

Monograph

Capacidad Cardiorrespiratoria, Composición Corporal y Mortalidad por Todas las Causas, y por Enfermedades Cardiovasculares en Hombres

Steven N Blair¹, Lee Chong Do¹ y Andrew S Jackson¹

¹División de Epidemiología & Aplicaciones Clínicas, Instituto Cooper para Investigaciones Aeróbicas, Dallas, y del Departamento de Salud y Rendimiento Humano, Universidad de Houston.

RESUMEN

Fundamentos: Tanto la capacidad cardiorrespiratoria como el porcentaje de grasa corporal están relacionados con la salud, pero se desconoce su interrelación con la mortalidad por todas las causas y por enfermedades cardiovasculares (ECV). **Objetivo:** Se examinaron los beneficios sobre la salud de la magreza y los peligros de la obesidad considerando simultáneamente la capacidad cardiorrespiratoria. **Diseño:** Este fue un estudio de observación de grupos. Se realizó un seguimiento a 21.925 hombres, con edades entre 30 y 83 años, quienes se sometieron a una evaluación de la composición corporal y a un test de esfuerzo máximo en cinta ergométrica. Hubo 428 muertes (144 de ECV, 143 de cáncer, y 141 de otras causas) en un promedio de 8 años de seguimiento (176.742 años-hombre). **Resultados:** Luego de corregir la edad, año de evaluación, tabaquismo, consumo de alcohol, e historia familiar de enfermedades cardíacas isquémicas, los hombres desentrenados (baja capacidad cardiorrespiratoria determinada por la ergometría máxima) y magros tuvieron el doble de riesgo mortalidad que los hombres entrenados y magros (valor relativo: 2.07; IC 95 %: 1.16, 3.69; p= 0.01). Los hombres desentrenados y magros tuvieron además un mayor riesgo de mortalidad que los hombres entrenados y obesos. Observamos similares resultados para la masa grasa y magra en relación a la mortalidad. Los hombres desentrenados tuvieron un mayor riesgo de mortalidad que los entrenados en todas las categorías de masa grasa y magra. De manera similar, los hombres desentrenados con bajos perímetros de cintura (< 87 cm) tuvieron mayor riesgo que los hombres entrenados con perímetros elevados (> 99 cm). **Conclusiones:** Los beneficios para la salud de la magreza corporal están limitados a los hombres entrenados, y el hecho de estar entrenado podría reducir los peligros de la obesidad.

Palabras Clave: composición corporal, capacidad cardiorrespiratoria, epidemiología, mortalidad, mortalidad por enfer

INTRODUCCION

La obesidad es un problema de Salud Pública en los Estados Unidos (1) y la prevalencia de obesidad se ha incrementado sustancialmente durante las últimas décadas (2). Sin embargo, son poco claros los efectos de la magreza corporal sobre la

salud en relación con la longevidad. Muchos estudios muestran una mayor mortalidad tanto en los individuos más delgados como en los más obesos (3-6), pero otros no observan esta tendencia (7-9). Manson et al. (9) sugieren que las observaciones de altas tasas de mortalidad en individuos con bajo peso para su estatura están asociadas con limitaciones metodológicas como la falta de control por el tabaquismo, incapacidad para eliminar la mortalidad temprana debido a enfermedades pre-existentes, y control inadecuado de los factores biológicos relacionados con la obesidad. De cualquier manera, un meta-análisis reciente documentó una elevada mortalidad en asociación con la magreza luego de controlar el tabaquismo y las enfermedades pre-existentes (10).

Otra limitación metodológica no explorada en las investigaciones relacionadas con la obesidad es que el índice de masa corporal (BMI; en kg/m²) es utilizado comúnmente para estudiar la relación entre obesidad y mortalidad, aún a pesar de que el BMI no mide de manera precisa la obesidad. Es más, indica principalmente el sobrepeso para una determinada estatura pero no discrimina entre masa grasa y masa magra (MM). Algunos estudios muestran mayores tasas de mortalidad en individuos con bajos valores de BMI y cociente perímetro cintura/perímetro cadera (PCi/PCa), pero no en aquellos con alto BMI y bajos PCi/PCa (11-13). Se necesita investigar más acerca de los efectos del sobrepeso sobre la estatura y la composición corporal, en relación a los factores de riesgo para desarrollar ECV (14,15). Ha habido pocas investigaciones sobre la relación entre magreza y mortalidad (16).

Nosotros creemos que la capacidad cardiorrespiratoria también debería ser considerada a la hora de examinar la relación entre composición corporal y mortalidad. La capacidad cardiorrespiratoria es un predictor potente de la mortalidad de toda causa y de ECV (17-19) y pareció atenuar la relación entre BMI y mortalidad en un estudio anterior (20). Sin embargo, sigue sin explorarse los efectos de la magreza y la capacidad cardiorrespiratoria en relación a la longevidad. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue examinar las consecuencias sobre la salud de la masa grasa y la capacidad cardiorrespiratoria en relación a la mortalidad total y a ECV. Además evaluamos las asociaciones de masa grasa, MM, y perímetro de cintura con la mortalidad, luego de tener en cuenta la capacidad cardiorrespiratoria.

METODOS

Sujetos y mediciones

Los sujetos fueron 21.925 hombres con edades entre 30 y 83 años, quienes realizaron evaluaciones médicas preventivas entre 1971 y 1989 en la Clínica Cooper en Dallas. Todos los sujetos eran residentes de EE.UU. y no tenían historia personal de infarto de miocardio, accidente vascular, o cáncer, al comienzo del estudio. Todos se sometieron a una evaluación de composición corporal y alcanzaron > 85 % de la frecuencia cardíaca máxima estimada para su edad [$220 - \text{edad (en años)}$] durante la ergometría.

El estudio experimental fue revisado y aprobado anualmente por el Comité de Revisión Institucional. Todos los sujetos dieron su consentimiento por escrito para la evaluación médica y el subsiguiente registro en el estudio de seguimiento. La evaluación médica, llevada a cabo luego de un ayuno nocturno de al menos 12 horas, incluyó un examen físico, mediciones antropométricas, electrocardiograma, análisis bioquímicos, evaluación de la presión arterial, ergometría máxima, hábitos de salud reportados por los propios sujetos, y registro de las características demográficas. En otros artículos se publican los detalles de los procedimientos de evaluación (17-19).

Las muestras plasmáticas fueron analizadas utilizando técnicas automáticas en un laboratorio que participa en los Programas de Estandarización de Centros para el Control y Prevención de Enfermedades Relacionadas con los Lípidos, y la presión arterial fue medida por auscultación con un esfigmomanómetro de mercurio. El peso corporal y la talla fueron medidos con una balanza clínica estándar y un estadiómetro, respectivamente. En un subgrupo de 14.043 hombres, se midió el perímetro de cintura a nivel del ombligo con una cinta plástica. La composición corporal fue evaluada ya sea por hidrodensitometría, por mediciones de pliegues cutáneos, o por ambos métodos siguiendo procedimientos estándar (21). Se determinó el porcentaje de grasa a través de hidrodensitometría usando el modelo de dos componentes de Siri (22). Además se midió la suma de 7 pliegues cutáneos y se estimó la masa grasa usando una ecuación generalizada de densidad corporal (23).

No todos los sujetos se sometieron a ambos procedimientos (hidrodensitometría y pliegues cutáneos): 9.655 fueron medidos por antropometría solamente, 7.180 sólo por hidrodensitometría, y 5.090 con ambas técnicas. Para estandarizar estas mediciones, desarrollamos un modelo de predicción para determinar hidrostáticamente el porcentaje de grasa corporal a partir del porcentaje graso estimado mediante la suma de 7 pliegues cutáneos de los 5.090 hombres que se sometieron a ambos procedimientos. Un análisis de regresión brindó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de grasa corporal} = 1.511843 + 0.905469 \times \% \text{ grasa} \quad (1)$$

(EES = 3.78; r= 0.82). Aplicamos este modelo de predicción a los datos de pliegues para los hombres que no se sometieron al peso hidrostático para estimar su porcentaje de grasa. Luego calculamos la masa grasa y la MM (en kg) de la siguiente manera:

$$\text{Masa Grasa (kg)} = \text{peso (kg)} \times (\% \text{ grasa}/100) \quad (2)$$

$$\text{Masa Magra (MM) (kg)} = \text{peso (kg)} - \text{masa grasa (kg)} \quad (3)$$

Asignamos a los sujetos a las categorías de magro, normal, u obeso. Estas categorías se correspondieron con < 25°, 25° a <75°, y >75° percentil. Además clasificamos a los sujetos con categorías baja, moderada, y alta masa grasa, MM, y perímetro de cintura utilizando estos mismos rangos de percentiles.

