

# Cambios de la severidad de la regurgitación aórtica durante el esfuerzo ¿Disminuye la insuficiencia aórtica con el ejercicio?

*Changes to the severity of aortic regurgitation during exertion, does aortic insufficiency decrease with exercise?*

**Lucía Pasamar Márquez<sup>1</sup>, José Francisco Forteza Albertí<sup>2</sup>, Antonio Rodríguez Fernández<sup>2</sup>, Pere Pericás Ramis<sup>2</sup>, Andrés Carrillo López<sup>3</sup>, Antoni Figuerola Roselló<sup>1</sup>**

*1 Servicio de Cardiología. Hospital de Manacor. 2 Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Son Espases.*

*3 Servicio de medicina intensiva. Hospital Universitario Son Espases.*

## Correspondencia

José Francisco Forteza Albertí  
Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Son Espases  
Ctra. Valldemossa km 7,5 - 07122 Palma de Mallorca  
E-mail: jfortezalbert@gmail.com

**Recibido:** 26 – IX – 2014

**Aceptado:** 2 – XII – 2014

**doi:** 10.3306/MEDICINABALEAR.30.01.35

## Resumen

**Introducción y objetivos:** Se ha constatado que pacientes con insuficiencia aórtica avanzada (IAo) y función ventricular normal (FVN) pueden alcanzar registros deportivos de alto rendimiento. Ello podría deberse a la reducción de la regurgitación por acortamiento del tiempo diastólico en la taquicardia y/o al descenso del gradiente diastólico aortoventricular. El objetivo del estudio es valorar la capacidad funcional, volúmenes ventriculares y la fracción de regurgitación (FR) en esfuerzo en pacientes con IAo importante y FVN.

**Material y métodos:** Hemos realizado un estudio eco-Doppler basal y durante esfuerzo en cicloergómetro horizontal a 15 pacientes (11 hombres 4 mujeres, 41±20 años) con IAo III (10 casos) o IV/IV (5 casos) y FVN. Además de medidas de cavidades izquierdas y función ventricular, de parámetros convencionales de cuantificación de la insuficiencia, se valoró la FR basal y a máximo esfuerzo.

**Resultados:** Doce pacientes (80%) presentaron índice de volumen de V.I. aumentados. Todos alcanzaron niveles aceptables de esfuerzo y capacidad funcional. No hubo aumento valorable del índice E/e' al esfuerzo (7,97±2 vs 7,81±2,4 ns). La FR basal promediada fue 41±12 % y en esfuerzo se redujo en todos (media 23±14 % p<0,01) con un porcentaje de reducción de 44±29%. En tres pacientes la reducción medida de la FR fue superior al 80%. Únicamente en dos la reducción fue inferior al 15% de la basal. La mayoría de los parámetros habituales para valorar la IAo. no fueron útiles durante el ejercicio.

**Conclusiones:** **1)** Los pacientes con IAo III o IV/IV y FVN muestran buena capacidad funcional sin aumento valorable de las presiones de llenado medidas no invasivamente. **2)** La severidad de la IAo se reduce significativamente durante el ejercicio en la mayoría de los pacientes lo que permite que no se resienta su rendimiento físico.

**Palabras clave:** Insuficiencia aórtica, ecocardiografía, ecocardiografía de estrés

## Abstract

**Introduction and aims:** It has been confirmed that patients with severe aortic regurgitation (AR) and normal ventricular function (NVF) can achieve high performance in sports. This could be due to the decrease of the regurgitation by decreasing diastolic time in tachycardia and/or to the decrease of aorto-ventricular diastolic gradient. The aim of this study is to assess functional capacity, ventricular volumes and regurgitation fraction (RF) during exertion in patients with severe AR and NVF.

**Material and methods:** We have carried out a basal echo Doppler test, during exertion in horizontal cycle ergometer in 15 patients (11 men and 4 women, 41±20 years old) with AR III/IV (10 cases) or IV/IV (5 cases) and NVF. In addition to measuring left cavities, ventricular function, and conventional parameters for quantifying aortic regurgitation, the basal RF was also assessed during maximum exertion.

**Results:** Twelve patients (80%) presented increasing left ventricular volume index. All patients achieved acceptable levels of exertion and functional capacity. There was not a measurable increase of the E/E' ratio regarding exertion (7.97±2 versus 7.81±2.4 NS). The average basal RF was 41±12% and it decreased in all patients during exertion (average 23±14% P<0.01) with a decrease percentage of 44±29%. In three patients the average RF decrease was higher than 80%. Only in two patients the decrease was lower than 15%. Most parameters habitually used to assess AR were not useful during exercise.

**Conclusions:** **1)** Patients with AR III or IV/IV and NVF show good functional capacity without a measurable increase of filling pressure by non-invasive measurement. **2)** AR severity significantly decreases during exercise in most patients and therefore does not affect their physical performance.

