

**RELACIÓN DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC) CON LOS CAMBIOS EN
LA GEOMETRÍA Y FUNCIÓN CARDÍACAS EN 5,989 PACIENTES EVALUADOS
POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA DE OCTUBRE DE 2010 A
FEBRERO DE 2013 EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

**LUCY DEL CARMEN SOTOMAYOR RUBIO
GUSTAVO RESTREPO**

**ASESOR
DR LUIS FERNANDO TORO**

**UNIVERSIDAD CES
FACULTAD DE MEDICINA
POSTGRADO DE ECOCARDIOGRAFÍA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN ECOCARDIOGRAFÍA
MEDELLÍN, MAYO DE 2013**

**RELACIÓN DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC) CON LOS CAMBIOS EN
LA GEOMETRÍA Y FUNCIÓN CARDÍACAS EN 5,989 PACIENTES EVALUADOS
POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA DE OCTUBRE DE 2010 A
FEBRERO DE 2013 EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN**

**LUCY DEL CARMEN SOTOMAYOR RUBIO
GUSTAVO RESTREPO**

**ASESOR
DR LUIS FERNANDO TORO**

**UNIVERSIDAD CES
FACULTAD DE MEDICINA
POSGRADO DE ECOCARDIOGRAFÍA**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE ESPECIALISTA EN ECOCARDIOGRAFÍA**

MEDELLÍN, MAYO DE 2013

CONTENIDO

Pág.

1. Resumen	4
2. Abstract	5
3. Formulación del problema	6
3.1. Planteamiento del problema	6
3.2. Justificación de la propuesta	6
3.3. Pregunta de investigación	7
4. Marco teórico	8
5. Hipótesis	10
6. Objetivos	11
6.1 General	11
6.2 Específicos	11
7. Metodología	12
7.1 Tipo de estudio	12
7.2 Población	12
7.3 Diseño muestral	12
7.4 Descripción de las variables	13
7.5 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos	21
8 Consideraciones éticas	23
9. Resultados	24
10. Discusión	40
11. Conclusiones	43
12. Bibliografía	44

1. RESUMEN

Este estudio describe el comportamiento de la relación entre el índice de masa corporal (IMC) y la geometría y función cardíaca evaluadas por ecocardiograma transtorácico. Se analizaron 5898 estudios ecocardiográficos, con una edad que osciló entre 18.02 y 98.86 años con promedio de 61.69 años (DE 17.04) de los cuales 61.1 % correspondieron a mujeres. El IMC osciló entre 15.23 y 49.61 kg/m², con promedio de 26.39 (DE 4.96) kg/m². Se observó una relación directa entre el IMC y la prevalencia de hipertensión arterial y de diabetes. La función diastólica mostró una tendencia a progresar de manera significativa en relación al aumento en el IMC. El volumen sistólico y el gasto cardíaco del ventrículo izquierdo aumentaron de manera proporcional al compararlos con el aumento en el IMC. La fracción de eyección permaneció dentro de límites normales en todos los grupos. Se observó una relación lineal entre área y volumen de la aurícula izquierda y la masa corporal. No se encontraron diferencias relevantes en la geometría y función del ventrículo derecho. El aumento en el IMC se relacionó de manera proporcional con la masa y espesor parietal ventricular izquierdo sin demostrarse hipertrofia, aún en pacientes obesos mórbidos. Así mismo se demostró una relación directa en la masa corporal, el grado de disfunción diastólica y de dilatación auricular izquierda las cuales aumentaron en la medida que incrementaba la masa corporal. La función sistólica del VI no se vio alterada así como tampoco la anatomía y función del ventrículo derecho.

Palabras clave: Índice de Masa Corporal, Función Ventricular, Ecocardiografía transtorácica, Volumen Sistólico, Obesidad.

2. ABSTRACT

This study describes the relationship between body mass index (BMI) and the geometry and cardiac function assessed by transthoracic echocardiography. 5898 echocardiographic studies were analyzed, with an age ranging between 18.02 and 98.86 years with an average of 61.69 years (SD 17.04) of which 61.1 % were women. The BMI ranged between 15.23 and 49.61 kg/m², with a mean of 26.39 kg/m² (SD 4.96). There was a direct relationship between BMI and the prevalence of hypertension and diabetes. Diastolic function showed a tendency to make significant progress in relation to the increase in BMI. Stroke volume and left ventricular cardiac output increased in proportion as compared with the increase in BMI. The ejection fraction remained within normal limits in all groups. There was a linear relationship between the area and left atrial volume and body mass. There were no significant differences in the geometry and function of the right ventricle. The increase in BMI was related proportionally with the mass and left ventricular wall thickness without hypertrophy, even in morbidly obese patients. It also showed a direct relationship in body mass, degree of diastolic dysfunction and left atrial enlargement which increased to the extent that increased body mass. Left ventricular systolic function was not altered, either the anatomy and function of the right ventricle.

Key words: Body Mass Index, Ventricular Function, Echocardiography, Stroke Volume, Obesity.

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La prevalencia del sobrepeso y la obesidad están en aumento a nivel mundial, constituyendo una epidemia que compromete todas las edades y todos los niveles socioeconómicos. En América latina se considera que la prevalencia es del 40 por ciento y en Colombia es del 50 por ciento teniendo en cuenta ambas condiciones (1, 2). El departamento de Antioquia no es la excepción a pesar de que se ha incentivado en los últimos años la práctica regular de algún tipo de actividad física. Está claro que los pacientes obesos tienen mayor riesgo cardiovascular que el de la población con peso normal o en sobrepeso y es un hecho que la obesidad genera una serie de repercusiones hemodinámicas y metabólicas sobre la estructura y función miocárdica, por lo cual teniendo en cuenta el progresivo aumento de este tipo de pacientes es necesario describir como es la relación del índice de masa corporal (IMC) sobre la geometría y función cardíacas evaluadas ecocardiográficamente (2, 3).

3.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La obesidad es un estado de exceso de masa de tejido adiposo. El método más utilizado para calibrarla es el IMC, que es igual al peso/talla², expresado en kilos por metro cuadrado. Otras formas de cuantificarla son antropometría (grosor del pliegue cutáneo), densitometría (peso bajo el agua), tomografía computarizada (TC) o resonancia magnética (MRI) y la impedancia eléctrica (2, 3). Los estudios epidemiológicos han mostrado de manera contundente como esta condición se asocia con una mayor morbilidad cardiovascular y es un factor de riesgo independiente para el desarrollo de falla cardíaca; la alteración de la función cardíaca se encuentra directamente relacionada con el aumento del IMC y con la duración del sobrepeso u obesidad (4).

La ecocardiografía representa una herramienta de gran utilidad para la detección temprana de alteraciones de la función cardíaca en los pacientes en sobrepeso y obesos pudiendo influenciar la iniciación del tratamiento y así prevenir la progresión de las mismas. Este estudio busca describir la relación del IMC con las diferentes variables evaluadas por ecocardiograma transtorácico entre los 11,202 exámenes realizados en el servicio de ecocardiografía de la clínica Medellín entre octubre de 2010 y febrero de 2013.

3.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuál es la relación del IMC sobre la geometría y función cardíaca en los pacientes con peso normal, sobrepeso y obesidad evaluados por ecocardiograma transtorácico?

4. MARCO TEÓRICO

El IMC es un parámetro calculado rutinariamente para estimar si una persona tiene o no un peso normal, permitiendo definir su estado según los valores agrupados así: bajo peso $<18.5 \text{ kg/m}^2$; normal $18.5\text{-}24.9 \text{ kg/m}^2$; sobrepeso $25\text{-}29.9 \text{ kg/m}^2$; obesidad tipo I $30\text{-}34.9 \text{ kg/m}^2$, obesidad tipo II $35\text{-}39.9 \text{ kg/m}^2$ y obesidad tipo III $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ (5). El exceso de grasa corporal, además de ser un estado proinflamatorio, genera cambios hemodinámicos que impactan negativamente sobre el corazón debido a que aumenta el volumen circulante y las demandas metabólicas, esto relacionado además con la presencia de factores de riesgo y cambios estructurales como la enfermedad arterial coronaria, diabetes mellitus e hipertensión (5, 6).

En el paciente obeso existe un estrés parietal miocárdico persistente que, como resultado de un incremento del volumen circulatorio y del volumen minuto, son proporcionales al exceso de peso corporal los cuales se presentan debido al incremento del flujo sanguíneo del tejido adiposo; el compromiso de la frecuencia cardíaca en reposo es mínimo pero el volumen sistólico se eleva. Este aumento del volumen minuto genera invariablemente un aumento compensatorio de la masa miocárdica y la consecuente hipertrofia ventricular preclínica y clínica terminando en una dilatación ventricular progresiva y disfunción diastólica inicialmente y posterior disfunción sistólica formando parte de un espectro descrito como cardiomiopatía del paciente obeso, debido a que estas alteraciones que pueden ocurrir en ausencia de hipertensión o de enfermedad coronaria (7, 8).

En personas con obesidad mórbida el ejercicio puede provocar una reducción de la fracción de eyección y atenuación del incremento normal de la misma, la reducción de peso en los sujetos con obesidad se asocia con una mejoría de la función sistólica (11-13). A su vez, la insuficiencia cardíaca congestiva es una causa frecuente de muerte en la personas con obesidad mórbida (9).

Por otra parte se han descritos alteraciones del llenado ventricular izquierdo en individuos obesos asintomáticos por lo demás sanos. En la obesidad existe una prolongación del tiempo de relajación isovolumétrica, hallazgos que pueden observarse en ausencia de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo. Es probable que se observe una alteración de la relajación, de la distensibilidad o de ambas variables en los pacientes obesos debido a la hipertrofia ventricular izquierda asociada. La reducción de peso se asocia con el llenado diastólico y del tiempo de relajación isovolumétrica del ventrículo izquierdo (14). Si se compara con sujetos controles de peso y presión arterial normales, los pacientes obesos presentan incremento del diámetro auricular izquierdo, de la raíz aórtica y del diámetro de fin de diástole del ventrículo izquierdo, del grosor parietal septal y

posterior y de la masa ventricular izquierda (15).

A raíz de estos cambios descritos en este grupo de pacientes, se han realizado estudio que describen el índice de masa corporal como un predictor independiente de disfunción diastólica además de la edad, la hipertensión arterial y la diabetes mellitus. (11,16). De igual manera otros estudios han demostrado como la presencia y duración de la obesidad se asocian con disfunción biventricular sistólica y diastólica subclínica (17,18).

