

DEPARTAMENTO DE MEDICINA

Melchor Alvarez de Mon Soto, Catedrático de Medicina y Director del Departamento de Medicina de la Universidad de Alcalá,

INFORMA QUE:

En su opinión, el trabajo de investigación presentado por **D^a. María Julia Darriba Pollán**, titulado **“Insuficiencia mitral: concordancia entre los métodos de estimación de severidad y eficacia diagnóstica para detectar insuficiencia severa”**, reúne los requisitos científicos, metodológicos, formales y de originalidad suficientes para ser defendido como Tesis Doctoral ante el Tribunal que legalmente proceda.

Y para que conste donde proceda, a los efectos oportunos, se firma la presente en Alcalá de Henares a nueve de septiembre de dos mil cinco.



Don José Luis Moya Mur, doctor en Medicina por la Universidad de Zaragoza, director de tesis y Don Enrique Asín Cardiel, doctor en Medicina, profesor asociado de la Facultad de Medicina de la Universidad de Alcalá, codirector de la tesis doctoral titulada “Insuficiencia Mitral. Concordancia entre los métodos de estimación de severidad y eficacia diagnóstica para detectar insuficiencia severa” realizada por Maria Julia Darriba Pollan.

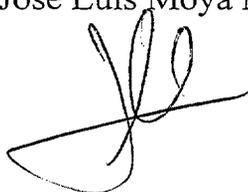
INFORMAN.

Que el mencionado trabajo ha sido realizado siguiendo una metodología científica precisa y rigurosa, con exposición de los resultados y sus conclusiones de acuerdo con el mismo método científico. Todo ello analizado comparativamente con la bibliografía al respecto que se expone de forma ordenada y completa. Las conclusiones son razonables y parecen adecuadas a los resultados obtenidos.

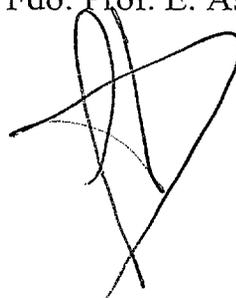
Por todo lo cual, consideramos que está en condiciones de ser presentada y defendida.

Alcalá de Henares, 12 de Septiembre de 2005.

Fdo: Dr José Luis Moya Mur



Fdo: Prof. E. Asín Cardiel.



Agradecimientos:

Quisiera agradecer al Dr. José Luis Moya Mur su incondicional apoyo en la elaboración de esta tesis doctoral. Sus grandes conocimientos científicos en Ecocardiografía y su experiencia clínica, me han sido de gran ayuda desde el diseño del trabajo, hasta su conclusión final, guiándome con metodología y rigor científico en todas las fases del estudio.

Quiero además expresar mi agradecimiento al Dr. Enrique Asín Cardiel, cardiólogo de prestigio internacional y profesor de la Universidad de Alcalá, que desde mis comienzos en la Cardiología ha sido mi maestro y que también ha contribuido a la dirección de esta tesis doctoral.

Asimismo quiero hacer constar mi gratitud a D. Alfonso Muriel y a D. Víctor Abaira, de la Unidad de Bioestadística Clínica del Hospital Ramón y Cajal, por su magnífica y desinteresada labor de asesoramiento en el análisis estadístico de este estudio.

Agradecer también a Ángel, mi marido, a mis padres y hermana su gran cariño, apoyo y comprensión durante todo el tiempo que ha durado la realización de esta tesis doctoral.

a 306679



T
61-05
UAH
DAR
Sala

**INSUFICIENCIA MITRAL: CONCORDANCIA
ENTRE LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE
SEVERIDAD Y EFICACIA DIAGNÓSTICA
PARA DETECTAR INSUFICIENCIA SEVERA.**

MARÍA JULIA DARRIBA POLLÁN.

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ REGISTRO GENERAL SECCIÓN I	
23 SET. 2005	
ENTRADA N.º 5646	SALIDA N.º

AÑO 2005.



ÍNDICE.

I. INTRODUCCIÓN

1. DEFINICIÓN DE INSUFICIENCIA MITRAL (IM).

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

3. ANATOMÍA.

4. ETIOLOGÍA.

- 4.1. *Anomalías de las valvas.*
- 4.2. *Anomalías del anillo.*
- 4.3. *Anomalías de las cuerdas tendinosas.*
- 4.4. *Anomalías de los músculos papilares.*
- 4.5. *Otras causas.*

5. FISIOPATOLOGÍA.

- 5.1. *La adaptación ventricular.*
- 5.2. *La adaptación auricular.*
- 5.3. *Cambios pulmonares.*

6. DIAGNÓSTICO ECOCARDIOGRÁFICO

6.1. *Modo M.*

6.2. *Ecografía bidimensional. ECO 2D.*

6.3. *Métodos semicuantitativos.*

- 6.3.1. *Área color regurgitante (ACR).*
- 6.3.2. *Doppler espectral pulsado o continuo.*
- 6.3.3. *Flujo de venas pulmonares (FVP).*
- 6.3.4. *Vena contracta (VC).*

6.4. *Métodos cuantitativos.*

- 6.4.1. *Flujo de convergencia proximal (FCP). Método PISA.*
- 6.4.2. *Doppler cuantitativo.*

6.5. *Ecocardiografía Transesofágica. ETE.*

6.5.1. *Comparación métodos diagnósticos.*

6.5.2. *Anatomía valvular. Reparación válvula mitral.*

6.5.3. *ETE intraoperatorio.*

6.6. *Ecocardiografía Tridimensional. ECO 3D.*

6.6.1. *Métodos semicuantitativos.*

6.6.2. *Métodos cuantitativos.*

6.6.3. *Anatomía valvular. Reparación quirúrgica.*

7. DIAGNÓSTICO ANGIOGRÁFICO.

7.1. *Valoración angiográfica cualitativa.*

7.2. *Valoración angiográfica cuantitativa.*

8. DIAGNÓSTICO POR RESONANCIA MAGNÉTICA.

8.1. *Métodos semicuantitativos.*

8.2. *Métodos cuantitativos.*

9. IMPORTANCIA ACTUAL DE LA ADECUADA CUANTIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

9.1. *La insuficiencia mitral severa es una patología prevalente que afecta tanto a la mortalidad como a la morbilidad de los pacientes.*

9.2. *La insuficiencia mitral severa es una patología tratable. La cirugía precoz aumenta la supervivencia.*

9.3. *Limitaciones diagnósticas de los métodos clásicos de cuantificación de la severidad de la IM. ¿ Existe algún método diagnóstico ecocardiográfico capaz de predecir la mortalidad en pacientes asintomáticos con fracción de eyección conservada?.*

9.4. *Justificación del trabajo.*

II. OBJETIVOS.

III. MATERIAL Y MÉTODOS.

1. POBLACIÓN ESTUDIADA.

2. PROTOCOLO DE ESTUDIO.

2.1. Protocolo de estudio ecocardiográfico.

2.1.1. Ecocardiografía transtorácica (ETT).

2.1.2. Ecocardiografía transesofágica (ETE).

2.1.3. Criterios de severidad.

2.2. Protocolo de estudio angiográfico.

2.3. Análisis por objetivos.

2.4. Análisis estadístico.

2.4.1. Concordancia entre variables categóricas y continuas.

2.4.2. Estudio de sensibilidad y especificidad.

IV. RESULTADOS.

1. ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA VALORAR LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIECIA MITRAL.

1.1. Estudio descriptivo ecocardiográfico.

1.1.1. Ecocardiografía transtorácica.

1.1.2. Ecocardiografía transesofágica.

1.2. Estudio descriptivo angiográfico.

2. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA.

3. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA.

4. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA Y TRANSESOFÁGICA

4.1. *Concordancia entre variables categóricas. Kappa.*

4.2. *Concordancia entre variables continuas.*

4.2.1. *Coefficiente de correlación intraclass (CCI).*

4.2.2. *Método de Bland-Altman.*

5. CONCORDANCIA GLOBAL ENTRE LOS DIFERENTES MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS .

6. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA Y ANGIOGRAFÍA.

6.1. *Ecocardiografía transtorácica y angiografía.*

6.2. *Ecocardiografía transesofágica y angiografía.*

7. INTEPRETACIÓN CLÍNICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS MÉTODOS FUNDAMENTALES: ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO, VENA CONTRACTA, FLUJO DE VENAS PULMONARES Y ANGIOGRAFÍA.

7.1. *Tablas de Contingencia.*

7.2. *Eficacia diagnóstica de los distintos métodos para detectar insuficiencia mitral severa.*

7.2.1. *Respecto a otro método tomado como referencia.*

7.2.2. *Respecto a un método promediado.*

V. DISCUSIÓN.

**1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR ECO
TRANSTORÁCICO.**

**2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR ECO
TRANSESOFÁGICO.**

**3. DISCUSIÓN DE LA CONCORDANCIA ENTRE EL ECO
TRANSTORÁCICO Y EL TRANSESOFÁGICO.**

**4. DISCUSIÓN DE LA CONCORDANCIA ENTRE LA ANGIOGRAFÍA
Y LOS MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS .**

**5. DISCUSIÓN DEL ESTUDIO DE EFICACIA DIAGNÓSTICA DE
LOS DIVERSOS MÉTODOS PARA DETECTAR INSUFICIENCIA
MITRAL SEVERA.**

VI. CONCLUSIONES.

VII. RESUMEN DE LA TESIS.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.

- A.C.R. Área color regurgitante.*
- A.I. Aurícula izquierda.*
- A.R. Componente diastólico invertido del FVP.*
- A.V. Aurícula- ventrículo.*
- C.C.I. Coeficiente de correlación intraclase.*
- E.D.V. Volumen telediastólico.*
- E.S.V. Volumen telesistólico.*
- E.T.E. Ecocardiografía transesofágica.*
- E.T.T. Ecocardiografía transtorácica.*
- F.A. Fibrilación auricular.*
- F.C.P. Flujo de convergencia proximal.*
- F.S.V. Volumen latido anterógrado.*
- F.E. Fracción de eyección.*
- F.R. Fracción regurgitante.*
- F.V.P. Flujo de venas pulmonares.*
- I.A.M. Infarto agudo de miocardio.*
- I.M. Insuficiencia mitral.*
- M.H.O. Miocardiopatía hipertrófica obstructiva.*
- M.S. Muerte súbita.*
- N.Y.H.A. New York Heart Association.*
- O.R.E. Orificio regurgitante efectivo.*
- P.I.S.A. Proximal isovelocity surface area, equivale al flujo de convergencia proximal o FCP.*
- P.V.M. Prolapso valvular mitral.*
- R FCP. Radio del flujo de convergencia proximal.*
- R.S. Ritmo sinusal.*
- S.A.M. Movimiento sistólico anterior.*
- S.P.V.M. Síndrome prolapso valvular mitral.*
- S1. Primera onda sistólica del FVP.*
- S2. Segunda onda sistólica del FVP.*
- V.C. Vena contracta.*
- V.I. Ventrículo izquierdo.*
- V_{máx}. Velocidad máxima.*
- V.R. Volumen regurgitante.*
- V.T.I. Integral de velocidad.*

I. INTRODUCCIÓN

1. DEFINICIÓN.

La insuficiencia mitral (IM) se define como el reflujo retrógrado de sangre desde el ventrículo izquierdo a la aurícula izquierda. Cualquier anomalía de la integridad de los velos valvulares, cuerdas tendinosas, músculos papilares o miocardio ventricular subyacente puede dar lugar a insuficiencia mitral¹⁷².

Puede ser tanto sistólica como diastólica. La insuficiencia mitral diastólica¹⁷³ tiene escasas implicaciones clínicas y hemodinámicas, puesto que el gasto cardiaco y la presión de enclavamiento están preservados. Se da en algunos pacientes portadores de marcapasos DDD, bloqueo aurículo-ventricular (AV) de primer grado, insuficiencia aórtica o miocardiopatía hipertrófica. Se debe a una inversión del gradiente de presión AV al final de la cuarta fase diastólica. La insuficiencia mitral sistólica tiene importantes implicaciones clínicas y hemodinámicas, y es de la que nos vamos a ocupar.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Denominada válvula mitral desde Vesalio por su parecido a la mitra de un obispo. La insuficiencia mitral fue descrita a finales del siglo XVIII por Senac²¹¹. Andral y Hope describieron a principios del siglo XIX las características acústicas del soplo pansistólico que la caracteriza. Pero no fue hasta mediados del siglo XX, a partir de la realización de comisurotomías mitrales, cuando despertó interés clínico la adecuada valoración de la IM.

3. ANATOMÍA.

La válvula mitral se localiza entre la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo¹⁵⁶.

Consta de dos velos valvulares principales son la valva anterior y la valva posterior¹⁵⁷. La valva anterior separa el orificio auriculoventricular del orificio aórtico, es la de mayor tamaño 15-18mm de altura y tiene forma triangular. La valva posterior es un

cuadrilátero de 10-12mm de ancho y menor movilidad. Además en cada uno de estos velos valvulares se pueden objetivar una serie de segmentos o “scallops”, separados por clefts fetales y que están desarrollados en diferentes grados según los individuos^{100, 157}.

A1 “Scallop” lateral del velo anterior.

A2 “Scallop” medio del velo anterior.

A3 “Scallop” medial del velo anterior.

P1 “Scallop” lateral el velo posterior.

P2 “Scallop” medio del velo posterior.

P3 “Scallop” medial del velo posterior.

Los dos velos valvulares están separados por las comisuras anterolateral y posteromedial.

La estructura histológica de los velos incluye tres capas¹⁵⁸:

- 1. La fibrosa, formada por colágeno, se continua con las cuerdas tendíneas.*
- 2. La esponjosa, con poco colágeno, pero rica en proteoglicanos, elastina y células del tejido conectivo, cubre la cara atrial de los velos valvulares.*
- 3. La fibroelástica, es una capa más gruesa, se encuentra en la cara ventricular principalmente del velo anterior.*

Además de estas tres capas los velos valvulares contienen miocardio, células contráctiles intersticiales¹⁶⁰, musculares lisas, vasos sanguíneos y células nerviosas adrenérgicas y colinérgicas aferentes y eferentes¹⁵⁹; esta inervación puede mediar un papel en la función valvular. La superficie atrial de los velos valvulares se despolariza un poco antes del inicio del complejo QRS, lo que produce una contracción de células intersticiales, que facilita la acción de coaptación de los velos antes del inicio de la sístole, además de tensar los velos en respuesta al aumento de presión intraventricular^{161, 162,163,167}.

En el borde libre de los velos valvulares, así como en su cara ventricular se insertan las cuerdas tendinosas. Se dividen en tres grupos^{156, 164}:

- 1. El primer grupo de cuerdas se origina en los vértices de los músculos papilares, uniendo éstos con el borde libre de las valvas. Este primer grupo evita el prolapso de los velos valvulares durante la sístole.*
- 2. El segundo grupo une los vértices de los músculos papilares con la superficie ventricular de las valvas; son cuerdas más gruesas y escasas en número.*
- 3. El tercero consta de un número de cuerdas más cortas que va desde la pared ventricular hasta la superficie ventricular de los velos valvulares.*

En total unos 25 grupos de cuerdas mayores parten de los músculos papilares y se dividen por igual entre el velo anterior y el posterior, y hasta 100 pequeñas cuerdas individuales anclan los velos.

Las cuerdas contienen fibras nerviosas¹⁶¹, y algunas consideradas formas inmaduras pueden contener tejido muscular.

Las cuerdas tendinosas anclan los velos valvulares con la pared del ventrículo izquierdo donde se sitúan los músculos papilares. Son dos principales: el músculo papilar anterolateral y el músculo papilar posteromedial. El papilar anterolateral posee una doble irrigación¹⁶⁵, por ramas diagonales de la arteria descendente anterior y por ramas marginales de la arteria circunfleja. El papilar posteromedial es más susceptible a la isquemia por estar irrigado por la rama descendente posterior de la arteria coronaria derecha, o por la arteria circunfleja en el 10% de los casos si es dominante¹⁶⁵. La distancia de la cabeza de los músculos papilares al anillo mitral es de unos 23,5 mm de promedio¹⁶⁶.

El orificio aurículo ventricular izquierdo mide unos 10 cm de circunferencia, está rodeado por un anillo fibroso y en íntima relación con la válvula aórtica. El perímetro anular del velo posterior es mayor que el del velo anterior. El área¹⁶⁸ del anillo que oscila entre 5 a 11,4 cm² en corazones normales, varía a lo largo del ciclo cardiaco, y se ve influenciada por la presión auricular y ventricular izquierda. El anillo mitral se desplaza^{169, 170,171} hacia la aurícula izquierda en diástole y

hacia el ventrículo izquierdo en sístole. En el anillo se distinguen dos estructuras colagenosas¹⁵⁶.

- El trigono fibroso derecho, localizado en la intersección del septo membranoso, las válvulas mitral, tricúspide y la raíz aórtica.
- El trigono fibroso izquierdo, en la unión de la válvula mitral y el velo coronariano izquierdo de la válvula aórtica.

En las siguientes figuras 1 y 2 se resume la anatomía valvular.

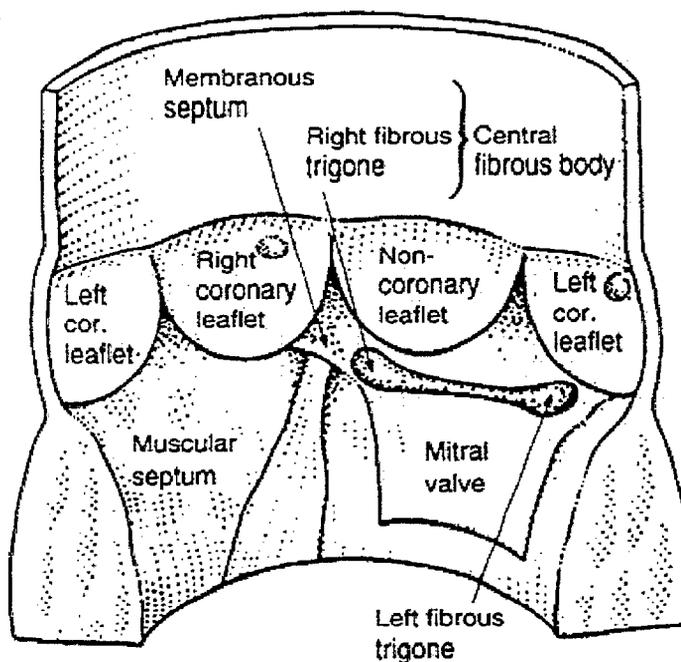


Figura 1. Relación anatómica de la válvula mitral con la válvula aórtica. *The anatomy of the mitral valve, in Wells FC, Shapiro LM (eds): Mitral Valve Disease. Oxford, England, Butterworth-Heinemann, 1996; p 4.* Membranous septum, septo membranoso. Muscular septum, septo muscular. Mitral valve, válvula mitral. Right fibrous trigone, trigono fibroso derecho. Left fibrous trigone, trigono fibroso izquierdo. Right coronary leaflet, velo coronariano derecho de la válvula aórtica. Non-coronary leaflet, velo no coronariano de la válvula aórtica. Left coronary leaflet, velo coronariano izquierdo de la válvula aórtica.

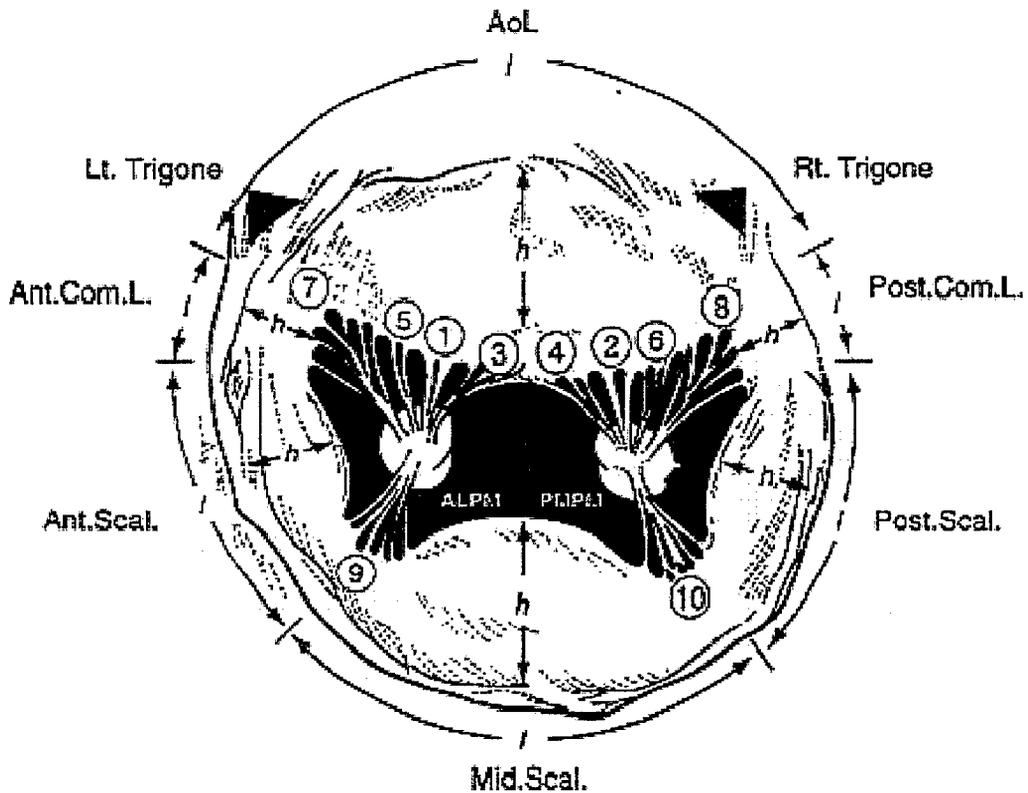


Figura 2. Anatomía de válvula mitral. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 636. Ant. Scal scallop anterior. Mid Scal scallop medio. Post. Scal. scallop posterior. ALPM músculo papilar anterolateral. PMPM músculo papilar posteromedial. Ant. Com. L comisura anterior. Post. Com. L comisura posterior. 1 cuerda principal anterior. 2 cuerda principal posterior. 3 cuerda anterior paramedial. 4 cuerda posterior paramedial. 5 cuerda paracomisural anterior. 6 cuerda paracomisural posterior. 7 cuerda comisural anterior. 8 cuerda comisural posterior. 9 cuerda cleft anterior. 10 cuerda cleft posterior. Lt. Trigone trígono fibroso izquierdo. Rt Trigone trígono fibroso derecho

4. ETIOLOGÍA.

Distinguiremos siguiendo la anatomía valvular los siguientes subgrupos²⁵:

- 4.1. Anomalías de las valvas.*
- 4.2. Anomalías del anillo.*
- 4.3. Anomalías de las cuerdas tendinosas.*
- 4.4. Anomalías de los músculos papilares.*
- 4.5. Otras causas.*

4.1. ANOMALÍAS DE LAS VALVAS.

4.1.1. El Síndrome del prolapso valvular mitral (PVM), es la causa más frecuente de insuficiencia mitral en el mundo Occidental^{175,181}, aproximadamente un 45% de todas las etiologías. Afecta a un 3 al 5% de toda la población, al tiempo que su frecuencia se duplica en mujeres¹⁷⁷, aunque la insuficiencia mitral severa secundaria a prolapso sea más frecuente en hombres.

Barlow et al. demostraron que los chasquidos sistólicos intermedios y los soplos sistólicos tardíos se relacionaban con prolapso de la válvula¹⁷⁴.

Es un Síndrome clínico común que resulta de diversos mecanismos patógenos de una o más porciones del aparato de la válvula mitral, es decir las valvas, cuerdas tendinosas, músculo papilar o anillo¹⁷⁶, que origina un desplazamiento sistólico de una o ambas valvas hacia la aurícula izquierda por encima del plano del anillo mitral.

En la mayoría de los casos el PVM ocurre como enfermedad primaria, pero también se ha descrito asociado a enfermedades hereditarias del tejido conectivo, como el síndrome de Marfan, el síndrome de Ehler-Danlos, osteogénesis imperfecta, periarteritis nodosa, pseudoxantoma elástico, enfermedad de Von Willebrand, hipertiroidismo y algunas cardiopatías congénitas¹⁸¹.

Se observa proliferación mixomatosa de la válvula mitral, que generalmente afecta también al anillo. Histológicamente se objetiva una mayor cantidad de ácido mucopolisacárido a consecuencia de una anomalía del metabolismo de la colágena¹⁸¹. Aunque la mayoría

de los pacientes con prolapso muestran degeneración mixomatosa, los cambios inflamatorios también pueden contribuir al mismo.

Sólo en el 5 a 10% de pacientes con prolapso valvular la insuficiencia progresa a severa, permaneciendo la mayoría asintomáticos. Los mecanismos etiopatogénicos más frecuentes que llevan al desarrollo de insuficiencia mitral severa¹⁷⁶ son: la rotura cordal asociada a dilatación del anillo en el 58% de los casos, la dilatación del anillo sin rotura de cuerda en un 19% y la rotura de cuerda sin dilatación en otro 19%. La rotura de cuerda^{178, 179,180} se puede deber a anomalías del colágeno, a fibrosis o disfunción del músculo papilar o a endocarditis bacteriana. El riesgo de endocarditis bacteriana en pacientes con prolapso valvular está aumentado en aquellos con insuficiencia mitral asociada.

4.1.2. La cardiopatía reumática crónica, a diferencia del prolapso valvular es más frecuente en hombres que en mujeres¹⁸¹. Su prevalencia ha disminuido en los países desarrollados. Es consecuencia del acortamiento, rigidez, deformidad y retracción de una o ambas valvas, así como del acortamiento y fusión de las cuerdas tendinosas y músculos papilares¹⁸².

4.1.3. La fiebre reumática aguda¹⁸³ en niños en vías de desarrollo. La insuficiencia mitral suele ser secundaria a una combinación de prolapso de la valva anterior, alargamiento de las cuerdas y dilatación del anillo.

4.1.4. La endocarditis infecciosa¹⁸¹, en la fase aguda puede originar insuficiencia mitral por perforación de las valvas, o porque las vegetaciones impidan la coaptación; en la fase crónica la retracción valvular y de cuerdas tendinosas, en ocasiones con rotura de éstas, pueden dar lugar a insuficiencia mitral.

4.1.5. Traumatismo durante la valvuloplastia mitral percutánea con globo, o trauma torácico¹⁸¹.

4.1.6. Afectación valvular en el Lupus eritematoso sistémico, lesión de Libman-Sacks¹⁵⁶.

4.1.7. La miocardiopatía hipertrófica obstructiva (MHO), provoca un movimiento sistólico anterior excesivo del velo septal (SAM)^{184,185}. El SAM parece deberse al efecto Venturi y a la especial geometría del tracto de salida del ventrículo izquierdo. La insuficiencia mitral en este

caso es variable según las condiciones hemodinámicas de precarga, postcarga y contractilidad.

4.2. ANOMALÍAS DEL ANILLO.

4.2.1. *Secundarias a dilatación¹⁵⁶. Suele presentarse en cualquier cardiopatía con dilatación grave del ventrículo izquierdo(isquémica, miocarditis, alcohólica...) y en particular en la miocardiopatía dilatada.*

4.2.2. *Secundarias a calcificación¹⁸⁷. Es más común en mujeres que en varones. Se acelera con la edad¹⁸⁶, (de hecho es uno de los hallazgos cardiacos más comunes en necropsia), y también con la hipertensión arterial, estenosis aórtica, diabetes, insuficiencia renal con hiperparatiroidismo¹⁸¹.*

No es frecuente que origine repercusiones clínicas importantes, salvo cuando es grave, inmovilizando en estos casos la porción basal de las valvas, evitando su normal coaptación en sístole. Se puede asociar a calcificación de la válvula aórtica, que rara vez causa una estenosis significativa, y a calcificación del sistema de conducción¹⁵⁶.

4.3. ANOMALÍAS DE LAS CUERDAS TENDINOSAS.

Las anomalías de las cuerdas tendinosas pueden ser:

4.3.1. *Idiopáticas o primarias, las cuales son responsables de aproximadamente la mitad de los casos de rotura, predominando en varones, con una incidencia muy superior de las cuerdas tendíneas del velo posterior^{178, 179}.*

4.3.2. *Secundarias a degeneración mixomatosa: Síndrome de prolapso de la válvula mitral, siendo el alargamiento y rotura un criterio diagnóstico mayor de dicho síndrome¹⁹⁹, Síndrome de Marfan, Síndrome de Ehlers-Danlos. En estas cuerdas se objetiva mayor cantidad de ácido mucopolisacárido, debido a una anomalía del metabolismo de la colágena. La microscopía electrónica muestra distribución irregular, rotura y fragmentación de fibrillas de colágena¹⁸⁰.*

4.3.3. *Secundarias a otras causas como: traumáticas (valvuloplastia percutánea, traumatismo torácico), endocarditis infecciosa, fiebre*

reumática, dilatación ventricular izquierda, miocardiopatía hipertrófica obstructiva¹⁸¹.

Según el número de cuerdas que se rompen y la rapidez, el modo de presentación de la insuficiencia de la válvula mitral varía desde agudo, subagudo o crónico y el grado de leve a severo.

Carpentier et al clasificaron la IM en tres tipos basados en el movimiento cordal¹⁸⁸. Figura 3.

- Tipo I, movimiento normal de las cuerdas, son los casos en los que la insuficiencia mitral es secundaria a dilatación del anillo o del ventrículo izquierdo, como en la miocardiopatía dilatada.
- Tipo II, excesivo movimiento, en los casos de prolapso valvular.
- Tipo III, movimiento restringido durante la diástole (tipo IIIa) o durante la sístole (tipo IIIb) como en la cardiopatía reumática o en la cardiopatía isquémica con fibrosis del músculo papilar.

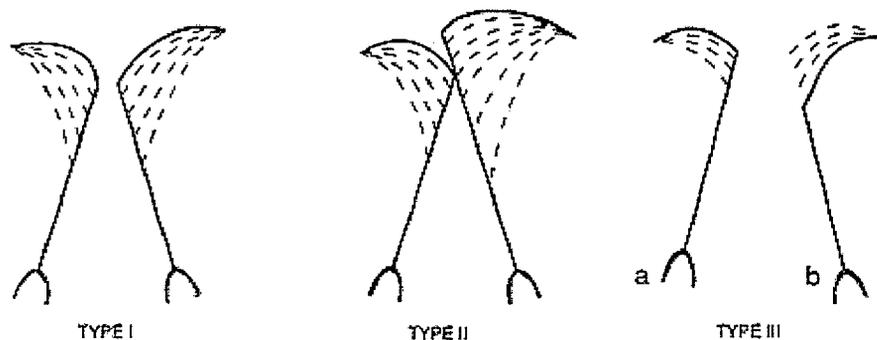


Figura 3. Clasificación del movimiento cordal según Carpentier. *J Thorac Cardiovasc Surg* 86: 323, 1983.

Es característico de la insuficiencia mitral por rotura de cuerdas la existencia del efecto “coanda”, es decir la excentricidad del jet, que se dirigirá hacia septo si la rotura compromete al velo posterior y viceversa^{45, 46}.