**Keywords:** Aortic Regurgitation, echocardiography, stress echocardiography

## Introducción

La insuficiencia valvular aórtica es una valvulopatía relativamente frecuente cuya prevalencia es muy variable: 4,9% en el Framingham Heart Study<sup>1</sup> realizado en población caucásica y 10% en el Strong Heart Study<sup>2</sup> realizado en indios americanos. La prevalencia de regurgitación moderada a severa fue de 0,5% y 2,7% respectivamente.

La causa más común de regurgitación en países en vías de desarrollo es la enfermedad reumática. En cambio, en países desarrollados la enfermedad reumática es ahora rara y es más frecuente la etiología congénita (válvula aórtica bivalva) o la degenerativa (ectasia anulo-aórtica).

Existe una clasificación funcional basada en el mecanismo de la misma (El Khoury et al.<sup>3,4</sup>) que describe tres tipos de regurgitación:

- La **tipo I** se define por movilidad normal de las cúspides valvulares con dilatación de alguno de los componentes de la raíz aórtica (anillo aórtico, senos de Valsalva o unión sinotubular).
- La **tipo IIa** se define por movimiento aumentado de las cúspides en forma de prolapso con jet de regurgitación aórtica excéntrico.
- La **tipo IIb** se define por movimiento aumentado de las cúspides por fenestración del borde libre con jet de regurgitación excéntrico.
- La **tipo III** se define por cúspides de poca movilidad y/o calidad (rigidez y engrosamiento valvular con movilidad reducida, destrucción tisular por endocarditis, calcificación con movilidad reducida).

En el caso de la válvula aórtica bicúspide existe un mecanismo mixto por dilatación de la raíz aórtica (**tipo I**) que puede combinarse con un movimiento aumentado o restrictivo de los velos.

En los últimos años se han multiplicado los estudios experimentales para una mejor comprensión de los mecanismos que provocan la regurgitación valvular aórtica. En un artículo reciente de Pastora Gallego<sup>5</sup> se clasifican dichos mecanismos cuya descripción se fundamenta en el análisis detallado de la geometría de los velos, de la dirección del jet regurgitante y de las dimensiones de los componentes de la raíz de aorta. Es importante recordar que, en no pocas ocasiones, la insuficiencia aórtica es causada por múltiples mecanismos.

La válvula aórtica bicúspide es la valvulopatía congénita más frecuente (Roberts 1970<sup>6</sup>) con una prevalencia entre el 1% y el 2% de la población general y un predominio en el sexo masculino (Osler 1886<sup>7</sup>; Basso, Boschello et al. 2004<sup>8</sup>; Siu and Silversides 2010<sup>9</sup>). En un 20% de

los casos degenera en una regurgitación severa y en un 60% en dilatación de la aorta ascendente o del arco aórtico. Al ser más habituales los exámenes médicos preventivos y el acceso a la ecocardiografía, el diagnóstico de enfermedad valvular aórtica es más frecuente en edades tempranas (Basso, Boschello et al. 2004<sup>10</sup>). Como consecuencia, el hecho de que el deporte se realice de forma intensa en las primeras 3 o 4 primeras décadas de la vida, determina que sea cada vez más frecuente el hallazgo de aorta bicúspide en deportistas. En un interesante artículo de revisión sobre enfermedades de la raíz aórtica en deportistas (Yim 2013<sup>11</sup>), se indica que en 12 de los 122 trabajos analizados el hallazgo de aorta bicúspide es cada vez más frecuente, siendo la prevalencia similar a la de la población general.

La repercusión que puede tener el entrenamiento sobre la válvula aórtica a corto y largo plazo es desconocida en la actualidad. El tipo de ejercicio que mayor demanda ventricular izquierda provoca y como consecuencia mayor compromiso puede ejercer sobre el tracto de salida es el de alto componente dinámico y moderado estático (Mitchell, Haskell et al. 2005<sup>12</sup>). El aumento de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio físico supone un acortamiento del tiempo de diástole, que es el momento en el que se produce el flujo sanguíneo en el subendocardio (Sugiura, Iwasaka et al. 1990<sup>13</sup>; Sugiura, Iwasaka et al. 1993<sup>14</sup>; Duncker and Bache 2008<sup>15</sup>).

Se ha constatado que pacientes (entre ellos conocidos deportistas de élite) con insuficiencia aórtica avanzada (IAo) y función ventricular normal (FVN) pueden alcanzar registros deportivos de alto rendimiento.

La ecocardiografía es la técnica de imagen cardíaca que permite tanto el diagnóstico de la insuficiencia aórtica valvular como la cuantificación de su severidad. Asimismo posibilita la valoración sistemática de la función ventricular y el tamaño y grosor de las cavidades cardíacas. Su reducido coste, su inocuidad y su fácil acceso permiten un seguimiento periódico tanto de la valvulopatía como de la función ventricular. La ecocardiografía en esfuerzo es una técnica utilizada no sólo como prueba de detección de isquemia sino también para conocer el comportamiento de las valvulopatías durante el ejercicio<sup>16</sup>. El cicloergómetro en decúbito parcial es la técnica más frecuentemente empleada para el estudio dinámico de las enfermedades valvulares.