El consumo de alcohol, tabaquismo, e historia familiar de enfermedades cardíacas isquémicas (ECI; algún padre fallecido por ECI) fueron variables autoevaluadas en el cuestionario de la historia clínica. El consumo de alcohol fue clasificado como "no toma", "liviano" (<15 unidades/semana), "moderado" (15-30 unidades/semana), y "elevado" (>31 unidades/semana). Una unidad de ingesta de alcohol era definida como una botella o lata de cerveza [355 mL (12 oz)], un vaso de vino [148 mL (5 oz)], o 44 mL (1.5 oz) de licor más fuerte. El nivel de tabaquismo era clasificado como "nunca fumó", "ex-fumador", o "actual fumador". Los fumadores actuales a su vez eran clasificados como consumidores de < 20, de 20 a < 40, y de >40 cigarrillos/día.

La capacidad cardiorrespiratoria fue evaluada utilizando un test de esfuerzo máximo en cinta ergométrica descrito en otro artículo (17). El tiempo total de resistencia en la cinta fue utilizado como índice de potencia aeróbica; el tiempo sobre la cinta con este protocolo tuvo una alta correlación (r = 0.92) con el máximo consumo de oxígeno (VO₂máx) (24). Los hombres que representaron el 20 % menos entrenado en cada grupo de edad fueron clasificados como desentrenados, y todos los otros como físicamente entrenados (18). También calculamos el VO₂máx en ml/kg deMM/min y clasificamos a los hombres en el cuartilo más bajo de consumo de oxígeno en cada grupo de edad como físicamente desentrenados, y a todos los otros físicamente activos. Todos los sujetos fueron tabulados transversalmente por niveles de capacidad cardiorrespiratoria a través de las categorías de masa grasa de la siguiente manera: 1) entrenados y magros, 2) desentrenados y magros, 3) entrenados y normales, 4) desentrenados y normales, 5) entrenados y obesos, 6) desentrenados y obesos. También tabulamos seccionalmente por niveles de capacidad a través de las categorías de masa grasa, MM, y perímetro de cintura.

Se siguió la mortalidad de todos los sujetos desde la examinación inicial hasta la fecha del fallecimiento, o hasta el 31 de Diciembre de 1989. Las muertes entre los sujetos del estudio fueron identificadas por el índice Nacional de Muertes del Centro Nacional de Estadísticas de Salud y por los certificados oficiales de defunción de los departamentos de registros sociales de distintos Estados. La causa subyacente de muerte fue determinada por un nosologista de acuerdo a la *Clasificación Internacional de Enfermedades*, Novena Edición, con las ECV definidas entre los códigos 390 a 449.9.

Análisis Estadísticos

Se calcularon las tasas de mortalidad por todas las causas y por ECV por 10000 años-hombre (por la cual 1 año-hombre es un hombre seguido durante 1 año) de seguimiento, ajustadas para la edad y año de evaluación a través de las categorías de masa grasa y perímetro de cintura. Se utilizó la regresión de los peligros proporcionales para examinar la asociación entre capacidad cardiorrespiratoria, grasa corporal, y mortalidad total y por ECV (25). Además examinamos las asociaciones entre capacidad cardiorrespiratoria, masa grasa, MM, y perímetro de la cintura con la mortalidad total y por ECV. Se estimaron los riesgos relativos (RR) de mortalidad total y por ECV, luego de ajustar por la edad y el año de evaluación, y un ajuste posterior para el tabaquismo, consumo de alcohol, e historia familiar de ECI. Los hombres físicamente entrenados en el cuartilo más bajo de cada variable de composición corporal formaron la categoría de referencia. Para cada RR se calcularon los IC al 95 %. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa SAS (26).

RESULTADOS

Durante un promedio de 8 años de seguimiento (176.742 años-hombre) hubo 428 muertes: 144 por ECV, 143 por cáncer, y 141 por otras causas. En la Tabla 1 se presentan las características básicas de los sujetos según las categorías de porcentaje de grasa y nivel de capacidad cardiorrespiratoria. Los hombres desentrenados tuvieron un grado levemente superior de masa grasa que los sujetos entrenados que pertenecían a las categorías magros, normales, y obesos [0.6 %, 0.8

%, y 1.8 % más, respectivamente ($p < 0.001$); los tiempos de ejercicio en cinta fueron progresivamente menores en los hombres desentrenados, indicando una capacidad cardiorrespiratoria inferior. Los hombres entrenados y magros tuvieron los promedios más elevados de potencia aeróbica máxima estimada [13.4 equivalentes metabólicos (METs); 1 MET = VO_2 (3.5 min/kg/min)], mientras que los hombres desentrenados y obesos tuvieron los promedios más bajos (8.7 METs). En el presente estudio se evaluaron las diferencias entre grupos con un análisis de variancia de dos factores (datos continuos) o con modelos lineales logarítmicos (datos por categoría). Los principales efectos, tanto para la capacidad como para la masa grasa, fueron altamente significativos ($p < 0.001$) para todas las variables con excepción que la altura no estuvo relacionada con la masa grasa. También evaluamos las interacciones entre capacidad y masa grasa, y todas fueron significativas ($p < 0.001$) salvo con la altura, presión diastólica, y glucosa plasmática.

	Magros ($<16.7\%$ MG)		Normales (16.7 a $<25\%$)		Obesos ($>25\%$ MG)		Total. (n=21.925)
	Entrenados (n=5.093)	Desentrenados (n=327)	Entrenados (n=9.255)	Desentrenados (n=1.851)	Entrenados (n=3.217)	Desentrenados (n=2.182)	
Edad (años)	40.6 ± 8.0 (*)	40.3 ± 8.3	44.5 ± 8.7	42.6 ± 8.2	48.0 ± 9.1	44.4 ± 8.6	3.8 ± 8.9
Talla (cm)	178.9 ± 6.3	178.2 ± 6.9	178.9 ± 6.3	177.9 ± 6.4	178.9 ± 6.5	178.2 ± 6.6	178.7 ± 6.4
Peso (kg)	75.6 ± 8.5	77.3 ± 10.4	82.0 ± 9.1	83.9 ± 10.8	90.9 ± 12.0	96.8 ± 16.5	83.4 ± 12.4
Tiempo en cinta (min)	22.0 ± 4.3	12.5 ± 2.5	18.5 ± 3.7	11.9 ± 2.4	15.8 ± 3.1	10.8 ± 2.6	17.5 ± 5.1
TA sistólica (mm Hg)	118.5 ± 13.1	119.8 ± 13.8	120.5 ± 13.2	121.7 ± 13.4	123.6 ± 13.9	126.6 ± 14.3	121.2 ± 13.6
TA diastólica (mm Hg)	78.0 ± 9.0	80.3 ± 8.9	80.5 ± 9.2	81.9 ± 9.7	83.1 ± 9.3	85.1 ± 9.9	80.9 ± 9.5
Triacilglicerol (mmol/l)	1.1 ± 0.8	1.9 ± 3.0	1.5 ± 1.2	2.1 ± 1.7	1.7 ± 1.2	2.2 ± 1.7	1.6 ± 1.3
Glucosa plasmática (mmol/L)	5.4 ± 0.7	5.7 ± 1.7	5.5 ± 0.7	5.7 ± 1.1	5.7 ± 0.9	5.9 ± 1.5	5.6 ± 0.9
Colesterol total (mmol/L)	5.2 ± 0.9	5.5 ± 1.1	5.6 ± 1.3	5.7 ± 1.1	5.8 ± 1.0	5.8 ± 1.1	5.5 ± 1.2
BMI (kg/m ²)	23.6 ± 2.0	24.3 ± 2.6	25.6 ± 2.2	26.5 ± 2.7	28.3 ± 3.1	30.4 ± 4.6	26.1 ± 3.4
Porcentaje MG (%)	12.9 ± 3.0	13.5 ± 3.0	20.7 ± 2.3	21.5 ± 2.3	28.3 ± 3.4	30.1 ± 4.6	20.9 ± 6.4
Inactivos (%)	20.9	77.4	28.7	70.5	39.3	70.0	36.8
TA sistólica >140 mmHg (%)	7.4	10.1	9.3	11.4	13.2	20.1	10.7
Glucosa en ayuna \geq a 6.7 mmol/L (%)	1.6	3.7	3.6	6.2	6.2	11.6	4.5
Electrocardiograma anormal	4.2	9.5	5.9	9.7	9.2	9.6	6.7
Historia familiar de ECI (%)	23.5	22.9	29.6	27.9	32.2	31.6	28.5
Historia de hipertensión (%)	9.4	14.5	14.9	20.2	20.6	29.6	16.4
Historia de diabetes (%)	1.8	4.9	1.8	5.5	2.8	5.1	2.6
Fumador actual (%)	15.3	46.5	17.9	39.1	17.0	31.9	20.8
Ex-fumador (%)	26.1	13.2	30.3	19.3	32.7	24.2	27.9

