

Capacidad física disminuida en obesos con función normal del ventrículo izquierdo

MSc. Dra. Iliana Cabrera Rojo^a, MSc. Dr. Francisco D. Rodríguez Martorell^a, Dra. Ista Arjona Rodríguez^a, Dr. Eduardo Ramos Concepción^a, Dr.C. Nivaldo Hernández Mesa^b y Dr.C. Eduardo Rivas Estany^c

^a Servicio de Cardiología. Hospital Universitario "General Calixto García". La Habana, Cuba.

^b Departamento de Ciencias Fisiológicas. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. La Habana, Cuba.

^c Departamento de Rehabilitación Cardiovascular. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 14 de agosto de 2014

Modificado: 5 de enero de 2015

Aceptado: 22 de enero de 2015

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Abreviaturas

AF: acortamiento fraccionario

DDVI: diámetro diastólico del VI

DM: diabetes mellitus

HTA: hipertensión arterial

IMC: índice de masa corporal

IMVI: índice de masa del VI

MVI: masa del VI

PAS: presión arterial sistólica

PAD: presión arterial diastólica

SIV: septum interventricular

VI: ventrículo izquierdo

Versiones On-Line:

Español - Inglés

✉ I Cabrera Rojo.

Espada 666, e/ Pocitos y Jesús Peregrino

Centro Habana, CP 10300

La Habana, Cuba. Correo electrónico:

icabrera@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La obesidad es una pandemia en la actualidad. En sujetos con exceso de peso corporal la capacidad física disminuye debido al elevado consumo energético, aunque la función del corazón sea normal.

Objetivo: El objetivo fue determinar la capacidad física en sujetos con malnutrición por exceso y normopesos con función sistólica del ventrículo izquierdo normal.

Método: Estudio descriptivo, observacional, transversal y analítico, en 170 sujetos que acudieron al Hospital Universitario "General Calixto García" de La Habana, Cuba; de abril de 2009 a noviembre de 2012. La muestra se dividió según el índice de masa corporal en normopeso (50), sobrepeso (60), y obeso (60). Se realizó prueba ergométrica y ecocardiograma.

Resultados: Predominó el sexo femenino y el color de la piel blanca, (53,2 %, respectivamente). El sedentarismo y añadir sal a los alimentos se hallaron en mayor proporción en sujetos sobrepeso y obesos ($p < 0.001$ vs. normopeso). La presión arterial sistólica al máximo esfuerzo difirió entre los grupos: obesos 200 ± 15 , sobrepeso 185 ± 27 y normopeso 173 ± 24 mmHg ($p < 0.05$). La capacidad física, medida en METS, fue baja en los obesos ($5,8 \pm 1,3$), comparada con los sobrepeso ($7,8 \pm 2,1$) y los normopeso ($8,3 \pm 1,7$), $p < 0.001$. Los diámetros, grosor de las paredes y masa del ventrículo izquierdo se incrementaron en obesos con la función sistólica normal.

Conclusiones: La capacidad física se deteriora a medida que se incrementa el índice de masa corporal aún con la función sistólica del ventrículo izquierdo normal.

Palabras clave: Obesidad, Capacidad física, Función sistólica, Ecocardiograma, Ergometría

Diminished physical capacity in obese individuals with normal left ventricular function

ABSTRACT

Introduction: Obesity is a pandemic today. The physical capacity of subjects with ex-

cess body weight decreases due to high energy consumption, even though their heart function is normal.

Objective: The objective was to determine the physical capacity in subjects with over-nutrition and in those with normal weight, with normal systolic left ventricular function.

Method: A descriptive, observational, cross-sectional analytical study was conducted in 170 subjects who came to the General Calixto García University Hospital in Havana, Cuba from April 2009 to November 2012. The sample was divided, according to body mass index, into normal weight (50), overweight (60) and obese (60). An exercise test and an echocardiogram were performed.

Results: Females and white skin color predominated (53.2%, respectively). A sedentary lifestyle and adding salt to food were found in a greater proportion among the overweight and obese subjects ($p < 0.001$ vs. normal weight). The systolic blood pressure at maximal effort differed between the groups: 200 ± 15 mmHg in obese subjects, 185 ± 27 mmHg in overweight subjects and 173 ± 24 mmHg in normal weight ($p < 0.05$). The physical capacity, measured in METs, was low in obese subjects (5.8 ± 1.3) compared with overweight subjects (7.8 ± 2.1) and normal weight subjects (8.3 ± 1.7), $p < 0.001$. The diameters, wall thickness and left ventricular mass increased in obese subjects with normal systolic function.

Conclusions: Physical capacity deteriorates as body mass index increases even with normal systolic left ventricular function.

Key words: Obesity, Physical capacity, Systolic function, Echocardiography, Exercise testing

INTRODUCCIÓN

En Cuba los fallecidos por las enfermedades del corazón se hallaban hasta hace 2 años en el lugar cimero, de ahí el incremento de la mortalidad desde 12.704, en 1970, hasta 22.234, en el 2012, solamente superado por los tumores malignos con 298 defunciones más¹.

Los factores de riesgo de aterosclerosis, como la hipertensión arterial (HTA), la diabetes mellitus (DM), el hábito de fumar, las dislipidemias, el sedentarismo y la obesidad, entre otros, intervienen en la génesis y progresión de la enfermedad cardiovascular.

La Organización Mundial de la Salud reconoce como factor de riesgo modificable a la obesidad, con un rápido incremento en su prevalencia².

En Cuba, la segunda encuesta nacional de factores de riesgo de aterosclerosis demostró, que con índice de masa corporal (IMC) mayor de 30 kg/m^2 se hallaban el 7,92 % de los hombres y el 15,44 % de las mujeres, mientras que entre 25 y $29,9 \text{ kg/m}^2$ fueron 29,7 y 31,5 %, respectivamente³.

En obesos mórbidos la capacidad física disminuye durante el ejercicio debido a un elevado consumo energético, aún sin estar presente ningún síntoma de descompensación cardiovascular. Además, la masa

grasa interfiere con la función cardíaca y pulmonar, y limita la respuesta aeróbica al ejercicio. La baja capacidad física se señala como predictor independiente de muerte^{4,5}.

En los últimos años el incremento de sujetos con malnutrición por exceso ha sido considerado un problema de salud. Desde el punto de vista práctico, estos sujetos no presentan síntomas ni signos de enfermedad cardiovascular en los primeros años del exceso de peso corporal, por lo que continúan con su estilo de vida inadecuado; pero la permanencia en el tiempo de la obesidad como factor de riesgo altera la estructura y función del sistema cardiovascular.

El objetivo de esta investigación fue determinar la capacidad física en sujetos con malnutrición por exceso y normopesos con función sistólica del ventrículo izquierdo (VI) normal.

MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo, observacional, transversal y analítico en sujetos que acudieron de forma consecutiva a la consulta de Cardiología del Hospital Universitario "General Calixto García" de La Habana, Cuba, en el período abril de 2009 a noviembre de 2012.

El universo estuvo constituido por 540 individuos, de los que se seleccionó una muestra de 170 que cumplieron los criterios de inclusión:

- Edad: 18-70 años
- Cualquier género y color de la piel
- No antecedentes patológicos personales de cardiopatía isquémica (CI)
- Presencia o no de otros factores de riesgo cardiovascular como: HTA, hábito de fumar, DM, sedentarismo, dislipidemia, adición de sal a los alimentos
- Firmar el consentimiento informado.

Se excluyeron los sujetos que tenían contraindicaciones absolutas o relativas para la realización de una prueba de esfuerzo y los que no se realizaron los dos estudios complementarios: prueba ergométrica y ecocardiograma.

Control de sesgos

Un solo investigador realizó la prueba de esfuerzo y otro el ecocardiograma. Ambos desconocían el resultado del otro procedimiento diagnóstico. Los estudios complementarios se efectuaron en el horario de mañana, en áreas climatizadas y en el plazo de una semana después de la captación.

Consulta inicial

En la consulta inicial se confeccionó el modelo de recolección del dato primario, que incluyó los datos generales: nombre y apellidos, edad en años, sexo y color de la piel; así como, peso en kg, talla en cm, IMC, calculado a través de la fórmula: peso en kg dividido por el cuadrado de la talla en metros, lo que permitió clasificar a los sujetos en normopeso (18,5-24,9 kg/m², n=50), quienes constituyeron el grupo control, sobrepeso (25-29,9 kg/m², n=60) y obeso (≥ 30 kg/m², n=60). También se midió la circunferencia de la cintura (aumentado >102 cm en hombres y >88 cm en mujeres) y de la cadera, y se calculó el índice cintura/cadera (normal <1 en hombres y <0,85 en mujeres)⁶. Además se determinaron los factores de riesgo asociados y se plasmaron los valores de las variables obtenidas en la prueba de esfuerzo y el ecocardiograma.

Prueba de esfuerzo

Fue realizada en bicicleta ergométrica, con la aplicación del protocolo de pruebas diagnósticas iniciado con 25 watts e incrementos de carga cada 2 minutos, sin paradas, en el equipo ERGOCID-AT, de producción

nacional (ICID, Combiomed), y se registraron variables en reposo y al máximo esfuerzo: frecuencia cardíaca (FC), presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), así como el doble producto al máximo esfuerzo, METS tolerados, tiempo de ejercicio y clase funcional, según la Asociación del Corazón de Nueva York (NYHA, por sus siglas en inglés). Todo el procedimiento se realizó de acuerdo a las normas habituales en las pruebas de esfuerzo⁷.