La obesidad se asocia con problemas cardiovasculares ya ampliamente conocidos; sin embargo, además de estos se ha descrito un riesgo significativamente mayor de hipertensión pulmonar primaria, especialmente en aquellos tratados con anorexígenos, así como también se encuentra hipertensión pulmonar en relación con el síndrome de apnea hipopnea obstructiva del sueño; estos pacientes pueden presentar disfunción ventricular derecha lo que hace necesaria la evaluación rutinaria de las cavidades derechas (15, 16).

En relación con los planteamientos expuestos la identificación de los mecanismos precisos de la remodelación cardíaca inducida por la obesidad podría facilitar la predicción de pacientes con alto riesgo de falla cardíaca y puede también proveer opciones terapéuticas para el manejo de la enfermedad cardíaca relacionada con la obesidad (17).

Los valores normales de la masa del ventrículo izquierdo (VI) difieren entre hombres y mujeres incluso cuando se ajustan al área de superficie corporal. Todavía está en discusión el mejor método para normalizar las mediciones de la masa del VI en adultos. Aunque la superficie corporal se ha usado con más frecuencia en ensayos clínicos, este método subestima la preponderancia de la hipertrofia del ventrículo izquierdo en personas obesas y con sobrepeso. La capacidad de detectar la hipertrofia del VI relacionada con la obesidad y las enfermedades cardiovasculares se mejora indexando la masa del VI debido a la potencia de su relación alométrica (término referente a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionados con los cambios en el tamaño total) o de crecimiento con la estatura o talla a la 2.7 potencia (7,8). Los valores normales para la masa corporal normalizada por la talla a la 2.7 potencia en pacientes obesos según la Sociedad Europea de Ecocardiografía son los siguientes (26):

- 1) Normal: $GRP < 0.45$ e $IMVI < 51 \text{ g/m}^{2.7}$.
- 2) Remodelación concéntrica: $GRP > 0.45$ e $IMVI < 51 \text{ g/m}^{2.7}$.
- 3) Hipertrofia concéntrica: $GRP > 0.45$ e $IMVI > 51 \text{ g/m}^{2.7}$.
- 4) Hipertrofia excéntrica: $GRP < 0.45$ e $IMVI > 51 \text{ g/m}^{2.7}$.

5. HIPÓTESIS

¿Cuál es la relación del IMC sobre la geometría y función cardíaca en los pacientes con peso normal, sobrepeso y obesidad evaluados por ecocardiograma transtorácico?

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar cuál es la relación del índice de masa corporal (IMC) sobre la geometría y función cardíacas evaluados por ecocardiografía transtorácica en la Clínica Medellín de octubre 2010 a febrero de 2013.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el comportamiento de la diferentes variables ecocardiográficas en pacientes con índice de masa corporal normal, sobrepeso y obesidad.
- Determinar los cambios en las variables ecocardiográficas descritas con respecto al índice de masa corporal en la población a estudio.
- Definir si existe una asociación entre el aumento del IMC y los diámetros, volúmenes e índice de masa del ventrículo izquierdo.
- Establecer si existe asociación entre el aumento del IMC y la función sistólica y diastólica biventricular.
- Analizar la relación entre el IMC y el volumen indexado de la aurícula izquierda.
- Determinar la relación entre el aumento de índice de masa corporal y la presencia de hipertensión pulmonar medida ecocardiográficamente.

7. METODOLOGÍA

7.1 TIPO DE ESTUDIO

Del mes de octubre de 2010 hasta febrero de 2013 se realizaron 11,202 ecocardiogramas transtorácicos en el servicio de ecocardiografía de la clínica Medellín. De los registros obtenidos se exploró someramente la información teniendo en cuenta aquellos pacientes sin compromiso cardíaco visto por ecocardiografía o por historia clínica (ej: presencia de stent coronario o de insuficiencia/estenosis valvular moderada o severa) y cuyos datos estuviesen disponibles, se creyó que era posible analizar aproximadamente 6,200 pacientes. Así se planteó realizar un estudio transversal en adultos sin patología cardíaca que pudiesen explicar las medidas de la función cardíaca más allá del IMC mismo.

7.2 POBLACIÓN

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

7.2.1 Criterios de inclusión

- Pacientes con edad comprendida entre 18 y 92 años.

7.2.2 Criterios de exclusión

- Pacientes con ventana acústica limitada o con los siguientes diagnósticos y antecedentes: fibrilación auricular, dispositivo interventricular, cardiopatía isquémica, miocardiopatía hipertrófica, cardiopatía congénita, prótesis valvulares, quimioterapia, pericarditis, masas o trombos intracardiacos, estenosis o insuficiencia valvular moderada o severa, cor pulmonale, tromboembolismo pulmonar y falla cardíaca. De esta manera se busca reducir lo máximo posible cualquier tipo de sesgo que pudiese confundir el análisis de las mediciones hechas en ecocardiografía frente al IMC.

7.3 DISEÑO MUESTRAL

La bases de datos de las 11.202 ecocardiogramas realizados en el servicio de ecocardiografía de la Clínica Medellín entre octubre/2010 y febrero/2013 se decantó en cuanto a eliminar registros duplicados o sin datos de peso y talla; igualmente se procedió con los registros de pacientes por fuera del rango de edad o IMC o que tuviesen cualquiera de los criterios de exclusión planteados atrás. Finalmente, en caso de que una persona dada, identificada por su nombre o

documento de identidad, apareciese con más de un examen, se dejó para análisis el que contenía más información, o en su defecto, el más antiguo.

7.4 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Naturaleza de la variable	Escala de medición	Escala operacional
Fecha del examen	Día en el cual se realizó estudio	Cuantitativa Continua	De razón Independiente	Restringido a: DD/MM/AAAA.
Edad	Duración de la existencia de un individuo medida en unidades de tiempo	Cuantitativa Discreta	De razón Independiente	18-92 años
Género	Caracterización de la persona de acuerdo a sus características sexuales secundarias	Cualitativa	Nominal Dicotómica Independiente	1. Masculino 2. Femenino
Peso	Cifra que define la masa corporal expresada en kilogramos.	Cuantitativa Continua	De razón Independiente	Restringido a kilogramos.
Talla	Cifra que define la estatura de una persona expresada en centímetros.	Cuantitativa Continua	Razón Independiente	Restringido a centímetros.
Índice de masa corporal (IMC)	Cifra que representa relación entre el peso corporal (kg) y la altura al cuadrado (m^2) de un individuo: $\text{peso}/\text{talla}^2$.	Cuantitativa Continua	De razón Independiente	Restringido a 15 a 50 1. Bajo peso: 15-19.99 2. Peso normal: 20-24.99 3. Sobrepeso: 25-29.99 4. Obesidad I: 30-34.99 5. Obesidad II: 35-39.99 6. Obesidad III: ≥ 40.0
Presión arterial sistólica	Fuerza que ejerce la sangre contra las paredes arteriales	Cuantitativa Continua	De razón Independiente	Restringido a: Se considera HTAS ≥ 140

	durante la sístole del ventrículo izquierdo.			mmHg
Presión arterial diastólica	Fuerza que ejerce la sangre contra las paredes arteriales durante la diástole del ventrículo izquierdo.	Cuantitativa Continua	De razón Independiente	Restringido a: Se considera HTAD \geq 90 mmHg.
Frecuencia cardíaca	Número de pulsaciones por unidad de tiempo.	Cuantitativa Continua	De razón Independiente	Restringido al número de pulsaciones por minuto.
Antecedente de cáncer	Historia personal registrada de cualquier tipo de cáncer	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1. Si 2. No
Antecedente de HTP	Historia personal registrada de hipertensión pulmonar	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1. Si 2. No
Antecedente de IRC	Historia personal registrada insuficiencia renal crónica	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1. Si 2. No
Antecedente de EPOC	Historia personal registrada de enfermedad pulmonar obstructiva crónica	Cualitativa	Nominal Dicotómica	1. Si 2. No
Grosor del septum interventricular	Cifra que representa el espesor en cm del septum interventricular medido en modo bidimensional	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Mujeres 0.6-0.9 cm Hombres 0.6-1.0 cm
Grosor de la pared posterior del ventrículo izquierdo	Cifra que representa el espesor en cm de la pared posterior medida en modo bidimensional	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Mujeres 0.6-0.9 cm Hombres 0.6-1.0 cm

Diámetro de fin de diástole del ventrículo izquierdo	Dimensión en cm al final de la diástole del ventrículo izquierdo medido en 2D, se denomina índice cuando se divide por el área de superficie corporal.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Mujeres DfdVI: 3.9-5.3 cm DfdVI/SC: 2.4-3.2 Hombres: DfdVI: DfdVI: 4.2-5.9 cm DfdVI/SC: 2.2-3.1
Diámetro de fin de sístole del ventrículo izquierdo	Dimensión en cm al final de la sístole del ventrículo izquierdo medido en 2D, se denomina índice cuando se divide por el área de superficie corporal.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Mujeres DfsVI: 2.4-3.2 cm Hombres: DfsVI: 2.2-3-1 cm
Índice de masa ventricular izquierda	Medida indexada de la relación de las diferentes paredes ventriculares	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Normal < 95 gr/m ² SC para mujeres. <115 gr/m ² SC para hombres. 1. Geometría normal 2. Remodelación concéntrica 3. Hipertrofia concéntrica 4. Hipertrofia excéntrica
Volumen sistólico del VI	Es la cantidad de sangre por centímetro cúbico que se encuentra en la cavidad ventricular al final de la sístole. Al dividirlo por la superficie corporal obtenemos el índice mL/m ²	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Normal: 12-30 Levemente anormal : 31-36 Moderadamente anormal 37-42 Severamente anormal > de 43.