4.4. ANOMALÍAS DE LOS MÚSCULOS PAPILARES.

Varias son las posibles etiologías de estas anomalías²⁵:

4.4.1. Arteriopatía coronaria, es la causa más frecuente. El músculo posteromedial recibe irrigación de la rama descendente posterior de la arteria coronaria derecha, mientras que el músculo anterolateral tiene una doble irrigación por ramas diagonales de la arteria descendente anterior y por ramas marginales de la arteria obtusa marginal¹⁶⁵; es por ello por lo que es más frecuente la afectación isquémica del músculo papilar posteromedial. La insuficiencia mitral puede ser transitoria¹⁹⁰ por disfunción temporal de los músculos papilares en crisis anginosas, o persistente en casos de cicatrización de los músculos papilares como sucede en el infarto de miocardio.

La insuficiencia mitral es un hallazgo habitual en el contexto de los pacientes con IAM, el 16% de los pacientes del estudio TIMI I presentaban insuficiencia mitral angiográfica, incidencia que aumentaba hasta el 36% en el estudio TIMI II ¹⁸¹. Esta insuficiencia mitral asociada a infarto puede mejorar tras la realización de un angioplastia coronaria¹⁹². La insuficiencia mitral aguda grave por rotura de un músculo papilar es poco frecuente(1% de los infartos), sin cirugía urgente el 50 a 70 % de los pacientes fallece en las primeras 24 horas^{189, 191}. Su presentación suele ocurrir entre los 2 y 7 días después de un infarto como edema agudo de pulmón y shock cardiogénico, es posible que el soplo sea muy poco audible por igualamiento rápido de las presiones entre la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo.

4.4.2. Dilatación ventricular izquierda de cualquier etiología altera las relaciones espaciales entre los músculos y las cuerdas provocando una geometría anormal e insuficiencia mitral¹⁹³.

En pacientes con cicatrices de infarto de miocardio la insuficiencia mitral también puede ser causada por discinesia del miocardio ventricular de la base de los músculo papilares¹⁹⁴. Figura 4.

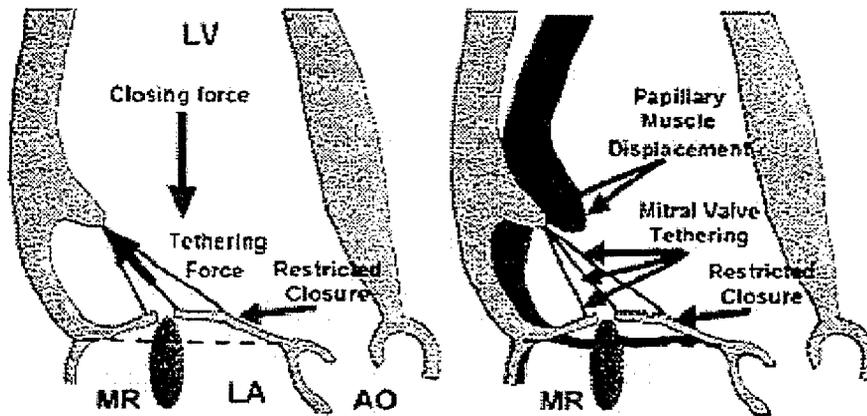


Figura 4. izquierda, balance normal de fuerzas entre velos valvulares, cuerdas y músculos papilares. Figura derecha, el desplazamiento del músculo papilar altera estas relaciones espaciales y da lugar a IM. *Circulation* 2000; 101: 2756.

4.4.3. Enfermedades por infiltración como amiloidosis o sarcoidosis¹⁸¹.

5.4.4. Traumatismo torácico¹⁸¹.

5. FISIOPATOLOGÍA.

La fisiopatología de la insuficiencia mitral difiere notablemente según el modo de presentación sea agudo o crónico. En la insuficiencia mitral crónica los cambios compensatorios en el ventrículo izquierdo, la aurícula izquierda y los vasos pulmonares, hacen que la sintomatología pueda estar ausente durante mucho tiempo. Sin embargo en el caso de una insuficiencia mitral aguda¹⁹⁵, secundaria a rotura de cuerda, isquemia miocárdica, traumatismo torácico o endocarditis infecciosa, el impacto de la sobrecarga aguda de volumen va a estar modulado por la complianza de la aurícula izquierda, desarrollándose pronto edema pulmonar si la aurícula es pequeña, con escasa complianza.

En la insuficiencia de la válvula mitral la impedancia al vaciado del ventrículo izquierdo está disminuida, porque el orificio mitral es paralelo al tracto de salida del ventrículo izquierdo¹⁹⁶.

El volumen regurgitante (VR) depende del tamaño instantáneo del orificio anormal y del gradiente de presión entre el ventrículo izquierdo y la aurícula izquierda.

- *El tamaño del orificio¹⁹⁸, en pacientes en los cuales el anillo no está calcificado ni rígido, se altera por muchas intervenciones, de modo que los aumentos de precarga y de postcarga causan aumento del ventrículo izquierdo y dilatación del orificio, y por el contrario los vasodilatadores, diuréticos e inotrópicos positivos pueden disminuirlo^{199, 200}.*

- *El gradiente de presión entre el ventrículo y la aurícula depende de la impedancia para el vaciado del ventrículo izquierdo¹⁹⁷, tanto a través de la válvula aórtica como del orificio regurgitante mitral:*

- *El aumento de la impedancia de vaciado a través de la válvula aórtica, como en el caso de estenosis valvular o el aumento de las resistencias vasculares periféricas, como en la hipertensión arterial, condicionan aumento del volumen regurgitante mitral.*

- *La impedancia de vaciado a través de la válvula mitral depende en gran medida de la distensibilidad de la aurícula izquierda, siendo dicha distensibilidad un determinante fundamental del cuadro hemodinámico y clínico de la insuficiencia mitral.*

Para entender la fisiopatología de la IM hay que tener en cuenta tres factores: la adaptación ventricular, la adaptación auricular y el grado de afectación de los vasos pulmonares.

5.1. LA ADAPTACIÓN VENTRICULAR.

Es diferente en las fases de insuficiencia mitral aguda, insuficiencia mitral crónica compensada e insuficiencia mitral crónica descompensada^{207,208}.

En el caso de IM aguda, se favorece la eyección ventricular, debido a que la precarga está aumentada por la sobrecarga de volumen, mientras que la postcarga permanece normal o disminuida. En términos de energía, la disminución de la impedancia ventricular izquierda, permite al ventrículo destinar una mayor proporción de energía al acortamiento de fibras musculares, sin desarrollar grandes incrementos de tensión de pared, y por tanto sin aumentar mucho el consumo de oxígeno¹⁹⁶. Esta disminución de postcarga y de stress parietal, hace que el ventrículo izquierdo pueda adaptar la sobrecarga de volumen regurgitante aumentando el volumen telediastólico final y reduciendo el volumen telesistólico, para mantener un adecuado gasto cardíaco. Por todo esto el volumen latido total (suma del anterógrado y del retrógrado), se ve aumentado, aunque el volumen latido anterógrado puede verse reducido en función de la proporción que regurgita a la aurícula izquierda. La fracción de eyección también se ve aumentada.

Según progresa la insuficiencia valvular se produce una fase de IM crónica compensada^{201, 202}, en la cual el mantenimiento del aumento del volumen telediastólico conlleva dilatación y remodelado ventricular, produciéndose una hipertrofia excéntrica²⁰³. Esto hace que aumente el stress parietal y por tanto la postcarga (que en la IM aguda estaba disminuida) hasta cifras normales o superiores. Como consecuencia del aumento de postcarga se produce un incremento en el volumen telesistólico²⁰⁴, siendo éste parámetro de gran importancia pronóstica. La fracción de eyección en esta fase todavía permanece normal.

Después de una fase de compensación que puede durar largos periodos de tiempo se llega a la fase de IM crónica descompensada^{205, 206}. El ventrículo ya no es capaz de manejar la sobrecarga severa de volumen produciéndose cada vez más dilatación ventricular, más hipertrofia excéntrica, aumentando el stress parietal, aumentando el volumen telesistólico y finalmente reduciendo la función contráctil. Aunque la fracción de eyección (FE) pueda permanecer en rango normal o levemente disminuido está magnificada por el aumento de precarga, valores moderadamente reducidos de FE, en torno al 40%

significan por ello disfunción sistólica avanzada en el caso de la insuficiencia valvular mitral. La figura 5 resume estos estadios.

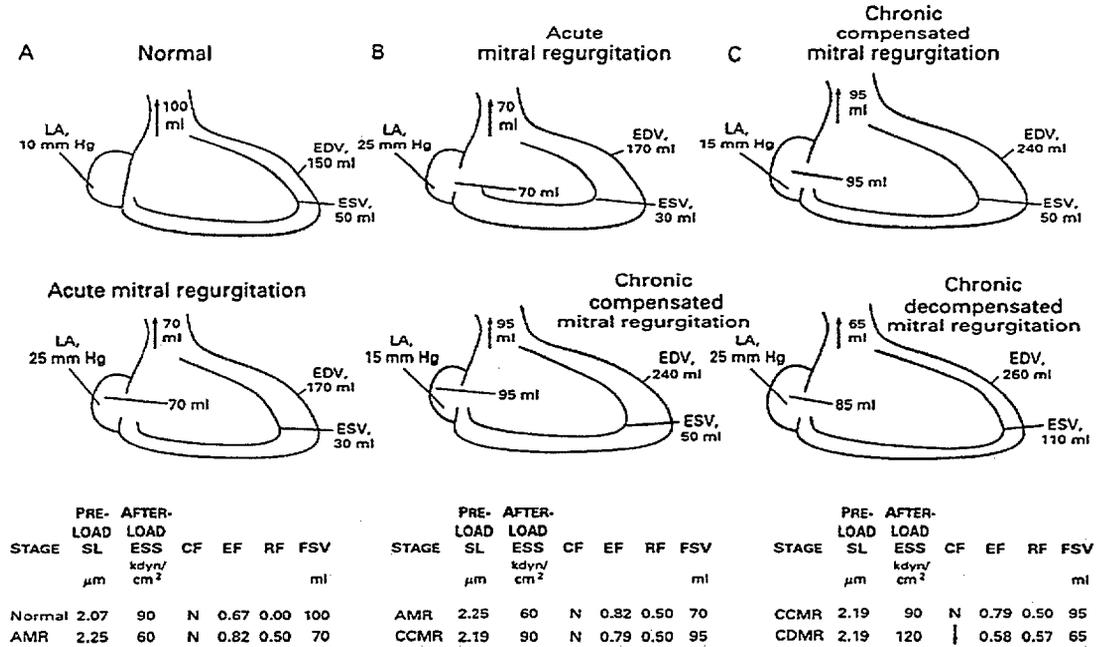


Figura 5. Estadios fisiopatológicos de la insuficiencia mitral. Mod Concepts Cardiovasc Dis 1998; 57:53.

- A. Transición de fisiología normal a IM aguda, la sobrecarga de volumen produce un incremento del volumen telediastólico (EDV) de 150 a 170 ml. La postcarga está disminuida, por lo que disminuye el volumen telesistólico (ESV) de 50 a 30 ml. La FE está aumentada, pero como el 50% del volumen regurgita a la AI el volumen latido anterógrado (FSV) se reduce de 100 a 70 ml. El aumento de volumen a la AI hace que aumente la presión de normal a 25 mm Hg.
- B. Transición de IM aguda a IM crónica compensada. El desarrollo de hipertrofia excéntrica ha incrementado el volumen de 170 a 240 ml. La hipertrofia excéntrica aumenta el stress parietal y la postcarga, por lo que el volumen sistólico final vuelve a la normalidad. La dilatación auricular izquierda permite mantener la presión AI en 15mm Hg. La FE está aumentada.
- C. Transición hacia IM crónica descompensada. El VI disminuye la contractilidad, y el volumen sistólico final aumenta de 50 a 110 ml. El volumen latido anterógrado disminuye, a pesar de todo, las condiciones de precarga permiten mantener una FE del 58%.

5.2. LA ADAPTACIÓN AURICULAR.

La distensibilidad auricular es un factor importante en la presentación clínica de la insuficiencia valvular mitral.

Distensibilidad normal o reducida²¹⁰, ocurre en los casos de insuficiencia mitral aguda por rotura de cuerdas, infarto de un músculo papilar o perforación de una de las valvas a consecuencia de endocarditis o traumatismos produce en una notable elevación de la presión auricular izquierda, con aumento de la onda v, lo cual se refleja de modo retrógrado en los vasos pulmonares y en las cavidades derechas. El tamaño auricular izquierdo es prácticamente normal.

Distensibilidad aumentada²⁰⁹, se produce en los casos de insuficiencia mitral crónica, en los que hay una notable dilatación de la aurícula izquierda, lo que hace que acomode la sobrecarga de volumen con escaso incremento de la presión auricular.

5.3. CAMBIOS PULMONARES.

En los pacientes con insuficiencia mitral aguda, con distensibilidad auricular normal o reducida, se produce un incremento rápido de la presión auricular izquierda, una elevación de la resistencia vascular pulmonar y edema pulmonar ²¹⁰.

En los pacientes con insuficiencia mitral crónica, el aumento de la distensibilidad auricular hace que no se produzcan grandes elevaciones de la presión auricular izquierda ni de la resistencia vascular pulmonar ²⁰⁹, a diferencia de pacientes con estenosis mitral, por lo que el desarrollo de edema pulmonar es menos frecuente.

6. DIAGNÓSTICO ECOCARDIOGRÁFICO.

La Ecocardiografía-Doppler se posiciona como la técnica de elección en la valoración de la IM. Es una herramienta extraordinariamente sensible para la detección de la insuficiencia valvular mitral, de hecho, se puede ver IM trivial en el 20 a 40 % de personas con corazones estructuralmente sanos^{36, 37}. Integra tanto la valoración de la anatomía valvular, como del grado de severidad de la regurgitación y permite además valorar los parámetros de función ventricular.

En el año 2003 los expertos de las Sociedades Americana y Europea de ecocardiografía establecieron unas guías para evaluar la severidad de las insuficiencias valvulares¹³.

6.1. ECOCARDIOGRAFÍA MODO M.

Existen una serie de signos directos en modo M para el diagnóstico de IM³⁸ como: desplazamiento posterior sistólico mitral en el PVM, aumento de la amplitud D-E y de la pendiente E-F, morfología en sky de la valva anterior, separación de los ecos de las valvas en sístole; y de signos indirectos como: dilatación de la aurícula izquierda, dilatación del ventrículo izquierdo, movimiento hiperdinámico del septo interauricular, expansión sistólica de la pared posterior de la aurícula izquierda. En la actualidad su utilidad es muy limitada, dada su baja sensibilidad y especificidad.

6.2. ECOCARDIOGRAFÍA BIDIMENSIONAL (Eco 2D).

Proporciona una información de gran trascendencia.

Permite evaluar la anatomía de todas las estructuras de la válvula mitral: velos valvulares, anillo, cuerdas tendinosas, músculos papilares, lo cual es de gran trascendencia en el diagnóstico etiológico. Calcificaciones, vegetaciones, prolapsos, roturas de cuerdas o músculos papilares pueden ser visualizadas. Fotos 1 y 2.

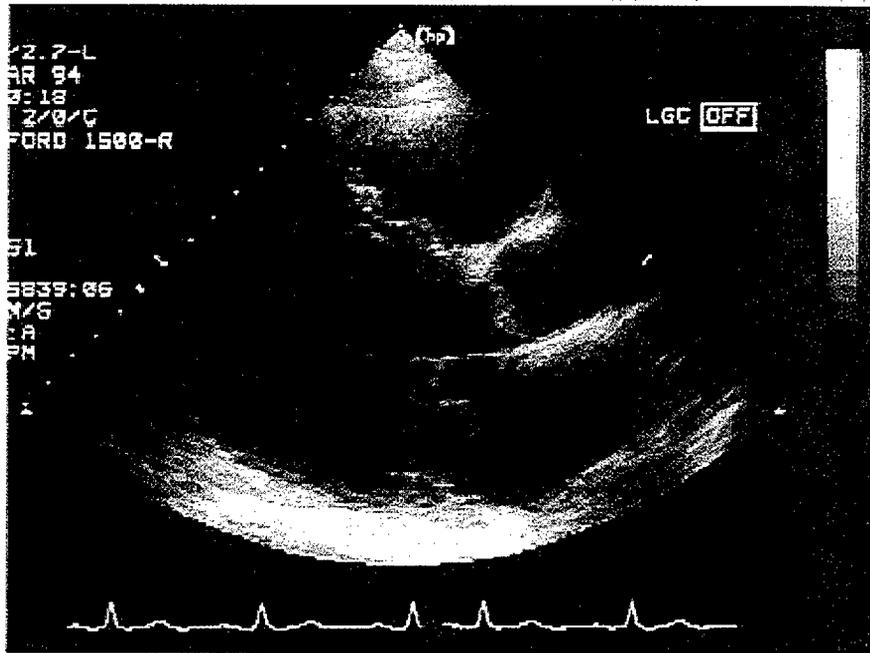


Foto 1. Prolapso del velo posterior de la válvula mitral

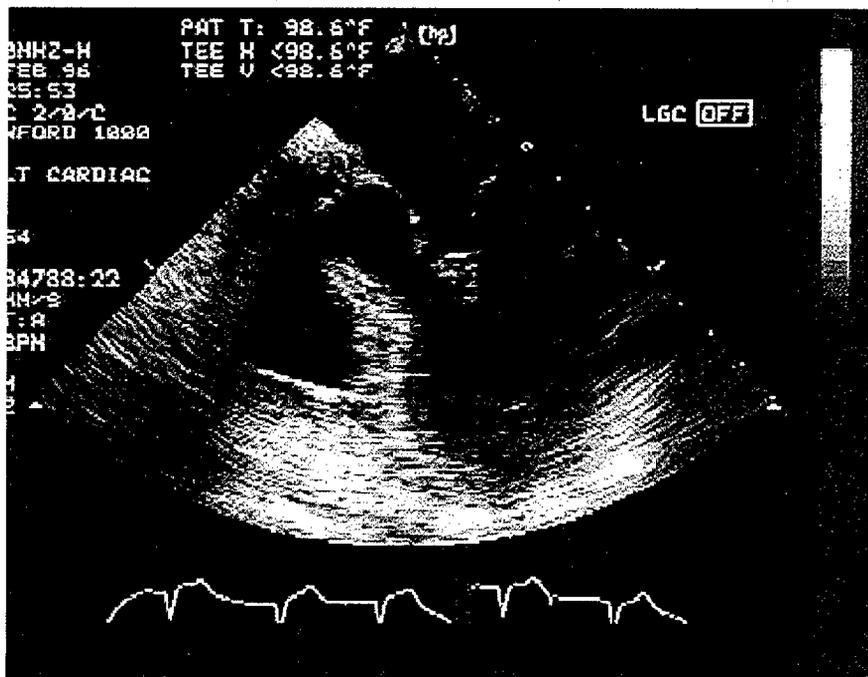


Foto 2. Rotura músculo papilar

Permite objetivar la anatomía valvular para determinar si es susceptible de reparación o de sustitución⁴⁰.

Además añade información sobre la morfología, tamaño y función sistólica ventricular izquierda y sobre el tamaño de la aurícula izquierda. El tamaño diastólico normal del ventrículo izquierdo obtenido desde el eje paraesternal es menor o igual a $2.8\text{cm}/\text{m}^2$, y de la aurícula izquierda menor o igual de $2\text{cm}/\text{m}^2$ ¹³.

Esto permite establecer el modo de presentación de la insuficiencia valvular. En el caso de IM aguda el tamaño auricular y ventricular izquierdo son normales y la función sistólica esta mantenida³⁹. En la IM crónica se produce un remodelado auricular dilatándose dicha cavidad, y ventricular, la sobrecarga de volumen produce en el ventrículo izquierdo en etapas precoces una contractilidad hiperdinámica con un volumen telesistólico pequeño en relación al telediastólico, pero en etapas avanzadas, esta sobrecarga lleva a la disfunción ventricular, siendo el volumen telesistólico un marcador muy sensible de ésta³⁸. Hay que tener en cuenta que el remodelado cardiaco no es específico de regurgitación, pues también ocurre en otras patologías como la cardiopatía isquémica o la miocardiopatía dilatada, pero su ausencia en presencia de IM, hace pensar en un grado no severo¹³.

6.3. MÉTODOS SEMICUANTITATIVOS.

6.3.1. ÁREA COLOR REGURGITANTE (ACR).

Es un método ampliamente usado, fácil y rápido. Se asume que el área del chorro de IM visualizado por Doppler color es proporcional al volumen regurgitante que pasa a través de la válvula insuficiente. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la imagen del chorro por Doppler color no es más que un mapa de velocidades, cuya extensión refleja la velocidad del flujo regurgitante en un instante, y no la cantidad de volumen regurgitante⁴¹. Foto 3.

Aunque que el ACR y el grado de regurgitación angiográfica no son extrapolables, su relación ha sido validada en varios estudios^{42, 43}. Los estudios clínicos indican que el área color obtenida desde múltiples planos, se correlaciona mejor con la severidad angiográfica que la profundidad del jet⁴⁴.

La corrección del área por el tamaño de la aurícula izquierda aporta más exactitud; Helmcke⁴⁴ demostró que áreas del jet de <20%, 20-40% y >40% del área de la aurícula izquierda se relacionaban con los grados leve, moderado y severo de regurgitación respectivamente, pero estos valores deben tomarse con precaución, pues el área de la aurícula izquierda está íntimamente relacionada con la presión y la complianza auricular izquierda, las cuales asimismo afectan al área del jet.

La medición del área color regurgitante presenta muchas limitaciones, puesto que se ve influenciada por numerosos factores:

- *Excentricidad del jet que se proyecta perpendicular a la pared, el llamado efecto Coanda, en vez de expandirse libremente por la cavidad auricular. Estos jet excéntricos, tienen en planos convencionales, áreas de color más pequeñas que los jet centrales, para igualdad de volúmenes regurgitantes^{45, 46}. Foto 5.*

- *Características del Ecocardiógrafo, tales como ganancia 2D, ganancia color, filtros de pared, frecuencia del transductor, frecuencia de repetición de pulso...*

- *Factores hemodinámicos como la complianza de la aurícula izquierda, la presión de la aurícula izquierda, la función sistólica ventricular izquierda, la presión ventricular izquierda, el tamaño y forma del orificio regurgitante⁴⁷. Así en situaciones que aumenten la presión ventricular izquierda, como la hipertensión o estenosis aórtica, aumenta la velocidad del jet regurgitante, que ocupará un área mayor de la esperada para ese grado de regurgitación; y por el contrario, en pacientes con IM aguda severa, el área color del jet es relativamente pequeña debido a la falta de complianza y a la alta presión de la aurícula izquierda.*

- *Posición del transductor, alineación con el jet de regurgitación.*

Por todo ello el área color regurgitante se puede usar como "screening", es rápido, sencillo y bastante orientativo en los jet centrales. Foto 4.

Los parámetros de corte de las guías de Ecocardiografía¹³ para el área color regurgitante son: IM leve para áreas <2cm² o <20% del área de la aurícula izquierda, IM moderada para áreas entre 2 y 10cm² o entre el 20 y el 40% del área AI y severa si >10 cm² o >40% del área AI.

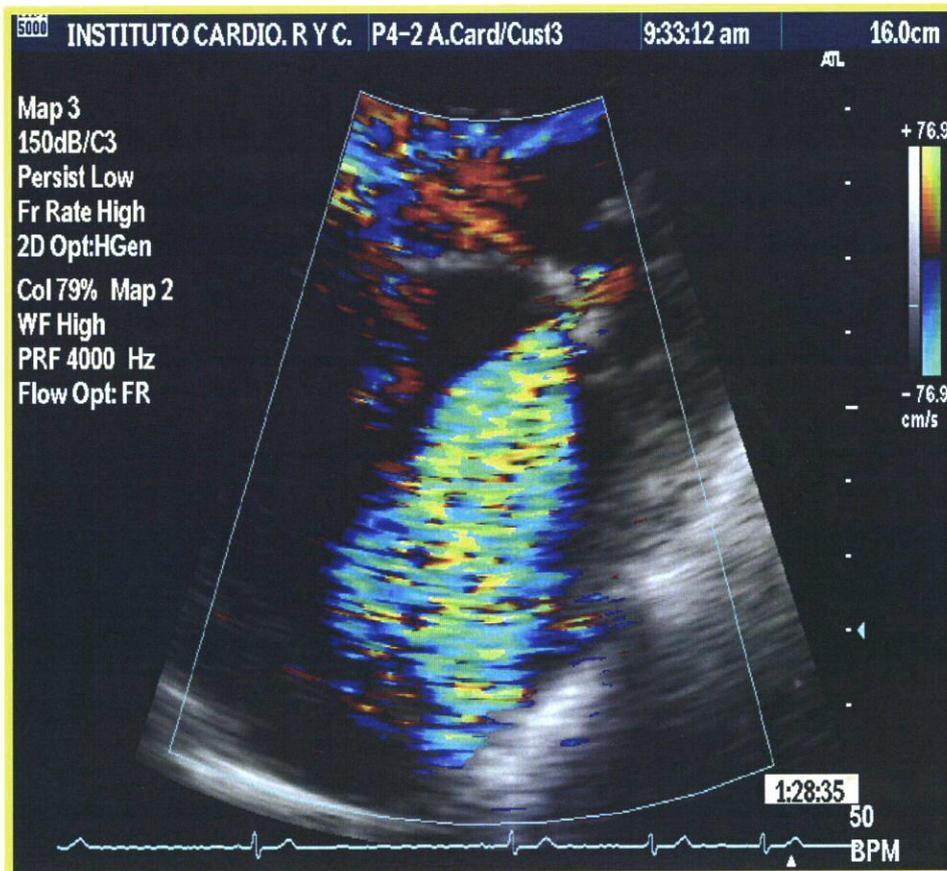


Foto 3. Jet regurgitante en la aurícula izquierda.

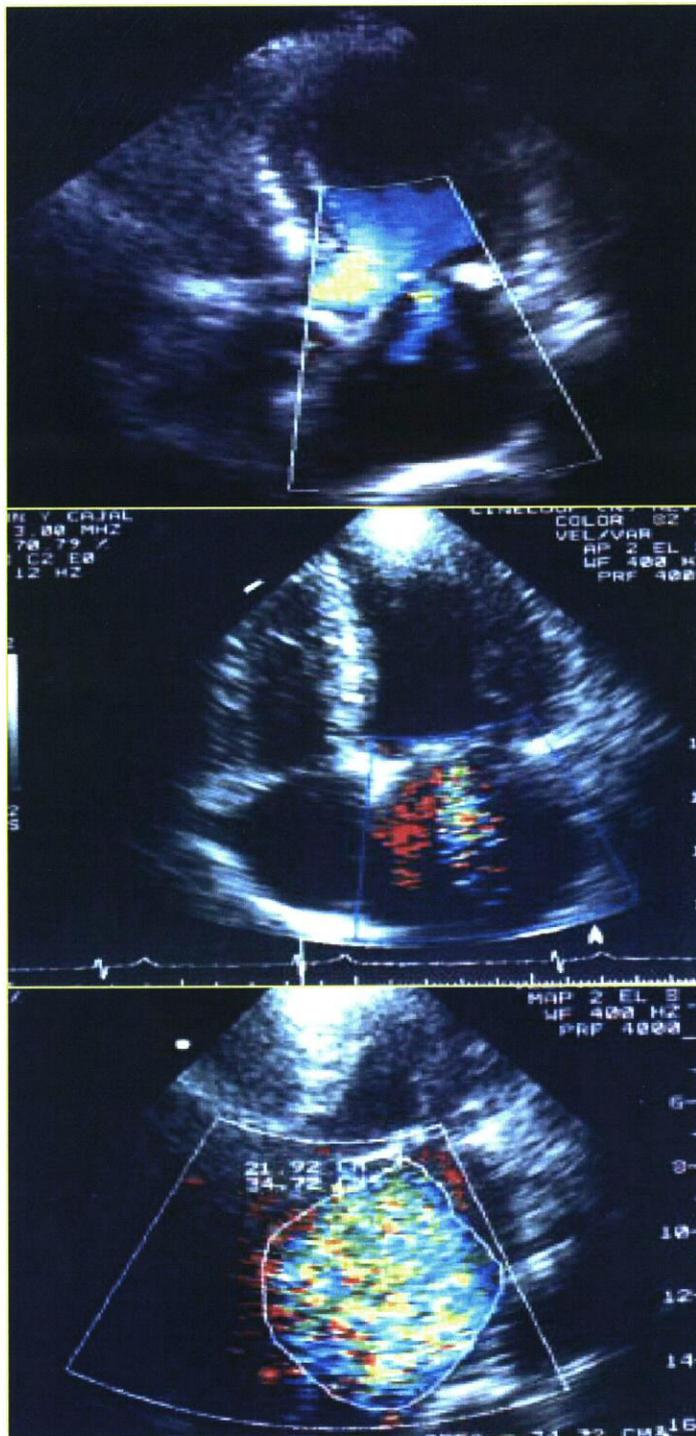


Foto 4. El área color regurgitante es un método de aproximación rápida al grado de severidad de la IM, como se puede ver en estos tres ejemplos.

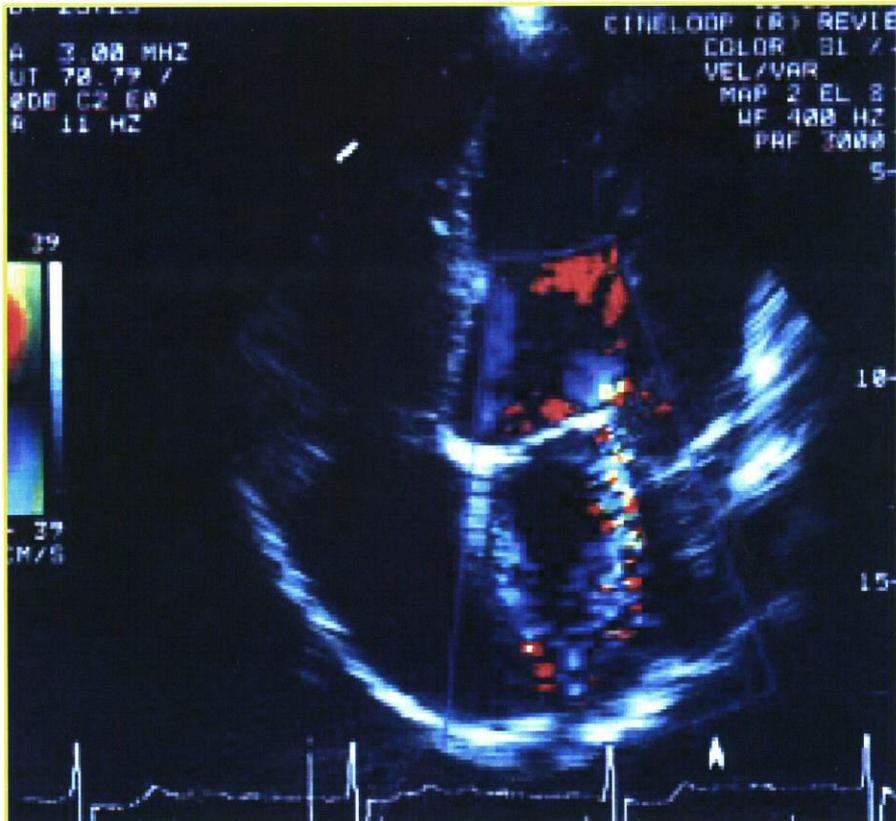


Foto 5. Limitación del área color. En la foto se visualiza un jet excéntrico, con área color pequeña que rodea la aurícula izquierda, pero asimismo se puede ver claramente el flujo de convergencia proximal, siendo el límite de Nyquist de 39 cm/s, lo que hace pensar que la severidad de la IM es mayor.