Ecocardiograma

Se realizó estudio ecocardiográfico bidimensional y modo M con un equipo marca Aloka alpha-10, de confección japonesa, para ello se colocó el transductor de 3.5 MHz sobre el tórax en el cuarto espacio intercostal del borde izquierdo del esternón, y se visualizó el eje longitudinal del corazón, donde se obtuvieron variables del VI: diámetro diastólico (DDVI), diámetro sistólico (DSVI), grosor del *septum* interventricular (SIV) y de la pared posterior en diástole (PPD), fracción de eyección (FEVI) y acortamiento fraccionario (AF). Estas mediciones permitieron el cálculo de la masa del VI (MVI) y su índice de masa (IMVI) a través de las fórmulas clásicas⁸:

$$MVI = 1,04 [(DDVI + PPD + S)^3 - DDVI^3] - 13,6$$

$$IMVI = MVI/\text{superficie corporal}$$

En el análisis estadístico la información se digitalizó en una base de datos Microsoft Access 2010 y en el procesamiento de los datos se utilizó el programa Epidat versión 3.1. De las variables cuantitativas se calculó media \pm desviación estándar, y de las cualitativas, el número de frecuencias observadas y su porcentaje.

Se realizó prueba de comparación de medias independientes a través del estadígrafo *t-Student* y prueba de hipótesis de comparación de proporciones por el estadígrafo Z, entre los grupos de pacientes normotensos vs. los sobrepeso y los obesos, y entre los sobrepeso vs. los obesos. Se consideró significación estadística $p < 0.05$, con intervalo de confianza de 95 %.

RESULTADOS

Características generales de la muestra

Aunque hubo un predominio discreto de las mujeres en todos los grupos y el mayor porcentaje de individuos fueron blancos, no hubo diferencias significativas en relación a la edad, el sexo y el color de la piel (**Tabla 1**).

Tabla 1. Características generales de la muestra. Sujetos normopeso, sobrepeso y obesos. Hospital Universitario "General Calixto García" 2009-2012.

Variables	Normopeso n=50	Sobrepeso n=60	Obeso n=60
Edad (años)	43 ± 12	46 ± 10	45 ± 9
Sexo [n (%)]			
Femenino	28 (56)	31 (51,7)	32 (53,3)
Masculino	22 (44)	29 (48,3)	28 (46,7)
Color de la piel [n (%)]			
Blanca	26 (52)	30 (50)	35 (58,3)
Negra	7 (14)	9 (15)	4 (6,3)
Mestiza	17 (34)	21 (35)	21 (35)
Peso (kg)	64 ± 10	77 ± 9 **	107 ± 21 **
Talla (cm)	167 ± 9	167 ± 10	164 ± 8
IMC (kg/m ²)	22,6 ± 1,9	27,6 ± 1,5**	39,3 ± 6,7**
Circunferencia abdominal (cm)	84 ± 9	94 ± 7**	117 ± 14**
Circunferencia cadera (cm)	96 ± 8	106 ± 9**	122 ± 15**
Cociente cintura/cadera	0,89 ± 0,15	0,91 ± 0,14	0,95 ± 0,1*
Tiempo de la malnutrición por exceso (años)	-	4 ± 3	9 ± 5

Fuente: Base de datos

* p < 0.01 obeso vs. normopeso,

** p < 0.001 obeso vs. normopeso, obeso vs. sobrepeso y sobrepeso vs. normopeso.

Los valores de las variables cuantitativas se expresan en media ± desviación estándar. El sexo y color de la piel en número de frecuencias observadas y porcentaje.

Tabla 2. Factores de riesgo cardiovascular en los sujetos estudiados.

Variables	Normopeso n=50		Sobrepeso n=60		Obeso n=60	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sedentarismo	15	30,0*	36	60,0**	47	78,3***
Añadir sal a los alimentos	5	10,0	11	18,3*	32	53,3*
Hipertensión arterial	19	38,0	31	51,7	28	46,7
Hábito de fumar	5	10,0	11	18,3	16	26,7
Dislipidemias	3	6,0	7	11,7	6	10,0
Diabetes mellitus tipo II	0	0,0	1	1,7**	9	15,0***

* p < 0.001 normopeso vs. sobrepeso,

** p < 0.01 normopeso vs. obeso,

*** p < 0.05 sobrepeso vs. obesos.

Como era de esperar, se observaron diferencias en cuanto al peso corporal, IMC, circunferencia abdominal, circunferencia de la cadera y cociente cintura/cadera, con un incremento significativo en el grupo de

los obesos, cuyo tiempo de malnutrición por exceso promedio fue de 9 ± 5 años, mientras que en el grupo con sobrepeso fue de 4 ± 3 años.

En el grupo de normopeso la circunferencia abdominal se halló dentro de límites normales en todas las mujeres (80 ± 7 cm), y en solo un hombre (2 %) estuvo por encima de 102 cm, con valores medios en este sexo de 88 ± 9 cm (datos no tabulados). En 24 féminas (40 %) y 6 varones (10 %) con sobrepeso se observaron valores alterados y cifras promedio de 92 ± 7 cm y 96 ± 8 cm, respectivamente. En el grupo de obesos esta variable se halló por encima de 88 cm en la mayoría de las mujeres (n=32, 53,3 %), 112 ± 12 cm, mientras que se encontraron valores anormales (121 ± 16 cm) en 26 hombres (43,3 %).

El cociente cintura/cadera mostró resultados similares ya que en el grupo con normopeso se hallaron valores superiores al considerado normal en 6 féminas (12 %) y 2 hombres (4 %), mientras que en el grupo con sobrepeso fueron 16 mujeres (26,7 %) y 3 hombres (5 %), y en los obesos se incrementó a 20 en el sexo femenino (33,3 %) y 21 (35 %) en el masculino.

Factores de riesgo cardiovascular

Entre los factores de riesgo cardiovascular (Tabla 2) se

observó un predominio de sedentarismo, HTA y añadir sal a los alimentos en los grupos con malnutrición por exceso (sobrepeso y obeso). En el sedentarismo se encontraron diferencias significativas entre normopeso y sobrepeso ($Z=4,89$; $p=0.00001$, $IC=95\%$), normopeso y obesos ($Z=2,94$; $p=0.003$, $IC=95\%$), y sobrepeso vs. obesos ($Z=1,97$; $p=0.04$, $IC=95\%$). Añadir sal a los alimentos también mostró diferencias muy significativas entre los grupos normopeso y obesos ($Z=4,58$; $p=0.00001$, $IC=95\%$), y sobrepeso vs. obesos ($Z=3,8$; $p=0.0001$, $IC=95\%$).

La DM tipo II, que solo fue encontrada en los grupos con malnutrición por exceso, mostró diferencias significativas con los sujetos normopeso vs. sobrepeso ($Z=2,5$; $p=0.01$, $IC=95\%$) y vs. obesos ($Z=2,31$; $p=0.02$, $IC=95\%$).

Prueba ergométrica

Los valores medios y la desviación estándar de las variables obtenidas durante la prueba de esfuerzo se muestran en la **tabla 3**. La FC en reposo no difirió entre los tres grupos, pero al analizar la FC al máximo esfuerzo, se observó que el grupo de obesos presenta un valor inferior, lo cual difiere significativamente respecto a los grupos con normopeso ($t=3,99$; $p=0.0001$, $IC=95\%$) y sobrepeso ($t=2,59$; $p=0.01$, $IC=95\%$).

Veinticuatro obesos (40 %) no alcanzaron el 85 % de la FC máxima teórica programada, debido a una respuesta hipertensiva al ejercicio ($n=5$, 20,8 %) y al agotamiento físico ($n=19$, 79,2 %).

Otra de las variables hemodinámicas importantes que se analizó fue la presión arterial inicial y al máximo esfuerzo. Las cifras de PAS y PAD se fueron incrementando desde el grupo con normopeso hasta los obesos, los cuales promediaron una PAS dentro del valor considerado como respuesta hipertensiva ligera al ejercicio. Las diferencias significativas se observaron en esta variable entre todos los grupos: normopeso vs. sobrepeso ($t=3,28$; $p=0.001$, $IC=95\%$), normopeso vs.

Tabla 3. Variables de la prueba ergométrica en los sujetos estudiados.

Variables	Normopeso n=50	Sobrepeso n=60	Obeso n=60
FC reposo (Lat./min)	84 ± 15	82 ± 15	86 ± 13
FC máximo esfuerzo (Lat./min)	164 ± 14*	160 ± 18	151 ± 20**
FC máxima teórica programada (%)	92,1 ± 5,9	91,1 ± 10,1	85,7 ± 11,3
PAS inicial (mmHg)	120 ± 12	124 ± 15	130 ± 14**
PAD inicial (mmHg)	76 ± 9	79 ± 9	83 ± 7**
PAS máximo esfuerzo (mmHg)	173 ± 24	189 ± 27***	200 ± 25* [†]
PAD máximo esfuerzo (mmHg)	91 ± 12	98 ± 12***	104 ± 12***
DP máximo esfuerzo	28483 ± 5053	30379 ± 6518	29687 ± 5053
Tiempo de ejercicio (minutos)	8 ± 2	8 ± 2	9 ± 2
Consumo energético (METS)	8,3 ± 1,7*	7,8 ± 2,1	5,8 ± 1,3**
Incompetencia cronotrópica (n, %)	2 (4)*	7 (11,7)	25 (41,7)**

Los valores de las variables cuantitativas se expresan en media ± desviación estándar.