En base a lo anteriormente señalado, nos hemos planteado estudiar a pacientes asintomáticos afectados de insuficiencia aórtica para conocer su comportamiento al esfuerzo; el objetivo de este trabajo pretende valorar la capacidad funcional, volúmenes y función ventricular (sistólica y diastólica), y fracción de regurgitación de la válvula aórtica durante el ejercicio en pacientes con insuficiencia aórtica III o IV y función sistólica ventricular izquierda basal conservada.

La hipótesis que planteamos es que durante el ejercicio físico el grado de insuficiencia aórtica disminuye en pacientes con función ventricular conservada lo que permite mantener una capacidad funcional elevada en los pacientes portadores de esta valvulopatía.

## Material y método

Hemos estudiado pacientes de la población general que presentaran los siguientes criterios de inclusión: insuficiencia aórtica de grado III o IV según los criterios de la AHA, función sistólica ventricular izquierda conservada, y sujetos asintomáticos en clase funcional I de la NYHA y en ritmo sinusal. Los criterios de exclusión fueron la existencia de estenosis aórtica o valvulopatía Mitral o Tricúspide mayor de I/IV, la existencia de arritmias persistentes, la mala ventana ecográfica que impidiera el estudio o la presencia de enfermedades sistémicas o anomalías físicas o psíquicas que imposibiliten la práctica de ejercicio.

Existen parámetros cualitativos y cuantitativos que definen el grado de la severidad de la insuficiencia aórtica. Los criterios usados que definen la severidad de la insuficiencia aórtica según la AHA<sup>17</sup> son:

- Parámetros estructurales: aurícula izquierda dilatada, valvas aórticas anormales, batiente o con defecto amplio de coaptación.
- Parámetros doppler: THP <200, reversión pandiastólica prominente en el flujo diastólico de aorta descendente.
- Parámetros cuantitativos: anchura de vena contracta >0,6 cm, la anchura del chorro de I Ao ocupa el 65% o más del TSVI, volumen regurgitante es mayor o igual a 60 mL/latido, fracción de regurgitación es mayor o igual al 50%, área del orificio regurgitante efectiva es mayor o igual a 0,3 cm<sup>2</sup>.

**Ecocardiografía.** Todos los pacientes fueron sometidos a ecocardiografía transtorácica mediante un aparato General Electric Vivid 7, equipado con transductores Phased Array de 2,0 y 4,0 MHz. Las medidas se realizaron tanto en modo M como en modo bidimensional, Doppler espectral pulsado y continuo y Doppler codificado en color, según los criterios y recomendaciones de la sociedad Americana de ecocardiografía. Todos los registros se llevaron a cabo por cardiólogos experimentados en esta técnica y acreditados para su manejo.

Se realizaron las siguientes **mediciones en reposo**:

- **Parámetros clínicos:** Tensión arterial, superficie corporal, Frecuencia cardiaca (FC) y ECG de 12 derivaciones.
- **Cavidades izquierdas:** Índice volumen de la aurícula izquierda, diámetro telediastólico del ventrículo izquier-

do (DTDVI), diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo (DTSVI), índice volumen diastólico del ventrículo izquierdo por el método biplano.

- **Función ventricular:** cálculo de índices generales de función ventricular (fracción de eyección por diversos métodos: Teicholz y Simpson, y fracción de acortamiento).
- **Grado de la insuficiencia aórtica:** Anchura del jet del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), Área color I Ao en el plano de máxima visualización, velocidad máxima de la I Ao, Fracción de regurgitación (FR).

Para el cálculo de la FR empleamos la fórmula clásica y se precisó medir: diámetro del anillo mitral, Integral velocidad tiempo (VTI) del anillo mitral, volumen latido (VL) mitral, Diámetro del TSVI, VTI del TSVI, VL del TSVI. Calculándose de la siguiente forma:

$$FR: \frac{\text{Vol. Lat. Ao} - \text{Vol. Lat. Mitral}}{\text{Vol. Lat. Ao}} \times 100$$

$$\text{Vol. Latido (Vol. Lat)} = \text{VTI} \times \text{Área (Del tracto de salida de VI o del anillo Mitral)}$$

Para el cálculo del área se asumió que tanto el anillo Mitral como el tracto de salida eran de configuración circular, midiéndose en ambos casos el diámetro del mismo y calculándose el área como:  $\text{Área} = D/2 \times 3,14$ , donde D es el diámetro correspondiente.

- **Parámetros de función diastólica:** Onda E y A del llenado mitral, relación E/A, e' del anillo mitral mediante doppler tisular, en ambos lados, septal y lateral del anillo, relación E/e'.

**Ejercicio.** Tras la realización del ecocardiograma en reposo, todos los sujetos realizaron una prueba de esfuerzo, siguiendo un protocolo de carga con carga inicial de 25 watts y aumentando la carga 25 watts cada dos minutos en un cicloergómetro (General electric Vivid 7) especialmente diseñado para la obtención de imágenes en esfuerzo. El criterio de interrupción de la prueba fue el máximo esfuerzo que el paciente podía alcanzar.