6.3.2. DOPPLER ESPECTRAL PULSADO O CONTINUO.

En la mayoría de los pacientes la velocidad máxima por Doppler continuo suele estar entre 4 y 6 m/sg, debido a los altos gradientes de presión sistólica entre el ventrículo y la aurícula izquierda, la velocidad en sí no aporta información acerca de la severidad de la IM¹³. Sin embargo la duración de la señal espectral por Doppler continuo en relación con tiempo sistólico y su intensidad, comparada con la del flujo diastólico del llenado mitral mediante Doppler continuo, permite una gradación de la gravedad de la insuficiencia⁴⁸. La intensidad de la señal Doppler es proporcional al número de hematíes en el torrente, lesiones severas con altos volúmenes regurgitantes, generalmente producen alta intensidad de señal. En jet excéntricos puede ser difícil registrar la totalidad del contorno de la señal.

El Doppler pulsado a nivel de la válvula mitral es usado comúnmente para evaluar la función diastólica ventricular izquierda. Pacientes con IM severa, generalmente muestran un patrón de llenado mitral con onda E predominante, debido al incremento de flujo diastólico a través de la válvula mitral. Este signo es muy poco específico, varía con la edad y con diferentes condiciones hemodinámicas tanto auriculares como ventriculares.

Las guías¹³ establecen la siguiente gradación para estos parámetros. Tabla 1.

	<i>IM Leve</i>	<i>IM Moderada</i>	<i>IM Severa</i>
<i>Doppler pulsado</i>	<i>A predominante</i>	<i>Variable</i>	<i>E predominante</i>
<i>Doppler continuo</i>			
- <i>CW contorno</i>	<i>Parabólico</i>	<i>+ Frec. parabólico</i>	<i>Triangular</i>
- <i>CW densidad</i>	<i>Incompleta</i>	<i>densa</i>	<i>densa</i>

Tabla 1. Grados de severidad de la insuficiencia mitral, en función de las características de la curva Doppler pulsado y continuo.

6.3.3. FLUJO DE VENAS PULMONARES (FVP).

El examen del flujo de las venas pulmonares mediante Doppler pulsado puede ser útil en determinar la severidad de la IM^{49, 50}; se obtiene colocando la muestra de volumen 1 a 2 cm dentro del orificio de las venas pulmonares.

El flujo pulmonar normal se caracteriza por una morfología tri o cuadrifásica, consistente en una primera onda sistólica (S1), un segunda onda sistólica (S2), una onda diastólica inicial (D) y un cuarto componente de flujo pulmonar diastólico invertido (AR)^{51,52}. S1 se corresponde con los intervalos "a" a "c" y "c" a "x" en la onda de presión auricular izquierda, S2 ocurre entre el nadir "x" y el pico "v", hay una correlación directa entre la onda E del llenado mitral y la onda D del FVP^{51,53}. Foto 6.

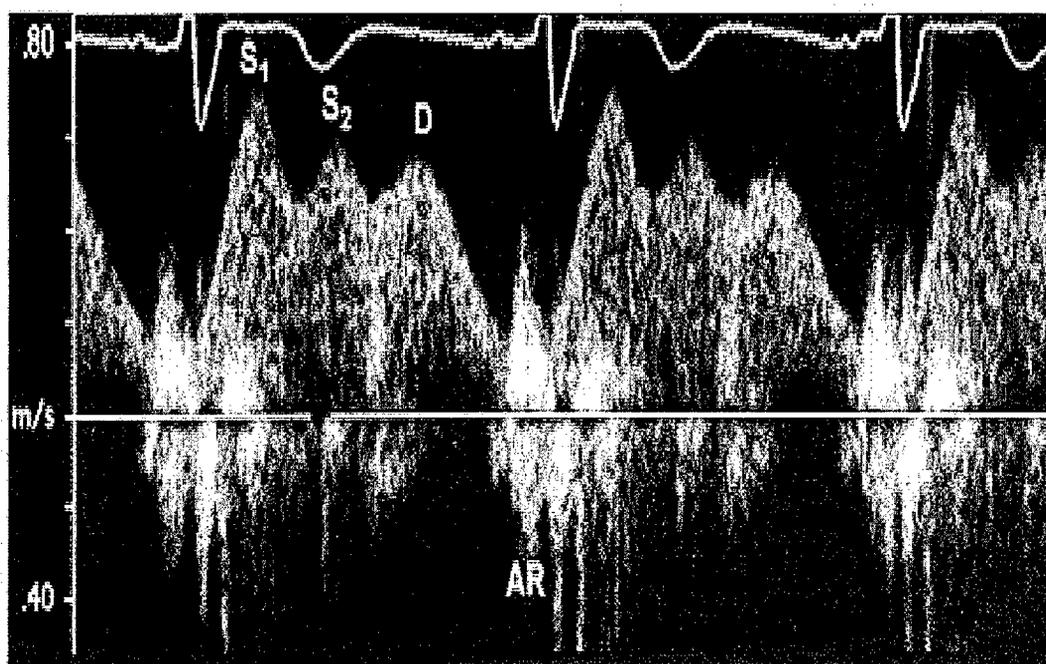


Foto 6. Morfología del flujo normal de las venas pulmonares.

Según progresa el grado de insuficiencia mitral se objetiva una disminución de la velocidad sistólica S2, causando en inicio abolición del flujo sistólico y más tarde inversión del mismo^{54, 55,56}, objetivándose asimismo aumento de la velocidad D⁵⁶. Fotos 7 y 8. Existe una gradación cualitativa entre la severidad de la insuficiencia mitral y el flujo de venas pulmonares (figura 6); los grados 1 y 2 de IM presenta un FVP normal, mientras que los grados 3 y 4 presentan con mayor frecuencia un flujo sistólico abolido o invertido (AR)⁵⁶. El flujo sistólico invertido se ve en el 93% de los pacientes con IM grado 4⁵⁶

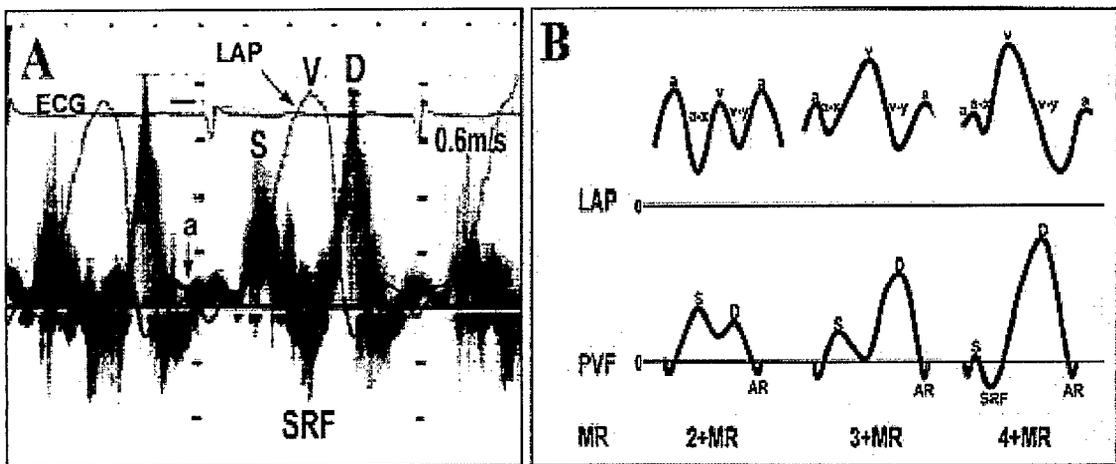


Figura 6. Características morfológicas del flujo de venas pulmonares según los grados de severidad de la insuficiencia mitral. *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 41, Issue 8, 16 April 2003, Pages 1243-1250. MR, regurgitación mitral.

La sensibilidad y especificidad del flujo sistólico invertido para IM severa es del 90 al 100% según Castello et al⁵⁴, y del 82 y 100% respectivamente según Kamp et al⁴⁹. La regurgitación mitral es la causa más frecuente de aumento de la onda "v"⁵⁸, y tanto la onda "v" como el volumen regurgitante muestran una correlación importante con la inversión del flujo sistólico pulmonar⁵⁰ y con los cambios de velocidad en la onda D⁶⁰.

El flujo de venas pulmonares presenta importantes limitaciones:

- *Hay un gran número de factores hemodinámicos que afectan al FVP entre los que se incluyen la edad, la precarga, la función ventricular, la conducción auriculoventricular (AV) y la frecuencia cardiaca. La edad influye en la morfología del flujo de venas pulmonares y se han publicado los valores normales según la edad con un intervalo de confianza del 95%^{66,71}. Los cambios en la precarga pueden afectar por los mecanismos de Frank-Starling a los componentes S2 y AR⁶⁷. Hay una buena correlación entre S2 y la presión auricular en los pacientes con función sistólica conservada, pero no en los que tienen disfunción ventricular izquierda ^{68,69,70}. Por todo esto en patologías comúnmente asociadas a la insuficiencia valvular mitral, como es la estenosis mitral, el FVP no guarda una buena relación con la severidad⁶².*
- *Pacientes en fibrilación auricular o tras una cardioversión eléctrica reciente muestran una disminución de la velocidad S2 y un aumento de la velocidad D^{60, 61}, no pudiendo usar por lo tanto estos parámetros para estimar la severidad de la IM.*
- *Jet excéntricos pueden penetrar selectivamente en algunas de las venas pulmonares, mostrando patrones discordantes de FVP⁶³.*
- *El FVP aporta una información dicotómica sobre la repercusión hemodinámica de la IM, pero no mide la severidad volumétrica de la misma⁴⁹.*

Las guías establecen que a pesar de estas limitaciones, la inversión del componente sistólico (AR) es un marcador altamente específico de IM severa, mientras que el FVP normal es muy útil para confirmar IM leve o moderada, el flujo sistólico abolido debe de ser interpretado con precaución ^{13,64,65}.

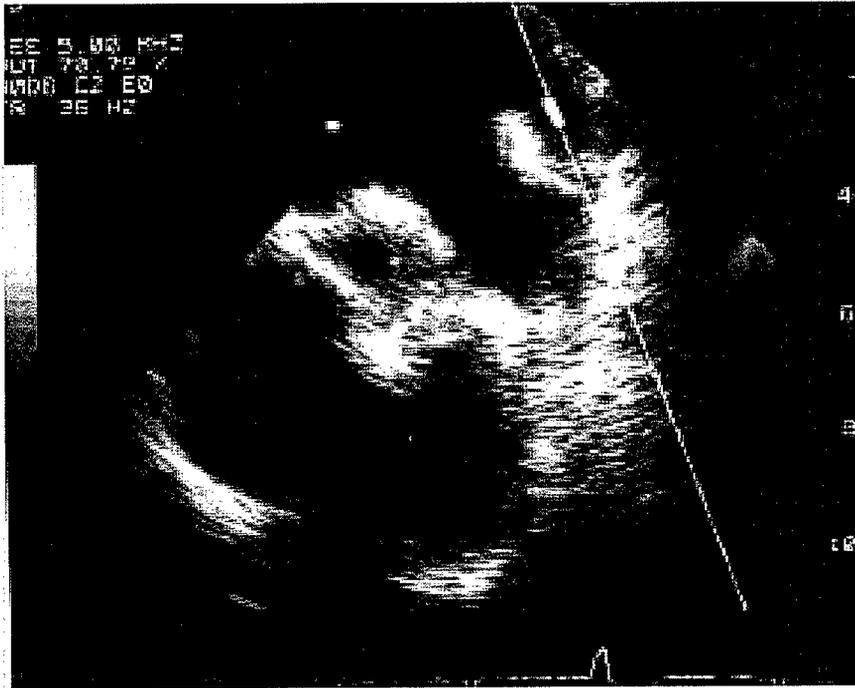


Foto 7.

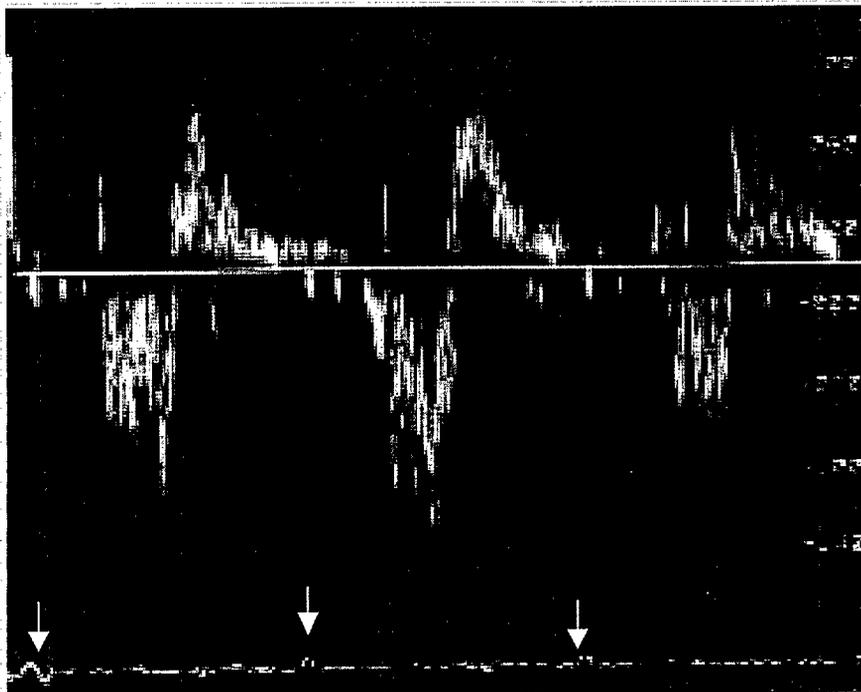


Foto 8.

Fotos 7 y 8. Posicionamiento del Doppler pulsado en la vena pulmonar para la obtención del FVP (foto 7). Inversión del componente sistólico del FVP, indicativo de severidad, (foto 8).

6.3.4. VENA CONTRACTA (VC).

La vena contracta es la parte más estrecha o cuello de un jet regurgitante, lo cual ocurre a nivel del orificio regurgitante⁴¹. El flujo en esta región es de alta velocidad, y se organiza en una serie de líneas paralelas de flujo^{13, 41}. Figura 7.

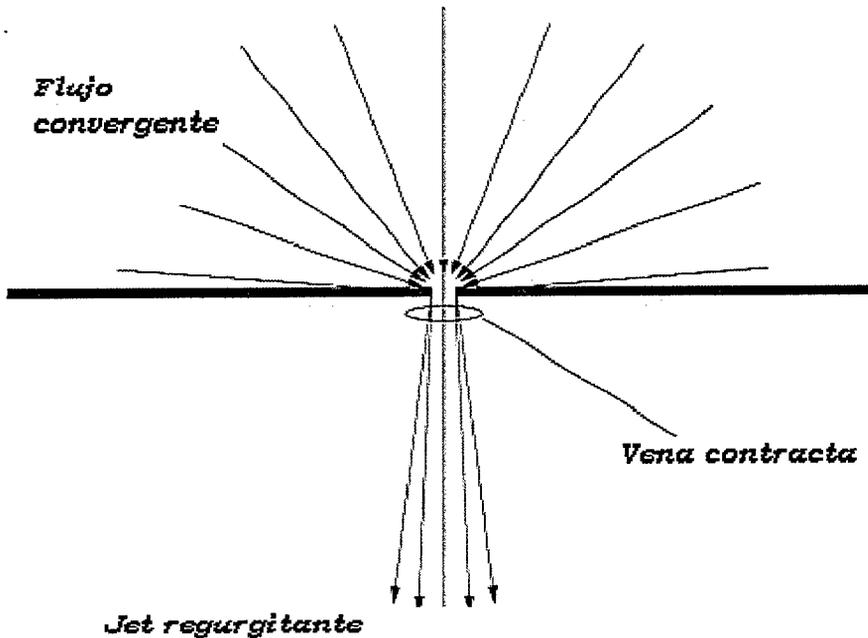


Figura 7. Visualización conceptual de la vena contracta.

Distal a la VC el flujo se hace progresivamente más turbulento y desorganizado, produciéndose la expansión del jet en la AI.

Para una adecuada medición de la vena contracta la mejor proyección sería el eje paraesternal corto, pero se ha comprobado la dificultad de la medida en esta proyección²¹², no obstante también se ha establecido una adecuada correlación entre el ancho de la VC obtenido desde el eje paraesternal largo y desde la proyección apical y el medido orificio regurgitante efectivo por Doppler cuantitativo⁷⁴. Asimismo para una adecuada medición se aconseja usar el zoom y posicionar el sector de color con la menor anchura y profundidad posible para optimizar la resolución lateral y temporal¹³. En las siguientes fotos (9 y 10) se visualiza la vena contracta.

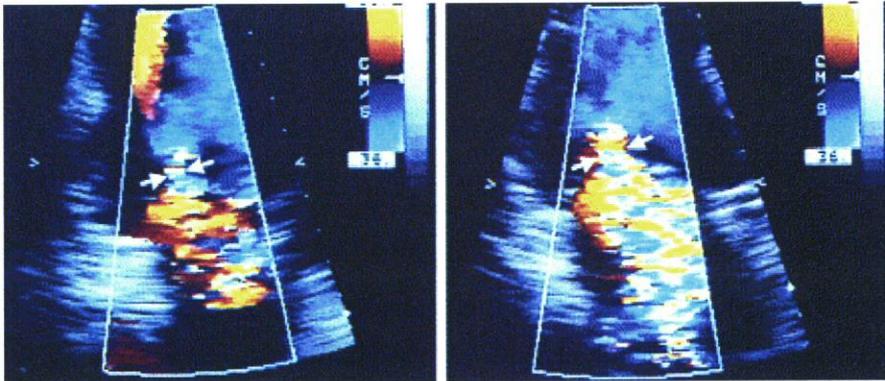


Foto 9. Visualización de la vena contracta por Eco transtorácico desde la proyección apical.

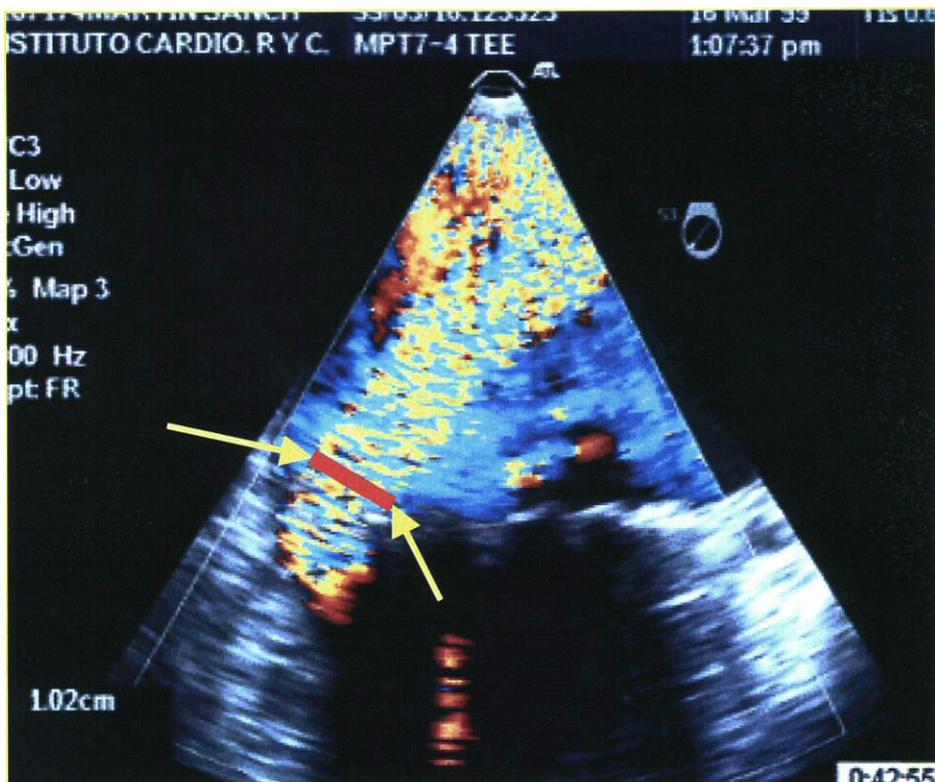


Foto 10. Visualización de la vena contracta por Eco transesofágico

Teóricamente el área seccional de la vena contracta debe estar en proporción directa al orificio regurgitante efectivo, esto ha sido confirmado en varios estudios^{72, 74}, incluso en caso de jet excéntricos⁷⁵. Sin embargo la medición de la vena contracta tiene varias limitaciones:

- El uso de una medida unidimensional, vena contracta, para cuantificar una estructura bidimensional, orificio regurgitante efectivo. Además el orificio regurgitante puede ser de forma compleja y no siempre circular. Por ello se aconseja medir la vena contracta en diferentes planos⁷³.*
- Dependiendo de la etiología de la insuficiencia mitral el orificio regurgitante efectivo puede ser fijo o dinámico, en este último caso la vena contracta no es absolutamente independiente a las variaciones de postcarga⁷⁶.*
- Las medidas de la vena contracta en la dirección del plano axial de la imagen (vista paraesternal en la insuficiencia mitral) son más exactas que aquellas realizadas en el plano lateral (vista apical en el caso de la insuficiencia mitral). La resolución axial se relaciona con la longitud de onda y la duración del pulso, y es superior a la resolución lateral, que depende de la separación entre las “scan lines” y la anchura de onda. Este efecto se magnifica cuanto mayor sea la profundidad de la imagen por mayor separación de las “scan lines”⁴¹. Recientemente se ha publicado la medición de la vena contracta por un nuevo sistema de ultrasonido que escanea múltiples líneas a la vez, solucionando así el problema de la resolución axial versus la lateral⁷⁷. La foto 11 muestra la adquisición de la vena contracta por esta técnica.*
- Debido a la pequeña dimensión de la VC (generalmente menor de 1cm), pequeños errores en su medida se ven magnificados, pudiendo dar lugar a clasificaciones erróneas en la severidad¹³.*

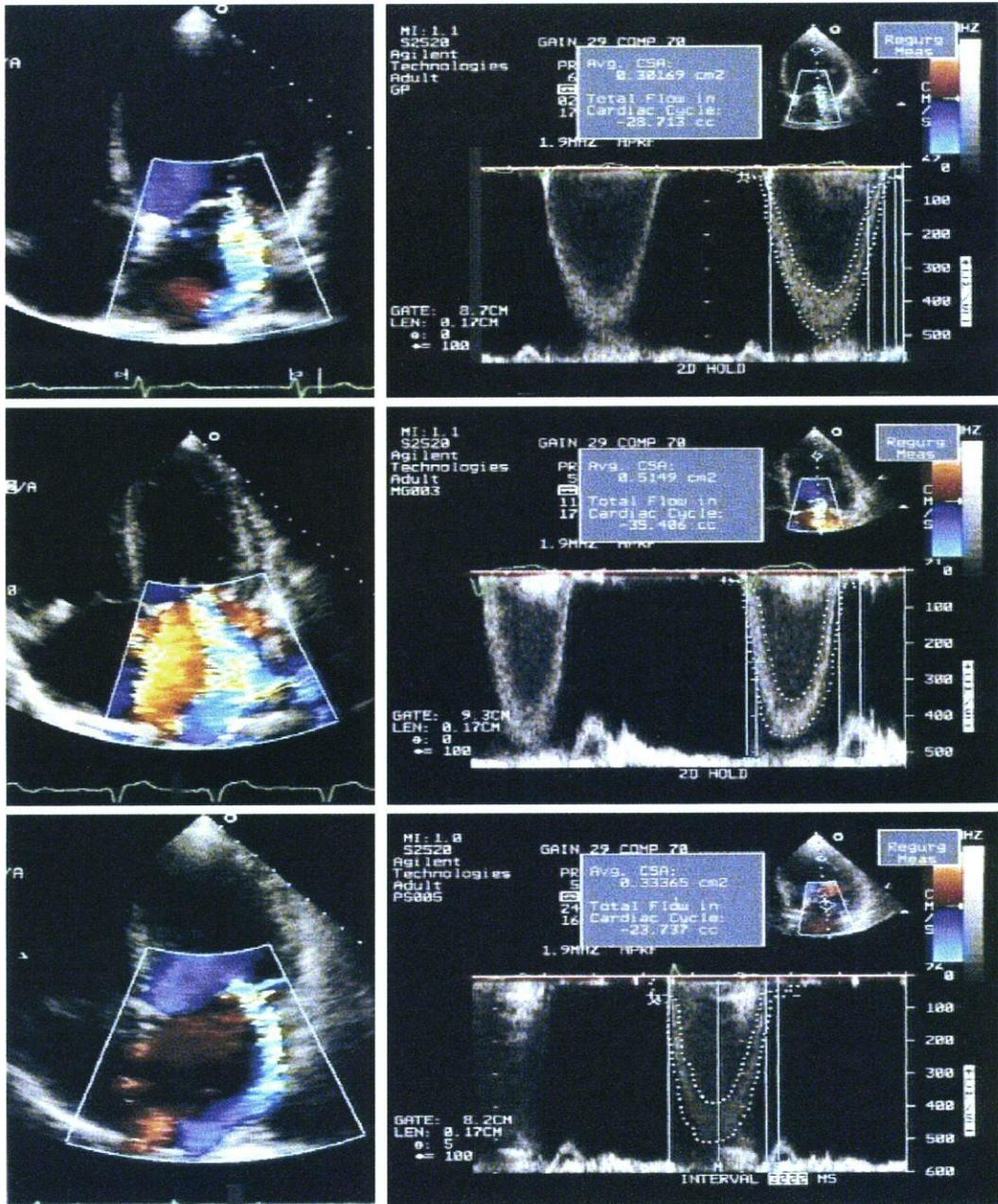


Foto 11. Adquisición de imágenes de la vena contracta por “broad-beam spectral Doppler method—maximal velocities”. Foto superior, paciente con miocardiopatía dilatada y disfunción sistólica severa presenta una regurgitación moderada; foto intermedia, paciente en diálisis con regurgitación severa; foto inferior, paciente con cardiopatía isquémica con jet excéntrico de regurgitación de grado moderado. *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 45, Issue 5, 1 March 2005, Pages 770-779.

A pesar de estas limitaciones las guías¹³ establecen la vena contracta como un método sencillo y bueno para la gradación de la severidad de la IM, y dan los siguientes valores de corte. Tabla 2.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>	<i>IM SEVERA</i>
<i>VC (cm)</i>	<i>< 0,3</i>	<i>0,3-0,69</i>	<i>≥ 0,7</i>

Tabla 2. Valores de corte de severidad de la vena contracta según las guías¹³.

6.4. MÉTODOS CUANTITATIVOS.

Estos métodos miden el orificio regurgitante efectivo (ORE), el volumen regurgitante (VR) y la fracción regurgitante. Se pueden obtener mediante Doppler cuantitativo o mediante el Flujo de Convergencia Proximal (Proximal Isovelocity Surface Area o PISA).

- El VR es el volumen regurgitante a través de la válvula mitral en cada sístole.
- El ORE, medido por Doppler cuantitativo, es el área efectiva para el flujo regurgitante promediada en una sístole. El ORE, medido por el método PISA, es el área efectiva para el flujo regurgitante instantáneo.
- La fracción regurgitante, FR, es el porcentaje de volumen regurgitante respecto al volumen total de llenado mitral.

El volumen regurgitante se puede utilizar en estudios seriados en un mismo paciente, pero como parámetro individual hay que tener en cuenta que está muy influenciado por variables hemodinámicas y por el tamaño de la cavidad, por lo que el orificio regurgitante efectivo es el parámetro de elección¹³.

6.4.1. FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL (FCP). MÉTODO PISA.

El FCP se basa en que la aceleración del flujo proximal al orificio regurgitante se produce en forma de hemiesferas concéntricas que representan contornos de isovelocidad⁷⁸. De acuerdo con el principio de conservación de la masa, el flujo que pasa a través de estas hemiesferas es igual al flujo que pasa a través del orificio regurgitante. A medida que dichas hemiesferas se aproximan al orificio regurgitante aumenta su velocidad y disminuye su área.

Si se utiliza el Doppler color para visualizar estas hemiesferas, se objetiva que se produce un cambio brusco de color cuando la velocidad del flujo supera la velocidad de aliasing, para un determinado límite de Nyquist, el radio de la hemiesfera viene dado por la distancia al orificio regurgitante.

El flujo instantáneo o flujo de convergencia proximal se puede obtener multiplicando el área de la hemiesfera por la velocidad de aliasing (v). Este FCP será igual al flujo a nivel del orificio, que a su vez se obtiene multiplicando el área de orificio regurgitante (ORE) por la velocidad máxima a nivel del orificio (V_{max}), obtenida por Doppler continuo.

FLUJO DE CONVERGENCIA= FLUJO ORIFICIO

$$2\pi r^2 \times V = ORE \times V_{max}$$

De donde se deduce:

$$ORE = \frac{2\pi r^2 \times V}{V_{max}}$$

El VR es igual al ORE multiplicado por VTI del jet regurgitante (integral de velocidad del jet regurgitante en función del tiempo).

$$VR = ORE \times VTI$$

En la siguiente figura (nº8) se visualiza el FCP, hay que tener en cuenta que en el caso de la insuficiencia mitral se localiza en la cara ventricular.

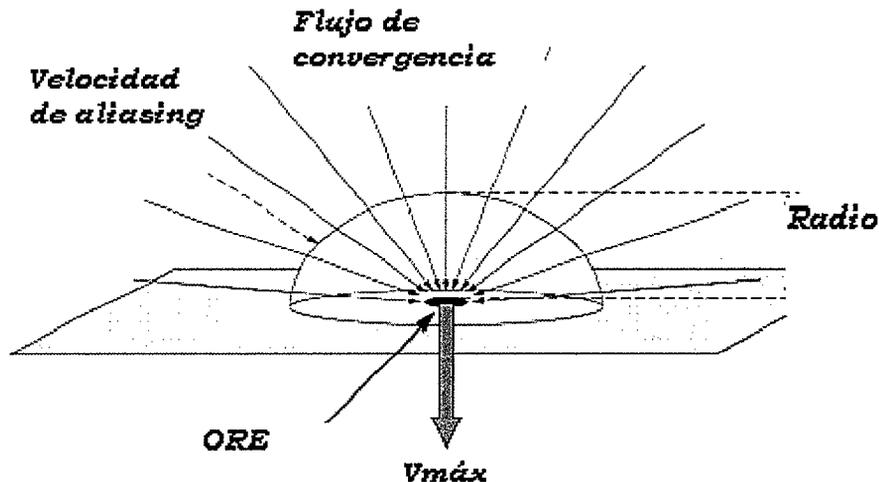


Figura 8. Flujo de convergencia proximal aproximándose a un orificio regurgitante.