Grosor relativo de pared	Cifra que hace referencia al espesor parietal relativo (GPR) según la fórmula $(2 \times PP)/DDVI$, permite categorizar un aumento de masa del VI.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Hipertrofia concéntrica (GPR ~ 0.42) Hipertrofia excéntrica (GPR $m 0.42$) Remodelado concéntrico : masa del VI normal con aumento del GPR
Fracción de eyección	Medida de la función ventricular izquierda expresada en porcentaje	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	1. Normal $>55\%$ 2. Leve compromiso: $45-54\%$ 3. Moderado compromiso. $30-44\%$ 4. Severo compromiso $<30\%$.
Volumen indexado auricular izquierdo	Medida indexada del área auricular izquierda medida en 2 y 4 cámaras, valor expresado en ml/m^2 .	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	1. Rango de referencia $22 \pm 6 ml/m^2$ Dilatación leve $29-33$. Moderada $34-39$ Severa >40 .
Velocidad E máxima	Pico de velocidad de la onda de llenado rápido precoz del flujo mitral (E) expresada en cm/s . Varía según edad.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Edad Valor E 2-20 años 88 ± 14 21-40 años 75 ± 13 41-60 años 71 ± 13 <60 años 71 ± 11
Velocidad A máxima	Pico de velocidad de la onda de llenado tardío debido a la contracción auricular, del flujo mitral (A) expresada en cm/s . Varía según edad.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Edad Valor A 2-20 años 49 ± 12 21-40 años 51 ± 11 41-60 años 57 ± 13

				>60 años 75±12
Relación E/A	Índice que resulta del cociente entre la velocidad máxima E y la velocidad máxima A. Varía según la edad.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Edad Valor E/A 2-20 años 1.88±0.45 21-40 años 1.53±0.40 41-60 años 1.28±0.25 >60 años 0.96±0.18
Tiempo de desaceleración	Intervalo entre el pico de la velocidad E y su extrapolación hasta la línea basal.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Edad Valor TD 2-20 años 142±19 21-40 años 166±14 41-60 años 181 ±19 >60 años 200±29
Duración de la A mitral	Duración del flujo mitral con la contracción auricular. Varía según edad	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Edad Valor D A mitral 2-20 años 113±17 21-40 años 127±13 41-60 años 133 ±13 >60 años 138±19
Velocidad onda S mitral	Velocidad del anillo mitral medido por doppler tisular durante la sístole. Se mide a nivel de septum y pared lateral. Se expresa en cm/s.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia S mitral: 5.5±0.9 cm/s

Velocidad onda e' mitral	Cifra que expresa la velocidad diastólica precoz del anillo mitral medida por doppler tisular. Se mide a nivel de septum y pared lateral. Se expresa en cm/s.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia e' según edad. Edad Septal Lateral 16-20 14.9±2.4 20.6±3.8 21-40 15.5±2.7 19.8±2.9 41-60 12.2 ±2.3 6.1±2.3 >60 10.4±2.1 2.9±3.5
Velocidad onda a' mitral	Cifra que expresa la velocidad diastólica tardía del anillo mitral medida por doppler tisular. Se mide a nivel de septum y pared lateral. Se expresa en cm/s.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia: 9 ±2 cm/s.
Relación E/ e'	Cifra que expresa el cociente entre las velocidades E/ e', puede resultar útil para estimar la presión de llenado del ventrículo izquierdo. Se estima en relación con la e' septal, lateral o promediada.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	<8 Normal 9-14 Zona gris. >15 Elevada.
Integral velocidad tiempo del tracto de salida del Ventrículo izquierdo (ITV) IVT TSVI	Área comprendida entre la línea basal y el espectro doppler. Es la suma de velocidades de un flujo a través de un orificio y en un periodo de tiempo determinado. Mide el volumen total del	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia normal : 15 cm

	flujo.			
Volumen latido	Es el volumen expulsado por el VI en un latido cardiaco. Se calcula multiplicando el área seccional transversa (AST) de un orificio por la integral velocidad tiempo	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor normal: 70 ml/latido
Gasto cardiaco o volumen minuto cardiaco	Se obtiene multiplicando el volumen latido por la frecuencia cardiaca. Al dividirlo por la superficie corporal se obtiene el valor indexado. IGC.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	VN: 5L/min; en mujeres 10-20% menos
Función diastólica del ventrículo izquierdo	Medida de la relajación y distensibilidad ventricular izquierda. Se clasifica en 4 grupos según el grado de disfunción.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Normal, alteración de la relajación, pseudonormal y reversible
Función sistólica del ventrículo derecho	Desplazamiento sistólico del anillo tricúspide. Es indicador de la función contráctil de la pared libre del VD. Expresada en mm.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	>20mm normal <16 Disfunción sistólica ventricular derecha.
Velocidad E máxima tricúspide	Pico de velocidad de la onda de llenado precoz del flujo tricúspide (E) expresada en cm/s.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia: 50 ± 10
Velocidad A máxima tricúspide	Pico de velocidad de la onda de llenado tardío del flujo	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia: 40 ± 10

	tricúspide (E) expresada en cm/s.			
Relación E/A	Índice que resulta del cociente entre la velocidad máxima E y la velocidad máxima A.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor normal >0.8
Velocidad S máxima tricúspide	Pico de velocidad de la onda sistólica del flujo tricúspide medida por doppler tisular (E) expresada en cm/s.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia: >10 cm/s.
Velocidad E tricúspide	Pico de velocidad de la onda diastólica de llenado precoz del flujo tricúspide medida por doppler tisular (E) expresada en cm/s.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia: >15 cm/seg.
Velocidad E tricúspide	Pico de velocidad de la onda diastólica tardía del flujo tricúspide medida por doppler tisular (E) expresada en cm/s.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valor de referencia >15 cm/seg.
Relación E/e'	Cifra que expresa el cociente entre las velocidades E de la válvula tricúspide y e' del anillo tricuspideo.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	<6 Normal > 6 patrón pseudonormal.
Diámetro basal del VD	Medida que expresa la dimensión basal del ventrículo derecho. Dada en centímetros	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valores de referencia 2-2.8 normal 2.9-3.3 levemente anormal 3.4-3.8 moderadamente anormal >3.9 severamente

				anormal
Diámetro basal del VD	Medida que expresa la dimensión media del ventrículo derecho. Dada en centímetros	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	Valores de referencia 2.7-3.3 normal 3.4-3.7 levemente anormal 3.8-4.1 moderadamente anormal >4.2 severamente anormal
Presión sistólica pulmonar	Presión anormalmente elevada en la vasculatura pulmonar, medida a través de la regurgitación tricúspidea.	Cuantitativa Continua	De razón Dependiente	1. HTP leve (38-40 mm hg) 2. HTP moderada (41-60) 3. HTP severa (>60 mm hg)

7.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Todos los análisis se realizarán en Stata/SE versión 12.1 (StataCorp, College Station, 2013) y se aceptaron como significativas las diferencias con <0.05 . Las variables cualitativas se describen en proporciones, incluyendo su intervalo de confianza (IC) del 95% según fuese necesario; las continuas lo son con promedio y desviación estándar (DE) o mediana y recorrido intercuartil (RIQ) según si tuviesen distribución normal o no, lo que se definirá por medio de la prueba de Shapiro-Wilks.

Para establecer la asociación entre el IMC y las distintas medidas ecocardiográficas se procedió de dos maneras: en la primera se compararon las medias de cada medida de cada uno de los seis grupos de IMC por medio de análisis de varianza (ANOVA) ajustando por la fecha de toma del examen, así como por la edad y sexo de cada paciente; igual procedimiento se hizo por separado para hombres y mujeres. Para complementar el análisis, se hizo la prueba t de student para comparar las diferencias entre los dos sexos para cada categoría de IMC. La segunda estrategia empleada fue por medio de regresión

lineal múltiple en el que a los datos crudos de cada medición ecocardiográfica se correlacionaron con los datos crudos de IMC y la edad del paciente, incluyendo en el modelo también el sexo y la fecha de realización del procedimiento. No se trabajó con los datos transformados pues el gran número de observaciones (>5,000) hace innecesario hacerlo.

8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este es un estudio de fuente secundaria, donde la información a analizar procede de los registros de ecocardiograma hechos con intención clínica, no de investigación. Para utilizar esta información se contó con la aprobación de tanto el Comité de Ética en Investigación del centro de atención como de la Universidad. Los investigadores hicieron su máximo esfuerzo para mantener la confidencialidad de la información de tal forma que no se filtrase ningún dato individual, dado que es necesario en la primera fase de decantación de la base de datos de los nombres y documentos de identidad de los pacientes para eliminar los exámenes duplicados y los hechos más de una vez. Luego de esto, se hizo un archivo de trabajo sin tales datos, eliminándose así el riesgo de filtración.

9. RESULTADOS

Proceso de depuración de la base de datos

La base original contenía con 11,202 registros, de los cuales se eliminaron 5,304 por distintas razones (figura 1), quedando para el análisis 5,898 estudios. Muchos de los registros eliminados lo fueron por tener más de una razón, por lo que en la gráfica se presenta la primera razón que se detectó y que llevó a su retiro.

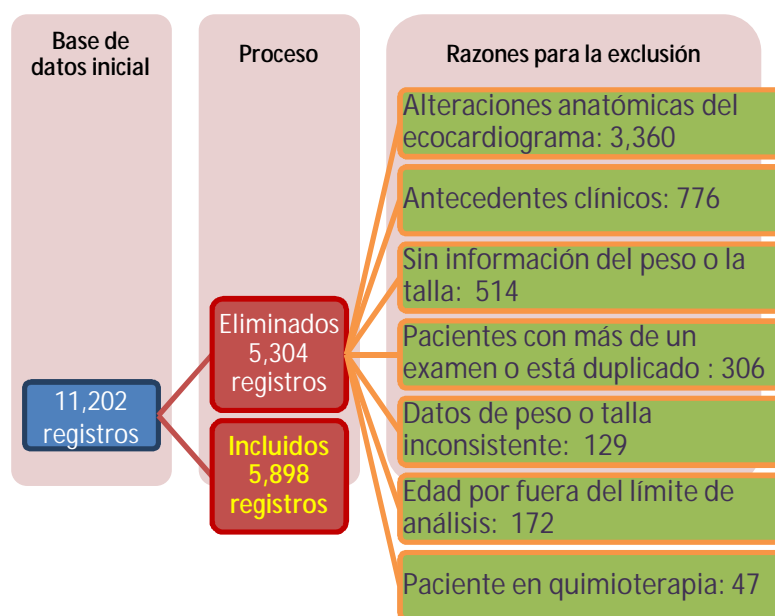


Figura 1. Resultado del proceso de depuración de la base de datos de los registros a analizar.