Tabla 1. Características básicas de 21.925 hombres según las categorías de porcentaje grasa y capacidad cardiorrespiratoria. MG, masa grasa; TA, tensión arterial; ECI, enfermedad cardíaca isquémica. (*) X + DS

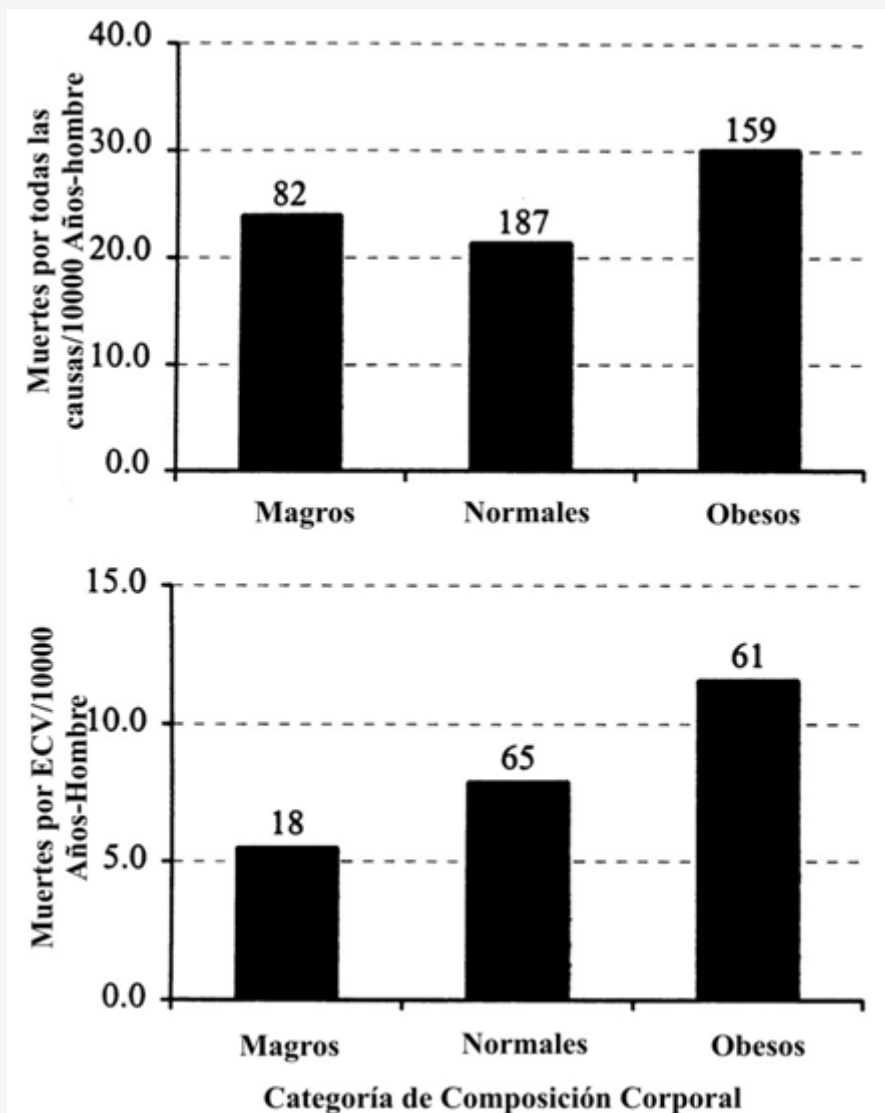


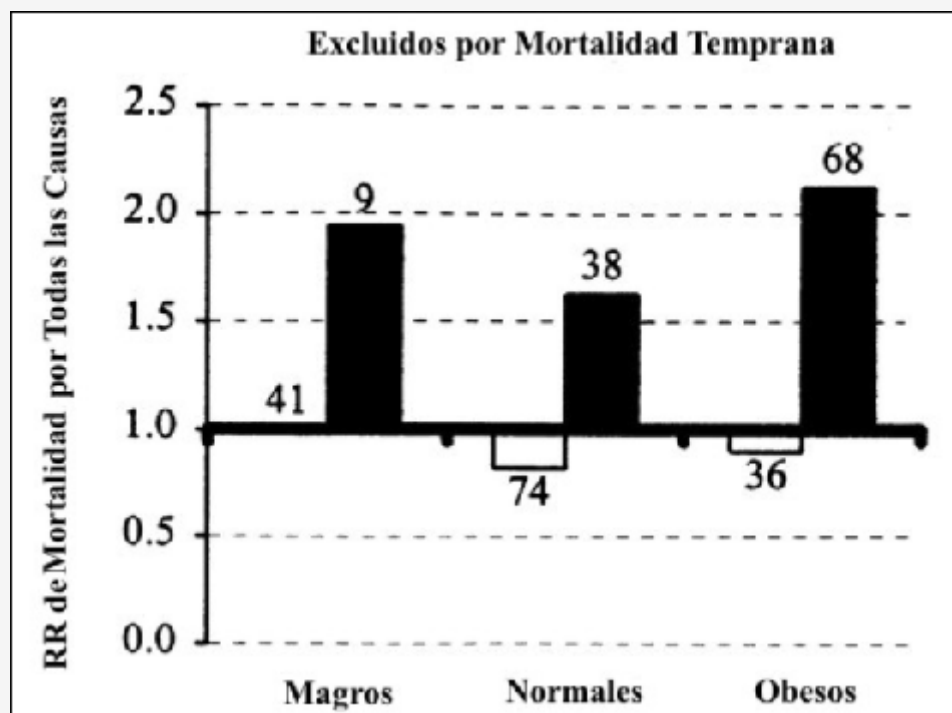
Figura 1. Tasas de mortalidad por todas las causas (arriba) y por enfermedad cardiovascular (ECV: abajo) cada 10.000 años-hombre de seguimiento, ajustadas para la edad (un solo año) y año de evaluación, según las categorías de porcentaje grasa. Las categorías composición corporal fueron expresadas en porcentaje, magros (< 16.7%), normales (16.7 % a <25 %), y obesos (> 25%). Los números por encima de las barras indican los números de muertes.

En la Figura 1 se muestran las tasas de mortalidad total y por ECV por 10.000 años-hombre de seguimiento, ajustadas para la edad y año de evaluación a través de las categorías de composición corporal. Hubo una relación directa entre masa grasa y las tasas de mortalidad por todas las causas ($p= 0.01$ para tendencia lineal) y por ECV ($p= 0.004$ para tendencia lineal).

En la Tabla 2 se muestran las relaciones entre la capacidad cardiorrespiratoria, la masa grasa, y la mortalidad por todas las causas y por ECV. Los análisis de regresión de los peligros proporcionales, ajustados para la edad y año de evaluación, mostraron que los hombres entrenados tuvieron tasas de mortalidad más bajas que los sujetos desentrenados dentro de las categorías de magros, normales, y obesos. Los hombres desentrenados y magros tuvieron el doble de riesgo de muerte por todas las causas que los hombres entrenados y magros ($p= 0.02$) y también un riesgo mayor (2.2 veces) de mortalidad total, en comparación con los hombres entrenados y obesos ($p= 0.008$). La tasa de mortalidad por todas las causas de los hombres entrenados y obesos no fue significativamente diferente de los hombres entrenados y magros. Estos resultados fueron similares luego de corregir por el tabaquismo, ingesta de alcohol e historia familiar de ECI. Para evaluar posibles sesgos provocados por enfermedades subclínicas presentes al inicio del estudio, desarrollamos otro modelo multivariado agregando el estatus electrocardiográfico inicial (normal o anormal). Este análisis llevó a RR ajustados que fueron casi idénticos a los presentados Tabla 2. La exclusión para una mortalidad temprana también produjo una pequeña diferencia en estos resultados (Figura 2).