En la práctica clínica es importante la optimización de la imagen para la adecuada medición del flujo de convergencia proximal¹³, se medirá desde la proyección apical de cuatro cámaras usando el zoom, se ajustará la velocidad de aliasing modificando el límite de Nyquist hasta que sea perfectamente visible la configuración hemiesférica del FCP, se congelará la imagen y se utilizará el cineloop digital hasta el frame en donde se visualice el máximo flujo de convergencia para ese límite de Nyquist, se medirá el máximo radio desde esa primera hemiesfera hasta el orificio regurgitante, y luego se alineará el Doppler continuo con el jet regurgitante y se obtendrán V_{max} y VTI.

Estudios clínicos han demostrado una buena correlación entre el flujo de convergencia proximal y el orificio regurgitante efectivo obtenidos por este método y por Doppler cuantitativo y angiografía^{79, 80}.

Este método presenta las siguientes limitaciones:

- La asunción de la morfología hemiesférica se da en jet libres o no constreñidos, en el caso de jet excéntricos la morfología del FCP puede no ser una verdadera hemiesfera. En estos casos es razonable ajustar la fórmula midiendo el ángulo α del FCP constreñido y corregir el cálculo del ORE por un factor $\alpha/180$ ⁸². Figura 9.

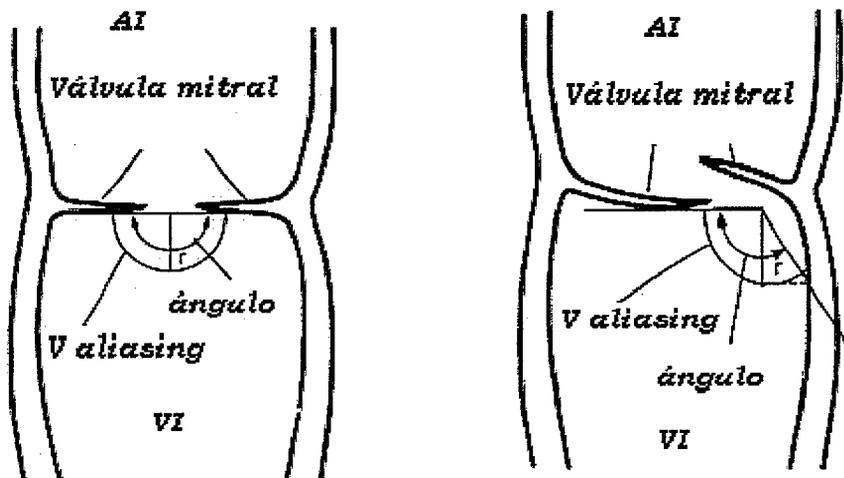
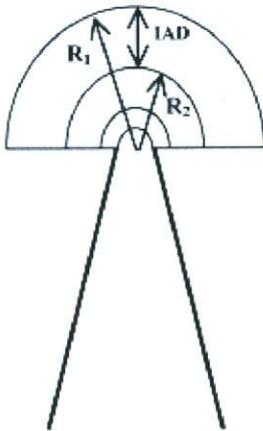


Figura 9. Morfología del flujo de convergencia proximal según el jet sea central o excéntrico; izquierda, jet central; derecha, jet excéntrico.

- Otra dificultad es la medición del radio entre el primer contorno de aliasing y el orificio regurgitante, errores en este cálculo se elevarán al cuadrado en la fórmula. Para solventar este problema se ha creado el concepto de “distancia interaliasing”. Está basado en el principio de conservación de la masa, según el cual el flujo en cualquiera de las múltiples zonas de convergencia que se aproximan al orificio debe ser igual. Se ha desarrollado un modelo matemático que usa la distancia entre las dos primeras líneas de aliasing “distancia interaliasing” (IAD) calculada aplicando el modo M al flujo de convergencia proximal, para calcular el FCP⁸¹. Figura 10 y foto 12.



By continuity,
 $2\pi R_1^2 * V_1 = 2\pi R_2^2 * V_2$

If: $R_1 - IAD = R_2$

Then,
 $R_1^2 * V_1 = (R_1 - IAD)^2 * V_2$

Solving for R_1 ,

$$R_1 = \frac{IAD}{1 - \sqrt{\frac{V_1}{V_2}}}$$

Figura 10. Distancia interaliasing del flujo de convergencia proximal. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:1195–202.

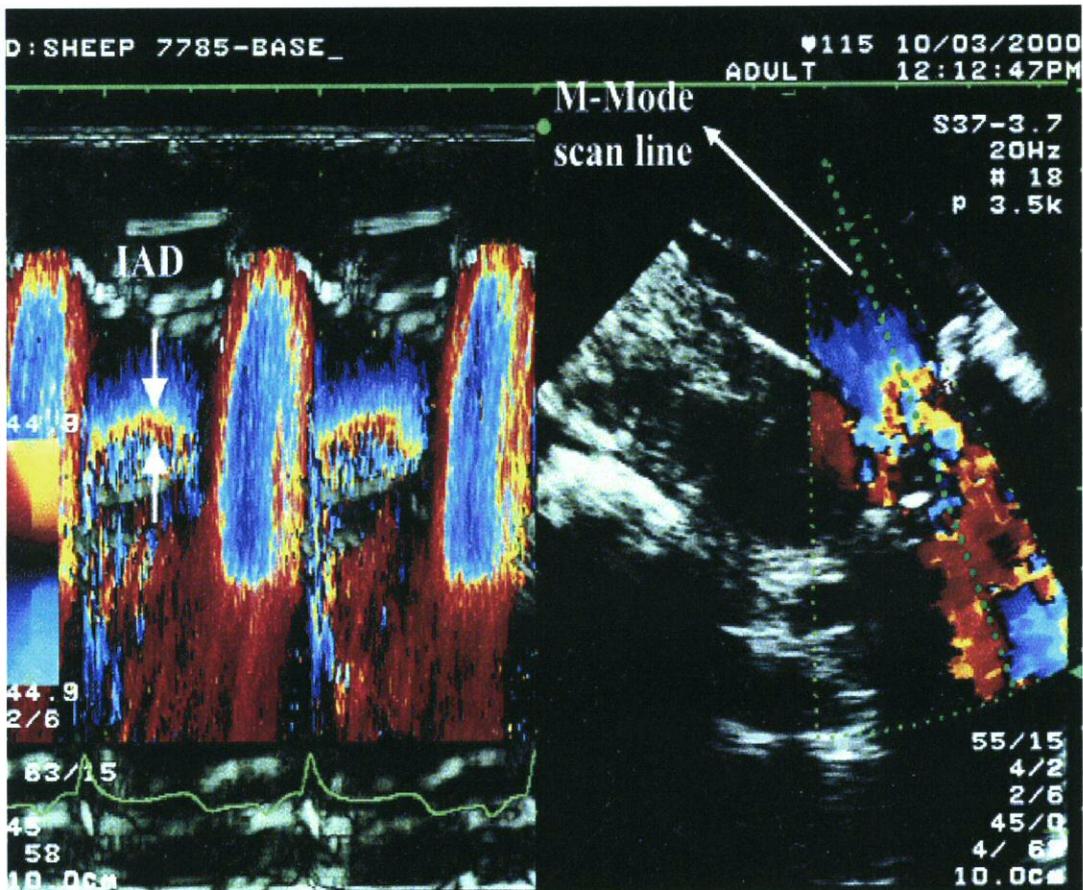


Foto 12. Ejemplo de cálculo de la distancia interaliasing (IAD) aplicando el modo M al flujo de convergencia proximal.

• La complejidad de los cálculos, por ello se han desarrollado métodos de simplificación.

El Dr. Moya y la Dra. Catalán¹⁴² han creado un normograma en el que en función del límite de Nyquist empleado y el radio obtenido se estima el grado de severidad de la insuficiencia mitral de I a IV.

Asimismo Pu M et al han desarrollado otro método de simplificación⁸³. Si se asume que el pico de diferencia de presión entre el ventrículo y la aurícula izquierda en sístole es del orden de 100 mmHg (una asunción razonable en presencia de función ventricular normal), resulta una velocidad pico del jet regurgitante de 5 m/s. Si la velocidad de aliasing por Doppler color se sitúa en 40cm/s, el cálculo del FCP se simplifica a $r^2/2$.

Las guías¹³ establecen los siguientes parámetros de corte para el orificio regurgitante efectivo, el volumen regurgitante y la fracción regurgitante. Tabla 3.

	IM LEVE	IM MODERADA		IM SEVERA
	I	II	III	IV
ORE (cm ²)	< 0,2	0,2-0,29	0,3-0,39	≥ 0,4
VR (ml/latido)	< 30	30-44	45-59	≥ 60
FR (%)	< 30	30-39	40-49	≥ 60

Tabla 3. Clasificación de la insuficiencia mitral según los valores del el orificio regurgitante efectivo, el volumen regurgitante y la fracción regurgitante, siguiendo los límites de corte de las guías¹³.

En las fotos 13 y 14 se puede ver el flujo de convergencia proximal por Eco transtorácico y transesofágico respectivamente.

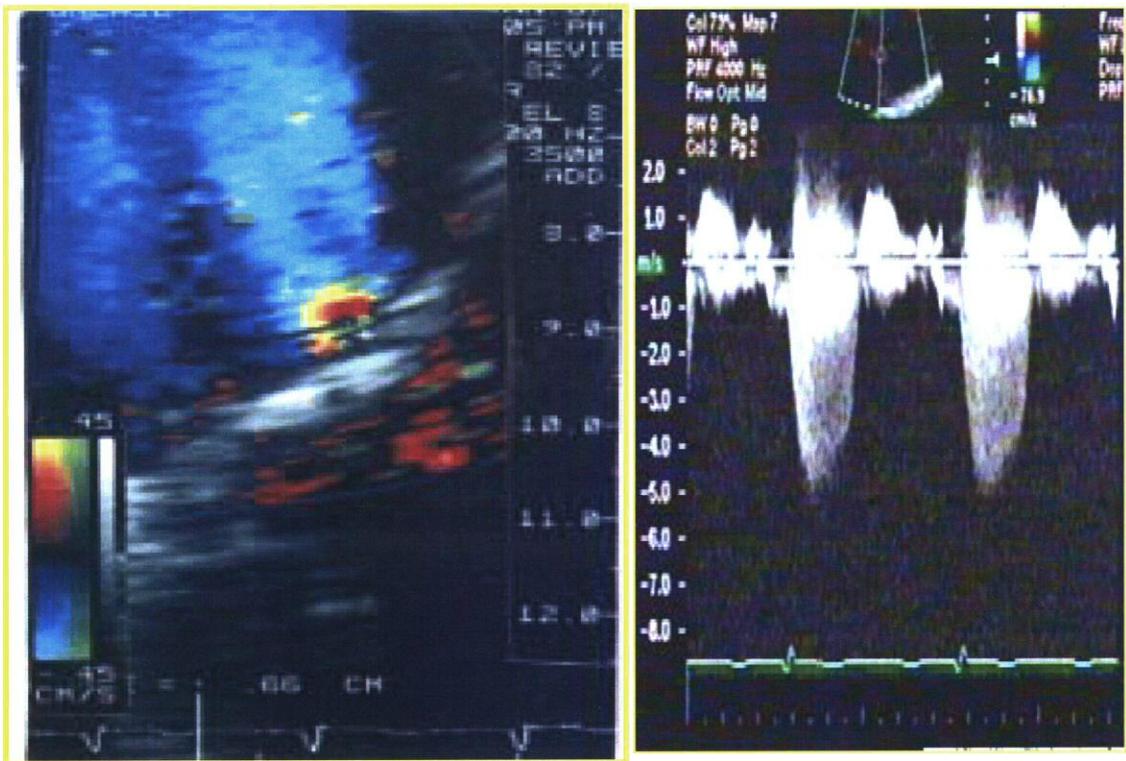


Foto 13. Obtención del flujo de convergencia proximal por Eco transtorácico.

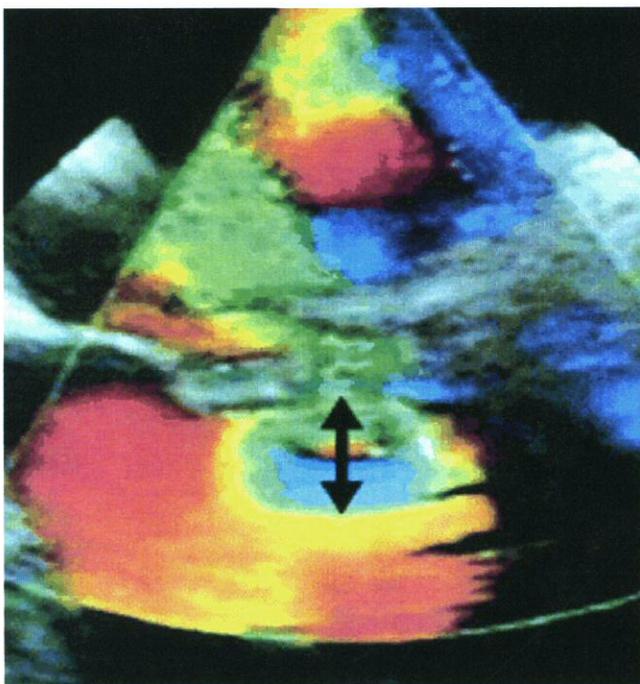


Foto 14. Flujo de convergencia proximal por Eco transesofágico.

6.4.2 DOPPLER CUANTITATIVO.

Este método se basa en el cálculo del flujo de llenado mitral y el flujo de eyección aórtica, la diferencia entre ambos permitirá obtener el volumen regurgitante y el orificio regurgitante efectivo.

La Sociedad Americana de Ecocardiografía ha publicado unas recomendaciones para realizar los cálculos por Doppler cuantitativo⁸⁴.

El flujo en un punto determinado es el resultado del producto del área por la velocidad. Figura 11.

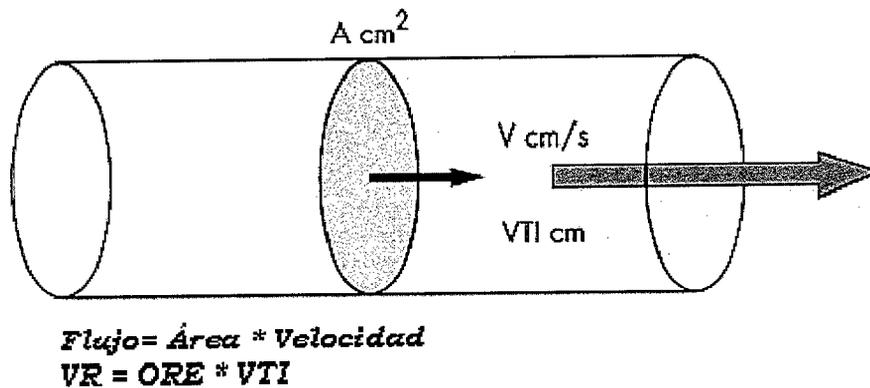


Figura 11. Flujo es igual a área por velocidad.

Este principio puede ser aplicado al anillo mitral y al tracto de salida del VI (LVOT).

El área mitral se calculará midiendo el diámetro del anillo en el plano apical 4 cámaras, y asumiendo su geometría circular.

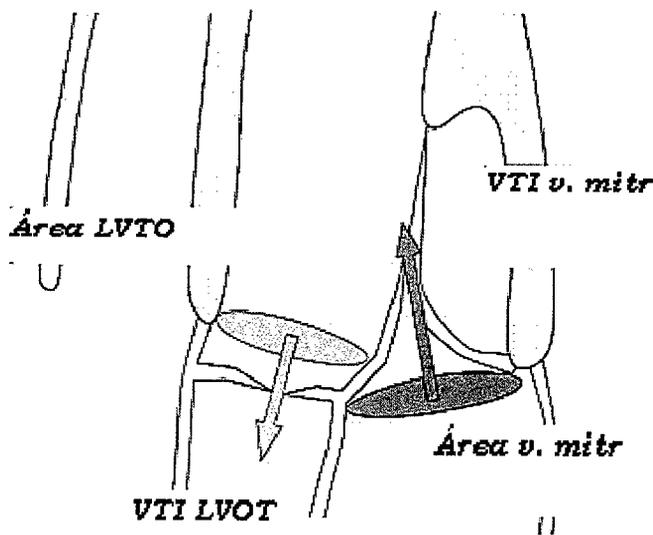
La integral de velocidad a nivel del anillo, VTI, se obtendrá posicionando el Doppler pulsado a nivel del anillo, esto también requiere la asunción de que la velocidad en ese punto determinado del anillo, es igual a la velocidad en cualquier otro punto.

El área del tracto de salida del ventrículo izquierdo se calculará midiendo su diámetro en el eje paraesternal largo y asumiendo una geometría circular.

La integral de velocidad, VTI, se medirá en el plano de 5 cámaras apical, posicionando la muestra de Doppler pulsado en el mismo lugar del tracto de salida en donde se midió el diámetro.

Finalmente también se deberá medir la integral de velocidad (VTI) del chorro regurgitante, para el cálculo del orificio regurgitante efectivo, en el plano apical de 4 cámaras. El orificio regurgitante por este método refleja el valor medio para un ciclo cardiaco y no el valor instantáneo, como el obtenido por método PISA. Foto 15.

La siguiente figura (nº 12) resume estos cálculos.



$$\text{flujo v.mitr} = \text{Área} * \text{VTI v. mitral}$$

$$\text{flujo LVTO} = \text{Área LVTO} * \text{VTI LVTO}$$

$$\text{VR} = \text{flujo v. mitral} - \text{flujo LVTO}$$

$$\text{ORE} = \text{VR} / \text{VTI v. mitral por Doppler cont}$$

Figura 12. Ejemplo de cálculo del orificio regurgitante efectivo y del volumen regurgitante por Doppler cuantitativo. VTI, integral de velocidad; LVTO, tracto de salida del VI ; ORE, orificio regurgitante efectivo; VR, volumen regurgitante.

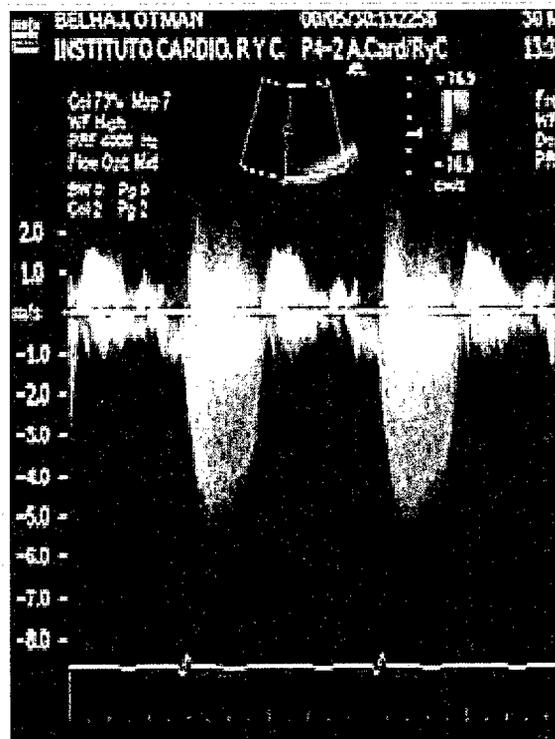
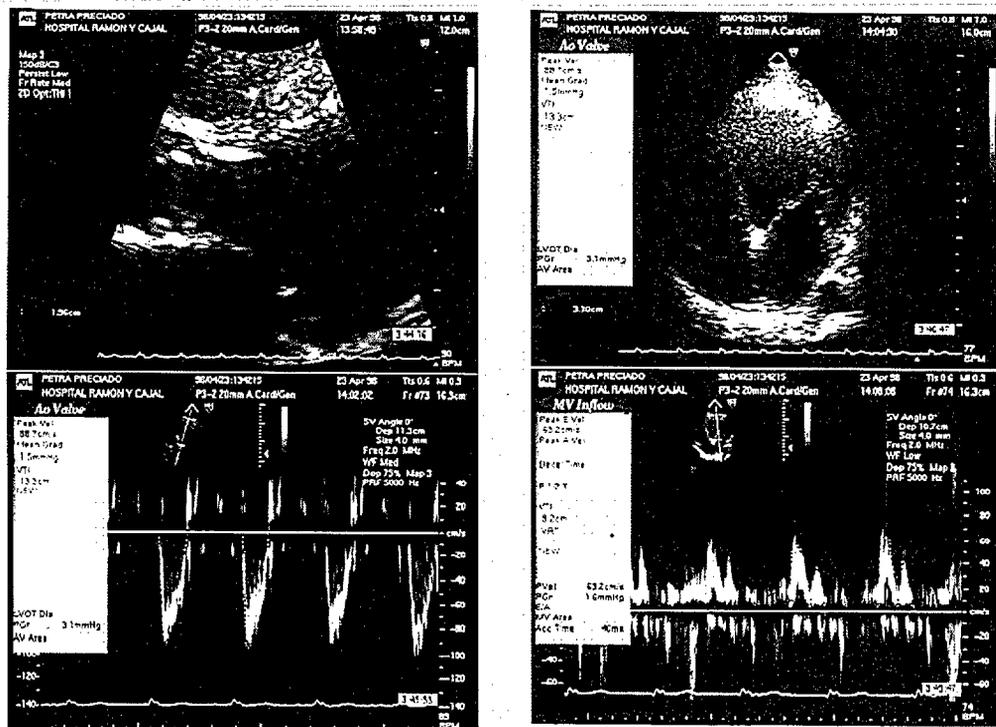


Foto 15. Doppler cuantitativo, integral de velocidad a nivel del tracto de salida, del anillo mitral y del jet regurgitante.

El Doppler cuantitativo tiene varias limitaciones:

- *Los cálculos consumen bastante tiempo y además los errores se magnifican porque los valores de los diámetros se elevarán al cuadrado para el cálculo de las áreas, esto requiere de la adquisición de varias medidas para minimizar los errores.*
- *Dificultad para alinear correctamente la curva Doppler, y para colocar la muestra de volumen sin angulaciones respecto al anillo mitral¹³.*
- *Los cálculos no son válidos en presencia de regurgitación aórtica.*

A pesar de estas limitaciones, el Doppler cuantitativo en manos expertas, constituye un método eficaz de estimación de la severidad de la IM^{85, 86}. Últimamente se han desarrollado algoritmos para el cálculo automático de los parámetros del Doppler cuantitativo^{87, 88}.

Los parámetros de corte según las guías¹³, para el orificio regurgitante efectivo, volumen regurgitante y fracción regurgitante son los mismos que para el método PISA.

6.5. ECOCARDIOGRAMA TRANSESOFÁGICO (ETE).

El abordaje esofágico por su mayor proximidad a la aurícula izquierda y a la válvula mitral, permite la utilización de transductores de mayor frecuencia (habitualmente 5 mHz) y proporciona una mayor resolución para establecer la anatomía valvular y la severidad de la IM⁹⁹.

6.5.1. Todas las técnicas referidas se pueden realizar mediante Eco transtorácico y Eco transesofágico, pero hay que tener en cuenta varias consideraciones:

- *En cuanto al área color regurgitante, el ETE puede ser superior por la mejor definición de jet excéntricos, con la utilización actual de sondas multiplanares. La valoración del jet regurgitante mediante el área color por ETE ha demostrado una excelente correlación con la angiografía^{89, 90}. El área color por ETE también se ve afectada por los mismos condicionamientos hemodinámicos que por ETT, y que ya han sido expuestos en el apartado 6.3.1.*

- El ETE es claramente superior al ETT en el análisis del flujo de venas pulmonares⁵⁶, permitiendo visualizar todas las venas, lo que no se suele conseguir por Eco transtorácico, esto también es de especial importancia en jet excéntricos en donde la morfología del flujo de venas pulmonares puede no coincidir entre todas⁶³.
- La vena contracta se visualiza más fácilmente por ETE^{13, 72} y ha demostrado tener una buena correlación con los métodos cuantitativos⁷⁴.
- Los métodos cuantitativos, PISA y Doppler cuantitativo han demostrado una buena correlación por ETE con los métodos semicuantitativos⁹¹. Según las guías¹³ la visualización del flujo de convergencia es mejor por ETE⁸², aunque por visualizarse en la cara ventricular de la válvula, pudiera estar algo dificultado en el caso de válvulas muy calcificadas. En cuanto al Doppler cuantitativo su utilidad es más limitada, porque para obtener la integral de velocidad del tracto de salida del ventrículo izquierdo requiere utilizar planos transgástricos para la adecuada alineación del Doppler, lo cual es bastante dificultoso¹³.

6.5.2. Hasta el momento el ETE se había mostrado claramente superior en el estudio de la anatomía valvular en casos de prolapso valvular mitral, para decidir si la válvula es susceptible de reparación⁹². Sin embargo recientemente se ha publicado un estudio²³², en el que se demuestra que el Eco transtorácico en manos expertas, predice adecuadamente la posibilidad de reparación o sustitución de la válvula mitral.

Hoy en día se sabe que la cirugía precoz de pacientes con insuficiencia mitral severa, sobretodo en casos de prolapso, mejora el pronóstico⁹³; esta cirugía precoz depende de la identificación de pacientes con bajo riesgo quirúrgico y buen pronóstico potoperatorio, y esto está íntimamente ligado a la posibilidad de reparación de la válvula mitral^{21, 94}. Se ha demostrado un grado de concordancia del 99% del ETE con el diagnóstico quirúrgico, para cualquier causa y mecanismo de IM⁹². En el estudio²³² citado previamente, el ETT demostró un grado de acuerdo con el diagnóstico quirúrgico del 97%.

La posibilidad de reparación de la válvula mitral depende de las características anatómicas de la válvula^{95, 96}. La válvula mitral¹⁰⁰ se divide en segmentos o "scallops"¹³⁵: tres del velo anterior (A1, A2 y A3) y otros tres del velo posterior (P1, P2 y P3). La implicación de cada uno de ellos en el PVM, va a ser un factor decisivo en las

posibilidades de éxito de la técnica quirúrgica, teniendo mejor pronóstico los pacientes con afectación aislada de P2^{92, 98}. Asimismo se debe de establecer de antemano el estado del aparato subvalvular y si existe o no rotura cordal. El ETE proporciona una excelente visualización de la anatomía valvular^{97, 98}. El ETT, según lo publicado recientemente, se mostró igual de preciso (en manos expertas), en la afectación aislada de P2, pero el ETE fue superior para visualizar si existe o no rotura de cuerdas y también en la afectación de ambos velos. En la siguiente imagen, se visualiza la anatomía valvular, con la división de los velos en scallops.

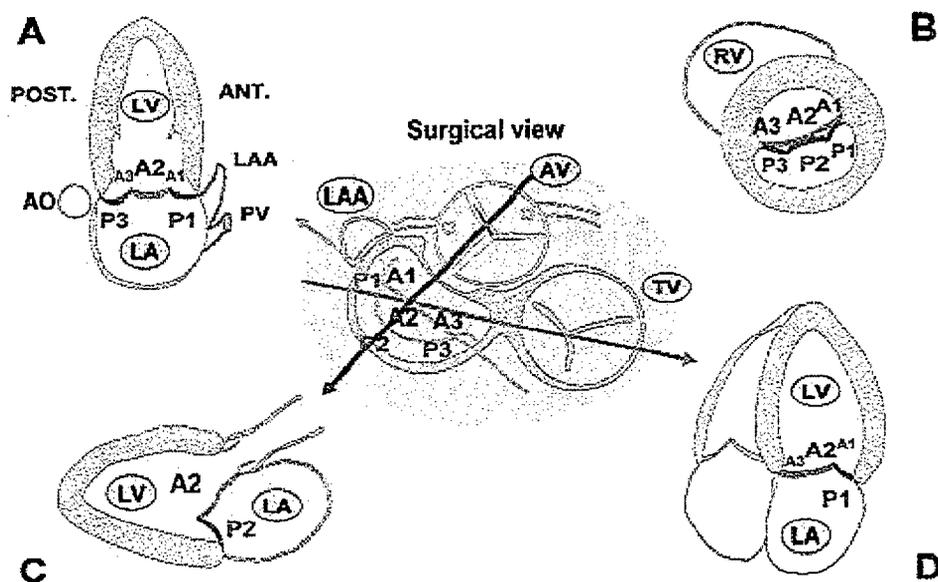


Figura 13. Planos por ETT para la adecuada visualización de los "scallops". *Journal of the American College of Cardiology*, volume 46, issue 2, 19 July 2005, pages 302-309.

- A. Plano intercomisural para visualizar las áreas comisurales.
- B. Plano paraesternal corto donde se muestran los tres "scallops" del velo anterior (A1, A2 y A3) y los tres del velo posterior (P1, P2 y P3).
- C. Plano paraesternal largo, visualización de los segmentos medios del velo anterior (A2) y posterior (P2).
- D. Plano 4 cámaras mostrando la zona paracomisural anterior.

ANT. = anterior; AO = aorta descendente; AV = válvula aórtica; LA = aurícula izquierda; LAA = orejuela izquierda; LV = ventrículo izquierdo; POST. = posterior; PV = vena pulmonar; RV = ventrículo derecho; TV = válvula tricúspide; Surgical view: vista quirúrgica de los "scallops".

La clasificación anatómica proporcionada por el ETE, no sólo es un factor independiente de reparabilidad de la válvula mitral¹¹⁰, sino también de mortalidad operatoria y pronóstico a largo plazo⁹², y se constituye como un componente esencial de la decisión de cirugía precoz de pacientes asintomáticos.

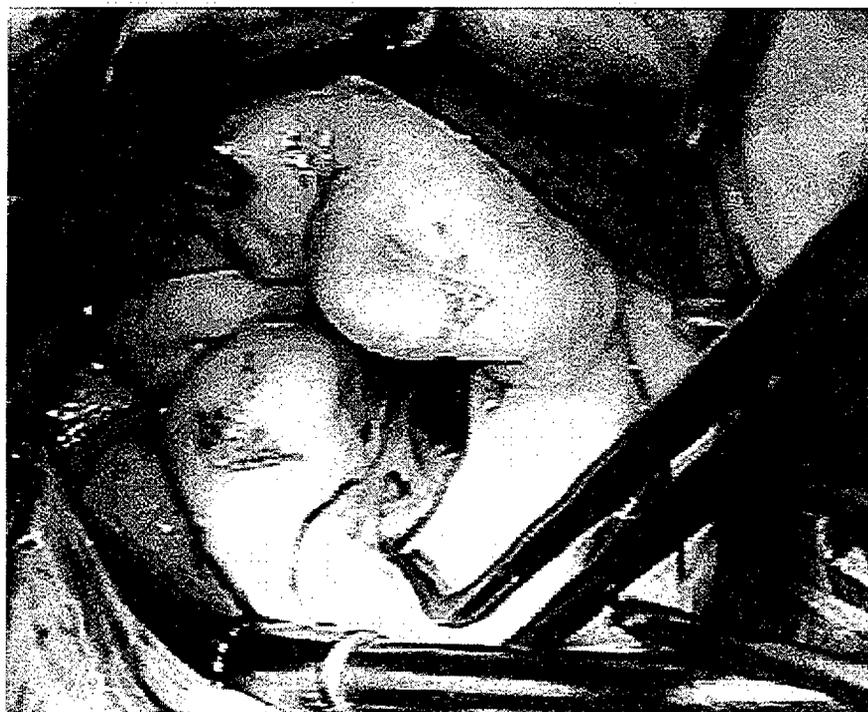


Foto 16. Imagen intraoperatoria de prolapso de la válvula mitral.