* $p < 0.0001$ normopeso vs. obeso,

** $p < 0.01$ sobrepeso vs. obeso,

*** $p < 0.001$ normopeso vs. sobrepeso,

[†] $p < 0.05$ sobrepeso vs. obeso,

Leyenda. FC: frecuencia cardíaca, PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica, DP: doble producto.

obeso ($t=5,76$; $p=0.00001$, $IC=95\%$) y sobrepeso vs. obeso ($t=2,31$; $p=0.02$, $IC=95\%$).

De igual forma, en la PAD al máximo esfuerzo hubo diferencias significativas entre todos los grupos: normopeso vs. sobrepeso ($t=3,04$; $p=0.002$, $IC=95\%$), normopeso vs. obeso ($t=5,65$; $p=0.00001$, $IC=95\%$) y sobrepeso vs. obeso ($t=2,7$; $p=0.007$, $IC=95\%$).

La incompetencia cronotrópica estuvo presente en mayor por ciento, en los individuos obesos, con un 41,7 %, debido a causas que motivaron suspensión de la prueba antes de alcanzar el 85 % de la FC máxima programada: agotamiento ($n=18$), disnea ($n=3$), mareos ($n=2$), complejos ventriculares prematuros frecuentes ($n=2$), mientras que en sujetos con sobrepeso y normopeso se halló solo en 11,7 y 4 %, respectivamente, debido al agotamiento. Al realizar las comparaciones de proporciones para muestras independientes se hallaron diferencias significativas entre normopesos y obesos ($Z=4,34$; $p=0.00001$, $IC=95\%$), y sobrepeso vs. obesos ($Z=2,57$; $p=0.003$, $IC=95\%$).

En relación a las variables de capacidad física (tiempo de ejercicio, consumo energético, doble producto al máximo esfuerzo y clase funcional), se observó un decremento significativo en el consumo energético de

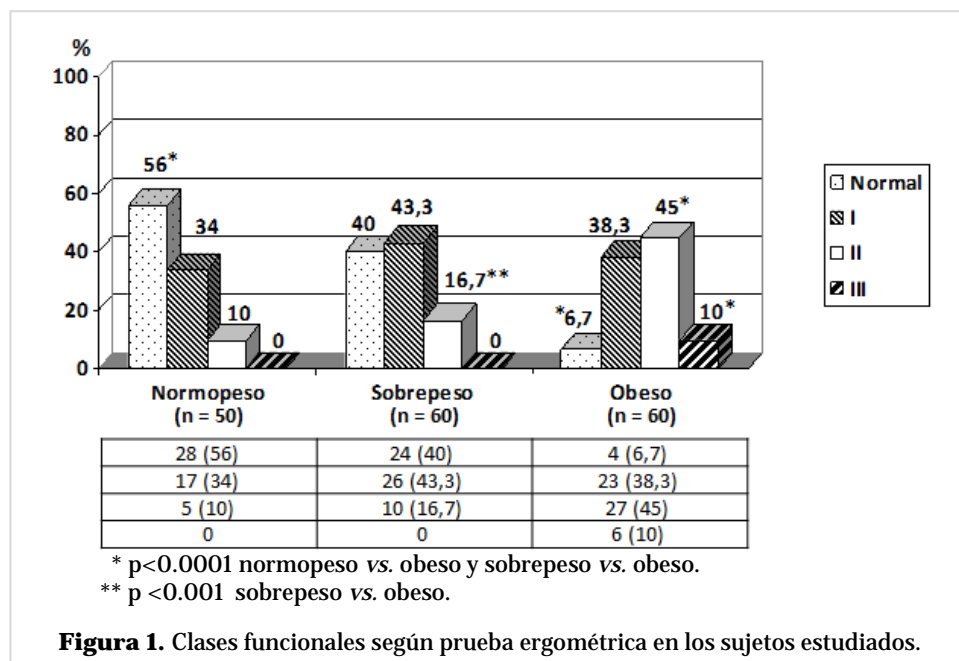


Figura 1. Clases funcionales según prueba ergométrica en los sujetos estudiados.

los obesos con respecto a los normopeso ($t=8,52$; $p=0.00001$, $IC=95\%$) y a los sobrepeso ($t=6,27$; $p=0.00001$, $IC=95\%$).

En nuestra investigación el tiempo de ejercicio y el doble producto al máximo esfuerzo no difieren entre los grupos.

Por otra parte, en el análisis de las clases funcionales (**Figura 1**) se observó que el grupo con normopeso presentó el porcentaje más elevado en la clase normal (56%), con diferencias significativas respecto a los obesos ($Z=5,46$; $p=0.00001$, $IC=95\%$), y entre sobrepeso vs. obesos ($Z=4,10$; $p=0.00001$, $IC=95\%$).

En el grupo de obesos se halló el 83,3% entre las clases I y II (38,3 y 45%, respectivamente), pero se establecieron diferencias significativas en la clase II entre normopesos y obesos ($Z=3,81$; $p=0.00001$, $IC=95\%$), y sobrepeso vs. obesos ($Z=3,16$; $p=0.001$, $IC=95\%$).

La clase III se halló solamente en el grupo de obesos ($n=6$, 10%).

Ecocardiograma

La estructura y función sistó-

lica del corazón evaluada a través del ecocardiograma mostró, de forma general, un incremento de los diámetros diastólicos y sistólicos del VI, así como el grosor de la PPD y del SIV, desde los sujetos con normopeso hacia los obesos (**Tabla 4**).

Hubo diferencias significativas en el DDVI entre normopeso vs. sobrepeso ($t=2,42$; $p=0.01$, $IC=95\%$) y normopeso vs. obesos ($t=4,03$; $p=0.0001$, $IC=95\%$), y en el DSVI entre normopeso vs. obeso ($t=3,1$; $p=0.02$, $IC=95\%$) y sobrepeso vs. obeso ($t=2,31$; $p=0.02$, $IC=95\%$).

En relación a la PPD se observaron diferencias entre todos los grupos: normopeso vs. sobrepeso ($t=2,07$; $p=0.04$, $IC=95\%$), normopeso vs. obesos ($t=5,34$, $p=0.0001$, $IC=95\%$), y sobrepeso vs. obeso ($t=2,8$, $p=0.005$, $IC=95\%$). De forma similar, al comparar el SIV se hallaron diferencias del grupo normopeso con respecto a los sujetos con malnutrición por exceso [normopeso vs. sobrepeso ($t=3,99$; $p=0.0001$, $IC=95\%$) y normopeso vs. obesos ($t=5,19$; $p=0.0001$, $IC=95\%$)]. Entre los grupos sobrepeso y obeso no hubo diferencias en esta última variable.

Tabla 4. Variables del ecocardiograma en los sujetos estudiados.

Variables	Normopeso n=50	Sobrepeso n=60	Obeso n=60
Diámetro diastólico del VI (mm)	45 ± 3,5	46,8 ± 4,1*	48,3 ± 4,9**
Diámetro sistólico del VI (mm)	29,1 ± 3***	29,4 ± 4,6	31,3 ± 4,3***
Pared posterior (mm)	9,2 ± 1,4***	9,8 ± 1,7*	10,6 ± 1,4**
Septum (mm)	9,2 ± 1,5	10,3 ± 1,6**	10,6 ± 1,4**
Fracción de eyección (%)	65,4 ± 5,9	63,3 ± 7	62,6 ± 6
Acortamiento fraccionario (%)	35,8 ± 5,6	36,6 ± 5,7	34,9 ± 5,8
Masa ventricular izquierda (g)	159 ± 43,1**	196,8 ± 54,6**	222,8 ± 64,9***
Índice de masa del VI (g/m ²)	93,8 ± 26,6	104 ± 29,2	102,7 ± 26,8

Los valores de las variables se expresan en media ± desviación estándar.

* $p<0.01$ normopeso vs. sobrepeso,

** $p<0.001$ normopeso vs. obeso,

*** $p<0.05$ normopeso vs. obeso/sobrepeso y sobrepeso vs. obeso

Leyenda. VI: ventrículo izquierdo.

La fracción de eyección del VI así como el acortamiento fraccionario no presentaron diferencias estadísticas entre los grupos.

Las variables DDVI, PPD y SIV forman parte de la ecuación matemática del cálculo de la MVI, estas fueron algo superiores en los grupos de malnutrición por exceso (sobrepeso y obeso), por lo que se observó un incremento en esta variable en comparación con el grupo normopeso ($196,8 \pm 54,6$ y $222,8 \pm 64,9$ g, respectivamente vs. $159 \pm 43,1$ g), con diferencias significativas entre los tres grupos: normopeso vs. sobrepeso ($t=4,03$; $p=0.0001$, $IC=95$ %) y normopeso vs. obesos ($t=6,13$; $p=0.00001$, $IC=95$ %), y sobrepeso vs. obeso ($t=2,37$; $p=0.01$, $IC=95$ %).