Se realizaron las siguientes mediciones en el esfuerzo:

- Tensión arterial
- Tiempo de ejercicio
- Watts
- FC alcanzada
- Grado de la insuficiencia aórtica: Anchura del jet del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), Área color I Ao, velocidad máxima de la I Ao, Fracción de regurgitación (FR).
- Reducción FR basal-esfuerzo
- Parámetros de función diastólica: E del llenado mitral, e' del anillo mitral, E/e'.

Para el **análisis estadístico** hemos empleado el programa SPSS de Windows y se han realizado los siguientes test:

- **Prueba t de Student para datos apareadas.**
- **Para variables cualitativas:** Método de análisis de varianza ANOVA.
- **Medidas de asociación.** Estimación del **grado de asociación lineal** entre el **% de reducción** de la I Ao tras esfuerzo, mediante coeficiente de correlación de Pearson.
- **Análisis Multivariado:** Modelo de regresión lineal para conocer variables independientes. Método de Stepwise.
- Se considera estadísticamente significativo la obtención de una  $p < 0,05$ .

## Resultados

Hemos estudiado 15 pacientes de la población general de 41 años de edad ( $\pm 20$ ), de los cuales 11(73%) eran varones y 4 (23 %) mujeres. Dentro de la clasificación de la gravedad de la valvulopatía, el 66 % son del grupo III (10) y el 34 % del grupo IV (5). En lo referente a la etiología de la valvulopatía: siete pacientes presentaban válvula aórtica bicúspide, tres dilatación de la aorta ascendente, dos anuloectasia aórtica, en dos el mecanismo era por retracción de velos y en uno por esclerosis valvular degenerativa. Todos presentaban función sistólica ventricular izquierda conservada (FE superior al 50 %). Doce pacientes (80%) presentaron índice de volumen de V.I. aumentados.

**Test de Kolmogorov-Smirnov.** Todas las variables analizadas mostraron una distribución normal, excepto el grado de I Ao y el sexo.

Los **parámetros basales** se resumen en las **tablas I y II**.

En la **figura 1** se visualiza en un plano ecocardiográfico de 5 cámaras el jet de la insuficiencia aórtica en doppler color extendido dentro de la cavidad ventricular en diástole.

En la **figura 2** se objetiva un plano ecocardiográfico de la anchura del jet de la insuficiencia aórtica en el tracto de salida ventricular en modo M.

En la **tabla III** exponemos las principales variables promediadas con la desviación standard.

Los **parámetros medidos en el esfuerzo** más relevantes fueron los que se detallan en la **tabla IV**.

Tabla I: Parámetros basales clínicos

Paciente	Edad (años)	Sexo	Superficie corporal (cm <sup>2</sup> )	FC (lpm)	TA (mm Hg)
1	29	V	185	65	119/55
2	80	V	198	67	152/83
3	28	V	181	55	123/66
4	56	F	165	70	135/67
5	55	F	173	77	140/73
6	23	V	187	71	145/76
7	33	V	187	55	135/61
8	12	V	116	68	87/37
9	65	V	185	62	144/83
10	15	F	165	60	113/69
11	55	V	214	72	140/90
12	34	F	168	72	122/76
13	36	V	174	74	163/77
14	70	V	180	70	158/61
15	22	V	218	74	132/69

V= Hombre F= Mujer; FC: frecuencia cardiaca; TA: tensión arterial.

Tabla II: Parámetros basales ecocardiográficos

Paciente	FE Simpson	FE Teicholz	DTDVI/D TSVI (mm)	Grado I Ao	FR (%)	Anchura jet TSVI (mm)	Área color I Ao (cm <sup>2</sup> )	E/e'
1	59%	50%	71/53	IV	48 %	12	13	5,5
2	67%	51%	74/54	IV	47 %	11	9	6
3	59%	60%	57/39	III	30 %	10	3,4	5,2
4	61%	50%	61/46	III	54 %	10	6,7	6
5	50%	54%	54/39	III	26 %	7	2,7	12
6	55%	68%	58/36	IV	27 %	11	6	6
7	50%	50%	57/43	III	55 %	11	3,5	7,5
8	63%	68%	54/33	IV	44 %	12	8,9	9
9	59%	63%	63/41	III	20 %	6	3	12
10	50%	64%	53/37	III	44 %	8	4	6
11	54%	60%	51/35	III	24 %	8	3,6	9
12	65%	51%	54/40	III	44 %	11	6,6	6
13	51%	71%	58/34	III	44 %	11	5	10
14	69%	65%	60/38	III	51 %	7	4	11
15	58%	64%	57/37	IV	54 %	7	6,6	6

FE: fracción de eyección; DTDVI: diámetro telediastólico ventrículo izquierdo; DTSVI: diámetro telesistólico ventrículo izquierdo; FR: fracción regurgitación; TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo; I Ao: insuficiencia aórtica.