Características demográficas y clínicas

Los 5,989 pacientes correspondían a 3,606 (61.1%) mujeres y a 2,292 (38.9%) hombres; la edad osciló entre 18.02 y 98.86 años, con promedio de 61.69 (DE 17.04) años y mediana de 63.95 (RIQ 51.01 a 74.84) años, sin que existiese diferencia entre hombres (media 61.71 años, DE 17.15) y mujeres (61.35 años, DE 16.87; $p=0.395$).

Uno de cada cuatro pacientes tenían cifras de presión arterial sistólica y uno de cada diez hipertensión arterial diastólica, sin diferencias por sexo (tabla 1); en esta misma tabla se encuentra la distribución de otras condiciones patológicas registradas, en donde ve mayor prevalencia de insuficiencia renal crónica entre los varones que entre las mujeres.

Tabla 1. Condiciones patológicas registradas entre los pacientes estudiados

Antecedente	Población global (n=5.989)	Sexo		Valor de p
		Mujeres (n=3.606)	Hombres (n=2,292)	
HTA sistólica	1,564 (26.5%)	957 (26.5%)	607 (26.5%)	0.999
HTA diastólica	570 (9.7%)	244 (10.7%)	326 (9.0%)	0.126
Insufic renal crónica	65 (1.1%)	29 (0.8%)	36 (1.6%)	0.006
EPOC	110 (1.9%)	57 (1.6%)	53 (2.3%)	0.043
Diabetes mellitus	255 (4.3%)	156 (4.3%)	99 (4.3%)	0.990
HT pulmonar	21 (0.4%)	17 (0.5%)	4 (0.2%)	0.062
Cáncer	54 (0.9%)	43 (1.2%)	11 (0.5%)	0.005

En cuanto al índice de masa corporal (IMC), esta osciló entre 15.23 y 49.61 kg/m², con promedio de 26.39 (DE 4.96) kg/m² y mediana de 25.81 (RIQ 23.05 a 29.05) kg/m², siendo la media entre las mujeres mayor que entre los hombres: 26.73 (DE 5.31) kg/m² vs 25.87 (DE 4.29) kg/m² (p<0.001). La información disponible del IMC permite concretar los seis grupos de personas propuesto inicialmente (15.0 a 19.9 kg/m², 20.0 a 24.9 kg/m², 25.0 a 29.9 kg/m², 30.0 a 34.9 kg/m², 35.0 a 39.9 kg/m² y 40.0 a 49.9 kg/m²). En la tabla 2 se aprecia la relación de edad, sexo y patologías registradas en cada uno de estos seis grupos de IMC; hay diferencias entre los grupos en cuanto a la proporción de mujeres y la edad media, así como en la prevalencia de ambos tipos de hipertensión arterial y de diabetes mellitus, estos tres últimos relacionado directa e independientemente con el IMC; esto último se corrobora en la tabla 3 en la que se presenta la razón de verosimilitud (OR por su nombre en inglés . *odds ratio* .) luego de ajustar por edad, sexo y fecha de realización del estudio.

Tabla 2. Prevalencia de la comorbilidad registrada por grupos de índice de masa corporal

Característica	Grupo IMC (kg/m ²)						Valor de p
	15.0-19.9	20.0-24.9	25.0-29.9	30.0-34.9	35.0-39.9	40.0-49.9	
Registros	434	2,120	2,163	848	238	95	N/A
Hombres	159 (36.6%)	891 (42.0%)	888 (41.1%)	284 (33.5%)	55 (23.1%)	15 (15.8%)	<0.001

Edad*	58.04 (20.23)	60.78 (18.06)	62.94 (16.17)	63.01 (14.75)	60.74 (14.67)	54.70 (16.57)	<0.0 01
HTA sistólica	86 (19.8%)	500 (23.6%)	585 (27.1%)	275 (32.4%)	81 (34.0%)	37 (39.0%)	<0.0 01
HTA diastólica	23 (5.3%)	166 (7.8%)	221 (10.2%)	106 (12.5%)	35 (14.7%)	19 (20.0%)	<0.0 01
Insuf renal crónic	5 (1.2%)	20 (0.9%)	30 (1.4%)	10 (1.2%)	-	-	0.31 9
EPOC	15 (3.5%)	35 (1.7%)	36 (1.7%)	18 (2.1%)	5 (2.1%)	1 (1.1%)	0.17 2
Diabetes mellitus	7 (1.6%)	55 (2.3%)	112 (5.2%)	51 (6.0%)	23 (9.7%)	7 (7.4%)	<0.0 01
HT pulmonar	1 (0.2%)	7 (0.3%)	9 (0.4%)	3 (0.4%)	1 (0.4%)	-	0.97 6
Cáncer	4 (0.9%)	18 (0.9%)	20 (0.9%)	6 (0.7%)	4 (1.7%)	2 (2.1%)	0.61 9

*Promedio y (DE)

Tabla 3. Razones de verosimilitud del IMC con la presencia de diabetes mellitus o hipertensión arterial sistólica o diastólica.

Característica	Comorbilidad (OR e IC95%)		
	HTA sistólica	HTA diastólica	Diabetes mellitus
IMC (kg/m ²)			
15.0-19.9	Referente	Referente	Referente
20.0-24.9	1.18 (0.91-1.54)	1.48 (0.94-2.31)	1.54 (0.70-3.41)
25.0-29.9	1.37 (1.05-1.77)	1.96 (1.26-3.05)	3.05 (1.41-6.61)
30.0-34.9	1.80 (1.36-2.39)	2.51 (1.57-4.01)	3.65 (1.64-8.11)
35.0-39.9	2.08 (1.45-2.99)	3.15 (1.81-5.48)	6.57 (2.77-15.61)
40.0-49.9	3.06 (1.88-4.98)	4.82 (2.50-9.29)	5.63 (1.91-16.57)
Sexo femenino	1.05 (0.93-1.19)	1.27 (1.06-1.52)	1.10 (0.85-1.43)
Edad (años)	1.028 (1.024-1.032)	1.001 (1.000-1.011)	1.026 (1.017-1.035)
Bondad ajuste	0.786	0.456	0.981

Hallazgos ecocardiográficos

En la tabla 4 se presenta el total de pacientes en los que se realizaron las mediciones clínicas y ecocardiográficas (mediana y media) de cada uno. En la

tabla 5 y la figura 2 la variación promedio de los valores de presión arterial y frecuencia cardíaca según IMC y demás cofactores; en lo que se nota que las dos presiones arteriales se incrementan de manera significativa con el incremento del IMC. En la tabla 6 y la figura 3 se presentan las mediciones del anillo mitral, en el que es evidente el incremento en la velocidad de las ondas A y E con el IMC, siendo mayor en la onda E, dado que la reducción de su relación es mayor con el IMC, pero la onda S lateral no se ve alterada.

Tabla 4. Mediciones clínicas y ecocardiográficas realizadas

Variable	Estudios (n=5,989)	Mediana (RIQ)	Promedio (DE)
PAS (mm Hg)	5,773 (96.4%)	120 (110-140)	154.89 (21.61)
PAD (mm Hg)	5,759 (96.2%)	70 (60-80)	71.43 (12.11)
Frec cardiaca (lat/min)	5,634 (94.1%)	74 (65-84)	75.45 (15.39)
Veloc máx E mitral	5,825 (97.3%)	74 (61-89)	76.06 (21.26)
Veloc máx A mitral	5,680 (94.8%)	84 (68-101)	85.02 (21.30)
Relación E/A mitral	5,662 (64.5%)	0.81 (0.68-1.21)	0.97 (0.48)
Veloc S lateral mitral	5,516 (92.1%)	8.4 (7.0-10.0)	8.75 (2.51)
Vol sistól izq	5,011 (83.7%)	62.34 (53.38-73.76)	73.31 (180.49)
Septum diástole	5,797 (96.8%)	1.0 (0.9-1.1)	1.03 (0.41)
Área auric izq	5,778 (96.5%)	17 (15-20)	17.72 (4.39)
Índic vol auric izq	5,486 (91.6%)	27.86 (23.12-34.29)	29.85 (10.49)
Índic vol sistól izq	5,011 (83.7%)	37.23 (31.47-43.66)	43.21 (104.82)
TAPSE	4,504 (75.2%)	2.2 (1.9-2.4)	2.18 (0.36)
VD basal diástole	5,588 (93.3%)	3.3 (3.0-3.6)	3.30 (0.53)
Veloc máx E tricuspidea	4,811 (80.3%)	46 (39-54)	47.49 (12.91)
Veloc máx A tricuspidea	4,696 (78.4%)	42 (35-51)	44.25 (13.31)

Relación E/A	4,679	1.14 (0.79-1.38)	1.16 (0.62)
tricuspidea	(78.1%)		
Veloc onda E septum	5,464	6.7 (5.1-8.6)	7.18 (2.77)
	(91.2%)		
Veloc onda A septum	5,332	9.5 (8.0-11.0)	9.62 (2.49)
	(89.0%)		
Veloc ond E lateral	5,503	8.8 (6.8-11.1)	9.41 (3.81)
	(91.9%)		
Veloc ond A lateral	5,383	11.0 (9.0-13.0)	11.35 (3.31)
	(89.9%)		
Velocidad onda S VD	4,570	12.0 (10.8-14.0)	12.49 (3.01)
	(76.3%)		
Masa miocárdica VI	5,793	133.4 (108.9-165.3)	156.1 (176.8)
	(96.7%)		
Índice masa miocárd VI	5,793	78.2 (64.9-95.1)	91.6 (103.7)
	(96.7%)		
Volumen latido	5,010	62.3 (53.4-73.8)	67.5 (46.3)
	(86.6%)		
Gasto cardíaco	4,794	4.58 (3.80-5.53)	5.00 (3.60)
	(80.0%)		
Índice VI diástole	5,796	2.59 (2.38-2.82)	2.62 (0.36)
	(80.1%)		
Pared posterior diástole	5,795	0.9 (0.8-1.0)	0.93 (0.60)
	(80.1%)		
VI sístole	5,777	2.7 (2.4-3.0)	2.74 (0.60)
	(96.5%)		
Grosor relativo	5,794	0.39 (0.35-0.45)	0.43 (0.28)
	(96.7%)		
Presión sistól art pulmonar	4,624	30.0 (25.0-36.0)	31.90 (11.58)
	(77.2%)		
Fracción de eyección (%)	5,626	65 (60-65)	62.6 (7.0)
	(93.9%)		