Categoría de Composición Corporal y Capacidad Cardiorresp.	Años-Hombre de seguimiento <i>Hombres - Años (%)</i>	Mortalidad por Todas las Causas			Mortalidad por Enfermedad Cardiovascular		
		Muertes <i>n</i>	RR de Muerte (95% CI)*	RR Multivariado de Muerte (95% CI)**	Muertes <i>n</i>	RR de Muerte (95% CI)*	RR Multivariado de Muerte (95% CI)*
Magros (<16.7% de grasa corporal)							
Entrenados (n = 5093)	41854 (23.7)	68	1.00	1.00	13	1.00	1.00
Desentrenados (n = 327)	3883 (2.2)	14	2.06 (1.15, 3.66)	2.07 (1.16, 3.69)	5	3.18 (1.13, 8.96)	3.16 (1.12, 8.92)
Normal (16.7 a <25.0% de grasa corporal)							
Entrenados (n = 9255)	68546 (38.8)	127	0.80 (0.59, 1.08)	0.80 (0.59, 1.08)	43	1.43 (0.76, 2.66)	1.43 (0.77, 2.67)
Desentrenados (n = 1851)	19669 (11.1)	60	1.61 (1.14, 2.28)	1.62 (1.15, 2.30)	22	2.91 (1.47, 5.79)	2.94 (1.48, 5.83)
Obesos (>25.0% de grasa corporal)							
Entrenados (n = 3217)	21874 (12.4)	65	0.93 (0.65, 1.31)	0.92 (0.65, 1.31)	19	1.35 (0.66, 2.77)	1.35 (0.66, 2.76)
Desentrenados (n = 2182)	20916 (11.8)	94	1.92 (1.40, 2.62)	1.90 (1.39, 2.60)	42	4.08 (2.18, 7.61)	4.11 (2.20, 7.68)

Tabla 2. Masa grasa y riesgos relativos (RR) de mortalidad por todas las causas y por enfermedades cardiovasculares, según el nivel de capacidad cardiorrespiratoria. Nivel de capacidad cardiorrespiratoria (entrenado o desentrenado) según referencia (18). *Ajustado para la edad (un solo año) y por año de evaluación. **Ajustado para la edad (un solo año), año de evaluación, tabaquismo, ingesta de alcohol, e historia familiar de enfermedad cardíaca isquémica.