6.5.3 La existencia insuficiencia mitral residual tras una reparación de la válvula mitral es el principal factor de riesgo de reoperación tardía^{102, 103,104}. El uso del ETE intraoperatorio ha disminuido la incidencia de reparación tardía y la necesidad de prótesis^{102, 105,106}. Se han publicado unas guías por la Sociedad Americana de Ecocardiografía para la adecuada realización de un estudio por ETE intraoperatorio¹⁰⁹.

Es esencial el conocer cuales son los mecanismos de fallo de la reparación de la válvula mitral, que van a guiar una segunda

reparación de la válvula en el mismo acto quirúrgico, o el implante de una prótesis^{101, 107,108}. La incidencia de fallo inmediato que ocasiona una segunda corrección guiada oscila según las series entre el 8%¹⁰⁷, y el 11%¹⁰¹.

Un primer paso en la evaluación de las razones del fallo en la reparación, es la exclusión de causas funcionales, tales como disfunción ventricular y obstrucción al tracto de salida¹⁰⁸, esto último suele estar producido por una combinación de hipovolemia y de infusión intravenosa de catecolaminas.

En la mayoría de casos el fallo inmediato en la reparación no se debe a causas funcionales sino anatómicas, tales como prolapso residual, mala coaptación entre “scallops”, dehiscencia de sutura o dilatación residual del anillo¹⁰¹. Gráfico 1.

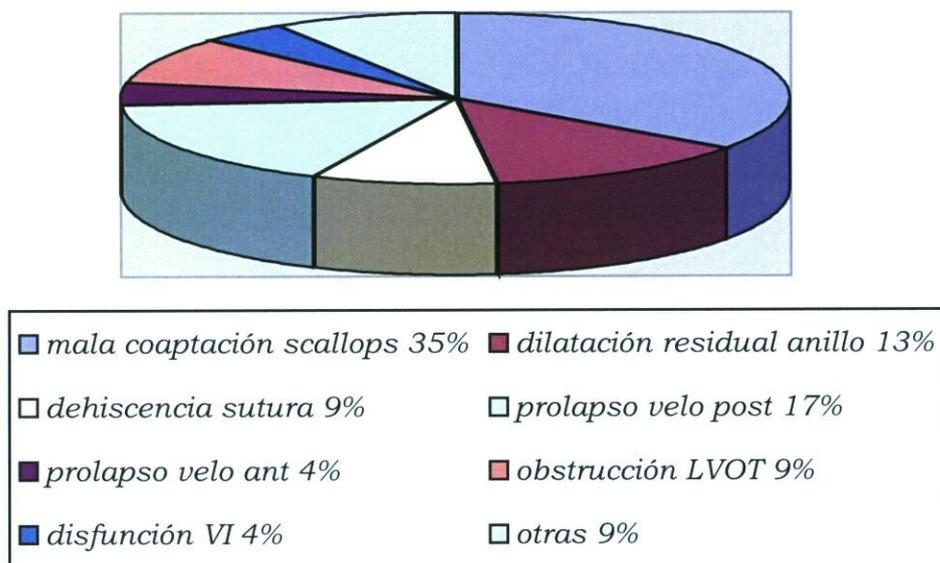


Gráfico 1. Causas más frecuentes de fallo de la reparación de la válvula mitral. *The American Journal of Cardiology*, Volume 91, Issue 2, 15 January 2003, Pages 175-179.

El prolapso y la dilatación residual del anillo son fácilmente reconocibles, pero la mala coaptación entre “scallops” y la dehiscencia de sutura son más difíciles de distinguir, puesto que convergen en una imagen ecocardiográfica por Doppler color similar. Para distinguir estas dos entidades es útil la utilización de un plano transgástrico a nivel de la válvula mitral. En caso de una mala coaptación entre “scallops”, se visualiza una pérdida de tejido por donde penetra el jet regurgitante. Foto 17. En caso de dehiscencia de sutura, se visualiza un jet a través del velo valvular, pero sin pérdida de tejido.

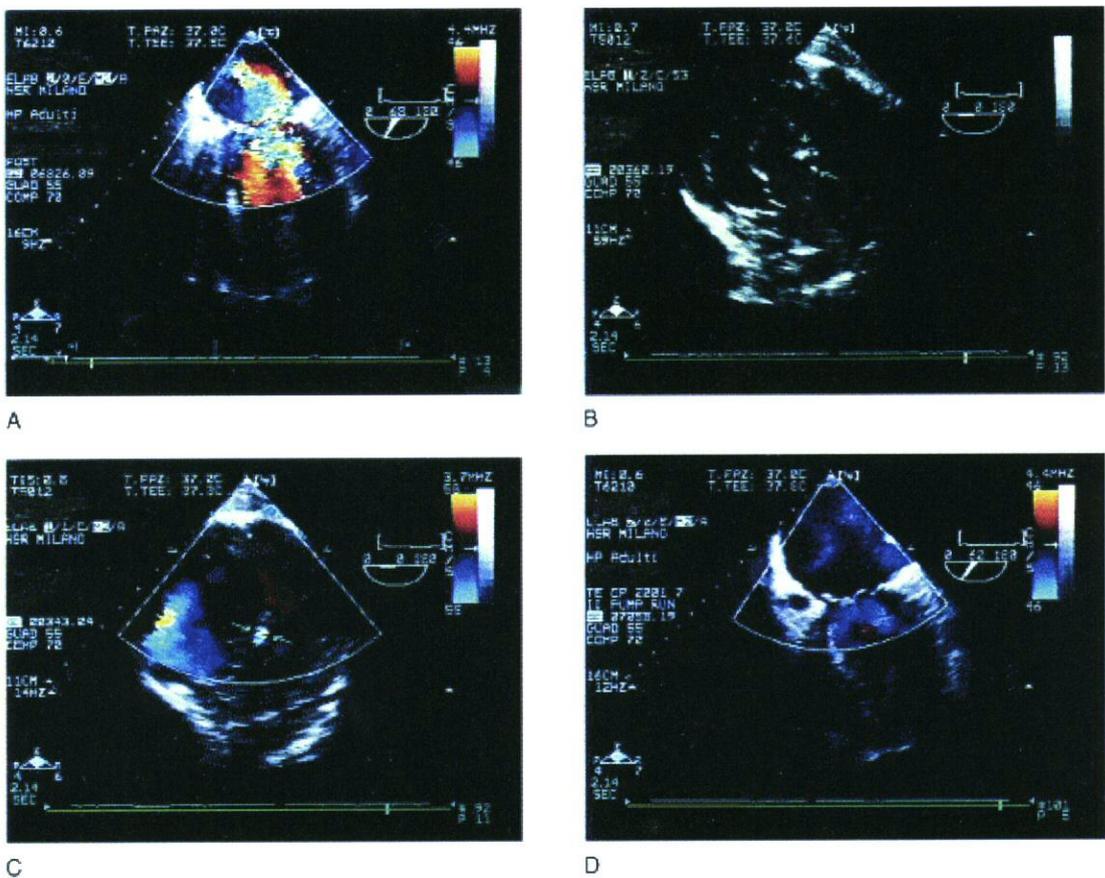


Foto 17. Ejemplo de mala coaptación entre “scallops”.
 A. Jet regurgitante atravesando el cuerpo del velo valvular. B. Eje corto transgástrico a nivel de la válvula mitral demostrando pérdida de tejido en el cuerpo del velo posterior. C. Doppler color mostrando el origen o VC del jet regurgitante en el velo posterior. D. Después de segunda corrección guiada por ETE en el mismo acto quirúrgico, ya no se visualiza IM.

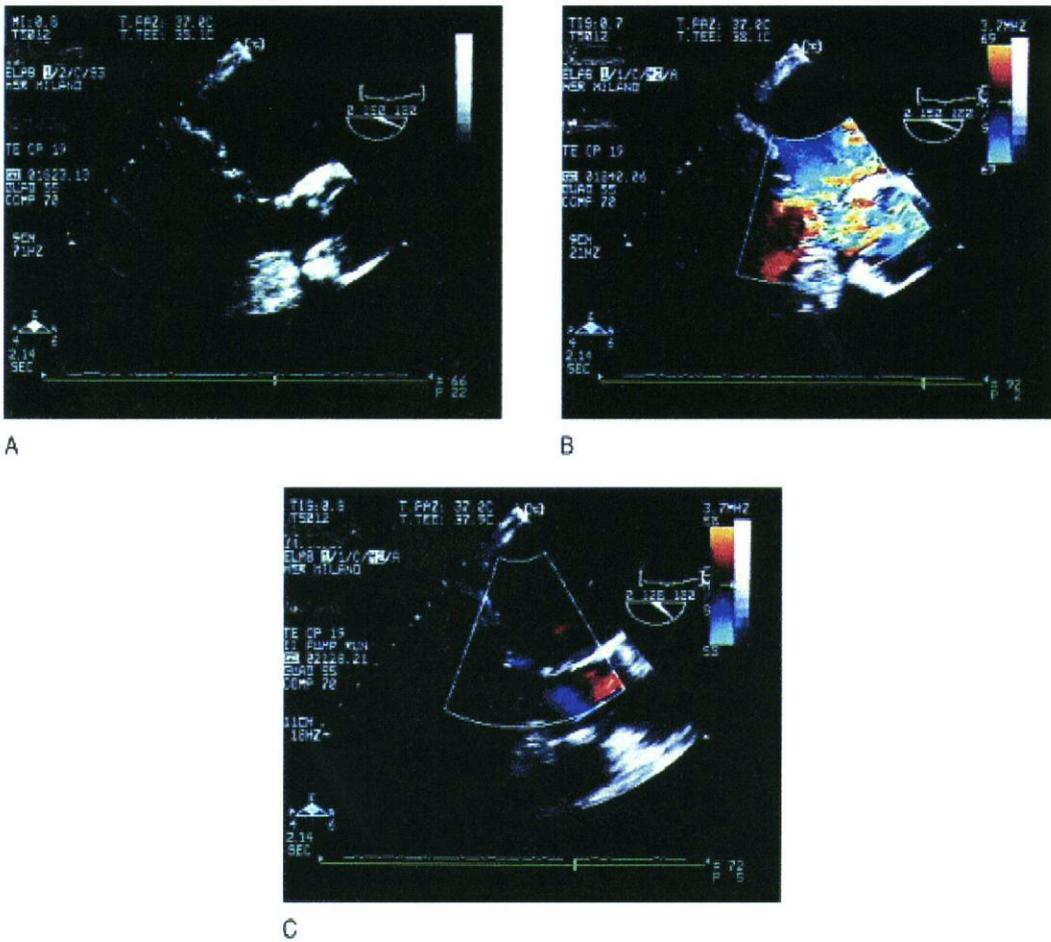


Foto 18. A. Eje largo medio esofágico mostrando prolapso residual del velo posterior. B. Color Doppler mostrando el jet regurgitante. C. Después de la reparación ya no se objetiva prolapso ni IM residual.

6.6. ECOCARDIOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL. ECO 3D.

Todos los métodos diagnósticos descritos hasta el momento valoran estructuras tridimensionales tales como volúmenes, flujos o componentes anatómicos a través de parámetros bidimensionales, aunque en el caso de la ETE sean multiplanares. Con la llegada de la Eco 3D se intenta solucionar esta limitación, generando un “scan” volumen en oposición a un bidimensional “scan” sector, y visualizándose estructuras cardíacas tridimensionales con contornos y profundidad^{111, 112}, similares a las imágenes de los cirujanos¹¹³.

Las imágenes tridimensionales se pueden generar básicamente de dos formas:

- Mediante la adquisición de múltiples imágenes de planos ecocardiográficos 2 D a través del ciclo cardíaco, que se transfieren directamente a una estación de trabajo de reconstrucción tridimensional^{114, 115}.
- Usando un ecocardiógrafo con imagen 3D, el cual interroga un “scan” volumen y genera directamente datos tridimensionales en tiempo real^{116, 117} (real time three dimensional echocardiography RT3D).

Las estructuras tridimensionales pueden ser cortadas por planos en cualquier dirección “anyplane imaging”, y además para realizar los cálculos volumétricos no es necesario hacer asunciones geométricas. Varios estudios han confirmado el valor del Eco tridimensional para medir volúmenes de cualquier cámara cardíaca^{118, 119}.

Los métodos diagnósticos descritos para la ecocardiografía bidimensional pueden ser también usados por el Eco 3D¹²⁰ con las siguientes consideraciones.

6.6.1. MÉTODOS SEMICUANTITATIVOS.

6.6.1.1. CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL JET POR 3D.

Presenta ventajas sobre el método bidimensional del cálculo del área color regurgitante sobretodo en el caso de jet excéntricos, en los que la medición del volumen puede ser más exacta que la medición del área.

Pero tiene las mismas limitaciones que el área color en cuanto se ve influenciado por condiciones hemodinámicas, y por características del equipo, y esto puede limitar su aplicación¹²¹. Foto 19.

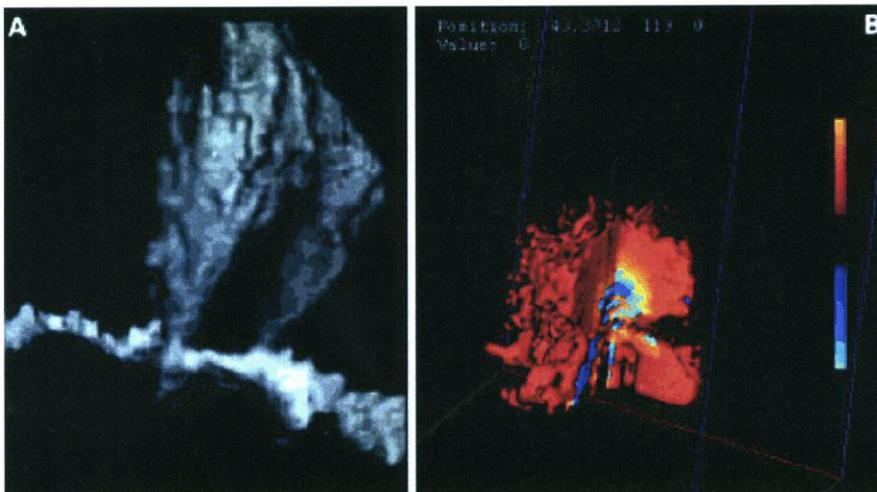


Foto 19. Ecocardiografía tridimensional.

A. Imagen tridimensional de jet regurgitante en aurícula izquierda.

B. Imagen de la región de convergencia proximal

6.6.1.2. VENA CONTRACTA (VC). ECO 3D.

EL Eco 2D convencional adquiere imágenes perpendiculares al chorro regurgitante para realizar la sección de corte de la vena contracta, lo cual puede inducir a errores por la angulación del Doppler. Debido a la capacidad del Eco 3D de adquirir velocidades de flujo paralelas al jet regurgitante¹²², se subsana este problema. Foto 20.

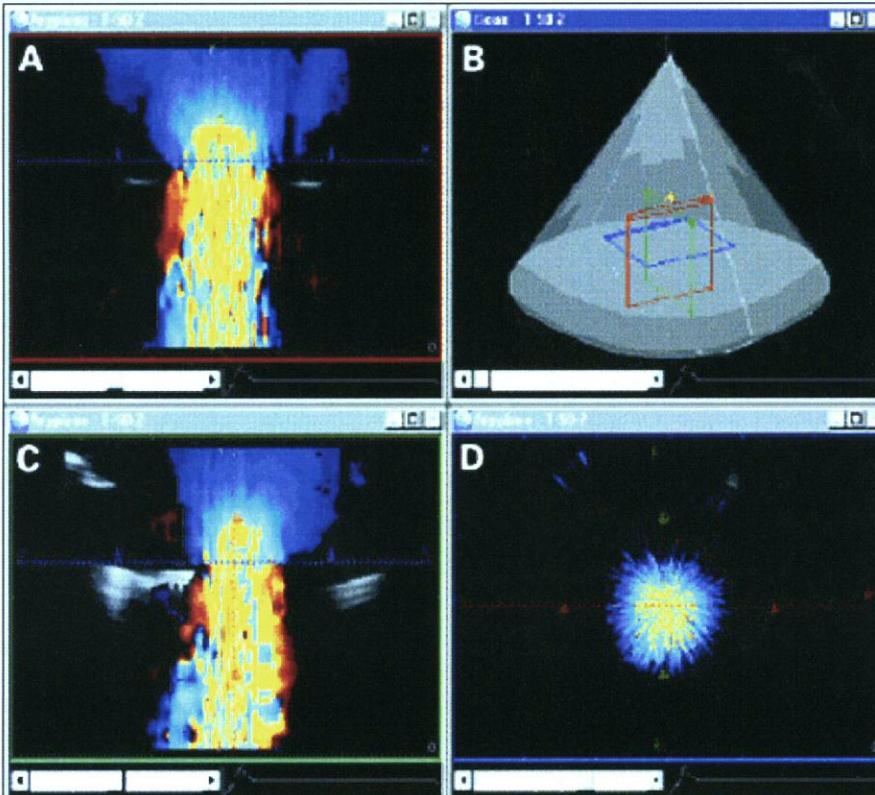


Foto 20. A y C. Imágenes de la vena contracta, dirección de flujo de arriba abajo. B. Adquisición de velocidades de flujo paralelas al jet regurgitante. D. Corte a nivel de la porción más estrecha del jet o vena contracta.

Además la manipulación de los planos de corte permite delimitar claramente la posición de la vena contracta aún en caso de jet excéntricos. Es simple el procesamiento posterior para el cálculo del área, que puede dar una aproximación del orificio regurgitante efectivo. Foto 21.

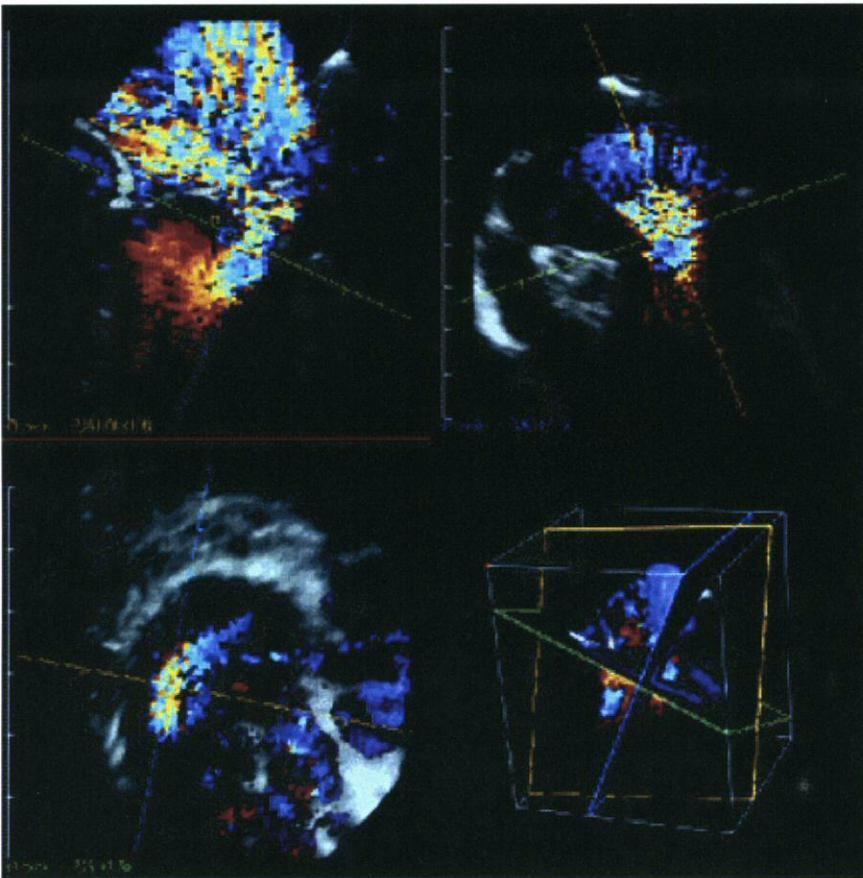


Foto 21. Vena contracta en caso de prolapso del velo anterior de la válvula mitral. A pesar de la excentricidad del jet, los planos de corte pueden ser manipulados para producir el corte de la vena contracta, foto inferior izquierda. Foto inferior derecha, área de la vena contracta, que puede dar una aproximación del orificio regurgitante efectivo.

6.6.2. MÉTODOS CUANTITATIVOS.

6.6.2.1 FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL. ECO 3D.

Se ha demostrado que el flujo de convergencia proximal por ECO 3D es un método exacto para calcular el orificio regurgitante efectivo y el volumen regurgitante^{123, 124}. El ECO 3D permite visualizar toda la región de convergencia proximal, esto hace que el cálculo del área pueda realizarse sin necesidad de asunciones geométricas^{132, 133}. Foto 22.

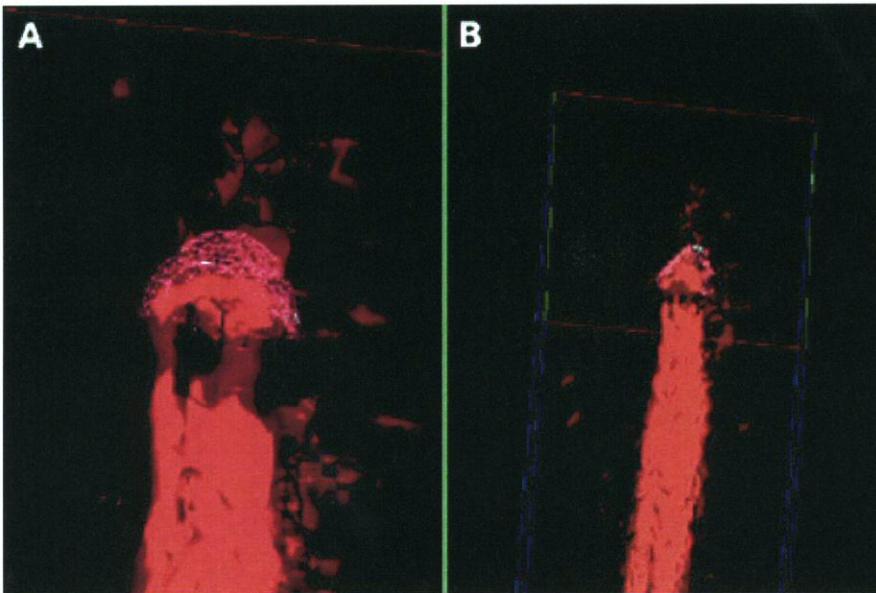


Foto 22. A y B. Flujo de convergencia proximal por ECO 3D, A es una vista magnificada de la imagen B.

6.6.2.2 DOPPLER CUANTITATIVO.

El ECO 3D presenta ventajas sobre el ECO 2D para el cálculo de flujos laminares como los que se dan en el tracto de salida del VI. Estos flujos se caracterizan por estar formados por una serie de líneas de flujo con velocidades máximas en el centro y aproximándose a 0 en los bordes^{125, 126}. Para el cálculo del flujo del tracto de salida por ECO

2D se sitúa una muestra de Doppler pulsado en el centro del vaso y se asume que la velocidad es igual en toda el área seccional, lo cual como se ha explicado anteriormente no es cierto^{127, 128,129}. El Doppler color del ECO 3D permite una caracterización del flujo tridimensional, mediante la integración de múltiples vectores de velocidad, como se visualiza en la siguiente figura (nº 14) y en la foto 23.

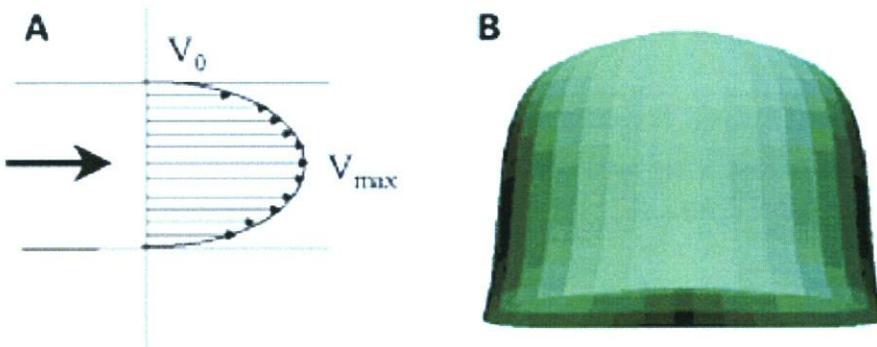


Figura 14. A. Ejemplo de flujo laminar como en tracto de salida del ventrículo izquierdo. B. Reconstrucción tridimensional del flujo laminar.

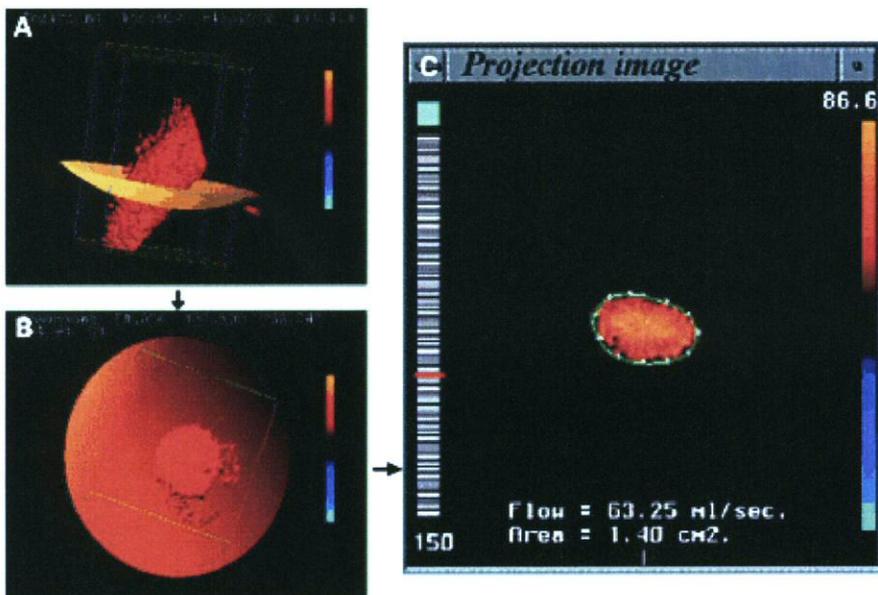


Foto 23. A y B. Modelo de flujo laminar por ECO 3D. C. Cálculo del flujo instantáneo a través de múltiples vectores individuales de velocidad.

6.6.3. ANATOMÍA VALVULAR. REPARACIÓN QUIRÚRGICA.

Como ya se ha expuesto el Eco transesofágico juega un papel fundamental en el estudio anatómico de la válvula mitral, para definir si esa válvula es susceptible o no de reparación quirúrgica en vez de sustitución protésica. Este es un campo en donde el ECO 3D cobra un especial valor y ha demostrado superioridad frente al Eco transesofágico^{131, 134} en la definición de los “scallops” y de las comisuras. Esta superioridad se ha demostrado para los “scallops” del velo anterior y comisuras (95% frente al 89% de correlación por ETE utilizando la cirugía como “gold standard”), pero no para los del velo posterior^{130, 136}.

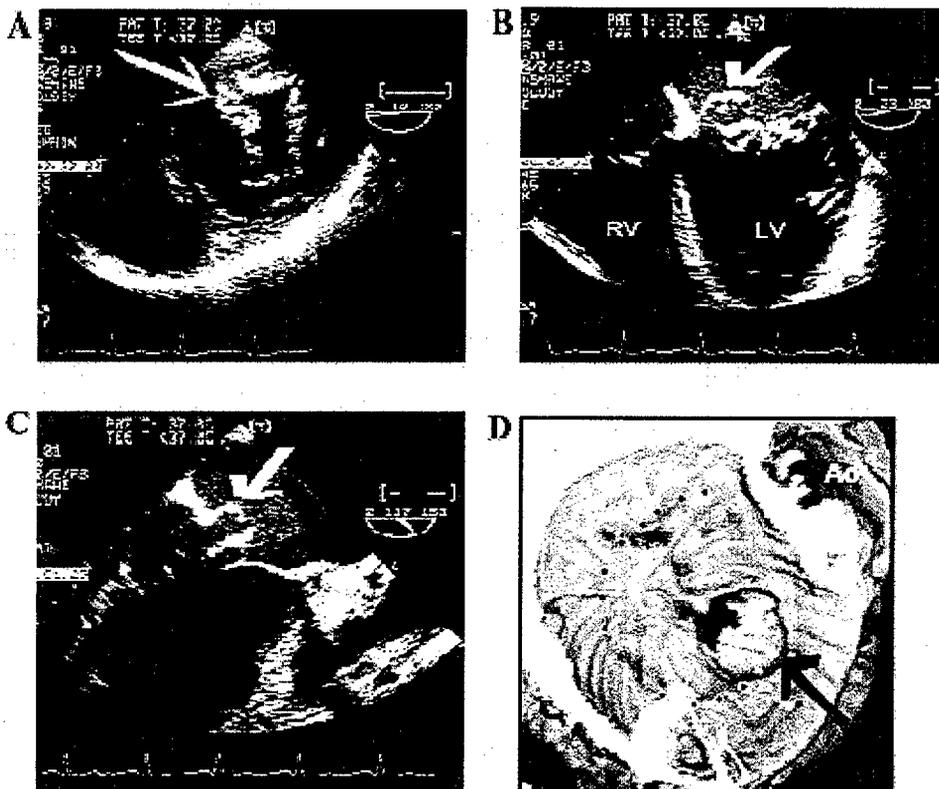


Foto 24. Prolapso del segmento posteromedial P3. Se requiere de 3 planos transesofágicos A, B, C para la completa visualización del mismo, frente a un solo corte por ECO 3D en la foto D.

7. ANGIOGRAFÍA.

El cateterismo cardiaco ha sido una herramienta importante en el pasado para el diagnóstico de las regurgitaciones valvulares^{137, 138,139}, incluso fue considerado como “gold standard”. Hoy en día la ecocardiografía ha reemplazado la necesidad de cateterización en la amplia mayoría de pacientes, quedando relegado al conocimiento de la anatomía coronaria, en pacientes mayores, previa a la cirugía¹⁴¹.

La ventriculografía izquierda en la proyección oblicua anterior derecha a 30°, es la proyección más utilizada en la valoración de la severidad angiográfica de la IM. Además proporciona información del grado de dilatación de las cavidades cardíacas, lo que refleja de forma indirecta la cuantía de la sobrecarga de volumen y si ésta es aguda o crónica. Así mismo permite estudiar la contractilidad y el volumen telesistólico del VI.

La cuantificación angiográfica puede hacerse mediante métodos cualitativos o cuantitativos.

7.1. VALORACIÓN ANGIOGRÁFICA CUALITATIVA.

Estos métodos estudian la severidad angiográfica mediante tres variables:

- 1. El tiempo que tarda el contraste en opacificar y desaparecer de la aurícula izquierda.*
- 2. El grado de opacificación de la aurícula izquierda en comparación con la aorta.*
- 3. Lugar de la aorta al que ha llegado el contraste en comparación con el relleno de la aurícula izquierda.*

Esta valoración presenta muchas limitaciones:

- Estos parámetros son dependientes de muchas variables hemodinámicas tales como: gasto cardiaco, frecuencia, tamaño de la AI, contractilidad del VI, resistencias periféricas.*
- También son dependientes de variables de calidad del equipo y de la técnica, como la calidad de la película o CD, la cantidad y tipo de contraste, la adecuada colocación del catéter, la velocidad de flujo del contraste...*

- *Es una valoración subjetiva y por tanto sujeta a variabilidad inter observador.*

La clasificación más utilizada para la gradación de la severidad de la IM es la de Grossman^{138, 140}.