Tabla 5. Coeficiente β e IC95% ajustado entre IMC, edad y sexo con las mediciones clínicas y ecocardiográficas*

Característica	Covariables				r^2
	IMC	IMC ²	Edad	Sexo masculino	
PAS	0.969 (0.244 a 1.694)	-0.007 (-0.020 a 0.005)	0.303 (0.273 a 0.333)	0.707 (-0.389 a 1.802)	0.0867
PAD	0.602 (0.140 a 1.034)	-0.005 (-0.127 a 0.004)	0.034 (0.015 a 0.052)	1.335 (0.694 a 1.978)	0.0255
Frec cardiaca	-0.920 (-1.494 a -0.346)	0.018 (0.008 a 0.027)	-0.077 (-0.101 a -0.053)	-2.828 (-3.665 a -2.011)	0.0238
Veloc máx E mitral	0.208 (-0.561 a 0.977)	0.001 (-0.013 a 0.014)	-0.355 (-0.389 a -0.321)	-6.052 (-7.152 a -4.952)	0.1121
Veloc máx A mitral	1.277 (0.520 a 2.035)	-0.016 (-0.029 a -0.003)	0.694 (0.662 a 0.726)	-8.598 (-9.712 a -7.484)	0.3657
Relación E/A mitral	-0.019 (-0.035 a -0.004)	0.0001 (0.0001 a 0.0005)	-0.014 (-0.015 a -0.013)	0.033 (0.009 a 0.057)	0.2974
Veloc S lateral mitral	0.019 (-0.081 a 0.118)	-0.0003 (-0.0020 a 0.0014)	-0.032 (-0.036 a -0.027)	0.271 (0.131 a 0.411)	0.0885
Tiemp desacel mitral	0.911 (-1.126 a 2.948)	-0.006 (-0.040 a -0.029)	0.831 (0.742 a 0.920)	1.900 (-1.161 a 4.960)	0.1051
Veloc ond E septum	-0.060 (-0.161 a 0.041)	0.0004 (-0.0013 a 0.0022)	-0.094 (-0.098 a -0.090)	0.005 (-0.121 a 0.131)	0.3702
Veloc ond A sept ^{fl}	0.471 (0.002 a 0.940)	-0.014 (-0.030 a 0.002)	0.016 (0.012 a 0.020)	0.558 (0.419 a 0.697)	0.0811
Veloc ond E lateral	-0.025 (-0.152 a 0.102)	0.0000 (-0.0021 a 0.0022)	-0.138 (-0.143 a -0.132)	-0.021 (-0.187 a 0.145)	0.4232
Veloc ond A lateral	0.296 (0.172 a 0.419)	-0.0044 (-0.0065 a -0.0220)	0.043 (0.038 a 0.048)	0.061 (-0.122 a 0.243)	0.1141
Índic vol auric izq	0.456 (0.097 a 0.815)	-0.007 (-0.013 a 0.001)	0.155 (0.138 a 0.171)	1.843 (1.272 a 2.415)	0.1332

** Ajustado por la fecha de realización del estudio, las cifras de frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica y diastólica así como por la presencia de insuficiencia renal crónica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes mellitus, hipertensión pulmonar y cáncer.*

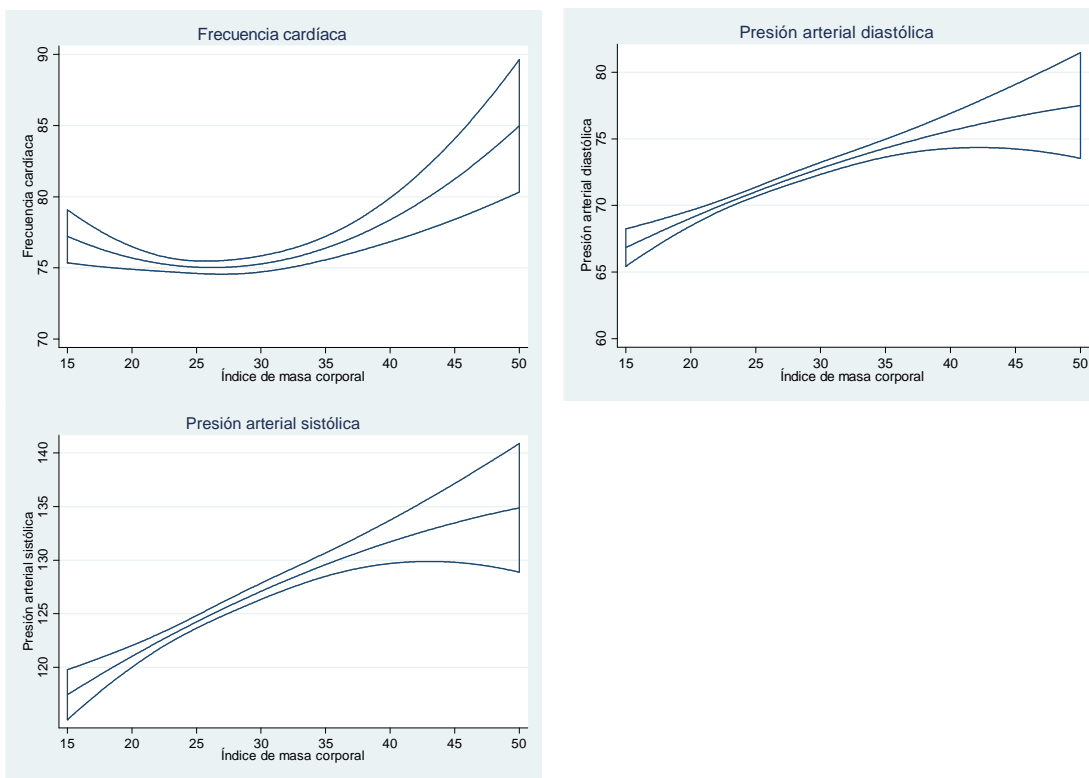


Figura 2. Variación de las mediciones clínicas según IMC ajustada por los cofactores disponibles.

Se observó una relación lineal entre el índice de masa corporal y la presión arterial tanto sistólica y diastólica, pero no hubo diferencias significativas en relación con la frecuencia cardíaca, la cual se encontró en promedio en 75 lpm (DE 15.39).

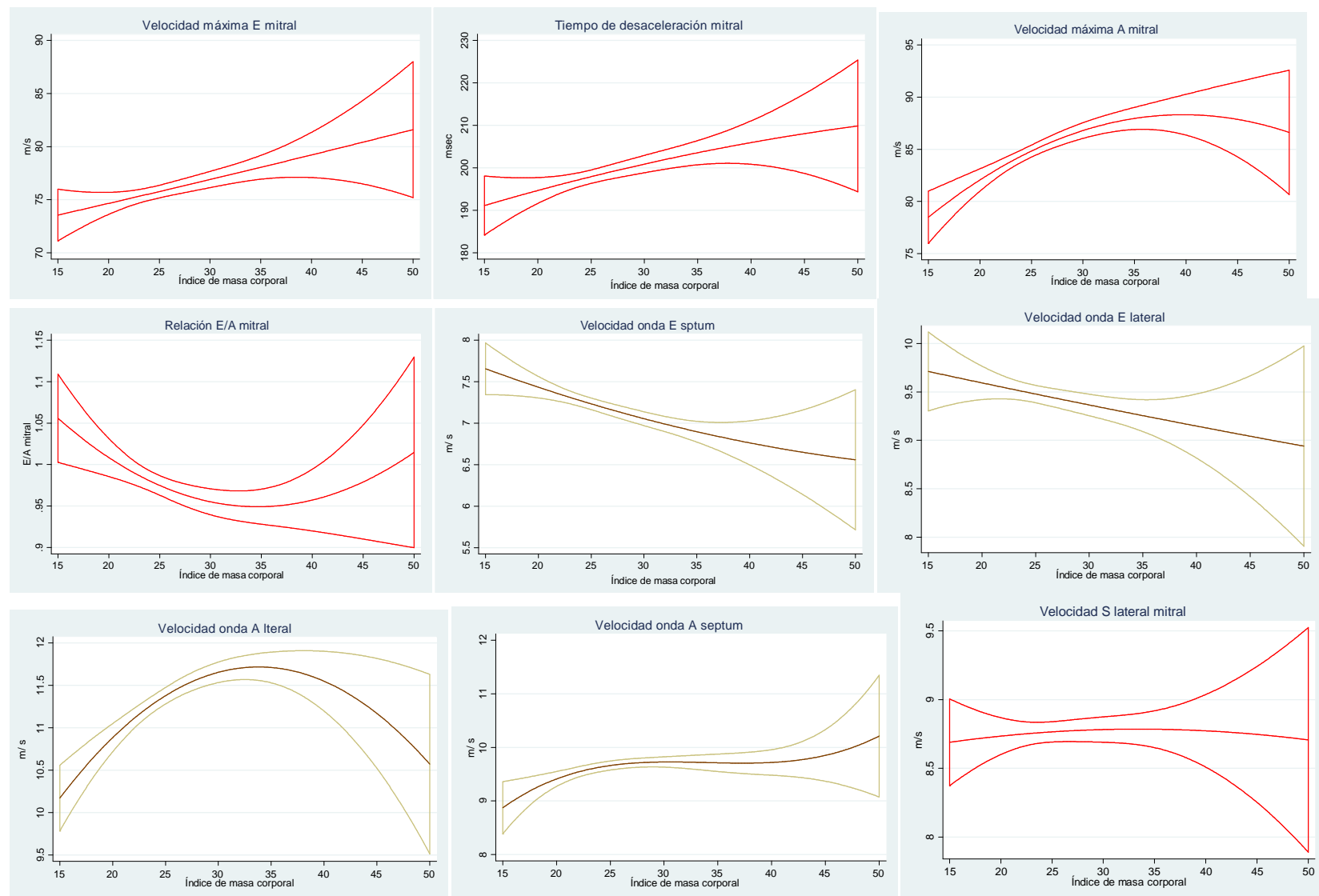


Figura 3. Variación de las medidas del anillo mitral según IMC ajustada por los cofactores disponibles.