Figura 1

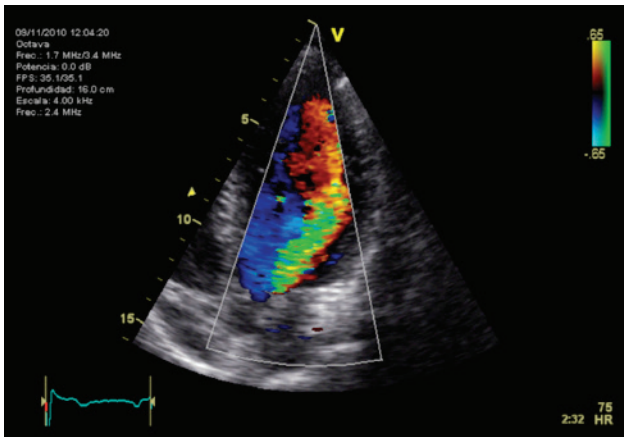
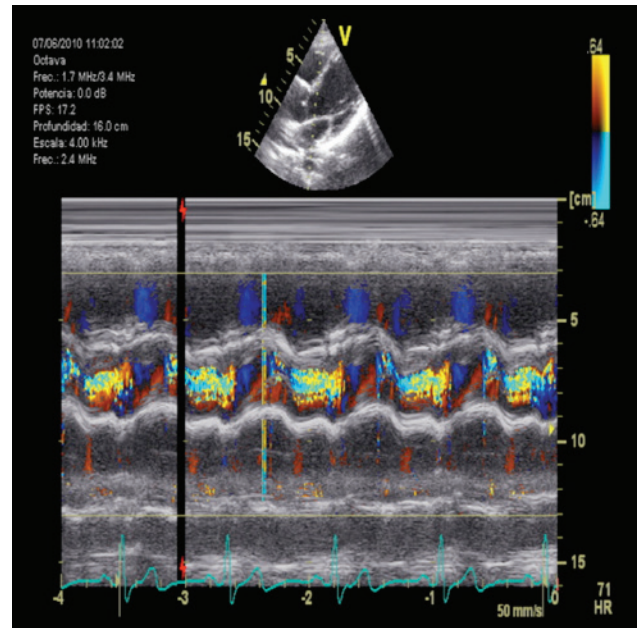


Figura 2



- Todos alcanzaron niveles aceptables de esfuerzo y capacidad funcional (el 66% alcanzaron el 80% de su frecuencia cardiaca máxima teórica).

- No hubo aumento valorable del índice E/e' al esfuerzo (7,97±2 vs 7,81±2,4 ns).

- La mayoría de los parámetros habituales para valorar la IAo no fueron útiles durante el ejercicio debido a la taquicardia y a la imposibilidad de obtener imágenes adecuadas mediante Doppler Color.

### Fracción de regurgitación

La fracción de regurgitación (FR) basal promediada fue 41±12 %. La FR basal en esfuerzo se redujo en todos (media 23±14 % p<0,01) con un porcentaje de reducción de 44±29%. En tres pacientes la reducción medida de la FR fue superior al 80%. Únicamente en dos la reducción fue inferior al 15% de la basal.

Tabla III: Principales variables con la desviación standard

	FC basal (lpm)	FC alcanzada (lpm)	Tiempo ejercicio (segundos)	InVol AI (mL/m <sup>2</sup> )	In Vol VI (mL/m <sup>2</sup> )	FE Simpson (%)	Anchura jet I Ao (mm)	E/e' Basal	E/e' Esfuerzo
Media	67	147	565	31	95	58%	9	7,97	7,81
Ds	6	17	173	7	22	6%	2	+/- 2	+/-2,4

Ds: desviación standard; In Vol AI: volumen aurícula izquierda indexado; In Vol VI: volumen ventrículo izquierdo indexado.

Tabla IV: Parámetros en el esfuerzo

Paciente	FC (lpm)	% FC Máx.	Watts	Tiempo ejercicio (segundos)	FR %	Anchura jet TSVI mm	Área color IAo (cm <sup>2</sup> )	E/e'	% reducción FR
1	158	82%	150	688 seg	7	9	3,3	9,1	85 %
2	125	89%	75	320 seg	18	10	4	8,8	62 %
3	132	68%	150	720 seg	7	4	4,4	6	77 %
4	137	83%	100	450 seg	43	9	5,6	6,2	20 %
5	160	96%	75	360 seg	22	4	1	10	15 %
6	167	84%	150	690 seg	11	15	6,5	6,5	59 %
7	154	82%	225	1034 seg	38	9	7,5	7	31 %
8	180	86%	100	390 seg	14	11	8,2	10	68 %
9	142	91%	125	567 seg	0	4	3,7	10	100 %
10	162	79%	125	510 seg	37	9	2,5	6	16 %
11	120	72%	150	629 seg	22	10	2,6	10	10 %
12	160	86%	125	495 seg	42	16	5,5	6	5 %
13	145	78%	100	480 seg	36	12	3,6	6	18 %
14	123	82%	125	494 seg	33	7	3,3	12	35 %
15	150	75%	150	650 seg	23	10	5,5	6	57 %

FC: frecuencia cardiaca; % FC Máx.: % de la frecuencia cardiaca máxima; FR: fracción de regurgitación; TSVI: tracto de salida del ventrículo izquierdo; IAo: insuficiencia aórtica.

