios. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*. 2013;10(1).
37. Dolezal B, Barr D, Boland D, Smith D, Cooper C. Validation of the firefighter WFI treadmill protocol for predicting VO₂max. *Occupational Medicine*. 2015;65(2):143-146.
38. Michaelides M, Parpa K, Thompson J, Brown B. Predicting Performance on a Firefighter's Ability Test From Fitness Parameters. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2008;79(4):468-475.
39. Yang J, Christophi C, Farioli A, Baur D, Moffatt S, Zollinger T et al. Association Between Push-up Exercise Capacity and Future Cardiovascular Events Among Active Adult Men. *JAMA Network Open*. 2019; 2(2):1-11.

40. Rahimi N, Sedek R, Teh A, Harun M. Relationship Between Body Composition and Physical Fitness of Rescue Firefighter Personnel in Selangor, Malaysia. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2017;16(2):77-83.
41. Clark S, Rene A, Theurer W, Marshall M. Association of Body Mass Index and Health Status in Firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2002;44(10):940-946.
42. Schmidt C, Mckune A. Association between physical fitness and job performance in fire-fighters. *Ergonomics SA*. 2012;24(2):44-57.
43. Yanek L, Vaidya D, Kral B. Lean Mass and Fat Mass as Contributors to Physical Fitness in an Overweight and Obese African American Population. *Ethnicity & Disease*. 2015: 25(2): 214-9
44. Mayer JM, Verna JL., Mooney V. and Udermann BE. Wellness and Fitness Characteristics of Firefighters. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2007; 39 (5):199.

Agradecimientos: A los comandantes de cada compañía de bomberos por permitirme el acceso para el recojo de datos y contribuir con la gestión de las actividades programadas.

Financiamiento: El estudio fue financiado en su totalidad por el autor de la investigación.