Grado 0 Sin IM.

Grado 1+(leve). El contraste penetra en la aurícula izquierda sin opacificar toda la cámara y se aclara en 1 ó 2 latidos después de la inyección.

Grado 2+(moderada). La aurícula izquierda se opacifica de forma completa después de varios latidos, pero en menor intensidad que el ventrículo izquierdo.

Grado 3+(moderada-severa). La opacificación auricular es completa e igual en intensidad a la del ventrículo.

Grado 4+(severa). Opacificación casi completa de la aurícula izquierda después del primer latido, con contrastación similar a la del ventrículo e incluso reflujo del medio de contraste en las venas pulmonares durante la sístole ventricular izquierda.

Este método no tiene en consideración el tamaño o la distensibilidad de la aurícula, esto hace que un volumen regurgitante pueda ser catalogado como severo si se introduce en una aurícula pequeña y poco distensible, y como leve o moderado si penetra en una grande y distensible.

Tampoco toma en consideración el tamaño y la contractilidad del ventrículo izquierdo, así un ventrículo pequeño e hiperdinámico generará el aspecto de más IM que uno grande y con contractilidad disminuida.

Todos estos factores hacen que la clasificación de Grossman sea útil para distinguir los grados leves de los severos, pero se vea limitada en los grados intermedios.

7.2. VALORACIÓN ANGIOGRÁFICA CUANTITATIVA.

La valoración angiográfica cuantitativa se basa en el cálculo del volumen regurgitante, VR, y de la fracción de regurgitación.

El VR es igual al gasto total menos el gasto anterógrado.

$$VR(l/min) = \text{Gasto total} - \text{Gasto anterógrado}$$

El gasto total es igual al volumen telediastólico angiográfico menos el volumen telesistólico angiográfico, multiplicado por la frecuencia cardiaca.

El gasto anterógrado se puede obtener mediante el método directo de Fick o el método de termodilución.

El volumen regurgitante por cada latido se calcula dividiendo el VR(l/min) por la frecuencia cardiaca.

La determinación tanto del gasto total como del gasto anterógrado puede estar sometida a errores. Para que los cálculos sean fiables es fundamental que la determinación de los volúmenes ventriculares angiográficos sea exacta, lo cual requiere una cuidadosa técnica. Asimismo la técnica de termodilución puede ser inexacta si el índice cardiaco es inferior a 2 litros/min/m², o si existe insuficiencia tricuspídea.

La fracción regurgitante (FR) se puede calcular dividiendo el VR entre el gasto total.

$$FR = VR / \text{Gasto total}$$

Grossman^{138, 140} establece una gradación de la severidad de la IM según la fracción regurgitante:

	FR
Leve	Menor del 20%.
Moderada	Del 20 al 40%.
Moderada-severa	Del 40 al 60%.
Severa	Mayor del 60%.

8. RESONANCIA MAGNÉTICA.

La Resonancia magnética nuclear (RMN), es un método diagnóstico no invasivo que puede usarse tanto para la evaluación anatómica de las estructuras cardíacas, como de su función^{144, 150}.

Velocity-encoded cine RMN proporciona una información cuantitativa de spins en movimiento y puede ser aplicada para determinar flujos intracardiacos¹⁴⁶.

El principal obstáculo para la obtención de flujos intracardiacos es el movimiento del corazón en sístole y diástole; el anillo mitral se mueve de 12 a 16 mm hacia el apex durante la contracción ventricular¹⁴⁷. Kayser¹⁴⁸ et al. mostraron como indispensable realizar una corrección para este movimiento, pero la cuantificación de flujo se realiza en un plano fijo durante todo el ciclo cardíaco. Kozerke¹⁴⁹ ha desarrollado un método de adquisición adaptado al movimiento, pero esto requiere de un software que no está presente en todas las RMN.

La valoración de la severidad de la IM mediante RMN¹⁴⁵ se puede realizar al igual que en el caso del ECO por métodos cualitativos y cuantitativos¹⁵¹.

8.1. MÉTODOS CUALITATIVOS.

El jet regurgitante se traduce en un área de color negro y diversos grados de gris en la aurícula izquierda (vacío de señal). La obtención de múltiples cortes contiguos permite obtener la anchura, profundidad y área del vacío de señal dentro de la aurícula izquierda.

Los planos oblicuos de 4 cámaras o dos cámaras son de elección para determinar el origen del jet de regurgitación en la aurícula izquierda. Fotos 25 y 26.

Este método que mide la intensidad y extensión del vacío de señal está sujeto al igual que por ecocardiografía a condicionamientos hemodinámicos y también técnicos del diseño de la secuencia.

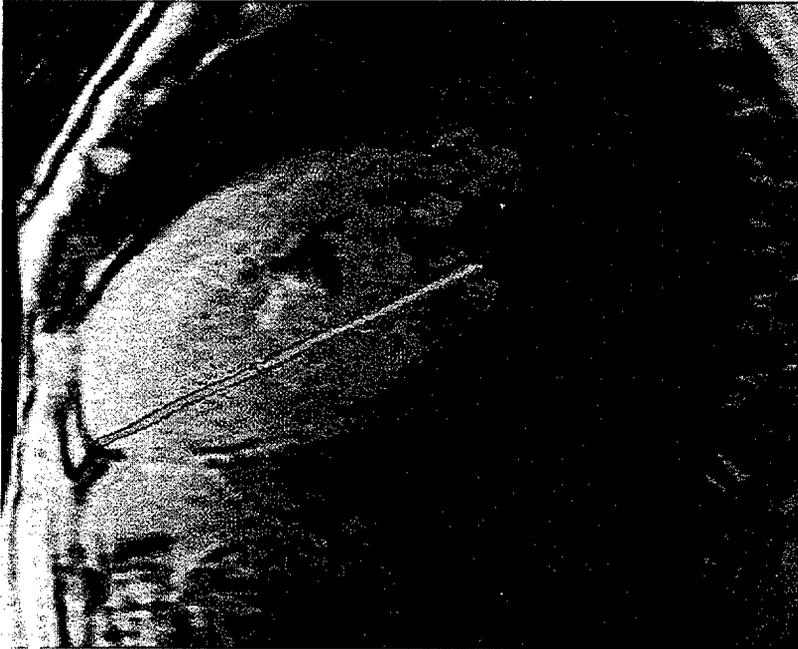


Foto 25. Plano sagital 4 cámaras por RMN.

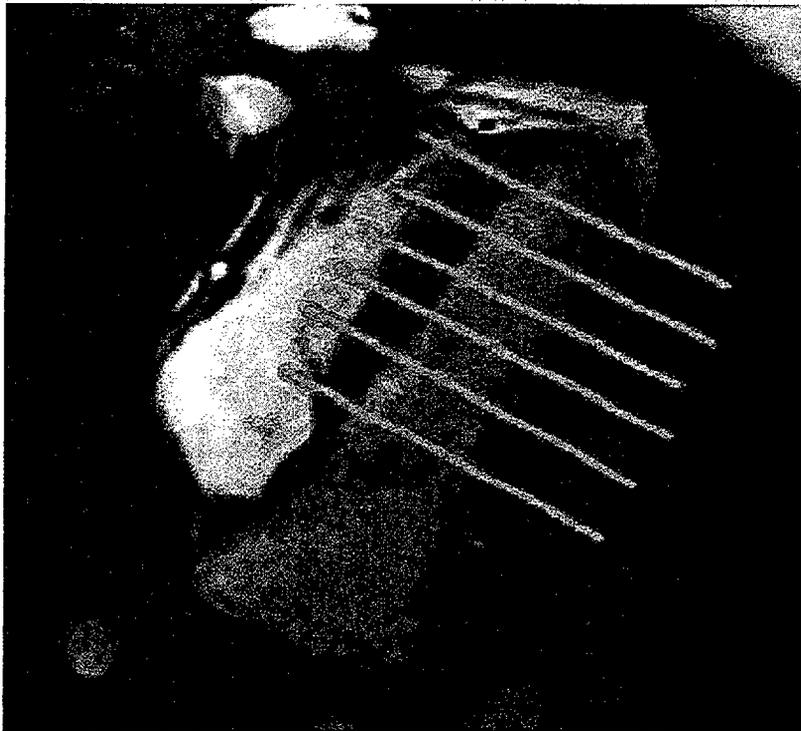


Foto 26. Plano 4 cámaras eje corto por RMN.

8.2. MÉTODOS CUANTITATIVOS.

8.2.1. ANÁLISIS DEL FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL POR RMN.

El flujo de convergencia proximal se visualiza como un pequeño semicírculo negro (vacío de señal) convergiendo hacia la aurícula izquierda en la cara ventricular de la válvula mitral.

El área se relaciona con la severidad de la IM como ya se explicó en el caso de la ecocardiografía, pero se ve también condicionada por parámetros técnicos de la secuencia de la RMN¹⁵³.

8.2.2. MAPAS DE VELOCIDAD.

La RMN permite obtener mapas de velocidad en las tres direcciones del espacio^{143, 154}. Al igual que el ECO 3D se obtienen vectores de velocidad a lo largo de todo el área seccional, sin limitarse a una muestra de volumen como en el Doppler pulsado por ECO 2D. La reconstrucción de los vectores de velocidad en tres direcciones representa el vector velocidad.

La velocidad multiplicada por el área permite obtener el flujo instantáneo en cada fase del ciclo cardiaco¹⁵⁵. Foto 27.

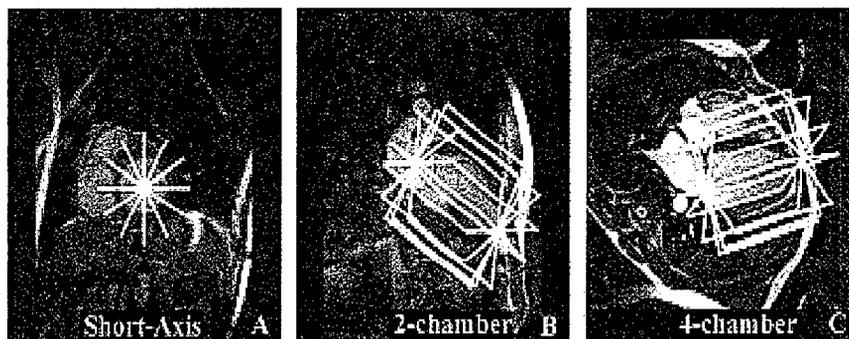


Foto 27. Obtención del flujo intra ventricular para el cálculo del flujo de regurgitación mitral. Se posicionan 6 planos con angulaciones de 30°, se adquieren velocidades en tres direcciones y se multiplica por el área. A. Vista de eje corto. B. 2 cámaras. C. 4 cámaras.

La insuficiencia mitral se puede cuantificar con mapas de velocidad mediante dos métodos:

- Uno basado en la obtención del flujo anterógrado diastólico y el retrógrado sistólico (flujo regurgitante) registrados en el anillo mitral¹⁴³; la fracción regurgitante se obtendrá dividiendo el flujo regurgitante entre el flujo diastólico. Como ya se explicó anteriormente el movimiento del corazón durante el ciclo cardiaco desplaza el anillo mitral, aunque hay softwares que tienen en cuenta este desplazamiento, hay otros grupos que posicionan manualmente el anillo en sístole y diástole¹⁴³. Foto 28.

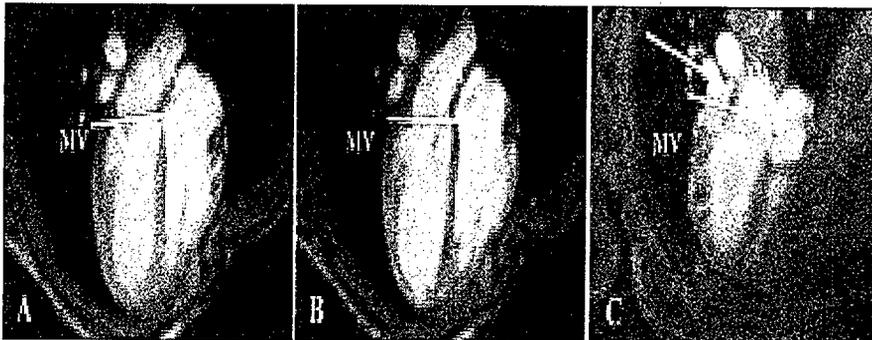


Foto 28. A. Sístole, posicionamiento del anillo mitral en la línea de la válvula mitral (MV) cerrada. B. Diástole, posicionamiento del anillo mitral. C. Jet de regurgitación durante la sístole en la aurícula izquierda señalado con flecha.

El cálculo de flujos diastólico y sistólico por este método no se ve influenciado por la presencia de otras regurgitaciones valvulares.

- El segundo método se basa en la obtención del flujo regurgitante como diferencia entre el flujo sistólico pulmonar y el aórtico¹⁵² (fotos 29 y 30). Para que estos cálculos sean fiables no deben de existir otras regurgitaciones valvulares. La velocidad obtenida se representa en curvas de velocidad/tiempo, como se puede visualizar en la siguiente gráfica (nº 2).

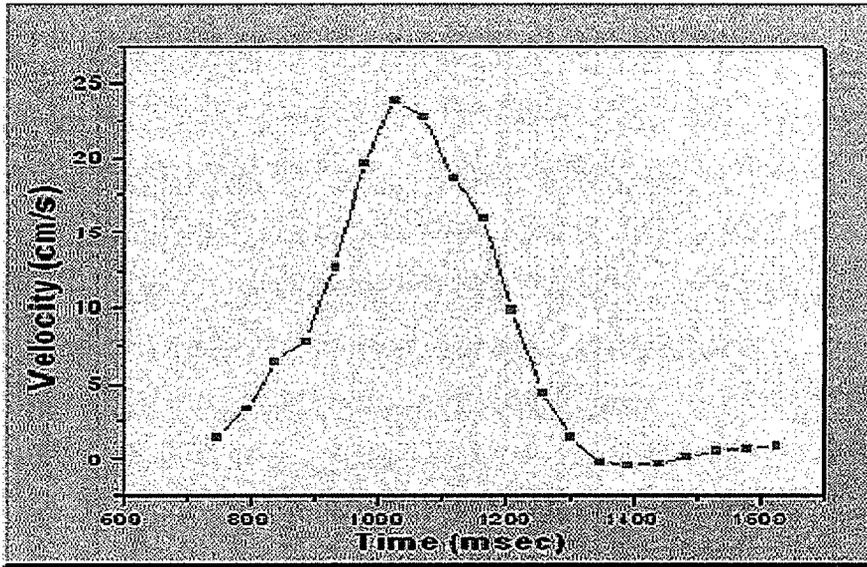


Gráfico 2. Curva velocidad/tiempo del flujo regurgitante por RMN.

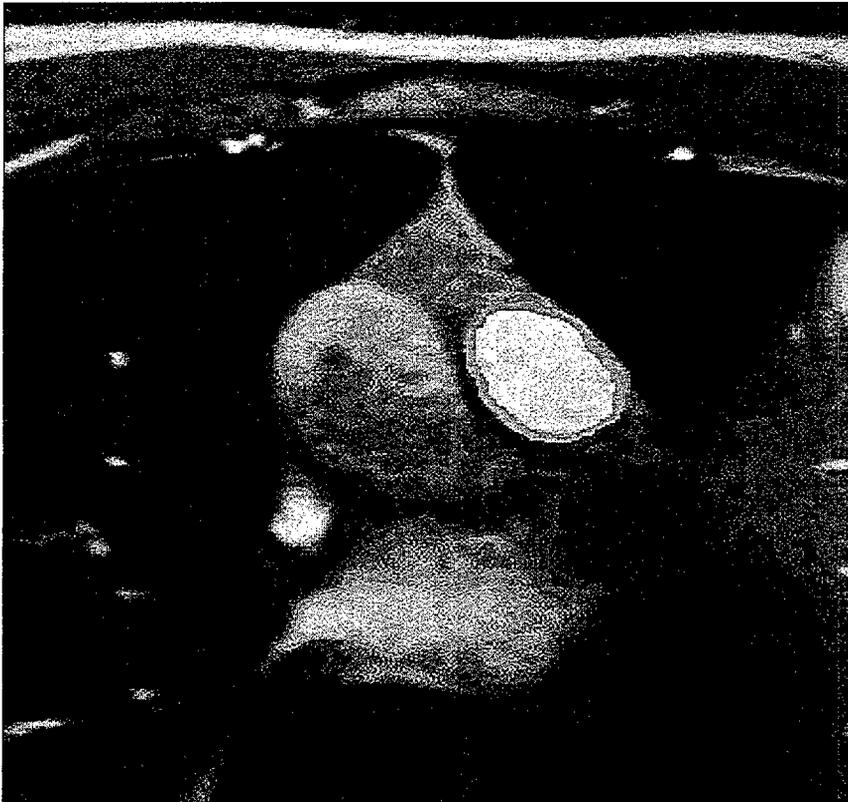


Foto 29. Corte a nivel de la arteria pulmonar principal.



Foto 30. Corte a nivel del tracto de salida del VI para calcular el flujo aórtico.

8.2.3. MÉTODO DE SIMPSON.

Se basa en el cálculo del volumen ventricular izquierdo en diástole y en sístole, la diferencia entre ambos es el volumen regurgitante. Este método requiere de la no-existencia de otras regurgitaciones valvulares para ser fiable.

9. IMPORTANCIA ACTUAL DE LA ADECUADA CUANTIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

El diagnosticar adecuadamente la insuficiencia severa de la válvula mitral, tiene hoy en día una gran importancia debido fundamentalmente a tres aspectos:

9.1. La insuficiencia mitral severa es una patología prevalente que afecta tanto a la mortalidad como a la morbilidad de los pacientes.

9.2. La insuficiencia mitral severa es una patología tratable. La cirugía precoz aumenta la supervivencia. Gran desarrollo de técnicas quirúrgicas de reparación de la válvula mitral.

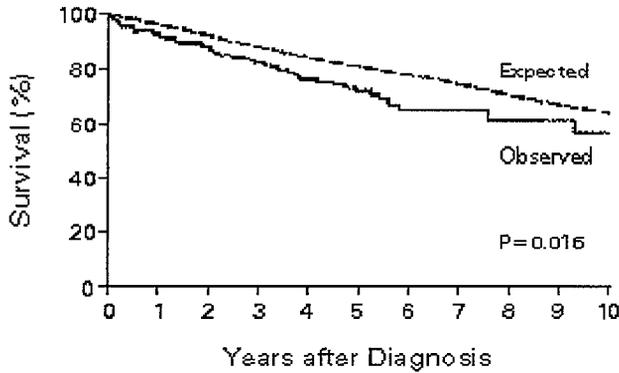
9.3. El diagnóstico de insuficiencia mitral severa adquiere importancia en la práctica clínica, puesto que influye sobre la terapéutica y el pronóstico del paciente. Limitaciones diagnósticas de los métodos clásicos de cuantificación de la severidad de la IM. ¿ Existe algún método diagnóstico ecocardiográfico capaz de predecir la mortalidad en pacientes asintomáticos con fracción de eyección conservada?.

9.1. La insuficiencia mitral severa es una patología prevalente que afecta tanto a la mortalidad como a la morbilidad de los pacientes.

La causa más frecuente de insuficiencia mitral severa en el mundo Occidental es el prolapso valvular que afecta al 3-5% de la población¹⁷⁷.

La insuficiencia mitral severa tiene grandes implicaciones pronósticas para el paciente, puesto que se relaciona con la supervivencia, con el riesgo de muerte súbita, y con factores de morbilidad como pueden ser el desarrollo de fibrilación auricular y de insuficiencia cardíaca^{1, 35}.

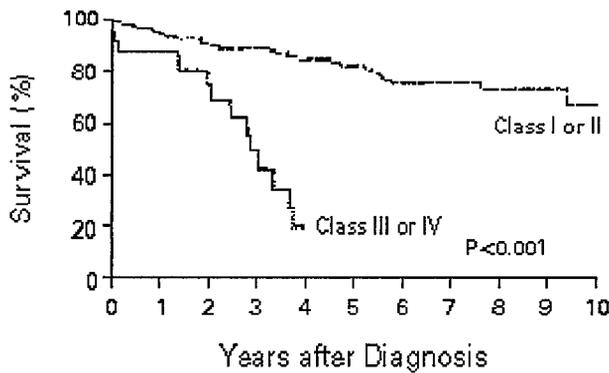
En los años sesenta, la etiología predominante de la insuficiencia mitral era reumática^{2, 3}, desde los años noventa la causa más frecuente es el prolapso valvular. En la historia natural³⁵ de los pacientes con prolapso de la válvula mitral se ha objetivado que la supervivencia esperada es menor que en los controles de edad y sexo equivalentes^{1, 4,5,6}. Gráfico 3.



No. AT RISK 229 133 115 103 84 70 52 34 21 12 7

Gráfico 3. Supervivencia observada en pacientes con prolapso valvular mitral en relación con la esperada. *N. Engl J Med* 1996;335:1417-1423

Pacientes en clase funcional III-IV de la New York Heart Association (NYHA) tienen una mortalidad anual del 34%, pero la mortalidad es también notable en los pacientes en las clases funcionales I-II de la NYHA 4.1%¹. Gráfico 4.

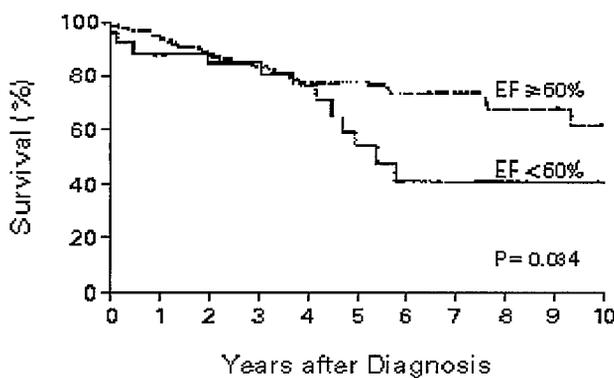


No. AT RISK
 Class I or II 162 117 102 95 80 69 50 33 20 12 7
 Class III or IV 66 15 12 7 3

Gráfico 4. Supervivencia de pacientes con insuficiencia mitral en relación con la clase funcional. *N. Engl J Med* 1996;335:1417-1423.

Otro factor determinante de supervivencia en los pacientes con IM severa es la fracción de eyección preoperatoria. La experiencia del grupo del Dr. Tajik de la clínica Mayo, refleja una supervivencia

postoperatoria a 10 años del 72% en pacientes con una fracción de eyección (FE) preoperatoria mayor o igual al 60%, del 53% en pacientes con una FE entre el 50 y el 60% y de tan sólo el 32% en pacientes con FE preoperatoria menor del 50%⁷. Gráfico 5.



No. AT RISK	
EF ≥60%	185 109 94 83 69 61 45 30 19 11 5
EF <60%	44 24 21 20 15 9 6 4 1 1 1

Gráfico 5. Relación entre FE preoperatoria y supervivencia. *N. Engl J Med* 1996;335:1417-1423

De los estudios de la historia natural de la IM por prolapso valvular mitral^{1, 4,6}, se ha conocido que también hay un riesgo de muerte súbita (MS) de hasta un 1,8% anual, que es tan alta como en pacientes con estenosis aórtica grave. En un análisis por subgrupos se objetiva que la clase funcional de la NYHA, la fracción de eyección y la fibrilación auricular, son factores independientes de riesgo de muerte súbita¹¹.

La probabilidad de muerte súbita según la clase funcional es del 1% en clase I, 3,1% en clase II, y 7,8% en clases III y IV. La diferencia de riesgo de muerte súbita entre las clases I y II, se limita a los pacientes en fibrilación auricular o con FE < 60%, y se iguala en los pacientes en ritmo sinusal con FE > 60%. Hay que destacar que en pacientes asintomáticos con insuficiencia mitral severa y una FE superior al 60% la incidencia de muerte súbita es del 1,5% anual⁷. Estos datos se visualizan en los siguientes gráficos¹¹ (números 6 y 7).

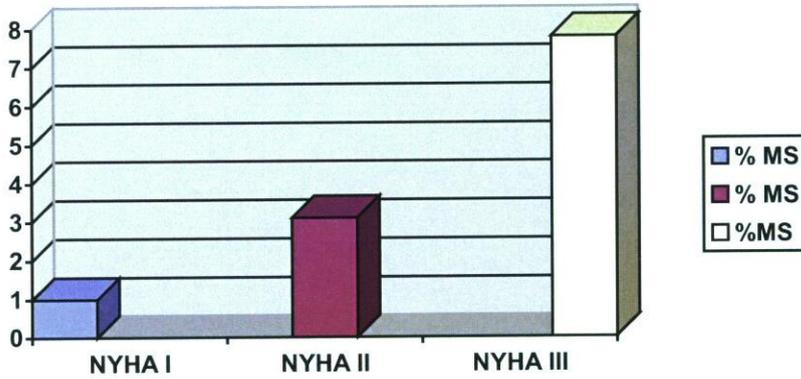


Gráfico 6. Histograma que muestra que la probabilidad de muerte súbita aumenta según empeora la clase funcional de la NYHA. JACC, Volume 34, Issue 7, December 1999, Pages 2086-2087

La incidencia de muerte súbita en los pacientes con una fracción de eyección reducida <50% es del 12,7% anual, para pacientes con FE entre el 50 y 59% del 1% anual y con FE >60% del 1,5% anual. Gráfico 7.

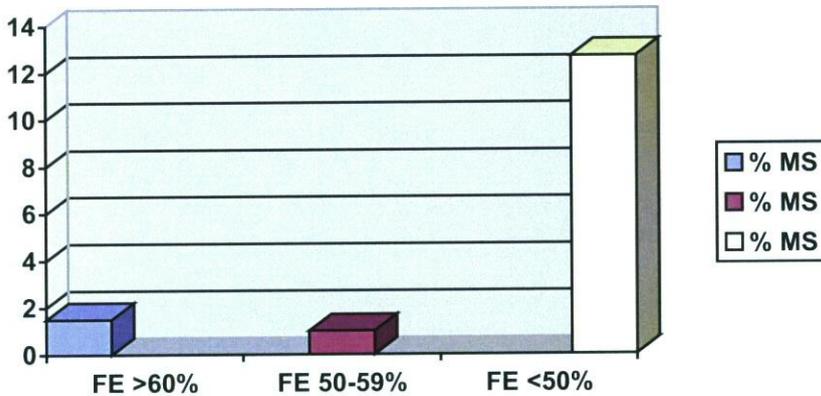


Gráfico 7. Histograma que representa la incidencia de muerte súbita en función de la fracción de eyección preoperatoria. JACC, Volume 34, Issue 7, December 1999, Pages 2086-2087.

La incidencia anual de muerte súbita en pacientes en ritmo sinusal es del 1,3%, ascendiendo sin embargo hasta el 4,9% para pacientes en fibrilación auricular. Gráfico 8.

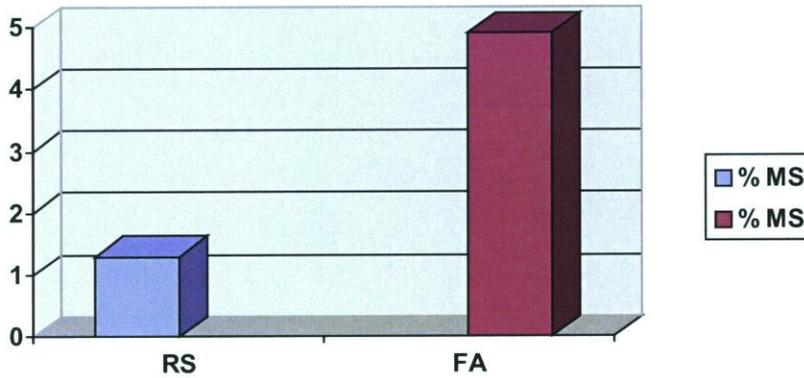


Gráfico 8. Histograma que muestra la mayor incidencia de muerte súbita de los pacientes en fibrilación auricular. JACC, Volume 34, Issue 7, December 1999, Pages 2086-2087.

En la historia natural de la enfermedad, no sólo destaca la mortalidad, sino que hay que tener en cuenta la morbilidad, en dos aspectos tan importantes como es el desarrollo de fibrilación auricular y de insuficiencia cardiaca congestiva. En un seguimiento a 10 años se ha objetivado un 63% de incidencia de insuficiencia cardiaca¹ y una tasa muy alta de fibrilación auricular de un 30%⁷. El tamaño de la aurícula izquierda, el cual se relaciona con el grado de regurgitación, ^{8,9,10} predice el desarrollo de insuficiencia cardiaca, pero no el de fibrilación auricular⁹. Gráfico 9.

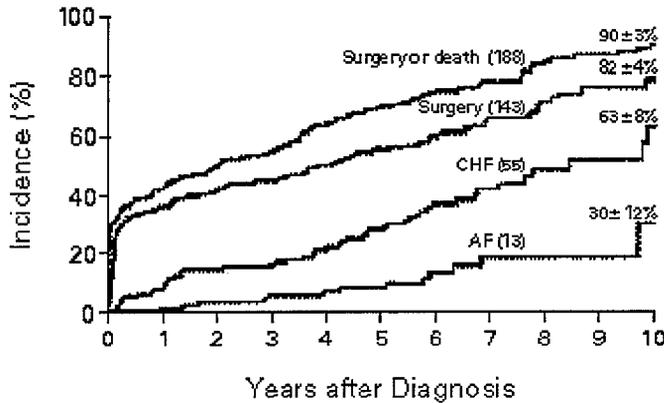


Gráfico 9. Incidencia de insuficiencia cardiaca congestiva (CHF) y de fibrilación auricular en relación a los años de evolución. *N. Engl J Med* 1996;335:1417-1423.

Así pues, la insuficiencia mitral severa incluso en pacientes asintomáticos y con fracción de eyección conservada conlleva un aumento de la morbi y mortalidad³⁵. Gráfico 10.

Mortality and Morbidity

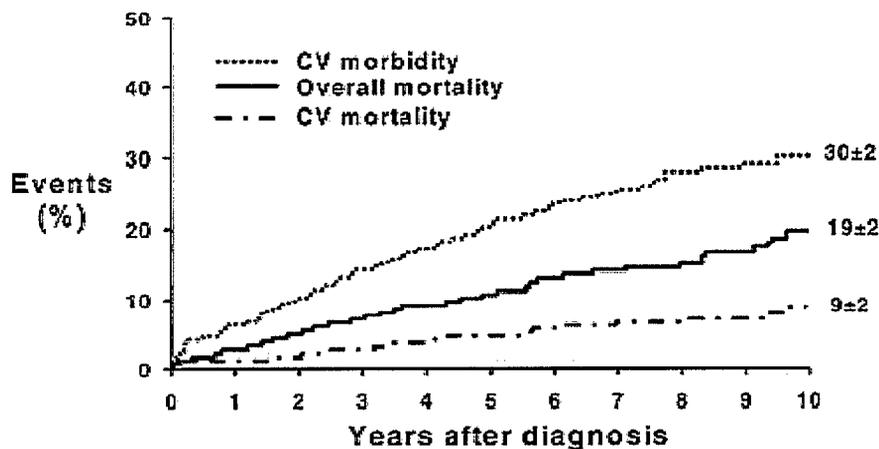


Gráfico 10. Mortalidad y morbilidad de la insuficiencia mitral severa en relación con los años tras el diagnóstico. *Circulation*, September 10, 2002; 106(11): 1355 - 1361.