La reducción de la FR fue mayor en las insuficiencias más severas que en las de grado III (66±11% versus 33±31%,  $p < 0,03$ ).

#### **Relación % reducción FR-grado de insuficiencia aórtica (moderada versus severa).**

El porcentaje medio de reducción fue 44±29%, mayor en pacientes con I Ao IV/IV que con I Ao III/IV (66'2±11 vs 32, 7±31%,  $p < 0, 03$ ).

#### **Relación % reducción FR-frecuencia cardiaca basal.**

El % de reducción regurgitación tuvo una correlación inversa ligera con la frecuencia cardiaca basal. (R de Pearson - 0, 39).  $p < 0,05$ .

#### **Relación % reducción FR- volumen ventricular izquierdo indexado.**

Existe una relación baja pero significativa entre el volumen ventricular y la reducción (R de Pearson de 0,355)  $p < 0,05$ .

#### **Relación % reducción FR- volumen auricular izquierdo indexado.**

Existe una relación baja (R de Pearson de 0,357) entre ambos  $p < 0,05$ .

## **Discusión**

Las valvulopatías constituyen una patología cardiaca cuya frecuencia e importancia en nuestro medio ha aumentado en los últimos años en relación al incremento en la esperanza de vida y a que son causa de significativa mortalidad y morbilidad en la población general<sup>18</sup>.

Los escasos estudios epidemiológicos sobre éstas<sup>1, 21</sup> quedan anticuados dado que la epidemiología de este amplio y heterogéneo grupo ha cambiado dramáticamente en los países desarrollados en los últimos 50 años. En la actualidad se ha convertido en infrecuente la etiología reumática y ha ganado importancia la degenerativa<sup>19</sup>.

Históricamente la enfermedad valvular ha sido poco estudiada en relación a otras cardiopatías debido a que suponen un grupo muy heterogéneo de muy diversas etiologías que frecuentemente pasan inadvertidas. Muchas de ellas se presentan clínicamente de forma tardía requiriendo intervenciones relevantes tras su presentación clínica. Supone todo un reto su diagnóstico precoz para conseguir una optimización del tratamiento con la consecuente mejora del pronóstico de los pacientes.

Dada la necesidad de nuevos estudios epidemiológicos sobre esta entidad, en la actualidad se está realizando un

estudio poblacional prospectivo en Europa (Ox VALVE population cohort<sup>20</sup>) cuyo objetivo es estudiar la prevalencia de las valvulopatías en la población general y el impacto que supondría establecer un programa de screening ecocardiográfico de valvulopatías u otras afecciones cardiacas.

La ecocardiografía doppler es fundamental para el estudio de las enfermedades valvulares. No solo detecta la valvulopatía sino que aporta información anatómica y funcional, ayuda a entender el mecanismo fisiopatológico, cuantificar la severidad de la misma y sus repercusiones<sup>21</sup>.

Las limitaciones del examen físico y del electrocardiograma en la detección de algunas alteraciones estructurales cardiacas como las valvulopatías y la accesibilidad de la ecocardiografía ha llevado a plantearse en nuestro país la incorporación del ecocardiograma al menos en la primera valoración inicial de deportistas de competición para mejorar la eficacia de los programas de prevención de la muerte súbita del deportista. (Grazioli et al.)<sup>22</sup>

Es todo un reto determinar el impacto del screening ecocardiográfico en otros grupos poblacionales con el objetivo de diagnosticar precozmente valvulopatías significativas que en un futuro pudieran empeorar el pronóstico del paciente.

Gracias al estudio ecocardiográfico cada vez tenemos más información acerca de la estructura cardiaca, y concretamente valvular, tanto en deportistas como en la población general, lo que permite estudiar mejor la dinámica de las diferentes patologías.

Centrándonos en nuestro estudio, los pacientes eran tanto deportistas como no deportistas. Tras la realización de la prueba de esfuerzo con cicloergómetro evidenciamos que solo 5 de 15 pacientes (33%) alcanzaron el 85% de la frecuencia cardiaca máxima teórica (submáxima), pero en 13 de los 15 pacientes se alcanzó el 75% de la máxima teórica. Los motivos para parar la prueba antes de alcanzar la frecuencia submáxima fueron casi siempre fatiga muscular y/o mala adaptación al tipo de ejercicio o al cicloergómetro. Con estos resultados podría ser criticado que la prueba de esfuerzo no fuera máxima en ninguno de los casos, pero sabemos que esta intensidad de ejercicio realizada es suficiente para la valoración de la dinámica cardiaca y para poner de manifiesto el efecto del mismo sobre la regurgitación aórtica. Astrand et al.<sup>23</sup> estudian la dinámica cardiaca en personas sometidas a prueba de esfuerzo con cicloergómetro submáxima y máxima concluyendo que el máximo volumen/latido se alcanza con un trabajo equivalente al 40% del consumo máximo de oxígeno y a una frecuencia cardiaca media de 110 lpm. Durante el ejercicio a una intensidad entre el 40% y el 100% del consumo máximo de oxígeno la variación del volumen latido fue mínima (de alrededor del 4%).