DISCUSIÓN

En las variables demográficas se observó que el sexo femenino predominó en los tres grupos, lo cual pudiera explicarse por un incremento en la población de sujetos con malnutrición por exceso de dicho género, lo que fue expuesto en los datos de la segunda encuesta nacional de factores de riesgo de aterosclerosis, donde se demostró mayor porcentaje de mujeres con IMC mayor de 30 kg/m^2 (15,44 %) en comparación con los hombres (7,92 %), así como en el grupo con IMC entre 25 y $29,9 \text{ kg/m}^2$ que fueron 31,5 y 29,7 %, respectivamente³.

El IMC cuantifica el exceso de peso en relación a la talla, y permite establecer una clasificación de individuos en diferentes grados, pero no se precisa si en los sujetos con valores superiores o igual a 25 kg/m^2 se debe a adiposidad o a desarrollo muscular, sin embargo, como índice es ampliamente utilizado y posibilita la clasificación de los sujetos tal como se efectuó en nuestra investigación.

La circunferencia abdominal y el cociente cintura/cadera, en la actualidad son variables más importantes como expresión de obesidad abdominal, distribución de grasa corporal, resistencia a la insulina y riesgo de enfermedad cardiovascular⁵.

El aumento de la circunferencia de la cintura se ha asociado a otros factores de riesgo aterogénico, como la dislipidemia, la HTA y la insulinoresistencia, lo que conforma el denominado síndrome metabólico, el cual desempeña un papel crucial en la patogénesis de la aterosclerosis⁹.

En Cuba existe un gran mestizaje de la población y no es del todo correcto el empleo, como puntos de corte, de los valores de otras poblaciones y etnias,

aunque mientras no se cuente con otros pueden ser válidos los criterios de la ATP III.

En una investigación reciente en adultos mayores de 50 años de Sanlúcar de Barrameda, España, donde la obesidad central predominó respecto a otras variables antropométricas, se encontró que en individuos con IMC mayor de 27 kg/m^2 , el perímetro abdominal estuvo alterado en el 95,4 % de las mujeres y en el 84,5 % de los hombres¹⁰. Este hecho coincide con nuestros resultados donde las féminas predominaron en relación a la circunferencia abdominal por encima de 88 cm.

El sedentarismo favorece un balance energético a favor de la ganancia y no de la pérdida, lo que contribuye al sobrepeso y la obesidad. Los individuos sedentarios predominan en otras investigaciones, como la publicada en 2009 por Sánchez León *et al.*¹¹, al estudiar 107 pacientes de un consultorio del policlínico "Héroes del Moncada", en Plaza de la Revolución, con edades entre 30 y 69 años, de los cuales el 95,1 % de los que presentaban síndrome metabólico fueron sedentarios. En este grupo el sobrepeso/obesidad se observó en el 77 %.

Aunque la Organización Mundial de la Salud recomienda un consumo diario de sal para adultos que no exceda los 5 gramos, la población cubana tiene tendencia a añadir este compuesto a los alimentos después de la cocción, como fue demostrado en nuestra investigación, principalmente los sujetos con sobrepeso y obesidad. Su consumo excesivo y prolongado produce retención de agua y, por tanto, incremento del peso, lo cual sobrecarga el trabajo de órganos, como el corazón, el hígado y el riñón, con aumento del riesgo de HTA¹². Otro de los factores de riesgo vinculados con la obesidad es la HTA.

Una investigación en 229 mujeres de 4 consultorios médicos del Policlínico "19 de abril" en el municipio Plaza de la Revolución, halló que pacientes con circunferencia abdominal ≥ 88 cm e IMC elevado presentaban mayor porcentaje de HTA¹³.

Prueba ergométrica

En relación a los resultados de la prueba ergométrica se observó que los sujetos con obesidad presentaron una FC al máximo esfuerzo, menor que los individuos con normopeso y sobrepeso, lo cual probablemente estaba relacionado con el fenómeno de que el obeso debe movilizar mayor cantidad de masa grasa durante el ejercicio y el gasto energético se incrementa, lo que

favorece que alcance el agotamiento de forma precoz. También existen alteraciones del sistema respiratorio asociadas a la obesidad, como disminución de la capacidad funcional y del volumen de reserva espiratoria, y aumento de la demanda de ventilación y del trabajo respiratorio, por lo que se desarrolla un estado fisiopatológico de hipoventilación¹⁴.

Aunque no se realizaron pruebas funcionales respiratorias, ya que no fue objetivo de la investigación, el fenómeno de hipoventilación unido al mayor gasto energético, pudo haber contribuido a limitar el ejercicio en sujetos obesos y, por tanto, la FC al máximo esfuerzo fue menor en obesos en comparación con los otros grupos.

Durante el ejercicio se incrementa la presión arterial, fundamentalmente la PAS, mientras la PAD permanece en valores próximos al estado de reposo o con incrementos mínimos (hasta 110 mmHg), incluso puede disminuir ligeramente.

Un estudio realizado por Cabrera *et al.*¹⁵, informó una respuesta presora anómala al ejercicio en 88 % de prehipertensos, y señaló como factores responsables al sedentarismo y al peso corporal elevado.

Otra investigación en Cuba, realizada en 98 trabajadores de la Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos, donde 65,7 % de los sujetos que presentaban un IMC igual o superior a 25 kg/m² manifestaron hiperreactividad cardiovascular, demostró que el riesgo de presentar esta respuesta exagerada de la presión arterial era 3,75 veces superior en estos individuos en comparación con los normopeso¹⁶. Estos datos apoyan nuestros resultados, donde las respuestas hipertensivas al máximo esfuerzo se presentaron, en mayor porcentaje, en los sujetos con malnutrición por exceso.

En relación a los resultados (variables de capacidad funcional), el principal hallazgo fue el decremento del consumo energético a medida que se incrementaba el IMC. Los METS alcanzados expresan indirectamente el consumo de oxígeno, pues para hallarlos se utiliza el consumo de O₂ en condiciones basales y el peso, que no es individualizado, sino parte de una fórmula global. La *American Heart Association* plantea que en individuos entre 18-60 años, se consideran óptimos, en el caso de los hombres, entre 9-12 METS y para las mujeres, entre 8-10 METS, lo cual se corresponde con lo observado en nuestra muestra.

Un comentario que se debe considerar con relación a la prueba ergométrica, es que si bien ha demostrado

utilidad en muchos aspectos, posee un rango de confiabilidad entre 75-85 %, y tiene en cuenta que hay un por ciento de subjetividad al valorar síntomas, como fatiga muscular, disnea u otro que manifieste el sujeto, pero si existieran mediciones (de las cuales no se dispone en nuestro laboratorio), tales como el nivel de ácido láctico, o la reserva respiratoria por espirometría, se pudiera definir con mayor precisión el grado de capacidad física cardiovascular.

Gulati y su equipo de investigadores¹⁷ evaluaron la respuesta cronotrópica a través de diferentes variables, y una de ellas coincidió con nuestra definición, o sea, la incapacidad de alcanzar valores mayores o iguales al 85 % de la FC esperada para la edad. Los resultados de dicha investigación mostraron que la incompetencia cronotrópica se presentaba en sujetos con mayor edad, y elevados IMC y colesterol total.

Ecocardiograma

Cuando el estado de adiposidad en el organismo se prolonga en el tiempo ocasiona alteraciones en la estructura del corazón. Una investigación realizada en 48 obesos comparados con 25 normopeso mostró incremento de las dimensiones del VI, así como un incremento de la FEVI¹⁸.

Este hecho concuerda con nuestros resultados, en relación a la estructura del corazón, ya que efectivamente, los sujetos con malnutrición por exceso presentaron mayores valores de DDVI, DSVI, SIV y PPD del VI, lo cual implica un incremento de la MVI, pero difieren en relación a la FEVI, ya que nuestros sujetos tenían una menor fracción de eyección a medida que se incrementaba el IMC, aunque dentro de parámetros normales.

CONCLUSIONES

La capacidad física se deteriora a medida que se incrementa el índice de masa corporal aun con función sistólica del ventrículo izquierdo normal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud 2012 [Internet]. La Habana: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas; 2013 [citado 10 Ago 2014]. Disponible en: http://files.sld.cu/dne/files/2013/04/anuario_2012.pdf
2. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso [Internet]. 2015 [citado 10 Ene 2015].