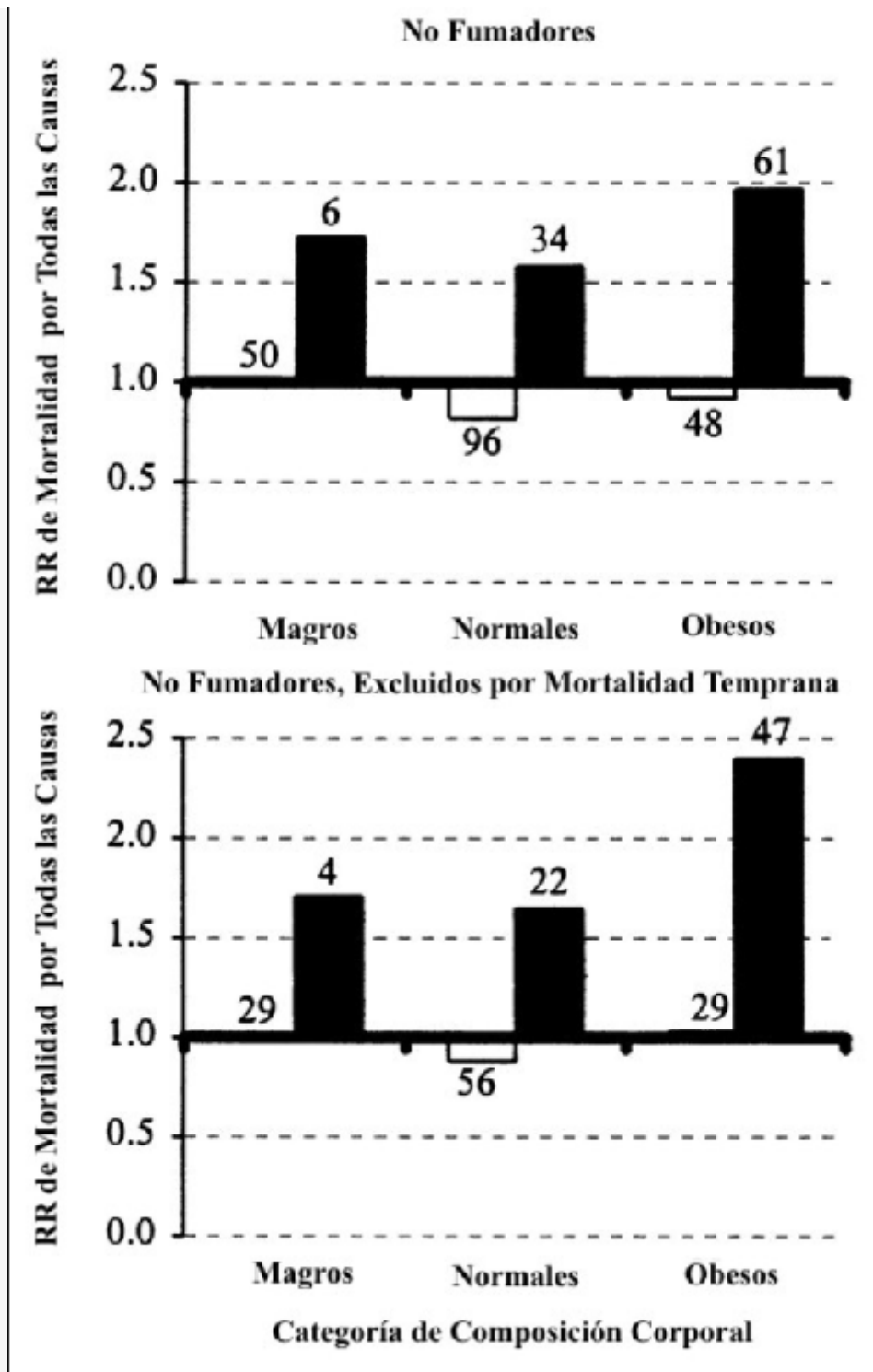


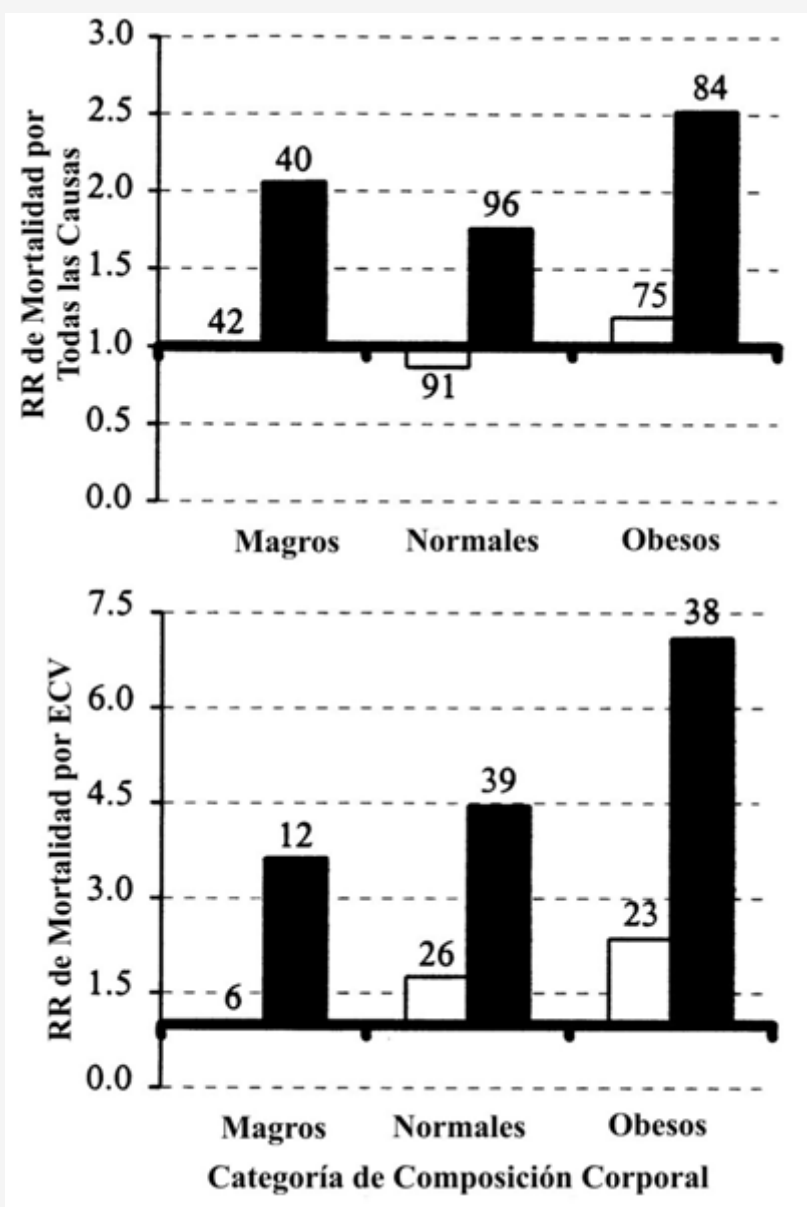
Figura 2. Masa grasa y riesgos relativos (RR) de mortalidad por todas las causas, según las categorías de capacidad cardiorrespiratoria en hombres: □, entrenados; ■, desentrenados. Los hombres entrenados y magros comprendieron la categoría de referencia, representada por la línea gruesa en 1.0. Los hombres desentrenados fueron el 20 % menos aptos de cada grupo de edad y los entrenados se refieren a todos los demás hombres. Los RR fueron ajustados para la edad, año de evaluación, tabaquismo, consumo de alcohol, e historia familiar de enfermedades cardíacas isquémicas. La mortalidad temprana indica los primeros 5 años de seguimiento. Las categorías de composición corporal fueron, magros (< 16.7%), normales (16.7% a <25 %), y obesos (>25%). Los números por encima o por debajo de las barras indican el número de muertes.

En el presente estudio se observaron relaciones similares entre la capacidad cardiorrespiratoria, la masa grasa, y la mortalidad por todas las causas en no fumadores, y en no fumadores con exclusión de mortalidad temprana y ajuste para la edad, año de evaluación, ingesta de alcohol, e historia familiar de ECI (Figura 2). De los no fumadores, los hombres desentrenados y magros tuvieron 1.7 veces más de riesgo de mortalidad total que los hombres entrenados y magros, con la

mortalidad más alta entre los hombres desentrenados y obesos (RR: 1.97; IC 95 %: 1.35, 2.88). Los no fumadores desentrenados en todos los grupos de composición corporal tuvieron mayores riesgos de mortalidad que los no fumadores entrenados, luego de la exclusión para una mortalidad temprana.

Los hombres desentrenados y magros también tuvieron un alto riesgo de mortalidad por ECV cuando se los comparó con los sujetos entrenados en todas las categorías de masa grasa (Tabla 2). Luego de los ajustes multivariados para la edad, año de evaluación, tabaquismo, consumo de alcohol, e historia familiar de ECI, observamos que los hombres entrenados y magros tuvieron las menores tasas de mortalidad por ECV, y que los obesos desentrenados tuvieron los porcentajes más elevados. Los desentrenados magros tuvieron un riesgo 3.2 veces más de mortalidad por ECV que los entrenados magros (IC 95 %: 1.12, 8.92; p= 0.03). Sin embargo, los hombres entrenados y obesos tuvieron un menor riesgo de mortalidad por ECV que los desentrenados magros.

Cuando examinamos posteriormente la relación del VO₂máx estimado (en ml/kg/min) y la masa grasa con la mortalidad por todas las causas y por ECV (Figura 3), obtuvimos resultados similares que para los análisis en los cuales la capacidad era expresada en ml/kg/min. El riesgo de mortalidad fue elevado en los hombres desentrenados y magros con la mortalidad más elevada por todas las causas y por ECV en los hombres desentrenados y obesos. Los desentrenados tuvieron un riesgo sustancialmente mayor de ECV en todas las categorías de porcentaje grasa, pero también hubo una relación directa entre masa grasa y mortalidad por ECV en los hombres entrenados (p= 0.05 para tendencia lineal).



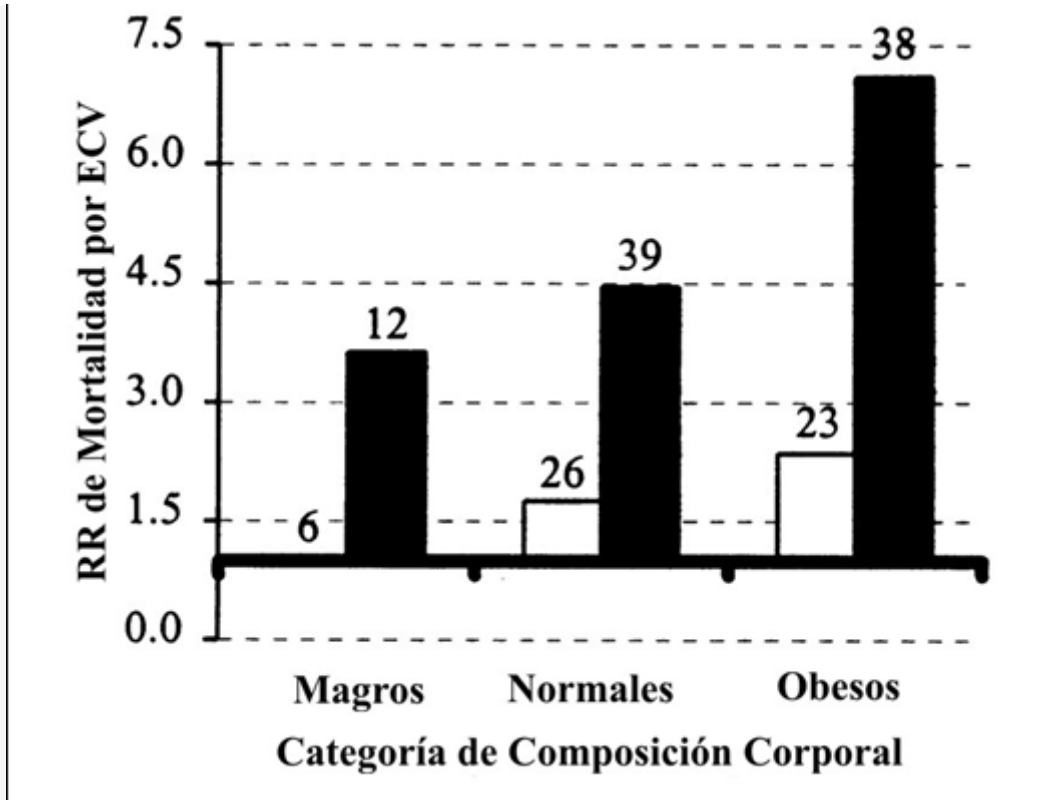


Figura 3. Porcentaje de grasa y riesgos relativos (RR) de mortalidad por todas las causas y por enfermedades cardiovasculares (ECV) según las categorías de capacidad cardiorrespiratoria: □, entrenados; ■, desentrenados. Los hombres entrenados y magros comprendieron la categoría de referencia representada por la línea gruesa en 1.0. Los hombres desentrenados representaron el cuartilo 20 % inferior de consumo de oxígeno (ml/kg MM/min) en cada grupo de edad, y los entrenados se refieren a todos los demás hombres. Los RR fueron ajustados por la edad, año de evaluación, tabaquismo, consumo de alcohol, e historia familiar de enfermedades cardíacas isquémicas. Las categorías de composición corporal fueron, magros (< 16.7 %), normales (16.7% a < 25 %), y obesos (> 25 %). Los números por sobre o por debajo de las barras indican el número de muertes.