En los resultados de nuestro estudio objetivamos que existe una reducción significativa de la insuficiencia aórti-

ca durante el ejercicio y que esta reducción es mayor en las insuficiencias más severas.

Existen tres hipótesis acerca de los mecanismos que podrían explicar este hallazgo y por tanto justificar este paradójico grupo de valvulopatías con excelente rendimiento deportivo. En primer lugar la taquicardia sinusal durante el ejercicio hace que disminuya el tiempo de diástole y en consecuencia el tiempo en que tiene lugar la regurgitación. Por esta razón en cada ciclo cardíaco se acortaría el tiempo y por ello la cantidad de sangre que regresaría de la aorta hacia el ventrículo izquierdo.

En segundo lugar durante el ejercicio se abren las arteriolas y capilares de los músculos en esfuerzo lo que redundaría en un descenso de las resistencias vasculares periféricas y una caída de la presión diastólica aórtica; esto provocaría la disminución del gradiente aortoventricular por lo cual el flujo regurgitante descendería en cada latido.

Por último el aumento del volumen ventricular provocado por la sobrecarga volumétrica podría contribuir a la adaptación cardíaca al ejercicio como mecanismo adaptativo que aumenta el gasto cardíaco y favorecería una buena capacidad de esfuerzo. Se debe recordar que los estudios ecocardiográficos realizados en deportistas muestran un aumento de las cavidades izquierdas. A su vez esta adaptación facilitada al ejercicio aumentaría el rendimiento de la víscera en situación de estrés físico y minimizaría la fracción de regurgitación durante el esfuerzo. El hecho de hallar una correlación significativa entre la bradicardia basal y los volúmenes ventriculares y auriculares con el grado de reducción de la fracción de regurgitación apoya esta interpretación. Tanto el aumento de volumen como la bradicardia basal son hallazgos frecuentes en los deportistas.

Otro posible mecanismo explicativo del buen rendimiento deportivo de estos pacientes es que el ejercicio podría mejorar la tolerancia del corazón a la insuficiencia aórtica ya que al reducir la regurgitación en términos relativos y absolutos mejoran el rendimiento y la función diastólica en corazones sometidos a una sobrecarga de volumen crónica tal como es el caso de la insuficiencia aórtica severa<sup>24</sup>.

Únicamente hemos encontrado un estudio en la literatura sobre la reducción de la insuficiencia aórtica durante el ejercicio que obtiene similares resultados al nuestro (Stern et al.<sup>25</sup>). Se estudiaron 12 pacientes que fueron evaluados con resonancia magnética cardíaca de forma basal y tras un ejercicio submáximo. Aunque la resonancia cardíaca tiene limitaciones en el estudio de la insuficiencia aórtica respecto a la ecocardiografía, aun así se objetivó una reducción relativa significativa ya que tanto el estudio basal y el post- esfuerzo se evaluaron de la misma forma.

Revisando las últimas guías de 2014 sobre valvulopatías de la sociedad americana de cardiología<sup>26</sup>, es llamativo que en la insuficiencia aórtica severa asintomática se

recomiende el test de esfuerzo para confirmar la clase funcional de estos grupos de pacientes. Podríamos preguntarnos qué sintomatología esperamos desencadenar con el esfuerzo si la regurgitación se reduce con el mismo. Solo en casos de insuficiencia valvular aguda o en casos de claudicación de la función ventricular esperaríamos encontrar limitación sintomática de la capacidad funcional; pero la insuficiencia aórtica crónica es una sobrecarga volumétrica bien tolerada durante mucho tiempo si no existe otro tipo de insulto sobre el miocardio. Es una interesante cuestión que podría modificar los criterios y las indicaciones de la prueba de esfuerzo en el manejo de esta valvulopatía.<sup>27</sup>

## Limitaciones del estudio

El número de pacientes estudiados es demasiado corto para extraer conclusiones definitivas lo que a su vez limita el conocimiento de que factores se correlacionan con el proceso en estudio.

Por otra parte pocos pacientes alcanzaron frecuencia cardíaca submáxima lo que también impide averiguar hasta qué punto el ejercicio es capaz de reducir el grado de la regurgitación a frecuencias superiores

El hecho de realizar el ejercicio con un cicloergómetro dificulta la adaptación al mismo de un porcentaje de pacientes. Es probable que utilizando una cinta treadmill de tapiz rodante se hubieran alcanzado resultados más contundentes.

## Conclusiones

La fracción de regurgitación disminuye marcadamente durante la práctica de ejercicio en pacientes con insuficiencia aórtica crónica avanzada con buena función ventricular. Este hecho ayuda a que sea una valvulopatía bien tolerada y que no afecta negativamente al rendimiento deportivo mientras la función ventricular esté bien conservada.