Disponible en:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

3. Garrido O. Ocurrencia del sobrepeso y la obesidad en Cuba. Curso de Universidad para Todos: La obesidad una epidemia mundial [Internet]. 2008 [citado 15 Jul 2014]. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/diabetes/ocurrencia_de_sobrepeso_y_obesidad_en_cuba.pdf
4. Seres L, Lopez-Aryebe J, Coll R, Rodríguez O, Manresa JM, Marrugat J, *et al.* Función cardiopulmonar y capacidad de ejercicio en pacientes con obesidad mórbida. *Rev Esp Cardiol.* 2003;56:594-600.
5. López-Jiménez F, Cortés-Bengoderi M. Obesidad y corazón. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64:140-9.
6. Alegría E, Castellanos JM, Alegría A. Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: implicaciones cardiovasculares y actuaciones terapéuticas. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61:752-64.
7. Banerjee A, Newman DR, Van den Bruel A, Heneghan C. Diagnostic accuracy of exercise stress testing for coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Int J Clin Pract.* 2012;66:477-92.
8. Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. *Circulation.* 1977;55:613-8.
9. Klein S, Allison DB, Heymsfield SB, Kelley DE, Leibel RL, Nonas C, *et al.* Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Am J Clin Nutr.* 2007;85:1197-202.
10. López A, Elvira J, Beltrán M, Alwakil M, Sancedo JM, Bascuñana A, *et al.* Prevalencia de obesidad, diabetes, hipertensión, hipercolesterolemia y síndrome metabólico en adultos mayores de 50 años de Sanlúcar de Barrameda. *Rev Esp Cardiol.* 2008; 61:1150-8.
11. Sánchez M, Fernández-Britto JE, Bacallao J, Robaina C, Cabrera I, Rodríguez AL. Síndrome metabólico y alteraciones ergométricas en pacientes adultos no diabéticos. *Rev Cubana Invest Biomed* [Internet]. 2009 [citado 21 May 2014];28:25-36. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v28n3/ibi03309.pdf>
12. Díez EN, Benet M, Morejón AF, García R. El consumo de sal ¿riesgo o necesidad? *Rev Finlay* [Internet]. 2011 [citado 10 Ago 2014];1:221-8. Disponible en: <http://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/73/99>
13. Fernández AM, Navarro DA. Adiposidad total, su distribución abdominal. *Rev Cubana Obstet Ginecol* [Internet]. 2010 [citado 15 Jun 2014];36:433-9. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/gin/v36n3/gin13310.pdf>
14. Poirier P, Alper MA, Fleisher LA, Thompson PD, Sugarman HJ, Burke LE, *et al.* Cardiovascular evaluation and management of severely obese patients undergoing surgery: science advisory from the American Heart Association. *Circulation.* 2009;120: 86-95.
15. Cabrera I, Izaguirre G. Respuesta cardiovascular durante el ejercicio físico en normotensos y prehipertensos. *Rev Cubana Invest Biomédicas* [Internet]. 2008 [citado 25 Jul 2014];27:[aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v27n1/ibi03108.pdf>
16. Benet M, Cabrera RM, Coll Y, Curbelo Y, Leon ML, Díez E, *et al.* La hiperreactividad cardiovascular: un nuevo factor asociado al síndrome metabólico. *Rev Finlay* [Internet]. 2011 [citado 14 May 2014];1:17-25. Disponible en: <http://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/25/1175>
17. Abel ED, Litwin SE, Sweeney G. Cardiac remodeling in obesity. *Physiol Rev.* 2008;88:389-419.
18. Pascual M, Pascual DA, Soria F, Vicente T, Hernández AM, Tébar FJ, *et al.* Effects of isolated obesity on systolic and diastolic left ventricular function. *Heart.* 2003;89:1152-6.

Diminished physical capacity in obese individuals with normal left ventricular function

Iliana Cabrera Rojo^a✉, MD, MSc; Francisco D. Rodríguez Martorell^a, MD, MSc; Ista Arjona Rodríguez^a, MD; Eduardo Ramos Concepción^a, MD; Nivaldo Hernández Mesa^b, PhD; and Eduardo Rivas Estany^c, PhD

^a Department of Cardiology. General Calixto García University Hospital. Havana, Cuba.

^b Department of Physiological Sciences. Medical University of Havana. Havana, Cuba.

^c Department of Cardiovascular Rehabilitation. Institute of Cardiology and Cardiovascular Surgery. Havana, Cuba.

Full English text of this article is also available

ARTICLE INFORMATION

Received: August 14, 2014

Updated: January 5, 2015

Accepted: January 22, 2015

Competing interests

The authors declare no competing interests

Acronyms

BMI: body mass index

DBP: diastolic blood pressure

DM: diabetes mellitus

FS: fractional shortening

HT: hypertension

IVS: interventricular septum

LV: left ventricle

LVM: LV mass

LVMI: LV mass index

LVDD: diastolic diameter

SBP: systolic blood pressure

On-Line Versions:

Spanish - English

✉ I Cabrera Rojo.

Espada 666, e/Pocitos y Jesús Peregrino
Centro Habana, CP 10300

La Habana, Cuba. E-mail address:

icabrera@infomed.sld.cu

ABSTRACT

Introduction: Obesity is a pandemic today. The physical capacity of subjects with excess body weight decreases due to high energy consumption, even though their heart function is normal.

Objective: The objective was to determine the physical capacity in subjects with over-nutrition and in those with normal weight, with normal systolic left ventricular function.

Method: A descriptive, observational, cross-sectional analytical study was conducted in 170 subjects who came to the General Calixto García University Hospital in Havana, Cuba from April 2009 to November 2012. The sample was divided, according to body mass index, into normal weight (50), overweight (60) and obese (60). An exercise test and an echocardiogram were performed.

Results: Females and white skin color predominated (53.2%, respectively). A sedentary lifestyle and adding salt to food were found in a greater proportion among the overweight and obese subjects ($p < 0.001$ vs. normal weight). The systolic blood pressure at maximal effort differed between the groups: 200 ± 15 mmHg in obese subjects, 185 ± 27 mmHg in overweight subjects and 173 ± 24 mmHg in normal weight ($p < 0.05$). The physical capacity, measured in METs, was low in obese subjects (5.8 ± 1.3) compared with overweight subjects (7.8 ± 2.1) and normal weight subjects (8.3 ± 1.7), $p < 0.001$. The diameters, wall thickness and left ventricular mass increased in obese subjects with normal systolic function.

Conclusions: Physical capacity deteriorates as body mass index increases even with normal systolic left ventricular function.

Key words: Obesity, Physical capacity, Systolic function, Echocardiography, Exercise testing

Capacidad física disminuida en obesos con función normal del ventrículo izquierdo

RESUMEN

Introducción: La obesidad es una pandemia en la actualidad. En sujetos con exceso de peso corporal la capacidad física disminuye debido al elevado consumo energético, aunque la función del corazón sea normal.

Objetivo: El objetivo fue determinar la capacidad física en sujetos con malnutrición por exceso y normopesos con función sistólica del ventrículo izquierdo normal.

Método: Estudio descriptivo, observacional, transversal y analítico, en 170 sujetos que acudieron al Hospital Universitario "General Calixto García" de La Habana, Cuba; de abril de 2009 a noviembre de 2012. La muestra se dividió según el índice de masa corporal en normopeso (50), sobrepeso (60), y obeso (60). Se realizó prueba ergométrica y ecocardiograma.

Resultados: Predominó el sexo femenino y el color de la piel blanca, (53,2 %, respectivamente). El sedentarismo y añadir sal a los alimentos se hallaron en mayor proporción en sujetos sobrepeso y obesos ($p < 0.001$ vs. normopeso). La presión arterial sistólica al máximo esfuerzo difirió entre los grupos: obesos 200 ± 15 , sobrepeso 185 ± 27 y normopeso 173 ± 24 mmHg ($p < 0.05$). La capacidad física, medida en METS, fue baja en los obesos ($5,8 \pm 1,3$), comparada con los sobrepeso ($7,8 \pm 2,1$) y los normopeso ($8,3 \pm 1,7$), $p < 0.001$. Los diámetros, grosor de las paredes y masa del ventrículo izquierdo se incrementaron en obesos con la función sistólica normal.

Conclusiones: La capacidad física se deteriora a medida que se incrementa el índice de masa corporal aún con la función sistólica del ventrículo izquierdo normal.

Palabras clave: Obesidad, Capacidad física, Función sistólica, Ecocardiograma, Ergometría

INTRODUCTION

Two years ago, the deaths from heart disease were the first cause of death in Cuba, hence the increased mortality from 12.704 in 1970 to 22.234, in 2012, when it was second only to malignant tumors with 298 deaths more¹.

Risk factors for atherosclerosis, such as hypertension (HT), diabetes mellitus (DM), smoking, dyslipidemia, sedentary lifestyle and obesity, among others, are involved in the genesis and progression of cardiovascular disease.

The World Health Organization identifies obesity as a modifiable risk factor, with a rapid increase in its prevalence².

In Cuba, the second national survey of risk factors for atherosclerosis demonstrated that 7.92% of men and 15.44% of women have a body mass index (BMI) greater than 30 kg/m^2 , while 29.7 and 31.5% were between 25 and 29.9 kg/m^2 , respectively³.

In morbidly obese subjects, physical capacity decreases during exercise due to high energy consumption, even when there is no symptom of cardiovascular decompensation. In addition, fat mass interferes with cardiac and lung function, and limits the aerobic response to exercise. Low physical capacity is identified

as an independent predictor of death^{4,5}.

In recent years, the increase in subjects with overnutrition is being regarded as a health problem. From a practical standpoint, these subjects have no signs or symptoms of cardiovascular disease in the early years of their excess body weight, so they continue their wrong lifestyle. However, with the passing of time, obesity, as a risk factor, alters the structure and function of the cardiovascular system.

The objective of this study was to determine the physical capacity in subjects with overnutrition and in those with normal weight, with normal systolic left ventricular function.

METHOD

A descriptive, observational, cross-sectional analytical study was conducted in subjects who presented consecutively to the consultation of Cardiology at the General Calixto García University Hospital in Havana, Cuba, from April 2009 to November 2012.