En relación con la función diastólica se observó una relación lineal entre la velocidad de la onda E y el índice de masa corporal; de igual manera, la velocidad de la onda A y el tiempo de desaceleración muestran una relación lineal en con la edad y el índice de masa corporal con un coeficiente de 0.3657. La velocidad de la onda A aumenta de manera significativa, con una tendencia posterior al descenso en relación con valores de IMC de 40 alcanzando velocidades promedio de 85 (DE 21.30), hecho reflejado en la relación E/A promedio de 0.97 (DE 0.48) cuyo valor inicialmente desciende y posteriormente aumenta. Se observó una e' promediada de 7.7 cm/s, y una relación E/ e' de 9.7, valor discretamente por encima del valor normal <8. Por otra parte, no hay variación en la velocidad de la onda S mitral.

El área de la aurícula izquierda y el TAPSE muestran una significativa tendencia a aumentar en la medida que aumenta el índice de masa corporal con valor promedio de con coeficiente de 0.23 y 0.0609 respectivamente. Respecto al índice del volumen auricular izquierdo se observa un aumento en la medida que aumenta el índice de masa corporal, sin embargo cuando se analiza esta variable llama la atención como después de valores de 35 de IMC se observa una marcada a tendencia al descenso en este valor muy probablemente en relación con el hecho de normalizar este valor por el área de superficie corporal en una población con obesidad grado II.

En cuanto al volumen sistólico del ventrículo izquierdo se observa una marcada tendencia al ascenso en relación con el índice de masa corporal, alcanzando valores promedio de 43 ml/m² (normal: 30 ml/m²). Cuando el volumen sistólico se divide por la superficie corporal (índice) se observa que en aquellos paciente con IMC >35 tiende a disminuir significativamente el valor de esta variable, probablemente debido al hecho de que existe una desproporción importante en el peso y la talla en paciente con obesidad grado en adelante. El diámetro basal del ventrículo derecho no muestra diferencias significativas cuando se comparó con el índice de masa corporal, así como tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas en relación con la función sistólica (TAPSE y onda S) y diastólica E, A y relación E/A del ventrículo derecho en los diferentes grupos analizados. No se hay diferencias al comparar IMC con la PAS de la arteria pulmonar.

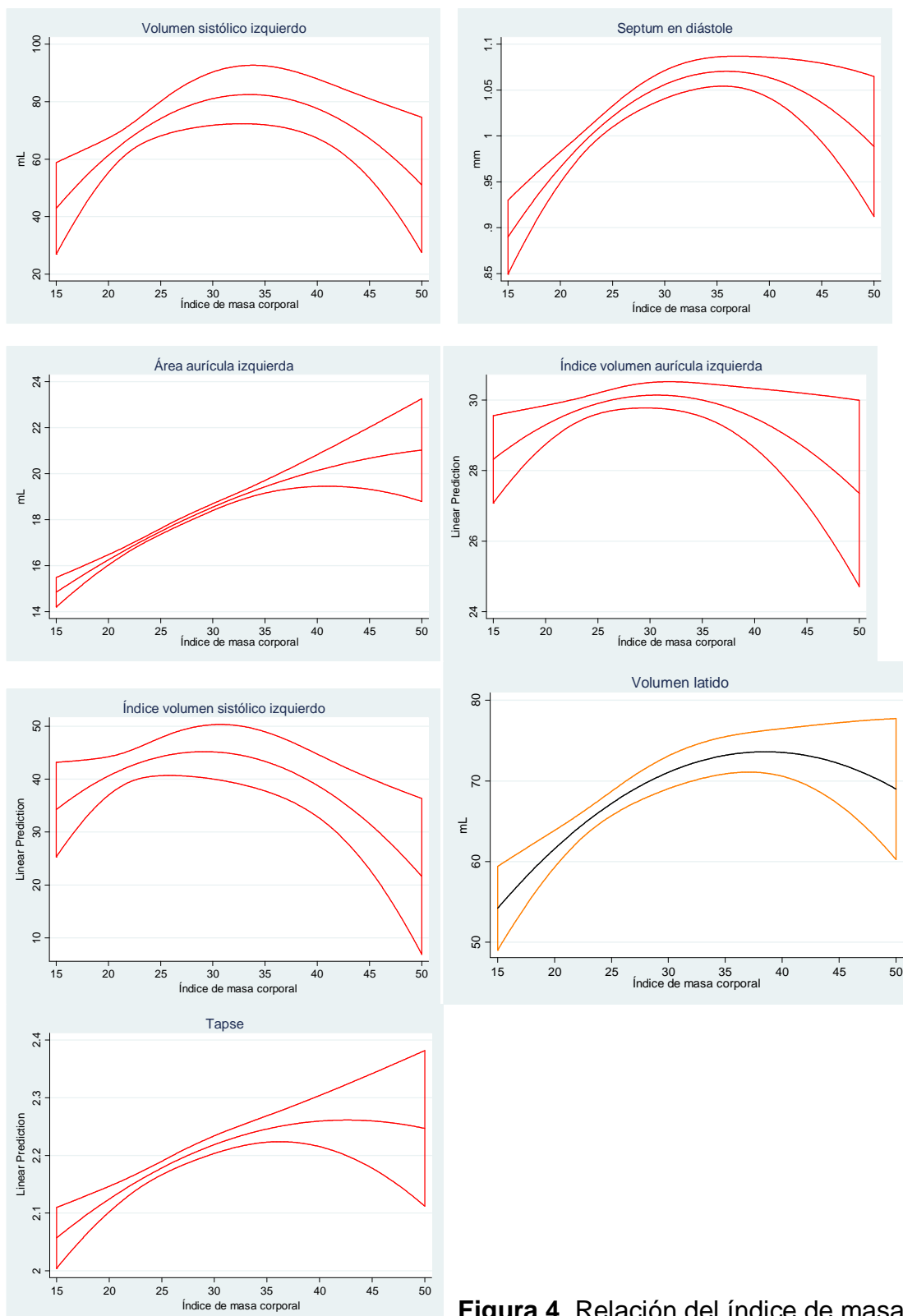


Figura 4. Relación del índice de masa corporal con el VS, área y VA izquierda y Tapse.

Tabla 5 (Continuación). Coeficiente β e IC95% ajustado entre IMC, edad y sexo con las mediciones clínicas y ecocardiográficas*

Característica	Covariables				²
	IMC	IMC ²	Edad	Sexo masculino	
Índic vol sistól izq	3.176 (0.354 a 6.000)	-0.054 (-0.099 a -0.010)	-0.071 (-0.306 a 0.164)	-1.461 (-7.470 a 4.548)	0.0016
Volumen latido	2.70 (1.23 a 4.18)	-0.035 (-0.059 a -0.011)	-0.028 (-0.108 a 0.052)	6.98 (4.05 a 9.90)	0.0215
TAPSE	0.023 (0.006 a 0.039)	-0.0003 (-0.0006 a 0.0001)	-0.004 (-0.005 a -0.003)	0.056 (0.033 a 0.079)	0.0609
VD basal diástole**	-0.196 (-0.301 a -0.091)	0.007 (0.003 a 0.010)	0.0008 (0.000 a 0.0016)	0.345 (0.316 a 0.374)	0.1367
Veloc máx E tricuspid	0.242 (-0.316 a 0.800)	-0.004 (-0.014 a 0.006)	-0.219 (-0.243 a -0.196)	-1.582 (-2.137 a -0.847)	0.1039
Veloc máx A tricuspid [¶]	-1.871 (-4.944 a 1.202)	0.076 (-0.030 a 0.183)	0.154 (0.132 a 0.175)	-1.037 (-1.756 a -0.318)	0.2311
Relación E/A tricuspid	-0.010 (-0.030 a 0.010)	-0.0000 (-0.0004 a 0.0003)	-0.011 (-0.012 a -0.010)	-0.014 (-0.050 a -0.021)	0.1222
Pres sistól art pulm ^{¶¶}	-4.12 (-7.03 a -1.20)	0.126 (0.028 a 0.224)	0.178 (0.157 a 0.198)	0.173 (-0.527 a 0.873)	0.1210
Velocidad onda S VD	-0.096 (-0.222 a -0.031)	0.0016 (-0.0006 a 0.0038)	-0.019 (-0.024 a -0.014)	0.367 (0.179 a 0.554)	0.0453

* Ajustado por la fecha de realización del estudio, las cifras de frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica y diastólica así como por la presencia de insuficiencia renal crónica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes mellitus, hipertensión pulmonar y cáncer.

** Incluye in término cúbico del IMC con beta en -0.00007 (IC95% -0.00011 a -0.00003).

¶ Incluye in término cúbico del IMC con beta en -0.00008 (IC95% -0.00002 a 0.00004).

¶¶ Incluye in término cúbico del IMC con beta en 0.00014 (IC95% -0.000003 a 0.00031).