## Bibliografía

1. Jagmeet P Singh, Jane C Evans et al. (1999). "Prevalence and clinical determinants of mitral, tricuspid, and aortic regurgitation (the Framingham Heart Study)". *The American Journal of Cardiology*, Volume 83, Issue 6, 15 March 1999, Pages 897-902.
2. Lebowitz NE, Bella JN, et al. (2000). "Prevalence and correlates of aortic regurgitation in American Indians: the Strong Heart Study". *J Am Coll Cardiol*. 2000 Aug; 36(2):461-7.
3. Khoury, G El; Glineur, et al. "Functional classification of aortic root/valve abnormalities and their correlation with etiologies and surgical procedures". *Current Opinion in Cardiology*: March 2005 - Volume 20 - Issue 2 - pp 115-121. Valvular heart disease.
4. Boodhwani M, de Kerchove L, et al. "Repair-oriented classification of aortic insufficiency: Impact on surgical techniques and clinical outcomes". *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Volume 137, Issue 2, Pages 286-294, February 2009.
5. Pastora Gallego, Marinela Chaparro, et al (2014). "Valoración ecocardiográfica de la anatomía funcional de la insuficiencia aórtica durante la cirugía de reparación valvular". *Cir Cardiovasc*. 2014; 21(3):181-189.
6. Roberts, W. C. (1970). "The congenitally bicuspid aortic valve: a study of 85 autopsy cases." *The American journal of cardiology* 26(1): 72-83.
7. Osler, S. W. (1886). *The bicuspid condition of the aortic valves*, Wm. J. Doman.
8. Basso, C., M. Boschello, et al. (2004). "An echocardiographic survey of primary school children for bicuspid aortic valve." *The American journal of cardiology* 93(5): 661-663.
9. Siu, S. C. and C. K. Silversides (2010). "Bicuspid aortic valve disease." *Journal of the American College of Cardiology* 55(25): 2789-2800.
10. Basso, C., M. Boschello, et al. (2004). "An echocardiographic survey of primary school children for bicuspid aortic valve." *The American journal of cardiology* 93(5): 661-663.
11. Yim, E.S. (2013). "Aortic Root Disease in Athletes: Aortic Root Dilation, Anomalous Coronary Artery, Bicuspid Aortic Valve, and Marfan's Syndrome." *Sports Medicine* 43(8): 721-732.
12. Mitchell, J. H., W. Haskell, et al. (2005). "Task Force 8: classification of sports." *Journal of the American College of Cardiology* 45(8): 1364-1367.
13. Sugiura, T., T. Iwasaka, et al. (1990). "Effect of propranolol on diastolic time during exercise." *J Cardiovasc Pharmacol* 15(3): 371-376.
14. Sugiura, T., I. Iwasaka, et al. (1993). "Effect of infarct site on diastolic time during exercise." *Chest* 103(6): 1749-1754.
15. Duncker, J. and R. Bache (2008). "Regulation of coronary blood flow during exercise." *Physiol Rev* 88: 1009-1086.
16. Bhattacharyya S, Kamperidis V, et al. "R. Senior: Clinical utility and prognostic value of appropriateness criteria in stress echocardiography for evaluation of valvular heart disease". *Eur Heart J*. 2013 suppl1.
17. From Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, et al. (2003). "Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography". *Journal of the American Society of Echocardiography*, 2003; 16:777-802.
18. Nkomo VT, Gardin JM et al. "Burden of valvular heart diseases: a population-based study". *Lancet*. 2006. Sep 16; 368(9540): 1005-11.
19. D'Arcy JL, Prendergast BD, et al. "Valvular heart disease: the next cardiac epidemic". *Heart*. 2011; 97:91-3.
20. Coffey S, d'Arcy JL, et al. "The OxVALVE population cohort study (OxVALVE-PCS)-population screening for undiagnosed valvular heart disease in the elderly: study design and objectives". *Open Heart*. 2014; 1e000043. doi:10.1136/openhrt-2014-000043.
21. Lancellotti P, Tribouilloy C, et al. "Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: an executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging". *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging* (2013) 14, 611-644 doi:10.1093/ehjci/jet105.
22. Graziola G, Merinoa B, et al. "Utilidad del ecocardiograma en la revisión preparticipativa de deportistas de competición". *Rev Esp Cardiol*. 2014;67(9):701-705
23. Astrand P, Cuddy E, et al. "Cardiac output during submaximal and maximal work". *Journal of Applied Physiology*. 1 March 1964 Vol. 19 no. 2, 268-274
24. Lachance D, Champetier S, et al. "Effects of exercise in volume overload: insights from a model of aortic regurgitation". *Med Sci Sports Exerc*. 2009 Jun; 41(6):1230-8.
25. Stern H, Calavrezos L, et al. "Physical Exercise Reduces Aortic Regurgitation: Exercise Magnetic Resonance Imaging". *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014 Mar; 7(3):314-5.
26. Nishimura R, Otto CM, et al. "2014 AHA/ACC Guidelines for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines". *Circulation*. March 3, 2014.
27. Vahanian A, Alferi O, et al. "Guidelines on the management of valvular heart disease". *Eur Heart J*. 2012; 33: 2451-96.