The universe consisted of 540 individuals, of which a sample of 170 was selected taking into account the following inclusion criteria:

- Age between 18 and 70 years
- Any gender or skin color

- No personal medical history of ischemic heart disease (IHD)
- Presence or absence of other cardiovascular risk factors such as HT, smoking, DM, sedentary lifestyle, dyslipidemia, adding salt to food
- Signing the informed consent document.

The subjects who had absolute or relative contraindications to a cardiac stress test and those who did not undergo the two additional tests (exercise testing and echocardiography) were excluded.

Bias control

A single researcher performed the cardiac stress test and another researcher the echocardiogram. None of them knew the result of the other diagnostic procedure. The additional tests were performed in the morning hours, in air-conditioned rooms, and within a week after enrolling the subjects.

Initial Consultation

At the initial consultation the primary data collection form was filled out. It included general data such as name, age in years, sex and skin color; and weight in kg, height in cm, body mass index (BMI), calculated by the formula: weight in kg divided by the square of height in meters. It allowed the classification of subjects in three groups, normal weight (18.5 to 24.9 kg/m², n=50) who were the control group, overweight (25-29.9 kg/m², n=60) and obese (≥30 kg/m², n=60). Waist circumference was measured (increased >102 cm in men and >88 cm in women) as well as hip circumference. Waist/hip ratio (normal <1 in men and <0.85 in women) was also calculated⁶. Besides, the associated risk factors were determined and the values of the variables obtained in the cardiac stress test and echocardiogram were included.

Cardiac stress test

It was performed in a cycle ergometer, using the diagnostic test protocol that starts at 25 watts and load increments every 2 minutes, non-stop, in the ERGO-CID-AT, a machine of domestic manufacture (ICID, Combiomed). Variables were recorded at rest and during maximum effort. They included heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP) and diastolic (DBP), rate-pressure product at maximum effort, tolerated METs, exercise time and functional class, according to the New York Heart Association (NYHA). The whole proce-

dure was performed according to the normal rules for cardiac stress tests⁷.

Echocardiography

An echocardiographic study, two-dimensional and M-mode echocardiography, was performed with an Aloka alpha-10, of Japanese manufacture. A 3.5 MHz transducer was placed on the chest, in the fourth intercostal space of the left sternal border, and the longitudinal axis of the heart was visualized, obtaining the following variables of the left ventricle (LV): diastolic diameter (LVDD), systolic diameter (LVSD), thickness of the interventricular septum (IVS) and of the posterior wall in diastole (PWD), ejection fraction (LVEF) and fractional shortening (FS). These measurements allowed the calculation of LV mass (LVM) and mass index (LVMI) through the classical formulas⁸:

$$\begin{aligned} \text{LVM} &= 1.04 [(\text{LVDD} + \text{LVPWD} + \text{IVS})^3 - \text{LVDD}^3] - 13.6 \\ \text{LVMI} &= \text{LVM}/\text{body surface area} \end{aligned}$$

For the statistical analysis, the information was digitized in a Microsoft Access 2010 database, and the Epidat software, version 3.1, was used for data processing. Mean ± standard deviation was calculated for quantitative variables, and for qualitative variables the number of observed frequencies and its percentages.

A comparison test of independent means was performed using Student's t statistic and a hypothesis testing of comparison of proportions by the Z statistic between groups of normotensive subjects vs. the overweight and obese, and between overweight subjects and obese subjects. Statistical significance was p <0.05, with a confidence interval of 95%.

RESULTS

General characteristics of the sample

Although there was a slight predominance of women in all groups and the highest percentage of subjects were white, there were no significant differences in relation to age, sex and color of the skin (**Table 1**).

As expected, there were differences in body weight, BMI, waist circumference, hip circumference and waist/hip ratio, with a significant increase in the group of obese subjects whose average time of overnutrition was 9 ± 5 years, while in the overweight group it was 4 ± 3 years.

In the group of normal weight subjects, waist circumference was within the normal limits in all women (80 ± 7 cm); and only in one man (2%) it was above

Table 1. General characteristics of the sample. Normal weight, overweight and obese subjects. General Calixto García University Hospital, 2009-2012.

Variables	Normal weight n=50		Overweight n=60		Obese n=60	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Age (years)	43 ± 12		46 ± 10		45 ± 9	
Sex [n (%)]						
Female	28 (56)		31 (51,7)		32 (53,3)	
Male	22 (44)		29 (48,3)		28 (46,7)	
Color of skin [n (%)]						
White	26 (52)		30 (50)		35 (58,3)	
Black	7 (14)		9 (15)		4 (6,3)	
Mixed	17 (34)		21 (35)		21 (35)	
Weight (kg)	64 ± 10		77 ± 9 **		107 ± 21 **	
Height (cm)	167 ± 9		167 ± 10		164 ± 8	
BMI (kg/m ²)	22,6 ± 1,9		27,6 ± 1,5**		39,3 ± 6,7**	
Abdominal circumference (cm)	84 ± 9		94 ± 7**		117 ± 14**	
Hip circumference (cm)	96 ± 8		106 ± 9**		122 ± 15**	
Waist/hip ratio	0,89 ± 0,15		0,91 ± 0,14		0,95 ± 0,1*	
Time of overnutrition (years)	-		4 ± 3		9 ± 5	

Source: Database

* p < 0.01 obese vs. normal weight,

** p < 0.001 obese vs. normal weight, obese vs. overweight y overweight vs. normal weight.

The values of quantitative variables are expressed as mean ± standard deviation.

Sex and skin color are in number of observed frequencies and percentage.

Table 2. Cardiovascular risk factors in the subjects of the study.

Variables	Normal weight n=50		Overweight n=60		Obese n=60	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sedentary life style	15	30,0*	36	60,0**	47	78,3***
Adding salt to food	5	10,0	11	18,3*	32	53,3*
Hypertension	19	38,0	31	51,7	28	46,7
Smoking	5	10,0	11	18,3	16	26,7
Dyslipidemia	3	6,0	7	11,7	6	10,0
Diabetes mellitus type II	0	0,0	1	1,7**	9	15,0***

* p < 0.001 normal weight vs. overweight,

** p < 0.01 normal weight vs. obese,

*** p < 0.05 overweight vs. obese.

102 cm, with mean values in this sex of 88 ± 9 cm (non-tabulated data). In 24 overweight women (40%) and 6 overweight men (10%), increased values were found with average figures of 92 ± 7 cm and 96 ± 8 cm,

respectively. In the obese group, this variable was above 88 cm in most women (n=32, 53.3%), 112 ± 12 cm, while abnormal values (121 ± 16 cm) were found in 26 men (43.3%).

The waist/hip ratio showed similar results, because in the group with normal weight, values higher than normal were found in 6 women (12%) and 2 men (4%); while in the overweight group there were 16 women (26,7%) and 3 men (5%) with values higher than normal and in the obese group it increased to 20 among women (33.3%) and 21 (35%) among men.

Cardiovascular risk factors

Among the cardiovascular risk factors (**Table 2**) there was a predominance of sedentary lifestyle, HTA and adding salt to food in the groups with overnutrition (overweight and obese subjects). With regard to a sedentary lifestyle, significant differences were found between normal weight and overweight subjects (Z=4.89; p=0.00001, 95% CI), normal weight and obese subjects (Z=2.94; p=0.003, 95% CI), and overweight vs. obese subjects (Z=1.97; p=0.04, 95% CI). Adding salt to food also showed highly significant

differences between the normal weight and obese groups (Z=4.58; p=0.00001, 95% CI), and between the overweight and obese groups (Z=3.8; p=0.0001, 95%

CI).

Type 2 DM, which was only found in the groups with over-nutrition, showed significant differences in normal weight vs. overweight subjects ($Z=2.5$; $p=0.01$, 95% CI) and vs. obese subjects ($Z=2.31$; $p=0.02$, 95% CI).

Exercise testing

The mean and standard deviation of the variables obtained during exercise testing are shown in **Table 3**. The HR at rest did not differ among the three groups, but when assessing HR at maximum effort it was observed that the obese group has a lower value, which differs significantly compared with normal the weight group ($t=3.99$; $p=0.0001$, 95% CI) and the overweight group ($t=2.59$; $p=0.01$, 95% CI).

Twenty-four obese subjects (40%) did not reach 85% of the predicted maximum HR due to a hypertensive response to exercise ($n=5$, 20.8%) and physical exhaustion ($n=19$, 79.2%).

Another important hemodynamic variable was the baseline blood pressure and blood pressure at maximum effort. The SBP and DBP values were increasing from the group with normal weight to the obese group, which had an average SBP within the range that is regarded as mild hypertensive response to exercise. Significant differences in this variable were found between all groups: normal weight vs. overweight subjects ($t=3.28$; $p=0.001$, 95% CI), normal weight vs. obese subjects ($t=5.76$; $p=0.00001$, 95% CI) and overweight vs. obese subjects ($t=2.31$; $p=0.02$, 95% CI).

Similarly, there were significant differences between all groups in the DBP at maximum effort: normal weight vs. overweight subjects ($t=3.04$; $p=0.002$, 95% CI), normal weight vs. obese subjects ($t=5.65$, $p=0.00001$, 95% CI) and overweight vs. obese subjects ($t=2.7$; $p=0.007$, 95% CI).