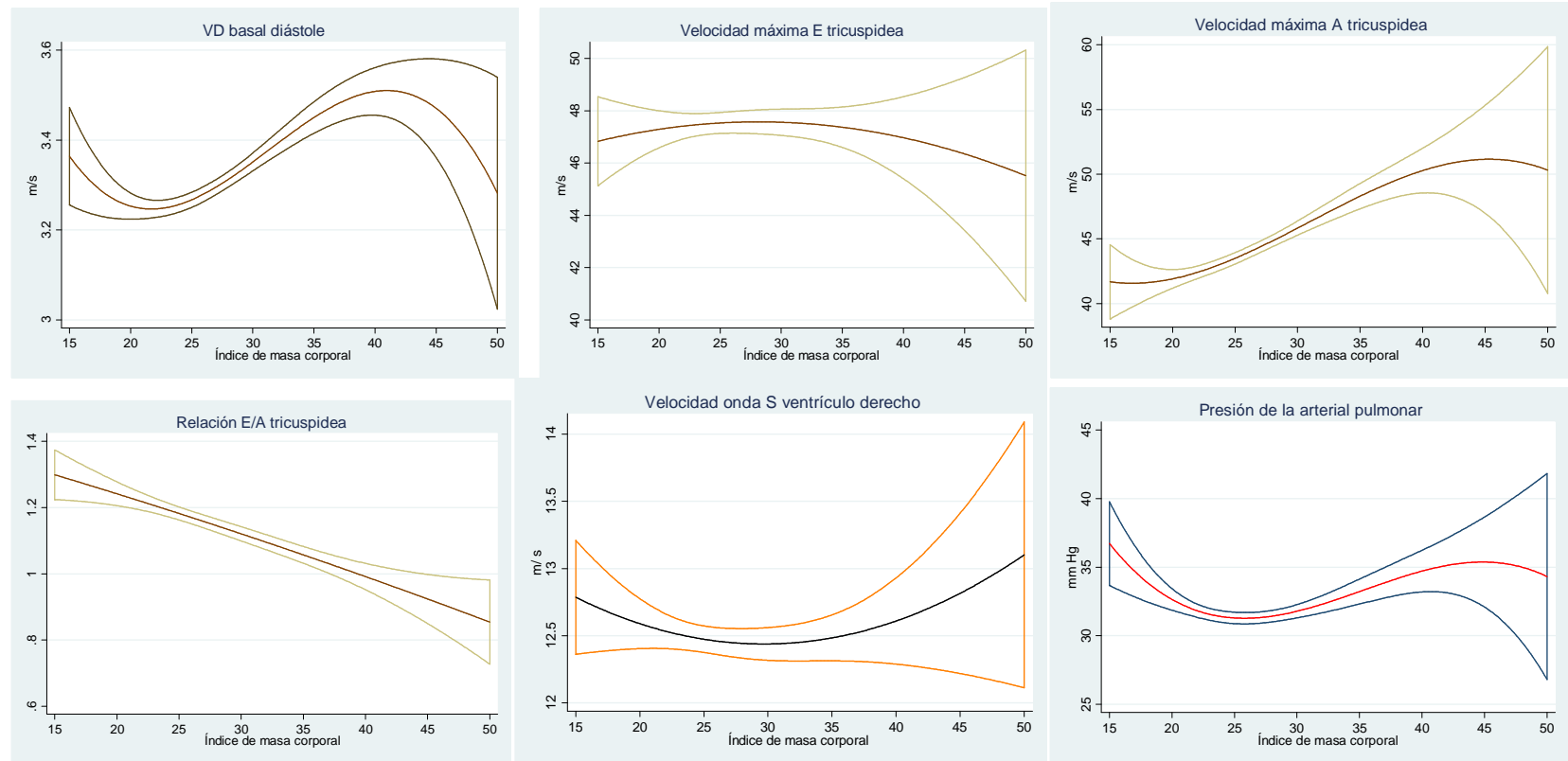


Figura 5. Ventrículo derecho, estructura y función.

Tabla 5 (Continuación). Coeficiente e IC95% ajustado entre IMC, edad y sexo con las mediciones clínicas y ecocardiográficas*

Característica	Covariables				²
	IMC	IMC ²	Edad	Sexo masculino	
Gasto cardíaco	0.220 (0.109 a 0.331)	-0.003 (-0.005 a -0.001)	-0.001 (-0.007 a 0.004)	0.512 (0.294 a 0.731)	0.0447
Índice VI diástole	-0.054 (-0.066 a -0.042)	0.0005 (0.0003 a 0.0007)	0.0010 (0.0005 a 0.0015)	-0.110 (-0.128 a -0.092)	0.1653
Pared post diástole	0.039 (0.024 a 0.054)	-0.0006 (-0.0008 a -0.0004)	0.0000 (-0.001 a 0.001)	0.072 (0.040 a 1.03)	0.0122
VI sístole	0.036 (0.014 a 0.057)	-0.0004 (-0.0008 a -0.0000)	-0.003 (-0.004 a -0.002)	0.274 (0.240 a 0.307)	0.0809
Grosor relativo	0.014 (0.007 a 0.021)	-0.0002 (-0.0003 a -0.0001)	0.0004 (-0.0010 a 0.0009)	0.003 (-0.012 a 0.018)	0.0061
Masa miocárdica VI	13.41 (8.74 a 18.08)	-0.189 (-0.264 a -0.114)	-0.121 (-0.436 a 0.193)	34.72 (25.75 a 73.69)	0.0271
Índice masa mioc VI	5.20 (2.49 a 7.89)	-0.086 (-0.129 a -0.043)	0.052 (-0.120 a 0.224)	9.47 (4.39 a 14.55)	0.0123
Masa del VI /talla m a la 2.7.	3.57 (2.22 a 4.92)	-0.05 (-0.21 a -0.08)	0.05 (-0.03 a 0.14)	0.93 (-0.67 a 3.40)	0.019
Fracción de eyección (%)	0.164 (-0.080 a 0.408)	-0.001 (-0.005 a 0.003)	-0.025 (-0.035 a -0.015)	-1.858 (-2.281 a -1.433)	0.0371

* Ajustado por la fecha de realización del estudio, las cifras de frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica y diastólica así como por la presencia de insuficiencia renal crónica, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes mellitus, hipertensión pulmonar y cáncer.

† Incluye in término cúbico del IMC con beta en -0.0012 (IC95% -0.0023 a -0.0001).

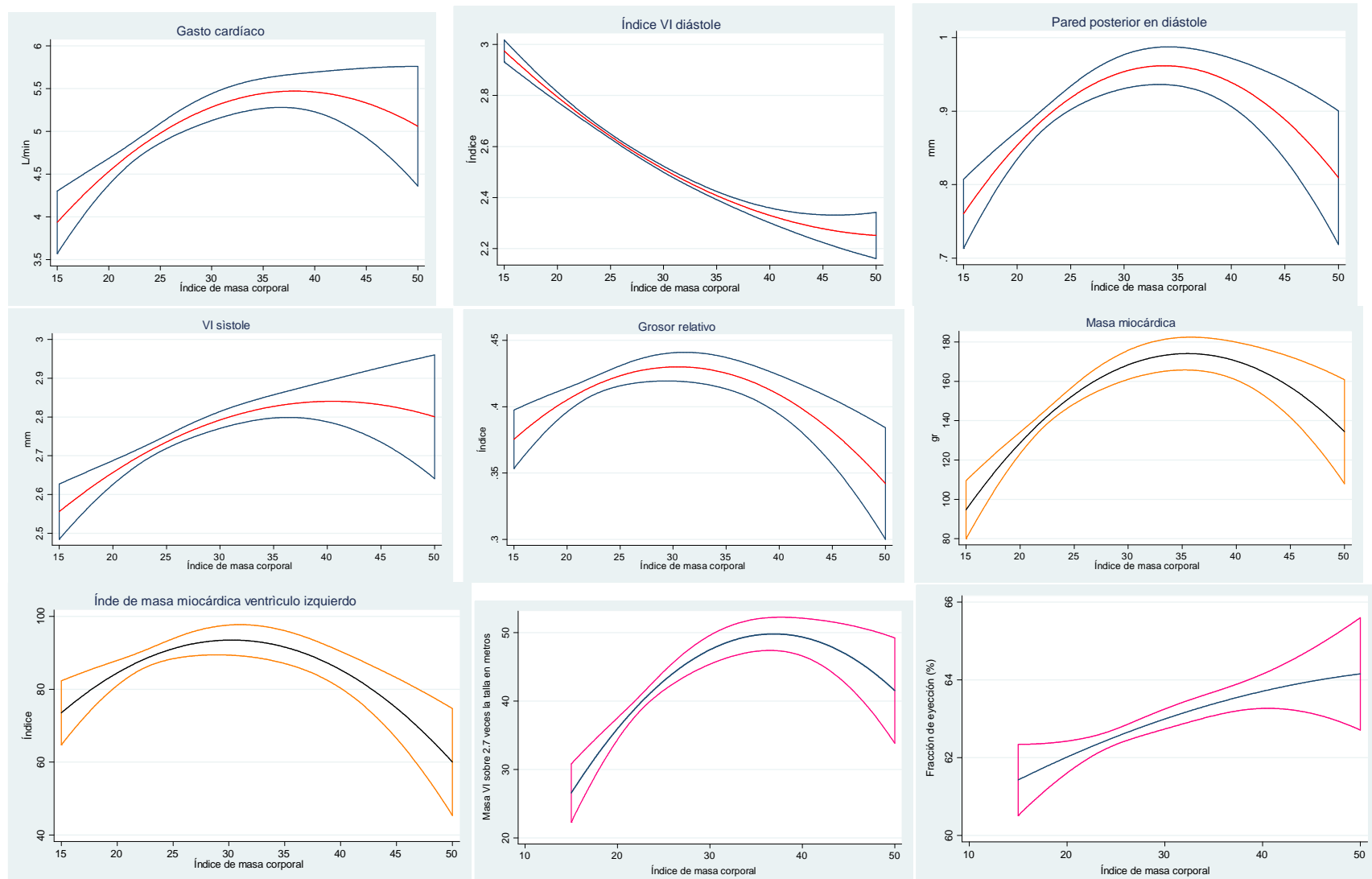


Figura 7. Relación entre obesidad sobrepeso y masa miocárdica

Se aprecia una relación directamente proporcional entre el aumento de la masa corporal y la masa miocárdica, que se empieza a establecer incluso durante el sobrepeso. De tal manera que en la medida que aumenta la masa corporal también aumenta la masa miocárdica, aumento que se genera desde un índice de masa de 27, alcanzando un pico a valores de 35 kg/m^2 , a partir del cual se evidencia una disminución progresiva de la masa miocárdica en relación con la masa corporal.

Para disminuir la interferencia de la obesidad con la estimación de la masa ventricular se realizó la normalización de la misma por la talla a las 2.7 potencia, observándose una desviación de la curva hacia la derecha, alcanzado el pico a valores mayores de 40, sugiriendo que inicialmente la masa ventricular aumenta proporcionalmente en la medida que el peso aumenta para compensar el aumento de volumen latido, generando una hipertrofia excéntrica inicialmente y posterior remodelación y adelgazamiento de las paredes ventriculares, fenómeno que se evidencia analizando la curva del grosor relativo de pared donde este se mantiene por debajo de 0.45 y después de valores de IMC se 35 también tiende al descenso.

10. DISCUSIÓN

La obesidad ha mostrado ser un importante factor de riesgo para el desarrollo de la enfermedad cardiovascular independiente de la presencia de otros factores de riesgo cardiovasculares (1,2). A través de este estudio pretendemos describir como es el comportamiento de la relación entre el índice de masa corporal IMC y la geometría y función cardíacas evaluadas por ecocardiograma transtorácico.

Luego de dividir la población de acuerdo al índice de masa corporal según la OMS observamos que en la medida que aumentaba este último aumentaba también significativamente la prevalencia de hipertensión arterial y de diabetes observándose riesgo dos veces más alto en pacientes con sobrepeso y en especialmente en aquellos con obesidad ($IMC > 30 \text{ kg/m}^2$) como se ha descrito previamente en la literatura por Guh y cols, quienes en una revisión y metaanálisis describieron la incidencia de comorbilidades asociadas con sobrepeso y obesidad (3).