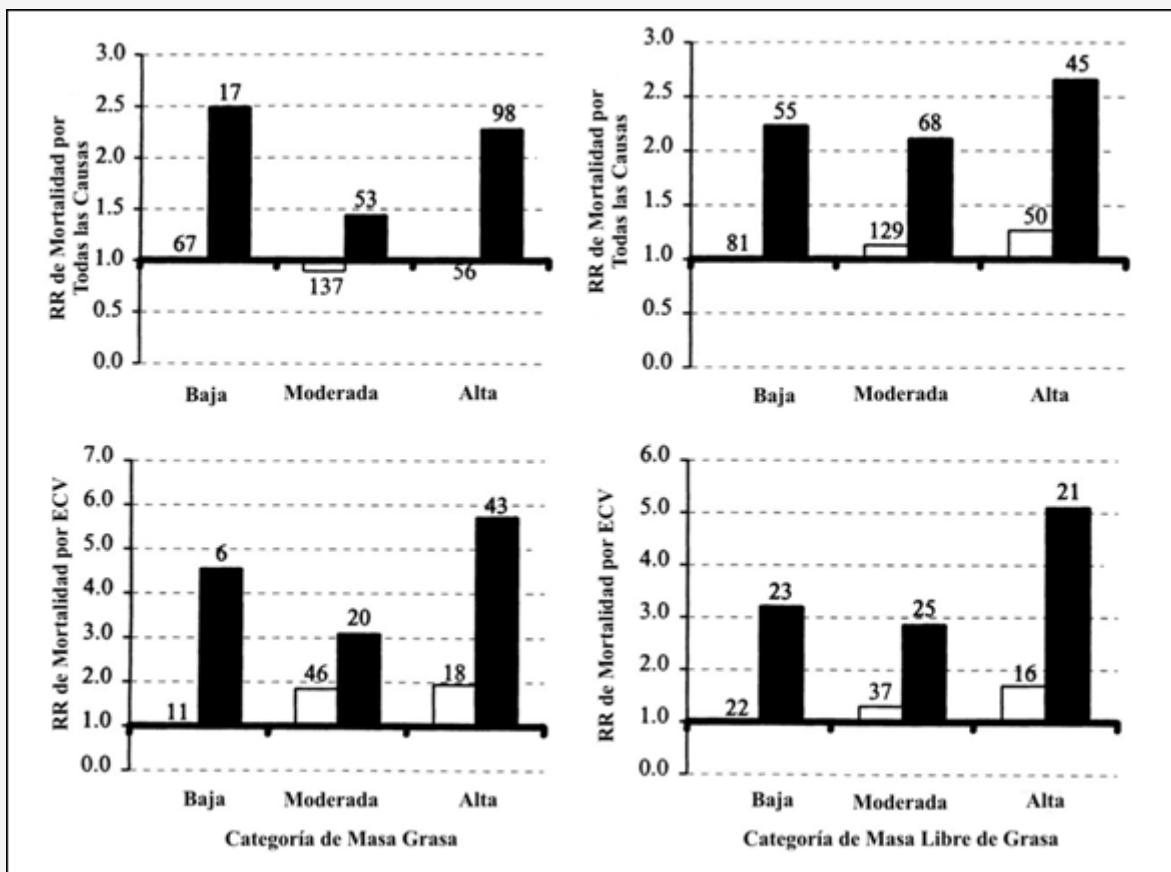


Figura 4. Masa grasa, masa libre de grasa, y riesgos relativos (RR) de mortalidad por todas las causas y por enfermedades cardiovasculares (ECV), según las categorías de capacidad cardiorrespiratoria: □, entrenados; ■, desentrenados. Los hombres entrenados y magros comprendieron la categoría de referencia, representada por la línea gruesa en 1.0. Los hombres desentrenados fueron el 20 % de los menos aptos de cada grupo de edad, y los entrenados se refieren a todos los demás hombres (18). Los RR fueron ajustados por la edad, año de evaluación, tabaquismo, consumo de alcohol, e historia familiar de enfermedades cardíacas isquémicas. Las mediciones de masa grasa a través de las categorías baja, moderada, y elevada fueron < 12.8, de 12.8 a < 21.7, y > 21.7 kg; las mediciones de masa magra a través de estas categorías fueron < 60, de 60 a < 70, y > 70 kg. Los números por sobre o por debajo de las barras indican el número de muertes.

También examinamos las relaciones entre capacidad cardiorrespiratoria, masa grasa, y MM con la mortalidad por todas las causas, y por ECV (Figura 4). Los hombres desentrenados tuvieron un mayor riesgo de mortalidad total y por ECV que los entrenados en las categorías de masa grasa y MM. Los hombres desentrenados en el cuartil más bajo de masa grasa y MM tuvieron un mayor riesgo de mortalidad por todas las causas, y por ECV, que los hombres entrenados en el cuartil más elevado de masa grasa y MM.

Observamos además resultados similares a los análisis presentados más arriba cuando los sujetos fueron estratificados según el perímetro de cintura. Hubo 162 muertes (40 por ECV, 54 por cáncer, y 68 por otras causas) durante un promedio de 5.6 años de seguimiento (78.008 años-hombre de observación) en el subgrupo de los 14.043 hombres, a los cuales se les tomó el perímetro de cintura al inicio del estudio. En el presente estudio se calcularon las tasas de mortalidad total y por ECV por 10.000 años-hombre de seguimiento, y ajustadas por la edad y año de evaluación a través de las distintas categorías de perímetro de cintura. Las tasas de mortalidad por todas las causas y por ECV de incrementaron en forma directa con los mayores perímetros de cintura, aunque las tendencias no fueron significativas (Figura 5).

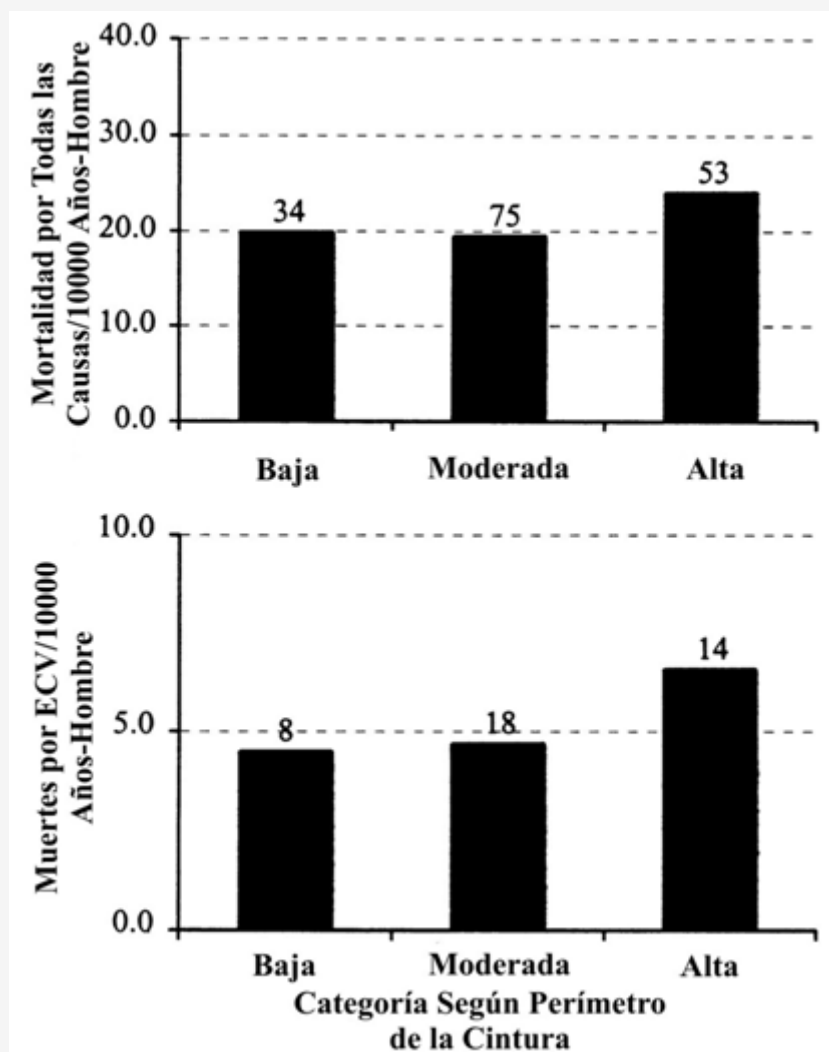


Figura 5. Tasas de mortalidad por todas las causas, y por enfermedades cardiovasculares (ECV) cada 10.000 años-hombre de seguimiento, ajustadas por la edad, año de evaluación, según las categorías de perímetro de cintura. Estas categorías fueron: baja (< 87 cm), moderada (87 a < 99 cm), y alta (> 99 cm). Los números por sobre de las barras indican el número de muertes.