El conocimiento de estos datos ha hecho que hoy en día se haga más que nunca imprescindible la adecuada valoración ecocardiográfica de la severidad de la insuficiencia mitral, ya que de esta valoración va a depender la indicación quirúrgica, sin esperar como en décadas anteriores al desarrollo de síntomas, ni al deterioro de la función sistólica.

9.2. La IM severa es una patología tratable. La cirugía precoz aumenta la supervivencia. Gran desarrollo de técnicas quirúrgicas de reparación de la válvula mitral.

La insuficiencia mitral es una valvulopatía de difícil manejo, la sintomatología puede estar ausente durante años¹⁶ a pesar de la existencia de una regurgitación severa. Además la corrección quirúrgica ha sido tradicionalmente reservada para pacientes que desarrollaban síntomas severos durante el seguimiento médico¹⁷; sin embargo esta estrategia quirúrgica, se ha visto asociada a alta incidencia de disfunción ventricular postoperatoria y mortalidad tardía^{18, 19,20}. Este hecho asociado a los excelentes resultados de la reconstrucción valvular mitral^{21, 24,25,26}, han sugerido recientemente la superioridad en cuanto a pronóstico de una corrección temprana de la IM severa^{14, 22,23}. Este convencimiento de superioridad se basa en estudios comparativos^{14, 28,33,34} entre una estrategia conservadora de manejo con tratamiento médico, con una posible cirugía diferida y una estrategia de cirugía temprana o precoz (definiendo como tal aquella que se realiza dentro del primer mes después del diagnóstico).

La supervivencia a 10 años es del 79±8% para pacientes sometidos a una cirugía precoz y del 65±5% para pacientes con tratamiento conservador. Gráfico 11.

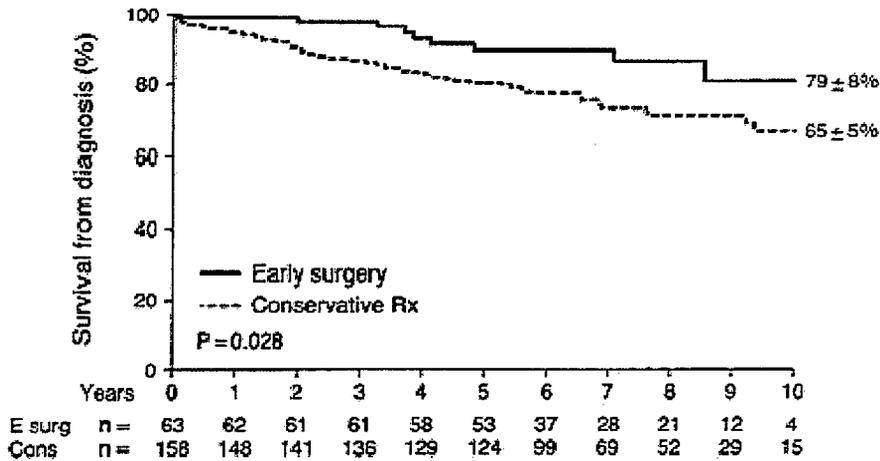


Gráfico 11. La supervivencia de pacientes con IM severa sometidos a cirugía precoz es mejor que la de aquellos tratados médicamente. *Circulation* 1997;96:1819-1825.

Si consideramos la mortalidad de origen cardíaco, también la incidencia es mayor a 10 años $28 \pm 5\%$ para el grupo con tratamiento médico, respecto al de cirugía precoz $8 \pm 4\%$ a 10 años. Gráfico 12.

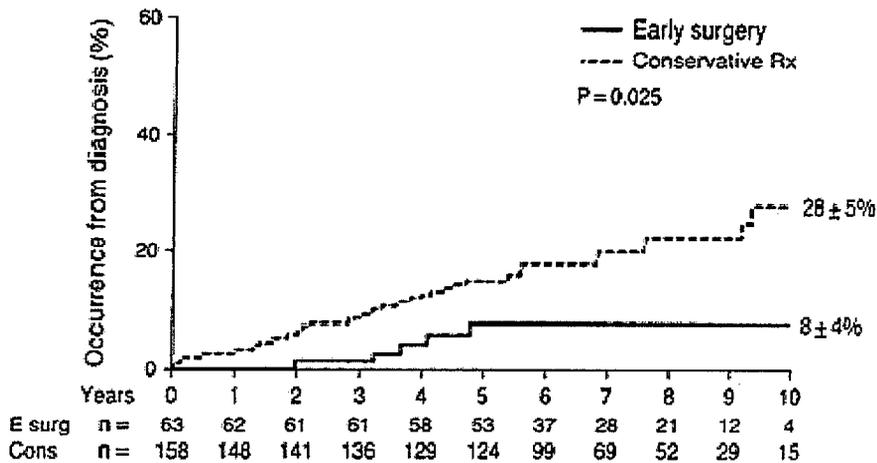
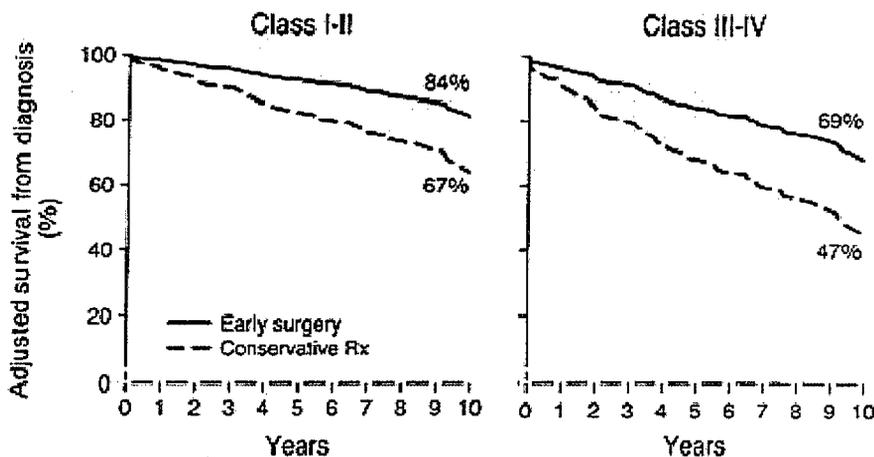


Gráfico 12. Gráfico que muestra que la mortalidad de origen cardíaco es mayor en pacientes con tratamiento conservador. *Circulation* 1997; 96:1819-1825.

El beneficio de la estrategia quirúrgica precoz, no sólo se limita a los pacientes claramente sintomáticos, clases III-IV, sino que también se objetiva en los pacientes mínimamente sintomáticos, clases I-II³². La supervivencia a 10 años es del 84% para pacientes operados precozmente versus del 67% para pacientes tratados de modo conservador en las clases I-II de la NYHA, descendiendo hasta el 69% para pacientes operados en mala clase funcional III-IV, aunque incluso en estas clases se objetiva beneficio frente al tratamiento conservador con una supervivencia de tan sólo un 47%^{14,15}. Gráficos 13 y 14.



Gráficos 13 y 14. Gráficos que muestran el beneficio de una estrategia quirúrgica precoz no sólo se limita a pacientes con mala clase funcional. *Circulation* 1997;96:1819-1825.

La disminución del riesgo de muerte asociada con una cirugía precoz, es mayor en pacientes asintomáticos con un orificio regurgitante efectivo mayor de 40mm². Este dato proporciona una base firme para considerar cirugía en pacientes asintomáticos con orificios regurgitantes mayores de 40mm², según se ha publicado recientemente¹².

La cirugía precoz se ha comparado asimismo con la estrategia conservadora en cuanto a parámetros de morbilidad^{3, 6,14,29} fundamentalmente dos: insuficiencia cardiaca y fibrilación auricular.

La incidencia de insuficiencia cardiaca nueva o recurrente es menor en pacientes operados precozmente 27% a 10 años, frente aquellos manejados conservadoramente^{14, 15} 59% a 10 años. Gráfico 15.

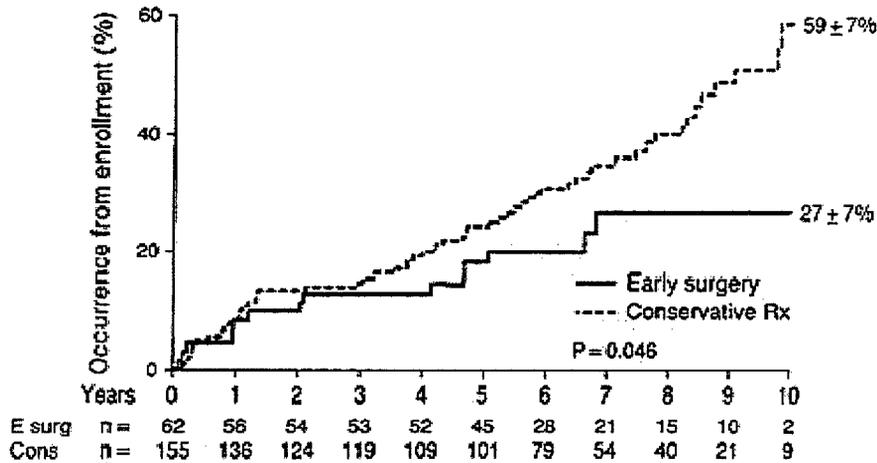


Gráfico 15. Gráfico que muestra la mayor incidencia de insuficiencia cardiaca en pacientes manejados conservadoramente. *Circulation* 1997; 96:1819-1825.

La cirugía precoz se asocia con una disminución de la incidencia tardía de fibrilación auricular, comparada con la estrategia conservadora¹⁴. El efecto beneficioso de la cirugía temprana en ritmo sinusal o inmediatamente después del desarrollo de fibrilación auricular³⁰, sugiere que la supresión de la sobrecarga de volumen puede interrumpir el remodelado auricular y prevenir sus consecuencias³¹. Tan sólo el 4% de los pacientes con una reparación temprana de la válvula mitral desarrollan fibrilación auricular a los 10 años, frente a un 26% de los de estrategia conservadora. Gráfico 16.

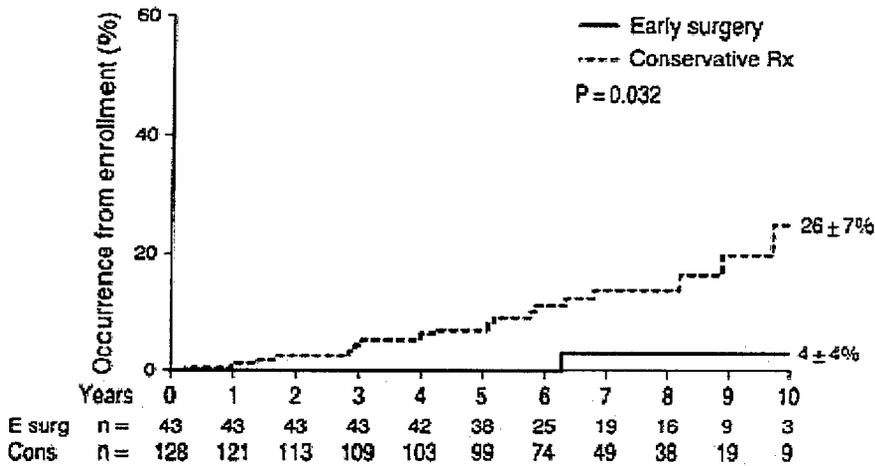


Gráfico 16. Gráfico que demuestra que la cirugía precoz se asocia a una menor incidencia de fibrilación auricular. *Circulation* 1997; 96:1819-1825.

9.3. El diagnóstico de insuficiencia mitral severa adquiere importancia en la práctica clínica, puesto que influye sobre la terapéutica y el pronóstico del paciente. Limitaciones diagnósticas de los métodos clásicos de cuantificación de la severidad de la IM. ¿Existe algún método diagnóstico ecocardiográfico capaz de predecir la mortalidad en pacientes asintomáticos con fracción de eyección conservada?

Se hace necesario hoy en día el definir subgrupos de riesgo entre pacientes con insuficiencia mitral severa asintomáticos, y con fracción de eyección normal, los cuales se benefician de una cirugía precoz para reducción de la mortalidad. ¿Existe realmente algún parámetro ecocardiográfico que identifique a estos subgrupos?

Recientemente las Sociedades Americana y Europea de Ecocardiografía establecieron unas guías¹³ de evaluación de la severidad de las insuficiencias valvulares¹³. En dichas guías se estableció la superioridad de los métodos cuantitativos sobre los cualitativos y se fijaron los umbrales de corte de gradación de la severidad en leve, moderada o severa, según los distintos métodos de estimación.

Lo que estas guías no establecen es:

- *Cuál es el grado de concordancia entre los diferentes métodos diagnósticos.*
- *Cuál de estos parámetros tiene influencia pronóstica mayor y pueda usarse para estratificación de riesgo.*
- *Cuál debe de ser la interpretación real en la practica clínica cuando haya discrepancias entre los métodos, teniendo en cuenta las peculiaridades de cada uno en cuanto a sensibilidad y especificidad.*
- *En este trabajo se pretendió realizar un estudio de concordancia entre los principales métodos diagnósticos tanto por Eco transtorácico como por Eco transesofágico y angiografía, para responder a preguntas tales como: saber si los métodos clásicos como la angiografía, que durante años ha sido considerada como “gold standard”, están obsoletos, o por el contrario pudieran tener tanta validez como la aproximación más reciente al diagnóstico de IM por métodos cuantitativos; saber si es necesario en la mayoría de pacientes, antes de tomar una decisión diagnóstica definitiva, el realizar un estudio transesofágico como es habitual en la practica clínica, o si por el contrario, nos podemos limitar al estudio transtorácico; saber si aproximaciones diagnósticas por métodos simplificados tales como el radio PISA pueden o no suplir a los métodos cuantitativos...*
- *En cuanto al segundo punto, el conocer cual de estos parámetros tiene influencia pronóstica mayor, no ha sido analizado en el presente trabajo, por tratarse de un estudio diagnóstico y no pronóstico de estratificación de riesgo. Pero en este sentido, por la importancia que de ello se deriva, hay que decir que en este mismo año, el grupo del Dr. Enriquez- Sarano y Tajik, ha publicado un trabajo prospectivo¹², con un seguimiento a 5 años de 456 pacientes, y se establece como mejor parámetro pronóstico el orificio regurgitante efectivo (ORE), frente a otros parámetros como: el volumen regrugitante (VR), los diámetros ventriculares, el área color regurgitante (ACR) por planimetría o la relación área color regurgitante/área de la aurícula izquierda. En nuestro estudio se pretendió analizar la eficacia diagnóstica del orificio regurgitante frente a otros parámetros y cuando puede ser de especial utilidad el cálculo del ORE en la práctica clínica. La integración de estos datos con los ya publicados puede ser de gran ayuda en la aproximación a cada paciente individual.*

El grupo del Dr. Enriquez- Sarano y Tajik obtuvo los siguientes resultados: entre los pacientes asintomáticos tratados médicamente, la supervivencia a 5 años es del 91% para pacientes con un orificio regurgitante menor de 20 mm², del 66% si está entre 20 y 39 mm² y del 58% con un ORE mayor de 40mm² ($p < 0,01$)¹². Gráfico 17.

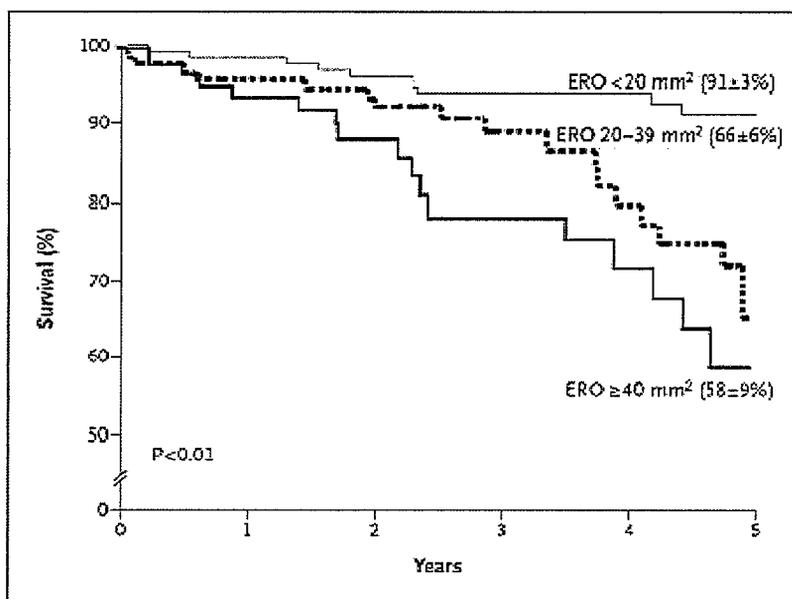


Gráfico 17. Gráfico que demuestra el valor pronóstico del orificio regurgitante efectivo. *N Engl J Med* 2005 352:875-883.

El riesgo de muerte de causa cardiaca es de 3%, 20% y 36% para ORE menores de 20 mm², entre 20 y 39 mm² y mayores de 40 mm². Gráfico 18.

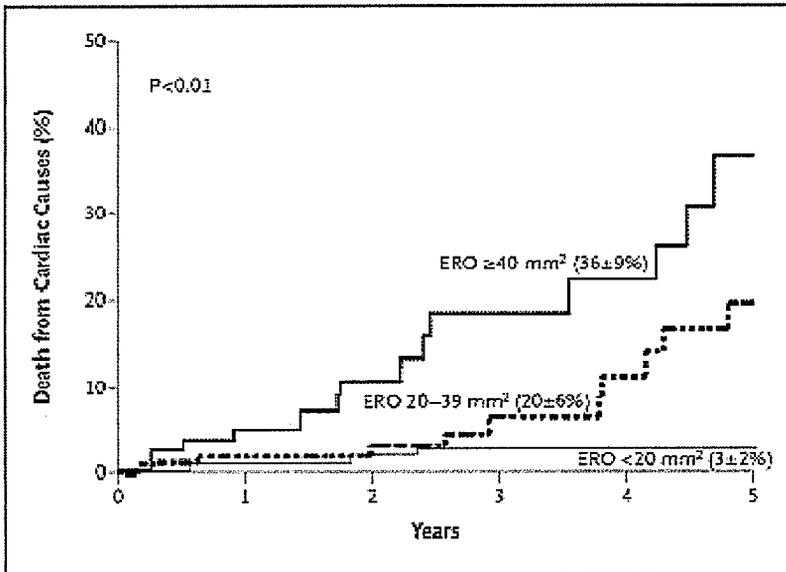


Gráfico 18. Gráfico que muestra que la mortalidad de causa cardíaca aumenta en pacientes con un orificio regurgitante mayor de 40mm². *N Engl J Med* 2005 352:875-883.

El volumen regurgitante demostró un valor predictivo de supervivencia menor después de ajustarlo por edad, sexo, fracción de eyección y fibrilación auricular. El área color regurgitante y la relación área color regurgitante/área de la aurícula izquierda no demostraron valor predictivo en un análisis multivariable.

En cuanto a la probabilidad de eventos cardíacos (muerte de causa cardíaca, insuficiencia cardíaca congestiva o fibrilación auricular), tanto el orificio regurgitante efectivo como el volumen regurgitante se mostraron como buenos predictores, tras ajustar por edad y fracción de eyección. A 5 años la probabilidad de eventos cardíacos es de 15% para orificio regurgitante efectivo < 20mm², de 40% para ORE entre 20 y 39 mm² y del 62% para pacientes con ORE de al menos 40mm². Gráfico 19.

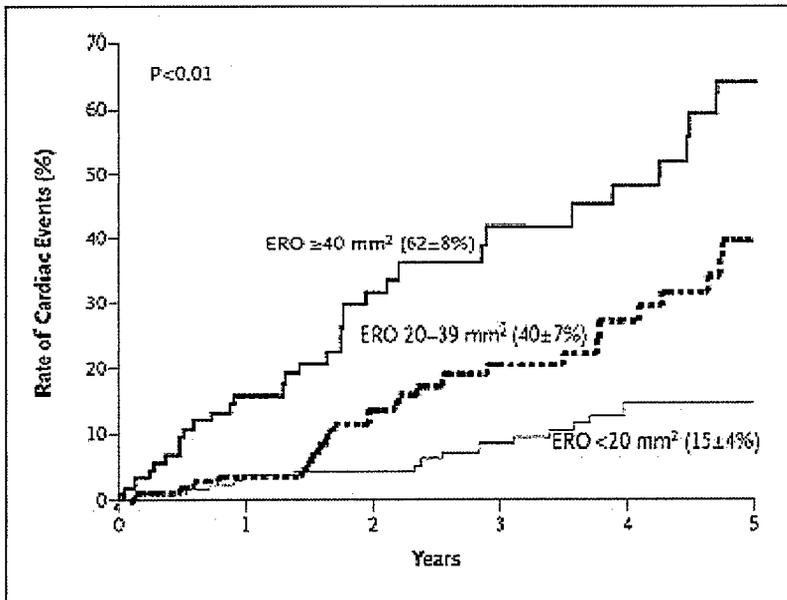


Gráfico 19. Gráfico que demuestra que la probabilidad de desarrollar insuficiencia cardíaca o fibrilación auricular aumenta a mayor orificio regurgitante. *N Engl J Med* 2005 352:875-883.

La probabilidad de eventos cardíacos para pacientes con Volumen regurgitante < 30 ml/latido es del 17% a 5 años, del 32% para VR entre 30 y 59 ml/latido y del 55% para aquellos con un VR de al menos 60 ml/latido.

El área color regurgitante no se mostró como buen predictor en un análisis multivariable.

De todos estos datos se puede establecer el importante poder pronóstico de la gradación cuantitativa de la IM según las guías. El orificio regurgitante efectivo es un determinante mayor de supervivencia tras el diagnóstico y debería ser por tanto cuantificado al mismo. Pacientes con ORE mayor de 40 mm² tienen altas probabilidades de muerte y de eventos cardíacos, a pesar de estar asintomáticos y deberían ser los primeros en ser considerados candidatos a cirugía sobretodo si es posible una reparación de la válvula mitral.

9.4. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

El diagnosticar adecuadamente la insuficiencia severa de la válvula mitral, tiene hoy en día una gran importancia debido fundamentalmente a los tres factores desarrollados previamente:

1.1. La insuficiencia mitral severa es una patología prevalente que afecta tanto a la mortalidad^{1,4,5,6} como a la morbilidad^{1,35} de los pacientes.

1.2. La insuficiencia mitral severa es una patología tratable. La cirugía precoz aumenta la supervivencia^{12,14,28,33,34}. Gran desarrollo de técnicas quirúrgicas de reparación de la válvula mitral^{21,24,25,26}.

1.3. El diagnóstico de insuficiencia mitral severa adquiere importancia en la práctica clínica, puesto que influye sobre la terapéutica y el pronóstico del paciente. Limitaciones diagnósticas de los métodos clásicos de cuantificación de la severidad de la IM. ¿Existe algún método diagnóstico ecocardiográfico capaz de predecir la mortalidad en pacientes asintomáticos con fracción de eyección conservada?

Se hace necesario hoy en día el definir subgrupos de riesgo entre pacientes con insuficiencia mitral severa asintomáticos, y con fracción de eyección normal, los cuales se beneficien de una cirugía precoz para reducción de la mortalidad. ¿Existe realmente algún parámetro ecocardiográfico que identifique a estos subgrupos?

Recientemente las Sociedades Americana y Europea de Ecocardiografía establecieron unas guías¹³ de evaluación de la severidad de las insuficiencias valvulares¹³. En dichas guías se estableció la superioridad de los métodos cuantitativos sobre los cualitativos y se fijaron los umbrales de corte de gradación de la severidad en leve, moderada o severa, según los distintos métodos de estimación.

Lo que estas guías no indican es:

- *Cuál es el grado de concordancia entre los diferentes métodos diagnósticos.*
- *Cuál de estos parámetros tiene influencia pronóstica mayor y pueda usarse para estratificación de riesgo.*
- *Cuál debe de ser la interpretación real en la practica clínica cuando haya discrepancias entre los métodos, teniendo en cuenta las peculiaridades de cada uno en cuanto a sensibilidad y especificidad.*
- *En este trabajo se pretendió realizar un estudio de concordancia entre los principales métodos diagnósticos tanto por Eco transtorácico como por Eco transesofágico y angiografía, para responder a preguntas tales como: saber si los métodos clásicos como la angiografía, que durante años ha sido considerada como “gold standard”, están obsoletos, o por el contrario pudieran tener tanta validez como la aproximación más reciente al diagnóstico de IM por métodos cuantitativos; saber si es necesario en la mayoría de pacientes, antes de tomar una decisión diagnóstica definitiva, el realizar un estudio transesofágico como es habitual en la práctica clínica, o si por el contrario, nos podemos limitar al estudio transtorácico; saber si aproximaciones diagnósticas por métodos simplificados, tales como el radio PISA, pueden o no suplir a los métodos cuantitativos...*
- *Las guías establecen que la aproximación ideal al diagnóstico de severidad de la IM debe de integrar múltiples parámetros, pero lo que no indican es cual es la eficacia diagnóstica de cada uno de ellos en cuanto a sensibilidad y especificidad. En este trabajo se pretendió realizar un estudio de eficacia diagnóstica, que se consideró de importancia, para saber en la práctica clínica, qué método nos puede ser más útil en cada circunstancia.*

II. OBJETIVOS DE LA TESIS.

OBJETIVO PRINCIPAL.

Estimar la concordancia en el grado de severidad de la insuficiencia mitral obtenido por distintos métodos ecocardiográficos, utilizando los puntos de corte recomendados por las recientes guías¹³ de las Sociedades Americana y Europea de Ecocardiografía.

OBJETIVOS SECUNDARIOS.

1A. Demostrar que la severidad de la insuficiencia mitral estimada con métodos simplificados puede obtener un grado de acuerdo bueno a excelente al compararla con métodos cuantitativos más complejos.

1B. Demostrar que la severidad de la insuficiencia mitral estimada con ecocardiografía transtorácica obtiene un buen grado de acuerdo con la obtenida con ecocardiografía transesofágica.

1C. Estimar la concordancia en el grado de severidad de la insuficiencia mitral obtenido con métodos ecocardiográficos con el obtenido por angiografía.

1D. Estudiar la eficacia diagnóstica de los métodos ecocardiográficos y la angiografía para detectar insuficiencia mitral severa.

III. MATERIAL Y MÉTODOS.

1. POBLACIÓN ESTUDIADA.

Se estudiaron 80 pacientes en el Laboratorio de Ecocardiografía del Hospital Ramón y Cajal. De los 80 pacientes 41 eran varones y 39 mujeres. La edad media fue de 65 ± 10 años.

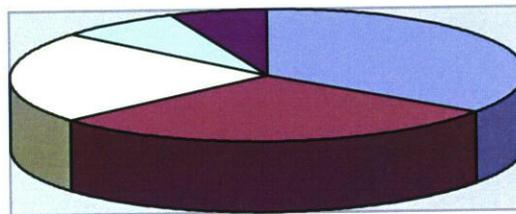
Se utilizaron como criterios de inclusión:

- 1. Pacientes con insuficiencia mitral de cualquier etiología y severidad.*
- 2. Realización de estudio ecocardiográfico transtorácico y transesofágico para el análisis de severidad de la insuficiencia mitral.*
- 3. Realización de un estudio hemodinámico con ventriculografía en un intervalo de tiempo menor de 1 mes respecto al estudio ecocardiográfico, por indicación clínica.*
- 4. Firma del consentimiento informado para la realización de los estudios.*

Los criterios de exclusión fueron:

- 1. Pacientes portadores de prótesis mitral.*
- 2. Aparición de eventos cardiacos nuevos o sometimiento a cirugía cardiaca en el intervalo de tiempo comprendido entre el estudio ecocardiográfico y el estudio hemodinámico.*
- 3. No aceptación de la realización de algún estudio.*

La etiología de la IM fue: reumática en 28 pacientes, isquémica en 23 pacientes, PVM en 18, de los cuales presentaban rotura de cuerda 7, degenerativa en 6 y miocardiopatías en 5. Estos datos se visualizan en el siguiente gráfico (número 20).



■ reumática 28	■ isquémica 23
□ PVM 18	□ degenerativa 6
■ miocardiopatías 5	

Gráfico 20. Diagrama sectorial que muestra la etiología de la insuficiencia mitral en la población estudiada.

2. PROTOCOLO DE ESTUDIO.

2.1. PROTOCOLO DE ESTUDIO ECOCARDIOGRÁFICO.

A todos los pacientes se les realizó un estudio ecocardiográfico transtorácico y transesofágico en modo M, bidimensional y con Doppler. Para ello se utilizó un equipo ATL Ultramark 9 con una sonda transtorácica de 3 MHz y una transesofágica biplana de 5 MHz.

Se estudiaron a los pacientes utilizando las mismas variables que las descritas por Zoghbi en las Guías de la Sociedad Americana y Europea¹³.

Para la obtención de estas variables se utilizaron los siguientes protocolos de estudio Ecocardiográfico:

2.1.1. ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA (ETT).

Todos los estudios se realizaron en el laboratorio de ecocardiografía del Hospital Ramón y Cajal por el mismo ecocardiografista (JD). Los estudios se realizaron en decúbito lareral derecho utilizando la sonda de 3 MHz. Se optimizaron los diferentes parámetros (profundidad, ganancia, frecuencia de repetición de pulsos...) antes de obtener las imágenes en modo M, 2D y Doppler.

Se determinó inicialmente el tamaño de cavidades y posteriormente el área color regurgitante y el estudio de la insuficiencia mitral por método PISA. No se estudiaron por Eco transtorácico ni el flujo de venas pulmonares ni la anchura de la vena contracta, por ser más fácil su visualización por ETE, tal como indican las guías¹³, (aunque en el caso de la VC los nuevos equipos permiten su adecuada visualización por ETT, esto no era así cuando se adquirieron los datos de los pacientes de este estudio). Se eligió el método PISA para el cálculo del orificio regurgitante efectivo, frente al Doppler cuantitativo, por considerar este último sometido a mayor variabilidad.

• TAMAÑO DE CAVIDADES.

Se realizó mediante ETT desde el plano paraesternal longitudinal. Se utilizó para medir las cavidades el modo M guiado por la imagen bidimensional.

La aurícula izquierda se midió en telesístole a nivel de las sigmoideas aórticas, desde el "eco" de la pared posterior de la raíz aórtica a la pared posterior auricular.

El ventrículo izquierdo se midió también desde el eje paraesternal longitudinal, obteniendo un corte del ventrículo perpendicular al eje largo a nivel de las cuerdas tendinosas mitrales. Se consideró telediástole el pico de la onda R del registro simultáneo del ECG y telesístole el punto de mayor aproximación de los endocardios. Las medidas se realizaron desde el endocardio septal posterior al endocardio de la pared posterior. Se valoró también la función sistólica según el cálculo de la fracción de acortamiento (FA).