Pascual y cols, en el trabajo denominado efectos de la obesidad aislada sobre la función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo, describieron que los individuos obesos tienen un aumento del volumen circulatorio total lo que genera un alto gasto cardíaco que causa dilatación ventricular e hipertrofia excéntrica del VI, se puede incluso demostrar infiltración grasa del miocardio que afecta la estructura y función cardíacas, todos estos cambios pueden llevar al desarrollo de disfunción diastólica severa que puede observarse desde cuando el individuo se encuentra en sobrepeso (3,4). En este estudio observamos diferencias en la función ventricular izquierda especialmente en cuanto a la función diastólica ya que se describió en la mayoría de los pacientes una disfunción inicialmente tipo 1, la cual mostró una tendencia a progresar de manera significativa en la medida que aumentaba el IMC, por otra parte, el volumen sistólico y el gasto cardíaco del ventrículo izquierdo aumentaron de manera proporcional al compararlos con el incremento en el IMC como se describió Turkbey y cols en un estudio multiétnico denominado impacto de la obesidad sobre el ventrículo izquierdo (5).

La función sistólica del ventrículo izquierdo no varió en relación con la masa corporal, ya que la fracción de eyección permaneció dentro de límites normales en todos los grupos, hallazgos similares a los descritos por los doctores İl, Orhan y cols quienes tampoco describieron variaciones significativas en la fracción de eyección de los pacientes obesos (3,5,7).

Se observó también un aumento lineal del área y del volumen de la aurícula izquierda en la medida que aumentaba la masa corporal, probablemente en relación con la disfunción diastólica descrita, reflejando un aumento crónico significativo de las presiones de llenado del VI, en estos pacientes, resultados que se correlaciona con lo descrito por Ashrafian y colaboradores cuando estudiaron la remodelación de las cavidades cardíacas y obesidad describiendo una tendencia a

presentar hipertrofia excéntrica ventricular izquierda, disfunción diastólica y dilatación progresiva de la aurícula izquierda (4,13).

Por otra parte no encontramos diferencias relevantes en la geometría y función del ventrículo derecho en concordancia con lo descrito por Yildirimturk y cols, quienes analizaron el impacto del índice de masa corporal sobre la función ventricular derecha describiendo que la función de este no se afecta con la obesidad (3-5).

Dentro de los hallazgos de este estudio llama la atención que cuando el IMC es mayor de 35 kg/m² es decir en obesidad grado II, las variables analizadas indexadas como volumen auricular izquierdo, volumen sistólico, gasto cardíaco y masa ventricular, alcanzan un pico y posteriormente tienden al descenso, este es hecho particularmente evidente y relevante en el caso de la masa ventricular izquierda, fenómeno explicable porque al normalizar este valor por la superficie corporal, se puede subestimar la preponderancia de la de todas estas variables y en especial de la hipertrofia el ventrículo izquierdo en personas obesas y con sobrepeso.

Por esta razón se consideró normalizar la masa ventricular por la talla a la 2.7 potencia con el fin de reducir la interferencia de la obesidad en la estimación de la masa ventricular en concordancia con lo descrito por de Simone y cols cuando analizó la masa ventricular izquierda y el tamaño corporal en niños y adultos normotensos, analizando las relaciones alométricas y su relación e impacto con el sobrepeso (7,8); resultados considerados por Lang y cols. en las recomendaciones para la Cuantificación de las Cavidades: Informe del Comité de Guías y Estándares de la Sociedad Americana de Ecocardiografía y del Grupo Redactor de la Cuantificación de las Cavidades, desarrollado conjuntamente con la Asociación Europea de Ecocardiografía, rama de la Sociedad Europea de Cardiología (7,8).

De acuerdo con lo descrito en la literatura y según los valores de referencia de ASE/SEC, el comportamiento de la masa del ventrículo izquierdo en este trabajo sugiere que los pacientes obesos estudiados presentan un aumento proporcional de la masa ventricular con respecto a la masa corporal hasta determinado punto (IMC 40 kg/m²) a partir del cual se observa una tendencia al descenso, a su vez el grosor relativo de pared no superó el valor de 0.45, por lo que no fue posible documentar una verdadera hipertrofia en estos pacientes, hecho se puede explicar por el origen étnico de los valores de referencia descritos para población norteamericana y europea en quienes las variables antropométricas (talla y peso) difieren significativamente de las de nuestra población latinoamericana, considerando la necesidad de tener valores de referencia acordes con las características de nuestra población (9, 10, 23,26).

Este estudio es una base retrospectiva de la base de datos por cualquier aplicación prospectiva de nuestros resultados debe ser utilizado con cuidado. Interpretación de los ecocardiogramas es operador dependiente. Un futuro estudio

prospectivo deberá ser realizado para validar la información descrita por nuestro trabajo.

11. CONCLUSIONES

En los diferentes grupos analizados el aumento en el índice de masa corporal se relacionó de manera proporcional con el aumento de la masa y espesor parietal ventricular izquierda sin demostrarse hipertrofia aún en pacientes obesos mórbidos, de igual manera se demostró una relación directa en la masa corporal y el grado de disfunción diastólica y de dilatación auricular izquierda las cuales aumentaron en la medida que incrementaba la masa corporal incluso en pacientes con sobrepeso. La función sistólica del VI no se vio alterada así como tampoco la anatomía y función del ventrículo derecho.

Basados en nuestros hallazgos sugerimos que la identificación temprana y el tratamiento del sobrepeso y de la obesidad son fundamentales para prevenir las anormalidades cardiovasculares relacionadas con la misma que pueden inicialmente ser subclínicas pero significativas.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guh DP, Zhang W, Bansback N, et al. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health* 2009;9:88.
2. Kenchiah S, Evans JC, Levy D, et al. Obesity and the risk of heart failure. *N Engl J Med* 2002;347:305-13.
3. Cil H, Bulur S, Türker Y. et al. Impact of body mass index on left ventricular diastolic dysfunction. *Echocardiography* 2012;29:647-51.
4. Yildirimturk O, Tayyareci Y, Aytekin S. The impact of body mass index on right ventricular systolic functions in normal and mildly obese healthy patients: a velocity vector imaging study. *Echocardiography* 2011;28:746-52.
5. Pascual M, Pascual DA, Soria F, et al. Effects of isolated obesity on systolic and diastolic left ventricular function. *Heart* 2003;89:1152-6.
6. Her C, Cerabona T, Bairamian M, et al. Right ventricular systolic function is not depressed in morbid obesity. *Obesity Surg* 2006;16:1287-93.
7. Wong CY, O'Moore-Sullivan T, Leano R, et al. Alterations of left ventricular myocardial characteristics associated with obesity. *Circulation* 2004;110:3081-7.
8. Alpert MA. Obesity cardiomyopathy: pathophysiology and evolution of the clinical syndrome. *Am J Med Sci* 2001;321:225-36.
9. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography, Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:1440-63.
10. de Simone G, Daniels SR, Devereux RB, et al. Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:1251-60.
11. Palmieri V, de Simone G, Arnett DK, et al. Relation of various degrees of body mass index in patients with systemic hypertension to left ventricular mass, cardiac output, and peripheral resistance (The Hypertension Genetic Epidemiology Network Study). *Am J Cardiol* 2001;88:1163-8.
12. Finnuane MM, Stevens GA, Cowan MJ, et al. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet* 2011;377:557-67.
13. Kardassis D, Bech-Hanssen O, Schönander M, et al. The influence of body composition, fat distribution and sustained weight loss on left ventricular mass and geometry in obesity. *Obesity* 2012;20:605-11.
14. De Castro S, Caselli S, Maron M, et al. Left ventricular remodelling index (LVRI) in various pathophysiological conditions: a real-time three-dimensional echocardiographic study. *Heart* 2007;93:205-9.

15. Ashrafian H, Athanasiou T, le Roux CW. Heart remodelling and obesity: the complexities and variation of cardiac geometry. *Heart* 2011;97:171-2.
16. Rao SC, Kusnetzky LL, Lan X, et al. Temporal obesity trends in patients undergoing transthoracic echocardiography 2002. 2006. *Am J Cardiol* 2009;103:688-9.
17. Luaces M, Cachafeiro V, García-Muñoz-Najar A, et al. Anatomical and functional alterations of the heart in morbid obesity. Changes after bariatric surgery. *Rev Esp Cardiol* 2012;65:14-21.
18. Movahed MR, Bates S, Strootman D, et al. Obesity in adolescence is associated with left ventricular hypertrophy and hypertension. *Echocardiography* 2011;28:150-3.
19. Kardassis D, Bech-Hanssen O, Schönander M, et al. The influence of body composition, fat distribution, and sustained weight loss on left ventricular mass and geometry in obesity. *Obesity* 2012;20:605-11.
20. Saltijeral A, Isla LP, Pérez-Rodríguez O, et al. Early myocardial deformation changes associated to isolated obesity: a study based on 3D-wall motion tracking analysis. *Obesity* 2011;19:2268-73.
21. Iglesias I, Rodríguez MA, Delgado S, et al. Doppler tisular del anillo mitral en pacientes con disfunción sistólica ventricular izquierda. Análisis de la función diastólica. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:1195-200.
22. Turkbey EB, McClelland RL, Kronmal RA, et al. The impact of obesity on the left ventricle: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *JACC Cardiovasc Imaging* 2010;3:266-74.
23. Luaces M, Cachafeiro V, García-Muñoz-Najar A et al. Anatomical and functional alterations of the heart in morbid obesity. Changes after bariatric surgery. *Rev Esp Cardiol* 2012;65:14-21.
24. Iacobellis G, Ribaudo MC, Leto G, et al. Influence of excess fat on cardiac morphology and function: study in uncomplicated obesity. *Obes Res* 2002;10:767-73.
25. Movahed MR, Saito YS. Lack of association between obesity and left ventricular systolic dysfunction. *Echocardiography* 2009;26:128-32.
26. Wong CY, O'Moore-Sullivan T, Leano R, et al: Alterations of left ventricular myocardial characteristics associated with obesity. *Circulation* 2004;110:3081-7.
27. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr.* 2006;7:79-108.
28. Rabe-Hesketh S, Skrondal A. Multilevel and longitudinal modeling using Stata. Volume I: Continuous responses. College Station: Stata Press, 3 ed, 2012.