En la Tabla 3 se muestran las asociaciones entre capacidad cardiorrespiratoria y el perímetro de la cintura. Luego del ajuste multivariado por la edad, año de evaluación, tabaquismo, ingesta de alcohol, e historia familiar de ECI, observamos que los hombres entrenados tuvieron un menor riesgo de mortalidad por todas las causas en todas las categorías de perímetro de cintura que los desentrenados. Los desentrenados en el cuartilo más bajo de perímetro de cintura tuvieron 4.9 veces ($p < 0.001$) el riesgo de mortalidad por todas las causas que sus pares entrenados. En contraste, los hombres entrenados en el cuartilo más alto de perímetro de cintura no tuvieron un riesgo elevado de mortalidad total y tuvieron un riesgo de mortalidad mucho más bajo que los hombres desentrenados en el cuartilo más bajo de perímetro de cintura.

DISCUSION

A pesar de que existe una fuerte relación directa entre el BMI y la tasa de mortalidad (27), ha habido pocas investigaciones acerca de la relación entre la masa grasa y la mortalidad (16). Nosotros examinamos los efectos de la composición corporal entre un grupo de 21.925 hombres luego de tomar en cuenta la capacidad cardiorrespiratoria. Nuestra base de datos es singular, con .valuaciones de la composición corporal y esfuerzos máximos en una gran muestra de hombres. En el presente estudio se observó una relación directa entre la masa grasa y la mortalidad total, y por ECV. Sin embargo, el estatus de entrenado aparentemente disminuyó el elevado riesgo de mortalidad en los hombres obesos. Esta asociación fue similar en los no amadores, y luego de la exclusión por mortalidad temprana, tanto en la población general como en los no

fumadores. Observamos resultados similares a través de las categorías de masa grasa y MM. Los hombres desentrenados en el cuartil más bajo de masa grasa y MM tuvieron un mayor riesgo de mortalidad por toda causa, y por ECV, que sus pares entrenados. Los hombres entrenados en el cuartil más elevado de masa grasa y MM tuvieron un riesgo menor de mortalidad que los hombres magros desentrenados. Nuestros datos indican que los niveles de capacidad cardiorrespiratoria en los hombres influyen en los efectos de la obesidad. No observamos un elevado riesgo de mortalidad en los hombres con grandes cantidades de masa grasa y MM, si además eran entrenados.

Varios estudios reportan que la obesidad abdominal está asociada con elevadas tasas de mortalidad (11-13). A pesar de que para evaluar se ha utilizado comúnmente el cociente cintura/cadera, algunos estudios sugieren que el perímetro de la cintura es un mejor predictor de la obesidad abdominal (28-30). En las recientes sugerencias de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos y de la Organización Mundial de la Salud (31,32) se recomienda la medición del perímetro de la cintura en lugar del cociente cintura/cadera. Bjorntorp (33) ha reportado que la obesidad abdominal, más que la obesidad periférica, está asociada con un mayor riesgo. Algunos estudios muestran mayores tasas de mortalidad en aquellos con obesidad abdominal y bajo peso (bajo BMI y alto cociente cintura/cadera) que en los que no tenían obesidad abdominal pero sí sobrepeso (alto BMI y bajo cociente cintura/cadera) (11-13). Ningún estudio previo ha reportado los efectos del perímetro de cintura, considerando además la capacidad cardiorrespiratoria. Nuestros datos muestran que los hombres entrenados con un perímetro de cintura bajo tuvieron un menor riesgo de mortalidad total que los hombres desentrenados en la misma categoría de perímetro de cintura. Los desentrenados con un perímetro elevado tuvieron una tasa de mortalidad 2.4 veces mayor que los hombres entrenados con un perímetro bajo de cintura, y los entrenados en la categoría de perímetro elevado tuvieron una tasa de mortalidad total similar a la de los entrenados con perímetro bajo.

Categoría de Perímetro de la Cintura y de Capacidad Cardiorrespiratoria	Muertes	Años-Hombre de seguimiento	RR de Muerte (95% CI)*	RR Multivariado de Muerte (95% CI)**
	n	Hombres - Años (%)		
<i>Perímetro Bajo (<87 cm)</i>				
Entrenados (n = 3247)	26	18579 (23.8)	1.00	1.00
Desentrenados (n = 136)	8	1022 (1.3)	4.71 (2.13, 10.43)	4.88 (2.20, 10.83)
<i>Perímetro Moderado (87 to <99 cm)</i>				
Entrenados (n = 6237)	60	34189 (43.8)	1.08 (0.68, 1.71)	1.05 (0.66, 1.67)
Desentrenados (n = 616)	15	4211 (5.4)	2.08 (1.10, 3.93)	2.05 (1.08, 3.87)
<i>Perímetro Elevado (>99 cm)</i>				
Entrenados (n = 2645)	24	12994 (16.7)	0.98 (0.56, 1.72)	0.95 (0.54, 1.66)
Desentrenados (n = 1162)	29	7013 (9.0)	2.47 (1.45, 4.19)	2.40 (1.41, 4.07)

Tabla 3. Perímetro de cintura y riesgos relativos (RR) de mortalidad portadas las causas, según el nivel de capacidad cardiorrespiratoria en 14.043 hombres. Nivel de capacidad cardiorrespiratoria (entrenados o desentrenados), según referencia 18. *Ajustados por la edad y año de evaluación. **Ajustados por la edad, año de evaluación, tabaquismo, ingesta de alcohol, e historia familiar de enfermedades cardíacas isquémicas.

Nuestros resultados respaldan la hipótesis de que la capacidad cardiorrespiratoria reduce el riesgo de mortalidad a través de las categorías de composición corporal. Aunque la mayoría de los investigadores concuerda que la obesidad está asociada con peligros para la salud y la magreza con beneficios sobre la misma, los hombres magros en nuestro estudio tuvieron una longevidad más prolongada sólo si eran físicamente activos; además, los hombres obesos que estaban entrenados no tuvieron una mortalidad elevada. En general, los sujetos desentrenados y magros no realizaban actividad física y tenían una baja potencia aeróbica, a pesar de sus perfiles basales favorables con relacionales factores de riesgo para ECI, mientras que los hombres obesos eran bastante activos y tenían una alta potencia aeróbica basal.

Una limitación de este estudio fue que nuestros sujetos fueron hombres blancos, de clases socioeconómicas media y elevada, aunque esta homogeneidad reduce la posibilidad de confundirse por las características socioeconómicas. Esperamos que otros investigadores examinen éstos temas en otras poblaciones. La posibilidad de error debido al estado basal de salud es un tema de consideración en todos los estudios observacionales, incluyendo éste, pero creemos que en este caso es poco probable que se haya cometido un error serio ya que todos los participantes se sometieron a un exhaustivo examen médico inicial, el cual nos permitió excluir a aquellos con antecedentes de infarto de miocardio, accidente vascular, o cáncer. Además, los hombres que no pudieron alcanzar el > 85 % de la frecuencia cardíaca máxima estimada para su edad en la ergometría máxima también fueron excluidos; este procedimiento debería haber eliminado a

los hombres que no tenían antecedentes de enfermedades pero que no estaban bien como resultado de alguna patología no diagnosticada. Además ajustamos los análisis para la presencia o ausencia de resultados electrocardiográficos anormales. Esta exclusión eliminaba a los hombres con angina de pecho, arritmias, o anomalías electrocardiográficas en el test en cinta, así como irregularidades electrocardiográficas en reposo. El efecto de todos estos criterios de exclusión fue minimizar el posible error de enfermedad subclínica basal. Otra limitación de nuestro estudio fue que estimamos, en lugar de haberlo medido directamente, el volumen espiratorio residual durante el peso hidrostático. Morrow et al (34) reportaron que la precisión de la predicción de la masa grasa medida por hidrodensitometría cuando el volumen residual era estimado y no medido, sólo era levemente mejor que las evaluaciones antropométricas. Sin embargo, la hidrodensitometría y la medición de los pliegues cutáneos son mediciones más precisas de la masa grasa que el BMI o los índices de estatura/peso. Finalmente, sólo evaluamos una vez las variables de capacidad cardiorrespiratoria y composición corporal, y no sabemos el grado de cambio que pudo haber en estas características durante el período de seguimiento. Sin embargo, los cambios en las variables durante el seguimiento causarían una clasificación errónea y podrían llevar a subestimaciones de los RR. Por lo tanto, las relaciones reales entre capacidad o masa grasa y mortalidad, en realidad, podrían haber sido mayores que las indicadas por nuestros resultados.