The chronotropic incompetence was present in obese individuals in a greater percentage, with 41.7%, due to causes that led to the suspension of the test

Table 3. Variables of the exercise test in the subjects of the study.

Variables	Normal weight n=50	Overweight n=60	Obese n=60
HR at rest (Beats/min.)	84 ± 15	82 ± 15	86 ± 13
HR at maximum effort (Beats/min)	164 ± 14*	160 ± 18	151 ± 20**
Predicted maximum HR (%)	92,1 ± 5,9	91,1 ± 10,1	85,7 ± 11,3
Baseline SBP (mmHg)	120 ± 12	124 ± 15	130 ± 14**
Baseline DBP (mmHg)	76 ± 9	79 ± 9	83 ± 7**
SBP at maximum effort (mmHg)	173 ± 24	189 ± 27***	200 ± 25* [‡]
DBP at maximum effort (mmHg)	91 ± 12	98 ± 12***	104 ± 12***
RPP at maximum effort	28483 ± 5053	30379 ± 6518	29687 ± 5053
Time of exercise (minutes)	8 ± 2	8 ± 2	9 ± 2
Energy consumption (METs)	8,3 ± 1,7*	7,8 ± 2,1	5,8 ± 1,3**
Chronotropic incompetence (n, %)	2 (4)*	7 (11,7)	25 (41,7)**

The values of quantitative variables are expressed as mean ± standard deviation.

* $p < 0.0001$ normal weight vs. obese,

** $p < 0.01$ overweight vs. obese,

*** $p < 0.001$ normal weight vs. overweight,

‡ $p < 0.05$ overweight vs. obese,

Legend. HR: heart rate, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, RPP: rate-pressure product.

before reaching 85% of predicted maximum HR: fatigue ($n=18$), dyspnea ($n=3$), dizziness ($n=2$), frequent premature ventricular complexes ($n=2$). However, in overweight and normal weight subjects it was found only in 11.7 and 4%, respectively, due to exhaustion. When making comparisons of proportions for independent samples, significant differences between normal weight and obese subjects were found ($Z=4.34$; $p=0.00001$, 95% CI), as well as in overweight vs. obese subjects ($Z=2.57$; $p=0.003$, 95% CI).

Regarding physical fitness variables (exercise time, energy consumption, rate-pressure product at maximum effort and functional class), a significant decrease was observed in the energy consumption of obese compared to normal weight subjects ($t=8.52$; $p=0.00001$, 95% CI) and to overweight subjects ($t=6.27$; $p=0.00001$, 95% CI).

In our study, the exercise time and rate-pressure product at maximum effort did not differ between groups.

Moreover, in the analysis of the functional classes (**Figure 1**), it was observed that the group with normal weight had the highest percentage in the normal functional class (56%), with significant differences with

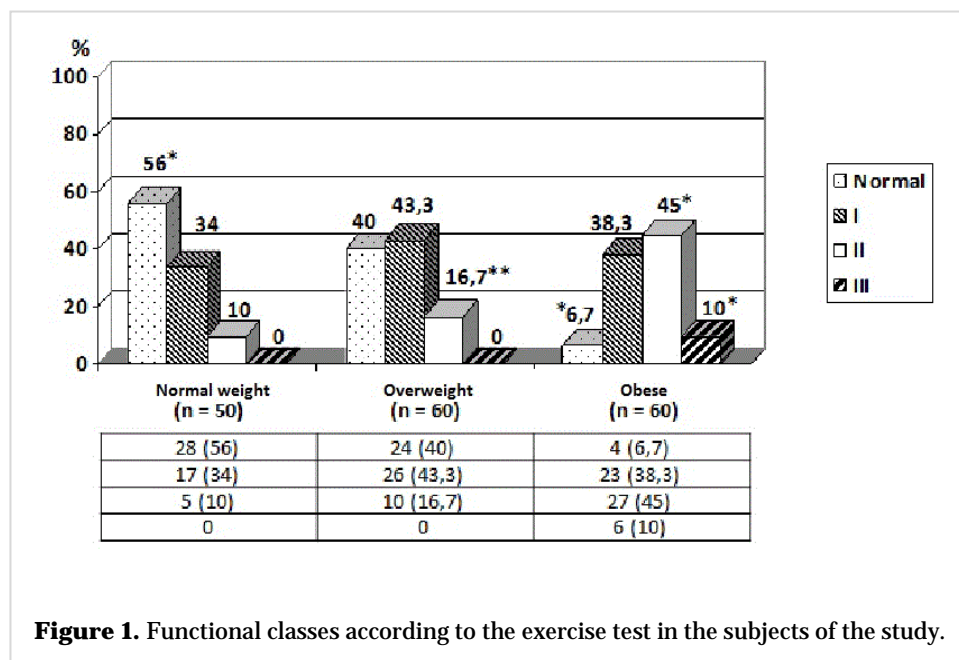


Figure 1. Functional classes according to the exercise test in the subjects of the study.

obese subjects ($Z=5.46$; $p=0.00001$, 95% CI), and between overweight and obese subjects ($Z = 4.10$; $p = 0.00001$, CI = 95%).

In the obese group, 83.3% of subjects were in classes I and II (38.3 and 45%, respectively). However, significant differences were found in class II between normal weight and obese subjects ($Z=3.81$; $p=0.00001$, 95% CI) and overweight vs. obese subjects ($Z=3.16$; $p=0.001$, 95% CI).

Class III was found only in the obese group ($n=6$, 10%).

Echocardiography

In the echocardiogram, the structure and systolic function of the heart showed a general increase, from subjects with normal weight to obese subjects (Table 4), in the LV diastolic and systolic diameters, and in the thickness of the PWD and the IVS.

There were significant differences in the LVDD between normal weight and overweight subjects ($t=2.42$; $p=0.01$, 95% CI) and between normal weight and obese subjects ($t=$

4.03; $p=0.0001$, 95% CI), and in the LVSD between normal weight and obese subjects ($t=3.1$; $p=0.02$, 95% CI) and between overweight and obese subjects ($t=2.31$; $p=0.02$, 95% CI).

With regard to PWD, differences between all groups were observed: normal weight vs. overweight subjects ($t=2.07$; $p=0.04$, 95% CI), normal weight vs. obese subjects ($t=5.34$, $p=0.0001$, 95% CI) and overweight vs. obese subjects ($t=2.8$, $p=0.005$, 95% CI). Similarly, when comparing the IVS, differences were found between the normal weight group and the subjects with

overnutrition (normal weight vs. overweight [$t=3.99$; $p=0.0001$, 95% CI] and normal weight vs. obese subjects [$t=5.19$; $p=0.0001$, 95% CI]). There were no differences in this variable between the overweight and obese groups.

The LV ejection fraction and fractional shortening were not statistically different between the groups.

The variables LVDD, PWD and IVS are part of the mathematical equation for calculating the LVM, and

Table 4. Variables of the echocardiography in the subjects of the study.

Variables	Normal weight n=50	Overweight n=60	Obese n=60
LV diastolic diameter (mm)	45 ± 3.5	46,8 ± 4,1*	48,3 ± 4,9**
LV systolic diameter (mm)	29,1 ± 3***	29,4 ± 4,6	31,3 ± 4,3***
Posterior wall (mm)	9,2 ± 1,4***	9,8 ± 1,7*	10,6 ± 1,4**
Septum (mm)	9,2 ± 1,5	10,3 ± 1,6**	10,6 ± 1,4**
Ejection fraction (%)	65,4 ± 5,9	63,3 ± 7	62,6 ± 6
Fractional shortening (%)	35,8 ± 5,6	36,6 ± 5,7	34,9 ± 5,8
Left ventricular mass (g)	159 ± 43,1**	196,8 ± 54,6**	222,8 ± 64,9***
LV mass index (g/m ²)	93,8 ± 26,6	104 ± 29,2	102,7 ± 26,8

The values of variables are expressed as mean ± standard deviation.

* $p<0.01$ normal weight vs. overweight,

** $p<0.001$ normal weight vs. obese,

*** $p<0.05$ normal weight vs. obese/overweight and overweight vs. obese

Legend. LV: left ventricle.

were somewhat higher in the overnutrition groups (overweight and obese), so that an increase was observed in this variable compared with the normal weight group (196.8 ± 54.6 and 222.8 ± 64.9 g, respectively vs. 159 ± 43.1 g), with significant differences between the three groups: normal weight vs. overweight subjects ($t=4.03$; $p=0.0001$, 95% CI), normal weight vs. obese subjects ($t=6.13$; $p=0.00001$, 95% CI) and overweight vs. obese subjects ($t=2.37$, $p=0.01$, 95% CI).

DISCUSSION

In the demographic variables, it was observed that females predominated in the three groups, which could be explained by an increase in the population of subjects with overnutrition among women. This situation is shown in the data of the second national survey on risk factors for atherosclerosis, where there is a higher percentage of women with a BMI greater than 30 kg/m^2 (15.44%) compared to men (7.92%), as well as in the group with a BMI between 25 and 29, 9 kg/m^2 , which were 31.5 and 29.7%, respectively³.

The BMI quantifies the excess weight in relation to height, and allows the classification of individuals in different categories. However, in individuals with values greater than or equal to 25 kg/m^2 , it does not specify if it is due to fat or muscle development. Still, it is widely used as an index, and enables the classification of subjects as we did in our study.