En síntesis, observamos que la obesidad aparentemente no aumentó el riesgo de mortalidad en hombres entrenados. Para beneficios a largo plazo sobre la salud deberíamos apuntar a mejorar la capacidad cardiorrespiratoria incrementando la actividad física, más que depender solamente en la dieta para controlar el peso. El ejercicio aeróbico mejora los factores de riesgo de ECI (35), y el aumento de la actividad física o la aptitud física prolonga la longevidad (18,36). A pesar de que algunos estudios muestran que no existe diferencia entre la dieta y el ejercicio aeróbico para reducir los factores de riesgo de ECI (37-39), o hasta reportan que la dieta es mejor que el ejercicio aeróbico para mejorar los factores en hombres con sobrepeso (40), nuestros datos muestran que los hombres entrenados tuvieron una mayor longevidad que los desentrenados, independientemente de su composición corporal o niveles de factor de riesgo. Los hombres obesos deberían ser incentivados a incrementar su capacidad cardiorrespiratoria participando regularmente de actividades aeróbicas moderadas; esto debería ser de beneficio para ellos, aún si siguen teniendo sobrepeso.

Agradecemos a los médicos y técnicos de la Clínica Cooper por recolectar los datos para este estudio: Kenneth H. Cooper, por iniciar el Estudio Longitudinal del Centro Aeróbico; Carolyn E. Barlow, por la ayuda en el tratamiento de los datos; y a Melba S. Morrow, por la ayuda para la Edición. Agradecemos el asesoramiento del Comité Consultor Científico del Instituto Cooper para Investigaciones Aeróbicas.

REFERENCIAS

1. Pi-Sunyer FX (1993). Medical hazards of obesity. *Ann Intern Med.* 119:655-60
2. Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL (1991). Increasing prevalence of overweight among US adults: the National Health and Nutrition Examination Surveys. *JAMA* 1994;272:205-11
3. Rissanen A, Heliövaara M, Knekt P, Aromaa A, Reunanen A, Maatela J (1989). Weight and mortality in Finnish men. *J Clin Epidemiol.* 42:781-9
4. Lew EA, Garfinkel L (1979). Variations in mortality by weight among 750,000 men and women. *J Chronic Dis.* 32:563-76
5. Waaler HT. Height (1984). weight and mortality: the Norwegian experience. *Acta Med Scand Suppl.* 679:1-56
6. Seidell JC, Verschuren WM, van Leer EM, Kromhout D. Overweight (1996). underweight, and mortality: a prospective study of 48,287 men and women. *Arch Intern Med.* 156:958-63
7. Lee I-M, Manson JE, Hennekens CH, Paffenbarger RS Jr (1993). Body weight and mortality: a 27-year follow-up of middle-aged men. *JAMA* 270:2823-8
8. Lindsted K, Tonstad S, Kuzma JW (1991). Body mass index and patterns of mortality among Seventh-day Adventist men. *Int J Obes* 15:397-406
9. Manson JE, Willett WC, Stampfer MJ (1995). et al. Body weight and mortality among women. *N Engl J Med* 333:677-85
10. Troiano RP, Frongillo EA Jr, Sobal J, Levitsky DA (1996). The relationship between body weight and mortality: a quantitative analysis of combined information from existing studies. *Int J Obes* 20:63-75
11. Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, Pennert K, Rybo E, Sjöström L (1984). Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Br Med J* 289:1257-61
12. Folsom AR, Kaye SA, Sellers TA (1993). et al. Body fat distribution and 5-year risk of death in older women. *JAMA* 269:483-7
13. Segal KR, Dunaif A, Gutin B, Albu J, Nyman A, Pi-sunyer X (1987). Body composition, not body weight, is related to cardiovascular disease risk factors and sex hormone levels in men. *J Clin Invest* 80:1050-5
14. Van Itallie TB (1985). Health implications of overweight and obesity in the United States. *Ann Intern Med* 103:983-8
15. Spataro JA, Dyer AR, Stamler J, Shekelle RB, Greenlund K, Garside D (1996). Measures of adiposity and coronary heart disease mortality in the Chicago Western Electric Company Study. *J Clin Epidemiol* 49:849-57
16. Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS Jr, Clarke DG, Cooper KH, Gibbons LW (1989). Physical fitness and all-cause mortality: a

- prospective study of healthy men and women. *JAMA* 262:2395-401
17. Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW, Macera CA (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 1995;273:1093-8
 18. Blair SN, Kampert JB, Kohl HW (1996). et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA* 276:205-10
 19. Barlow CE, Kohl HW, Gibbons LW, Blair SN (1995). Physical fitness, mortality and obesity. *Int J Obes* 19:S41-4 (suppl)
 20. Pollock ML, Wilmore JH, Fox SM III (1984). Exercise in health and disease: evaluation and prescription for prevention and rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders
 21. Siri WE (1956). The gross composition of the body. In: Lawrence JH, Tobias CA, eds. Advances in biological and medical physics. New York: Academic Press
 22. Jackson AS, Pollock ML (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 40:497-504
 23. Pollock ML, Bohannon RL, Cooper KH (1976). et al. A comparative analysis of four protocols for maximal treadmill stress testing. *Am Heart J* 92:39-46
 24. Cox DR (1972). Regression models and life tables. *J R Stat Soc* 34:187-220
 25. SAS Institute (1991). SAS/STAT software: the PHREG procedure, version 6. Cary, NC: SAS Institute Inc
 26. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Roach AF (1995). Human body composition and epidemiology of chronic disease. *Obes Res* 3:73-95
 27. Lemieux S, Prud'homme D, Bouchard C, Tremblay A, Despres JP (1996). A single threshold value of waist girth identifies normal-weight and overweight subjects with excess visceral adipose tissue. *Am J Clin Nutr* 64:685-93
 28. Seidell JC, Oosterlee A, Deurenberg P, Hautvast JGA, Ruijs JHJ (1988). Abdominal fat deposits measured with computed tomography: effects of degree of obesity, sex, and age. *Eur J Clin Nutr* 42:805-15
 29. National Institutes of Health (1998). National Heart, Lung, and Blood Institute. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: the evidence report. Rockville, MD: National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute
 30. World Health Organization (1998). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization
 31. Morrow JR, Jackson AS, Bradley PW, Hartung GH (1986). Accuracy of measured and predicted residual lung volume on body density measurement. *Med Sci Sports Exerc* 18:647-52
 32. Tran ZV, Weltman A, Glass GV, Mood DP (1983). The effects of exercise on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis of studies. *Med Sci Sports Exerc* 15:393-402
 33. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Lee I-M, Jung DL, Kampert JB (1993). The association of changes in physical activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 328:538-45
 34. Wood PD, Stefanick ML, Dreon DM (1988). et al. Changes in plasma lipids and lipoproteins in overweight men during weight loss through dieting as compared with exercise. *N Engl J Med* 319:1173-9
 35. Fortmann SP, Haskell WL, Wood PD (1988). Effects of weight loss on clinic and ambulatory blood pressure in normotensive men. *Am J Cardiol* 62:89-93
 36. Katzell LI, Bleecker ER, Colman EG, Rogus EM, Sorkin JD, Goldberg AP (1995). Effects of weight loss vs aerobic exercise training on risk factors for coronary disease in healthy, obese, middle-aged and older men. *JAMA* 274:1915-21

Cita Original

Chong Do Lee, Steven N. Blair y Andrew S. Jackson. Capacidad Cardiorrespiratoria, Composición Corporal y Mortalidad por Todas las Causas, y por Enfermedades Cardiovasculares en Hombres. Resúmenes del Simposio Internacional de Actualización en Ciencias del Deporte. Biosystem. 37-45