The waist circumference and the waist/hip ratio are currently more important variables to assess abdominal obesity, body fat distribution, insulin resistance and the risk of cardiovascular disease⁵.

Increased waist circumference has been associated with atherogenic risk factors such as dyslipidemia, HT and insulin resistance, which forms the so-called metabolic syndrome that plays a crucial role in the pathogenesis of atherosclerosis⁹.

In Cuba, there is a great mixture of people and the use of the values of other populations and ethnic groups is not entirely correct as cut-off points. However, the ATP III criteria may be valid as long as others are not available.

A recent study conducted in adults over 50 years in Sanlúcar de Barrameda, Spain, where central obesity predominated over other anthropometric variables, found out that in individuals with BMI greater than 27 kg/m^2 the waist circumference was altered in 95.4% of women and in 84.5% of men¹⁰. This is consistent with

our results, where women predominated in the waist circumference larger than 88 cm.

A sedentary lifestyle favors a gaining energy imbalance, contributing to overweight and obesity. Sedentary individuals predominate in other studies, as the one published in 2009 by Sánchez León *et al*¹¹, where 107 patients were studied at the Héroes del Moncada polyclinic in the Revolution Square, with ages between 30 and 69 years, of which 95.1% of those with metabolic syndrome were sedentary. In this group, overweight/obesity was observed in 77% of subjects.

Although the World Health Organization recommends a daily intake of salt for adults not higher than 5 grams, the Cuban population tends to add it to food after cooking, as was demonstrated in our study, mainly in overweight and obese subjects. Its prolonged and excessive consumption causes water retention and therefore, increased weight, which overloads the work of organs such as the heart, liver and kidneys, with increased risk of HT¹². Another risk factor linked to obesity is HT.

A study conducted in 229 women from 4 medical consulting offices of the 19 de abril Polyclinic in the Plaza de la Revolution, found that patients with abdominal circumference ≥ 88 cm and high BMI had a higher percentage of HT¹³.

Exercise testing

With regard to the results of the exercise test, it was observed that obese subjects had a lower HR at maximum effort than normal weight and overweight individuals. This was probably related to the phenomenon that obese subjects should mobilize a greater amount of fat mass during exercise, and energy expenditure increases, favoring an earlier exhaustion. There are also respiratory disorders associated with obesity, such as decreased functional capacity, decreased expiratory reserve volume, and increased demand for ventilation and respiratory effort, therefore, a pathophysiological state of hypoventilation occurs¹⁴.

Although no pulmonary function tests were performed, and it was not the objective of the research, the phenomenon of hypoventilation linked to increased energy expenditure may have helped to limit the exercise in obese subjects and, therefore, the HR at maximum effort was lower in obese subjects compared to the other groups.

Blood pressure increases during exercise, mainly SBP, while DBP remains at values close to the state of

rest or with minimal increases (up to 110 mmHg); and it may even decrease slightly.

A study by Cabrera *et al*¹⁵ reported an abnormal exercise pressor response in 88% of prehypertensive subjects, and considered that it was the result of a sedentary lifestyle and high body weight.

Another study conducted in Cuba, with 98 workers of the Medical University of Cienfuegos, found that 65.7% of subjects with a BMI equal to or greater than 25 kg/m² had cardiovascular hyperreactivity, and showed that the risk of having this exaggerated blood pressure response was 3.75 times higher in these individuals compared to normal weight individuals¹⁶. These data support our results, where the hypertensive response to maximum effort occurred in subjects with overnutrition in a higher percentage.

Regarding the results, functional capacity variables, the main finding was the reduction of energy consumption as BMI increased. The METs achieved show indirectly the oxygen consumption, because to find them we use O₂ consumption in basal conditions and weight, which is not individualized, but part of a comprehensive formula. The American Heart Association suggests that in individuals between 18-60 years (which is consistent with that observed in our sample), in the case of men, 9 to 12 METs are considered optimal, and 8-10 METs for women.

A comment that should be considered in relation to the exercise test is that although it has proven useful in many ways, its reliability ranges between 75-85%, and there is a level of subjectivity in assessing symptoms such as muscle fatigue, dyspnea or others that are expressed by the subject. However, if there were measurements (which are not available in our laboratory) such as the level of lactic acid or respiratory reserve by spirometry, the degree of cardiovascular fitness could be determined with more accuracy.

Gulati and his team¹⁷ evaluated the chronotropic response through different variables, and one of them agreed with our definition, that is, the inability to reach values greater or equal to 85% of the predicted HR for the age. The results of this investigation showed that the chronotropic incompetence presented in subjects with older age and higher BMI and total cholesterol.

Echocardiogram

When the state of body adiposity goes on in time, it causes changes in the structure of the heart. A study

conducted in 48 obese subjects compared with 25 normal weight subjects showed increased LV dimensions and increased LVEF¹⁸.

This is consistent with our findings in relation to the structure of the heart, because the subjects with overnutrition had higher values of LVDD, LVSD, IVS and LVPWD, which implies an increase in LVM, but differ regarding LVEF, since our subjects had a lower ejection fraction as BMI increased, although within normal parameters.

CONCLUSIONS

Physical capacity deteriorates as body mass index increases even with normal systolic left ventricular function.

REFERENCES

1. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud 2012 [Internet]. La Habana: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas; 2013 [citado 10 Ago 2014]. Disponible en: http://files.sld.cu/dne/files/2013/04/anuario_2012.pdf
2. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso [Internet]. 2015 [citado 10 Ene 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
3. Garrido O. Ocurrencia del sobrepeso y la obesidad en Cuba. Curso de Universidad para Todos: La obesidad una epidemia mundial [Internet]. 2008 [citado 15 Jul 2014]. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/diabetes/ocurrencia_de_sobrepeso_y_obesidad_en_cuba.pdf
4. Seres L, Lopez-Aryebe J, Coll R, Rodríguez O, Manresa JM, Marrugat J, *et al*. Función cardiopulmonar y capacidad de ejercicio en pacientes con obesidad mórbida. *Rev Esp Cardiol*. 2003;56:594-600.
5. López-Jiménez F, Cortés-Bengoderi M. Obesidad y corazón. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64:140-9.
6. Alegría E, Castellanos JM, Alegría A. Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: implicaciones cardiovasculares y actuaciones terapéuticas. *Rev Esp Cardiol*. 2008;61:752-64.
7. Banerjee A, Newman DR, Van den Bruel A, Heneghan C. Diagnostic accuracy of exercise stress testing for coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Int J Clin Pract*. 2012;66:477-92.

8. Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. *Circulation*. 1977;55:613-8.
9. Klein S, Allison DB, Heymsfield SB, Kelley DE, Leibel RL, Nonas C, *et al.* Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Am J Clin Nutr*. 2007;85:1197-202.
10. López A, Elvira J, Beltrán M, Alwakil M, Sancedo JM, Bascuñana A, *et al.* Prevalencia de obesidad, diabetes, hipertensión, hipercolesterolemia y síndrome metabólico en adultos mayores de 50 años de Sanlúcar de Barrameda. *Rev Esp Cardiol*. 2008; 61:1150-8.
11. Sánchez M, Fernández-Britto JE, Bacallao J, Robaina C, Cabrera I, Rodríguez AL. Síndrome metabólico y alteraciones ergométricas en pacientes adultos no diabéticos. *Rev Cubana Invest Biomed [Internet]*. 2009 [citado 21 May 2014];28:25-36. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v28n3/ibi03309.pdf>
12. Díez EN, Benet M, Morejón AF, García R. El consumo de sal ¿riesgo o necesidad? *Rev Finlay [Internet]*. 2011 [citado 10 Ago 2014];1:221-8: Disponible en: <http://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/73/99>
13. Fernández AM, Navarro DA. Adiposidad total, su distribución abdominal. *Rev Cubana Obstet Ginecol [Internet]*. 2010 [citado 15 Jun 2014];36:433-9. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/gin/v36n3/gin13310.pdf>
14. Poirier P, Alper MA, Fleisher LA, Thompson PD, Sugerman HJ, Burke LE, *et al.* Cardiovascular evaluation and management of severely obese patients undergoing surgery: science advisory from the American Heart Association. *Circulation*. 2009;120: 86-95.
15. Cabrera I, Izaguirre G. Respuesta cardiovascular durante el ejercicio físico en normotensos y prehipertensos. *Rev Cubana Invest Biomédicas [Internet]*. 2008 [citado 25 Jul 2014];27:[aprox. 9 p.]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v27n1/ibi03108.pdf>
16. Benet M, Cabrera RM, Coll Y, Curbelo Y, Leon ML, Díez E, *et al.* La hiperreactividad cardiovascular: un nuevo factor asociado al síndrome metabólico. *Rev Finlay [Internet]*. 2011 [citado 14 May 2014];1:17-25. Disponible en: <http://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/25/1175>
17. Abel ED, Litwin SE, Sweeney G. Cardiac remodeling in obesity. *Physiol Rev*. 2008;88:389-419.
18. Pascual M, Pascual DA, Soria F, Vicente T, Hernández AM, Tébar FJ, *et al.* Effects of isolated obesity on systolic and diastolic left ventricular function. *Heart*. 2003;89:1152-6.