Los valores se expresaron como variables continuas en cm y como variables categóricas en grados 1 y 3 según los valores de las guías¹³.

• **CÁLCULO DEL ÁREA COLOR REGURGITANTE (ACR).**

Se realizó mediante estudio Doppler color en plano apical de 4 cámaras. Se utilizó un mapa de velocidad- varianza, que codifica el flujo que se acerca al transductor en rojo y el que se aleja en azul. La ganancia se optimizó para obtener la mejor definición del mapa de color. El sector empleado fue el más pequeño posible, así como también se utilizó la menor profundidad posible. La frecuencia de repetición de pulsos osciló entre 3,6 y 5 KHz.

Una vez obtenida el ACR se expresó tanto como variable continua en cm² y como variable categórica siguiendo las clasificaciones de las guías¹³ en 3 grados.

También se clasificó según la dirección del jet fuera central, grado 1, o excéntrico, grado 3.

• **RADIO DEL FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL (FCP).**

Se estableció como límite de Nyquist 40cm/s, que es el límite que se utilizó en las guías para definir los grados de severidad según los radios obtenidos.

La medición se realizó desde la proyección apical de 4 cámaras, usando el zoom hasta visualizar la configuración hemiesférica del flujo de convergencia proximal. Posteriormente se congeló la imagen y se utilizó el cineloop digital hasta el frame en donde se visualizó el máximo FCP para el límite de Nyquist de 40 cm/s, en donde el color varía de azul a rojo, y se midió el radio desde esa primera hemiesfera hasta el orificio regurgitante.

Los valores del radio obtenidos como variable continua en cm fueron convertidos a variable categórica y se clasificaron en 3 grados siguiendo las guías¹³. Tabla 4.

	IM LEVE	IM MODERADA	IM SEVERA
GRADOS	Grado 1	Grado 2	Grado 3
RADIO (cm)	<0,4	0,4-0,9	≥ 0,9

Tabla 4. Clasificación del radio en 3 grados de severidad según las guías.

• CÁLCULO DEL ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO (ORE).

Se utilizó el Doppler color para visualizar las hemiesferas de isovelocidad, objetivándose que se produce un cambio brusco de color cuando la velocidad del flujo supera la velocidad de aliasing, para un determinado límite de Nyquist, el radio de la hemiesfera viene dado por la distancia al orificio regurgitante. El cálculo del radio se ha descrito en el apartado anterior. El cambio de color se produce de azul a rojo cuando se visualiza el flujo de convergencia proximal por Eco transtorácico.

El flujo instantáneo o flujo de convergencia proximal se obtuvo multiplicando el área de la hemiesfera por la velocidad de aliasing (v). Este FCP es igual al flujo a nivel del orificio, que a su vez se obtuvo multiplicando el área de orificio regurgitante (ORE) por la velocidad máxima a nivel del orificio (V_{max}), obtenida por Doppler continuo. Para ello se posicionó el Doppler continuo paralelo al jet de insuficiencia mitral visualizado por Doppler color, se optimizó la señal variando ganancia y filtro y se calculó la velocidad máxima (V_{max}) y la integral de velocidad en función del tiempo (VTI).

FLUJO DE CONVERGENCIA= FLUJO ORIFICIO

$$2\pi r^2 \times v = ORE \times V_{max}$$

De donde se deduce:

$$ORE = \frac{2\pi r^2 \times v}{V_{max}}$$

Los valores obtenidos para el ORE se reflejaron como variable continua en cm^2 y como variable categórica, haciendo según las guías¹³ una primera clasificación en tres grados: grado 1 leve, grado 2 moderado y grado 3 severo, y una segunda clasificación en 4 grados: 1 leve, grados 2 y 3 moderado y grado 4 severo. Tablas 5 y 6.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>	<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>Grado 1</i>	<i>Grado 2</i>	<i>Grado 3</i>
<i>ORE (cm²)</i>	<i>< 0,2</i>	<i>0,2-0,39</i>	<i>≥ 0,4</i>

Tabla 5. Clasificación del ORE en 3 grados de severidad según las guías.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>		<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>ORE (cm²)</i>	<i>< 0,2</i>	<i>0,2-0,29</i>	<i>0,3-0,39</i>	<i>≥ 0,4</i>

Tabla 6. Clasificación del ORE en 4 grados de severidad según las guías.

• CÁLCULO DEL VOLUMEN REGURGITANTE (VR).

El volumen regurgitante es igual al orificio regurgitante efectivo multiplicado por VTI del jet regurgitante (integral de velocidad del jet regurgitante en función del tiempo). El cálculo del ORE y de VTI se detalla en el apartado anterior.

$$VR = ORE \times VTI$$

Los valores obtenidos para el VR se reflejaron en ml/latido como variable cuantitativa y en grados según las guías como variable categórica. Al igual que para el ORE se hicieron 2 clasificaciones, la primera en tres grados: grado 1 leve, grado 2 moderado y grado 3 severo y la segunda clasificación en 4 grados: 1 leve, grados 2 y 3 moderado y grado 4 severo. Tablas 7 y 8.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>	<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>Grado 1</i>	<i>Grado 2</i>	<i>Grado 3</i>
<i>VR (ml/latido)</i>	<30	30-59	≥ 60

Tabla 7. Clasificación del VR, obtenido por Eco transtorácico, en 3 grados de severidad según las guías.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>		<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>VR (ml/latido)</i>	<30	30-44	45-59	≥ 60

Tabla 8. Clasificación del VR, obtenido por Eco transtorácico, en 4 grados de severidad según las guías.

2.1.2. ECOCARDIOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA (ETE).

Se utilizó una sonda multiplano de 5 Mhz para el abordaje esofágico. En ningún paciente fue necesaria la utilización de sedación. Se realizó con monitorización electrocardiográfica y no se presentaron complicaciones inmediatas o tardías derivadas de la técnica.

Se midió, al igual que por ETT, el área color regurgitante, el radio PISA y los parámetros cuantitativos orificio regurgitante y volumen regurgitante y además por ETE se obtuvo el flujo de venas pulmonares y la anchura de la vena contracta.

• **CÁLCULO DEL ÁREA COLOR REGURGITANTE (ACR).**

Se definió como IM la presencia de un mapa color en mosaico que a través de la válvula mitral pasa del ventrículo a la aurícula en sístole.

Se realizó un barrido multiplanar de la aurícula izquierda para medir el ACR en el plano en donde se visualizase mejor.

Se utilizó un mapa de velocidad- varianza, codificando el jet de regurgitación mitral en rojo, puesto que desde el abordaje esofágico se acerca al transductor. La ganancia se optimizó para obtener la mejor definición del mapa de color eliminando el “ruido de fondo”. El sector empleado fue el más pequeño posible, así como también se utilizó la menor profundidad posible.

Una vez obtenida el ACR se expresó, al igual que desde el ETT, tanto como variable continua en cm^2 y como variable categórica siguiendo las clasificaciones de las guías.

• **RADIO DEL FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL (FCP).**

Se estableció como límite de Nyquist 40cm/s, que es el límite utilizado en las guías para establecer los grados de severidad según los radios obtenidos.

La medición se realizó desde la proyección 4 cámaras, usando el zoom hasta visualizar la configuración hemiesférica del FCP. Posteriormente se congeló la imagen y se utilizó el cineloop digital hasta el frame en donde se visualizó el máximo flujo de convergencia proximal para el límite de Nyquist de 40 cm/s, en donde el color varía de rojo a azul, y se midió el radio desde esa primera hemiesfera hasta el orificio regurgitante.

Los valores del radio obtenidos como variable continua en cm fueron convertidos, al igual que por ETT, a variable categórica y se clasificaron en 3 grados siguiendo las guías. Tabla 9.

	IM LEVE	IM MODERADA	IM SEVERA
GRADOS	Grado 1	Grado 2	Grado 3
RADIO (cm)	<0,4	0,4-0,9	≥ 0,9

Tabla 9. Clasificación del radio en 3 grados de severidad según las guías.

• **CÁLCULO DEL ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO (ORE).**

La fórmula utilizada para el cálculo del ORE por ETE es la misma que por Eco transtorácico.

El FCP se visualiza en la cara ventricular y por tanto más alejada de transductor y el cambio de color en la hemiesfera se produce de rojo a azul a diferencia del ETT.

FLUJO DE CONVERGENCIA= FLUJO ORIFICIO

$$2\pi r^2 \times v = ORE \times V_{max}$$

De donde se deduce:

$$ORE = \frac{2\pi r^2 \times v}{V_{max}}$$

V_{max} se obtuvo por Doppler continuo mediante ETT según se explicó en el apartado 2.1.1.

Los valores del orificio regurgitante efectivo se expresaron al igual que por ETT como variables continuas en cm² y como categóricas convirtiéndolos en grados según las guías. Los grados de corte son los mismos que para los valores obtenidos por ETT. Tablas 10 y 11.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>	<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>Grado 1</i>	<i>Grado 2</i>	<i>Grado 3</i>
<i>ORE (cm²)</i>	<i>< 0,2</i>	<i>0,2-0,39</i>	<i>≥ 0,4</i>

Tabla 10. Clasificación del ORE obtenido por Eco transesofágico en 3 grados de severidad según las guías.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>		<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>ORE (cm²)</i>	<i>< 0,2</i>	<i>0,2-0,29</i>	<i>0,3-0,39</i>	<i>≥ 0,4</i>

Tabla 11. Clasificación del ORE obtenido por Eco transesofágico en 4 grados de severidad según las guías.

• **CÁLCULO DEL VOLUMEN REGURGITANTE (VR).**

Se realizó aplicando la misma fórmula que para el cálculo por Eco transtorácico.

$$VR = ORE \times VTI$$

Donde VTI es la integral de velocidad de la curva Doppler continuo por ETT según se detalla en el apartado 2.1.1.

Los valores obtenidos para el VR se reflejaron en ml/latido como variable cuantitativa y en grados según las guías como variable

categoría. Los parámetros de corte de severidad son los mismos que para ETT. Tablas 12 y 13.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>	<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>Grado 1</i>	<i>Grado 2</i>	<i>Grado 3</i>
<i>VR (ml/latido)</i>	<30	30-59	≥ 60

Tabla 12. Clasificación del VR, obtenido por Eco transesofágico, en 3 grados de severidad según las guías.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>		<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>VR (ml/latido)</i>	<30	30-44	45-59	≥ 60

Tabla 13. Clasificación del VR, obtenido por Eco transesofágico, en 4 grados de severidad según las guías.

• ANCHURA DEL JET EN ORIGEN. VENA CONTRACTA (VC).

La medición de la VC se realizó en plano 4 cámaras manejando la sonda multiplano hasta identificar la porción más estrecha del jet regurgitante en origen, antes de que el flujo se disperse y se haga turbulento.

Se utilizó el zoom y se posicionó el sector de color con la menor anchura y profundidad posible para optimizar la resolución lateral y temporal.

Los valores obtenidos se recogieron como variable continua expresándose en cm y se convirtieron siguiendo las guías a variable categórica. Tabla 14.

	<i>IM LEVE</i>	<i>IM MODERADA</i>	<i>IM SEVERA</i>
<i>GRADOS</i>	<i>Grado 1</i>	<i>Grado 2</i>	<i>Grado 3</i>
<i>VC (cm)</i>	<i><0,3</i>	<i>0,3-0,7</i>	<i>≥ 0,7</i>

Tabla 14. Clasificación de la VC, obtenida por Eco transesofágico, en 3 grados de severidad según las guías.

• FLUJO DE VENAS PULMONARES (FVP).

Se realizó la medición posicionando la muestra de Doppler pulsado a 1 ó 2 cms dentro de las venas pulmonares izquierdas y derechas.

Se optimizó la ganancia y el filtro Doppler para eliminar el “ruido” y visualizar mejor la señal.

Se clasificó a los pacientes en grados 1, 2 y 3 para venas pulmonares izquierdas y derechas según tuvieran flujos sistólicos normales, disminuidos o invertidos, siguiendo las recomendaciones de las guías.

2.1.3. CRITERIOS DE SEVERIDAD.

Los grados de severidad fueron clasificados según las guías de la Sociedad Americana y Europea¹³ en: 1 grado leve, 2 grado moderado y 3 grado severo, en los casos de las variables específicas de severidad y de las variables suportivas. Las variables cuantitativas se dividen en: 1 grado leve, 2 y 3 grados moderados y 4 grado severo.

Según estas guías las variables se dividen en tres grupos:

• **Variables específicas de severidad:**

- *Jet pequeños y centrales con $ACR < 4 \text{ cm}^2$ ó $< 20\%$ del área de la AI grado 1, ACR entre 4 y 10 cm^2 ó entre el 20% y el 40% de la AI grado 2, jet con $ACR > 10 \text{ cm}^2$ ó $> 40\%$ del área de la AI grado 3, jet excéntricos grado 3.*
- *Anchura de la VC $< 0,3 \text{ cm}$ grado 1, entre 0,3 - 0,7 grado 2 y $\geq 0,7 \text{ cm}$ grado 3.*
- *FVP normal grado 1, sistólico disminuido grado 2, sistólico invertido grado 3.*
- *FCP utilizando un LN de 40 cm/s si el radio es $< 0,4 \text{ cm}$ grado 1, entre 0,4 - 0,9 grado 2 y $\geq 0,9 \text{ cm}$ grado 3.*
- *Existencia de rotura de cuerda se clasifica como grado 3.*

• **Variables suportativas:**

- *Tamaño de cavidades.*

Diámetro anteroposterior de la AI $< 4 \text{ cm}$ grado 1, y ≥ 4 grado 3.

Diámetro telediastólico ventricular izquierdo (DTDVI) $< 5,5 \text{ cm}$ grado 1, y $\geq 5,5$ grado 3.

• **Variables cuantitativas:**

- *Orificio regurgitante efectivo, ORE, si $< 0,20 \text{ cm}^2$ grado 1, entre 0,20-0,29 grado 2, de 0,30-0,39 grado 3 y si $\geq 0,40$ grado 4.*
- *Volumen regurgitante, VR, si $< 30 \text{ ml/latido}$ grado 1, entre 30 - 44 grado 2, de 45 - 59 grado 3 y si ≥ 60 grado 4.*

2.2. PROTOCOLO DE ESTUDIO ANGIOGRÁFICO.

La indicación de cateterismo cardiaco se realizó en función de la situación clínica del paciente.

La valoración de la IM se realizó por ventriculografía izquierda en proyección oblicua anterior derecha a 30°. La gradación de severidad se realizó por el mismo hemodinamista desconocedor de los resultados del estudio ecocardiográfico.

Se utilizó la clasificación de Grossman^{138,140} para establecer el grado de severidad de la IM.

Grado 0 Sin IM.

Grado 1+(leve). El contraste penetra en la aurícula izquierda sin opacificar toda la cámara y se aclara en 1 o 2 latidos después de la inyección.

Grado 2+(moderada). La aurícula izquierda se opacifica de forma completa después de varios latidos, pero en menor intensidad que el VI.

Grado 3+(moderada-severa). La opacificación auricular es completa e igual en intensidad a la del ventrículo.

Grado 4+(severa). Opacificación casi completa de la aurícula izquierda después del primer latido, con contrastación similar a la del ventrículo e incluso reflujo del medio de contraste en las venas pulmonares durante la sístole ventricular izquierda.

2.3. ANÁLISIS POR OBJETIVOS.

Objetivo principal.

Para contestar al objetivo principal se analizó el grado de concordancia global obtenida al comparar la severidad de la insuficiencia mitral entre los diferentes métodos ecocardiográficos utilizados.

Objetivos secundarios.

1 A. Para demostrar que la severidad de la insuficiencia mitral estimada con métodos simplificados puede tener un grado de acuerdo bueno a excelente al compararla con métodos cuantitativos más complejos, se analizó la concordancia entre el grado de severidad de la insuficiencia mitral obtenido con el método simplificado del radio PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s y la obtenida con los métodos cuantitativos, orificio regurgitante efectivo(ORE) y volumen regurgitante(VR).

1 B. Para demostrar que la severidad de la insuficiencia mitral obtenida con ecocardiografía transtorácica tiene un buen grado de acuerdo con la estimada con ecocardiografía transesofágica, se calculó la concordancia entre variables categóricas, obtenidas por ambas técnicas y la concordancia entre variables continuas medidas por ambas técnicas.

1 C. Para estimar el grado de acuerdo, en la severidad de la insuficiencia mitral, obtenido con métodos ecocardiográficos con el obtenido por angiografía, se analizó la concordancia entre los diversos métodos ecocardiográficos, (tanto los medidos por Eco transtorácico como por Eco transesofágico), y la angiografía.

1 D. Con el fin de estudiar la eficacia diagnóstica de los métodos ecocardiográficos y la angiografía para detectar insuficiencia mitral severa, se calculó la sensibilidad, especificidad y cociente de probabilidad positivo, utilizando como método de referencia cada uno de los cuatro principales métodos diagnósticos (orificio regurgitante efectivo, vena contracta, flujo de venas pulmonares y angiografía) y un método promediado entre todos ellos.

2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

2.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONCORDANCIA ENTRE VARIABLES CATEGÓRICAS Y CONTINUAS.

Se define la fiabilidad ²¹³ como la proporción de la variabilidad total que se debe a diferencias reales entre los sujetos, es decir, la proporción de la variabilidad que no se debe a los observadores o al error. En el área de la clínica²²³ y la epidemiología se utiliza habitualmente como sinónimo de repetibilidad, reproducibilidad o concordancia, es decir, cualidad del instrumento que obtiene los mismos resultados al medir la misma magnitud.

Para medir la fiabilidad o concordancia se utilizan diferentes métodos según se trate de variables continuas o categóricas.

Las variables del estudio se correlacionaron tanto como variables continuas como categóricas una vez clasificadas en grados según las guías.

Se utilizó el índice Kappa ponderado^{214, 215,216,217,218,219} para establecer la concordancia entre variables categóricas más allá de azar.

El valor de kappa es de 1 si hay total acuerdo; si el acuerdo observado es igual al esperado, kappa vale 0, y es menor de 0 si el acuerdo observado es menor que el esperado por azar. En general, se aceptan los niveles descritos en la siguiente tabla²¹³.

Valor de Kappa	Grado de concordancia
0,81 – 1,00	Excelente
0,61 – 0,80	Buena
0,41 – 0,60	Moderada
0,21 – 0,40	Ligera
< 0,20	Mala

El índice kappa ponderado, a diferencia del Kappa simple, no sólo tiene en cuenta la concordancia exacta, sino también los grados de discordancia, puesto que unas formas de discordancia son más graves que otras. Por ejemplo, un par de observaciones del tipo enfermo/sano es más grave que un par de observaciones del tipo

enfermo/dudoso. El Kappa ponderado se visualiza en tablas de contingencia en donde, las celdillas de acuerdo total (situadas en la diagonal que va desde arriba a la izquierda hasta abajo a la derecha) tienen un peso de 0, mientras que las celdillas de los ángulos opuestos tienen la máxima ponderación.

Para el cálculo del Kappa ponderado se utilizó el programa estadístico Stata.

Las variables continuas se expresaron como media \pm desviación standard.

Se utilizó el Método de Bland- Altman^{220, 221,222} para establecer la concordancia entre las variables continuas, es decir, permite analizar la concordancia entre 2 métodos que utilizan las mismas unidades de medida. Consiste en representar gráficamente la diferencia entre las dos observaciones contra su media. Ello permite examinar rápidamente la magnitud de las discrepancias y su relación con la magnitud de la medición. Adicionalmente se puede estimar el error estándar de las diferencias y las bandas de confianza entre las que cabe esperar que se encuentre el 95% de las diferencias.

El procedimiento de cálculo es sencillo, siempre que la variabilidad sea constante. Cuando ésta depende de la magnitud de la medición (por ejemplo, cuando la variabilidad es mayor conforme aumenta la magnitud de la medida), el cálculo se complica ligeramente. Por ello es siempre aconsejable representar gráficamente la desviación estándar de las medidas repetidas para cada media, y así se hizo en este estudio.

Tiene la ventaja sobre la r de Pearson de que informa explícitamente de la magnitud de las discrepancias entre cada par de observaciones.

Para el cálculo del Bland-Altman se utilizó el programa estadístico SPSS.

Además para las variables continuas a las que se les aplicó el método Bland- Altman también se calculó el CCI o Coeficiente de correlación intraclase. Constituye un mejor índice que la r de Pearson como medida de fiabilidad. Estima la correlación promediada entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones, y tiene la ventaja sobre la r de Pearson que obvia el problema de la dependencia del orden.

2.4.2. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD.

Además de la fiabilidad o concordancia, en este estudio se midió la validez, es decir, cuánto se aproxima una medida al valor real que pretende medir.

Como índices de validez se definieron:

- Sensibilidad o proporción de verdaderos positivos, como la probabilidad de que la prueba dé positivo condicionada a que el individuo esté enfermo.
- Especificidad o proporción de verdaderos negativos, como la probabilidad de que la prueba dé negativo condicionada a que el individuo no esté enfermo.
- Cocientes de probabilidades (likelihood ratio) positivo y negativo (CP + y CP -), son índices que engloban la sensibilidad y especificidad.

$$CP+ = \frac{Sen}{1 - Esp} \quad \text{y} \quad CP- = \frac{1 - Sen}{Esp}$$

Es decir, si la prueba da positivo, el odds postprueba es igual al odds preprueba multiplicado por el cociente de probabilidad positivo.

$$odds_{post} = CP+ \times odds_{pre}$$

Si la prueba da negativo, el odds postprueba es también igual al odds preprueba multiplicado por el cociente de probabilidad negativo

$$odds_{post} = CP- \times odds_{pre}$$

Si el cociente de probabilidad para un resultado (+ ó -) es 1, dicho resultado no añade ninguna información y cuanto más alejado esté de 1, más información añade.

Ventajas de usar los CP:

- No cambian con la probabilidad preprueba.
- Permiten calcular la probabilidad postprueba.
- Son fácilmente generalizables.

El estudio de sensibilidad, especificidad y CP + se realizó para la detección de IM severa, pues son estos pacientes los que pueden requerir tratamiento quirúrgico. Para ello se dividió a los pacientes en dos grupos: "severa" se consideraron los pacientes grado 3 de las variables categóricas y "no severa" los grados 1 y 2.

Para medir la validez se requiere fijar un "gold standard" frente al que enfrentar el resto de métodos. Se consideraron el orificio regurgitante efectivo, vena contracta, flujo de venas pulmonares y angiografía como los cuatro métodos principales y se estableció la sensibilidad y especificidad considerando cada uno de ellos como método de referencia; además se estableció un método promediado que es el resultado del promedio de severidad de los 4 métodos diagnósticos principales, considerando severo un índice mayor de 2,49.

III. RESULTADOS.

Se analizaron 80 pacientes según los protocolos de estudio ecocardiográfico y angiográfico descritos previamente con los siguientes resultados.

1. ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA VALORAR LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL.

1.1. ESTUDIO DESCRIPTIVO ECOCARDIOGRÁFICO.

1.1.1. ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA.

A todos los pacientes se les realizó un ecocardiograma transtorácico, los resultados obtenidos para las diversas variables analizadas se exponen a continuación.

• ÁREA COLOR REGURGITANTE (ACR) Y DIRECCIÓN CENTRAL O EXCÉNTRICA DEL JET.

La media obtenida para el área color regurgitante fue de $7,79 \pm 2,21 \text{ cm}^2$.

Según los valores del área se clasificaron: 25 pacientes grado 1, 35 pacientes grado 2 y 20 pacientes grado 3. Los límites de corte son los de las guías¹³, ya descritos en material y métodos, que establecen como grado 1 ACR $< 4 \text{ cm}^2$, grado 2 ACR $4 - 10 \text{ cm}^2$, y grado 3 ACR $> 10 \text{ cm}^2$. Estos datos se pueden visualizar en el siguiente gráfico (número 21).

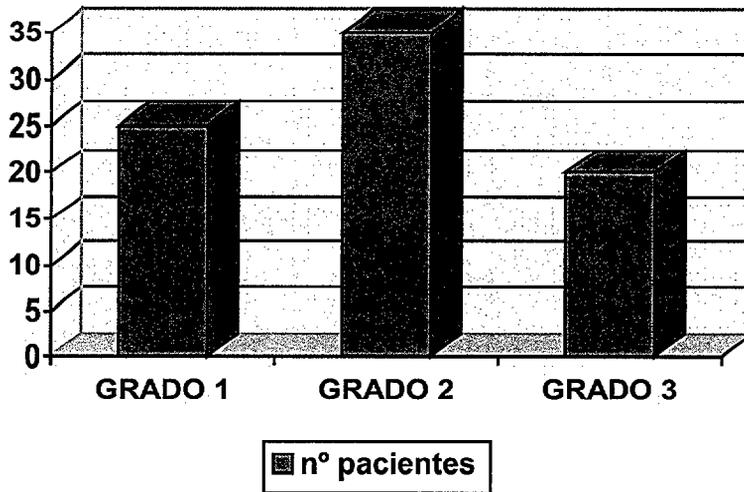


Gráfico 21. Histograma que representa el número de pacientes asignados a cada grado de severidad según los valores del área color regurgitante por ecocardiografía transtorácica.

De los 80 pacientes, 51 se clasificaron como grado 1 por presentar jet centrales y 29 pacientes grado 3. (Gráfico 22).

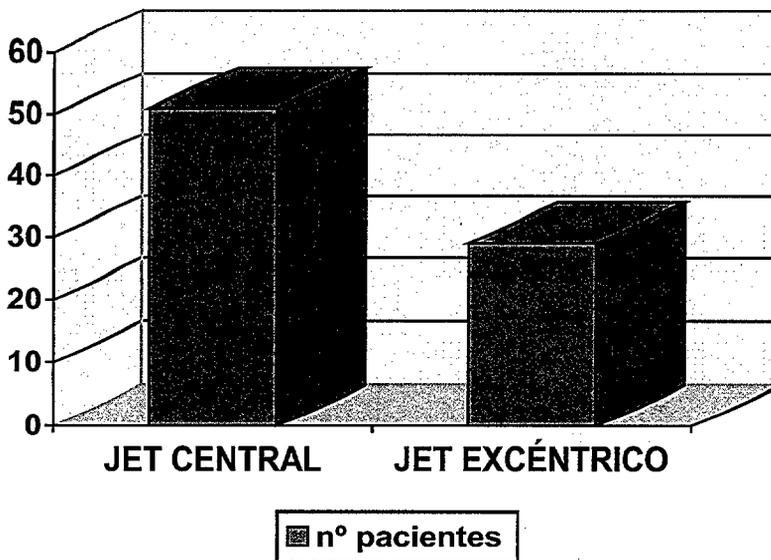


Gráfico 22. Histograma que representa la clasificación de pacientes según la dirección del jet de regurgitación mitral.

En la siguiente tabla se detallan todos los valores del área color regurgitante y su clasificación en tres grados. En cada paciente se refleja si el jet es central o a pared (grado 1 central, grado 3 pared). (Tabla 15).

CASO	ACR ETT	GRADO	ACR C/P	CASO	ACR ETT	GRADO	ACR C/P
1	5,64	2	3	41	2,72	1	3
2	12,20	3	3	42	5,47	2	3
3	19,57	3	3	43	1,38	1	1
4	7,83	2	3	44	7,37	2	1
5	7,22	2	1	45	6,37	2	3
6	2,38	1	1	46	7,78	2	3
7	8,31	2	1	47	6,08	2	1
8	7,36	2	1	48	6,48	2	1
9	7,86	2	1	49	2,14	1	1
10	2,05	1	1	50	1,92	1	1
11	17,67	3	3	51	22,15	3	3
12	18,82	3	3	52	3,47	1	1
13	5,04	2	1	53	4,08	2	1
14	3,57	1	1	54	6,90	2	1
15	3,20	1	1	55	1,26	1	1
16	2,23	1	1	56	1,48	1	1
17	8,02	2	3	57	3,56	1	1
18	4,56	2	1	58	17,34	3	1
19	5,50	2	1	59	15,37	3	3
20	21,38	3	3	60	5,10	2	1
21	16,87	3	3	61	7,40	2	1
22	6,38	2	1	62	11,96	3	3
23	10,17	3	1	63	6,97	2	1
24	10,94	3	1	64	14,46	3	3
25	3,76	1	3	65	7,57	2	3
26	2,61	1	3	66	4,59	2	1
27	6,70	2	1	67	6,70	2	1
28	20,11	3	1	68	3,85	1	1
29	14,73	3	3	69	8,35	2	1
30	5,60	2	3	70	14,58	3	3
31	3,48	1	1	71	3,76	1	1
32	12,35	3	3	72	3,74	1	1
33	1,46	1	1	73	5,76	2	3
34	2,61	1	1	74	6,35	2	3
35	22,36	3	3	75	3,13	1	1
36	8,42	2	3	76	6,78	2	1
37	2,80	1	1	77	12,96	3	1
38	3,39	1	3	78	13,64	3	1
39	7,66	2	1	79	3,97	1	1
40	6,97	2	1	80	8,76	2	1

Tabla 15. Valores del área color de todos los pacientes y su clasificación en tres grupos de severidad en función del tamaño del área y en dos grupos según de la dirección del jet. ACR ETT: área color regurgitante por ecografía transtorácica; ACR c/p dirección del jet central o a pared.

• **TAMAÑO DE CAVIDADES.**

En función del tamaño de las cavidades se clasificó a los pacientes en grado 1, si eran de tamaño normal, y grado 3 cuando estaban dilatadas, siguiendo las recomendaciones de las guías¹³.

La media del diámetro antero posterior de la aurícula izquierda obtenido en el plano paraesternal largo fue de $5,15 \pm 1,37$ cm.

Según el tamaño de la aurícula izquierda se clasificaron 12 pacientes como grado 1 y 68 como grado 3. (Gráfico 23).

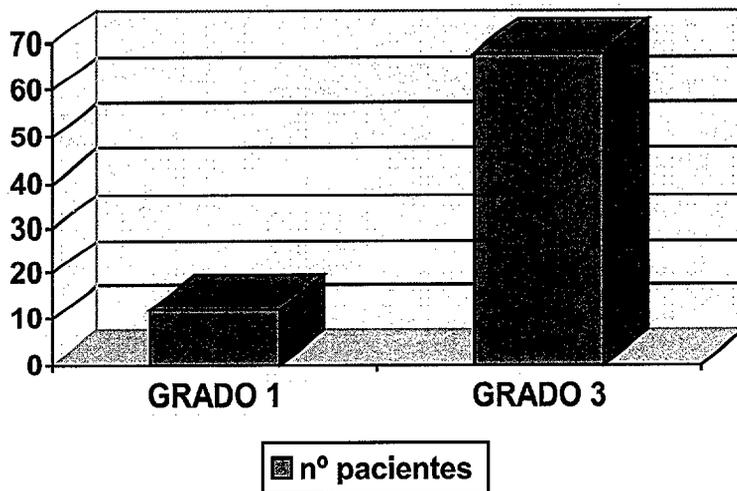


Gráfico 23. Histograma que muestra el número de pacientes grado 1 y 3 teniendo en cuenta el tamaño auricular.

La media del diámetro telediastólico ventricular izquierdo medido en el plano paraesternal largo fue de $5,53 \pm 1,82$ cm.

45 pacientes fueron asignados al grado 1 y 35 al grado 3 por los valores de dicho diámetro . (Gráfico 24).

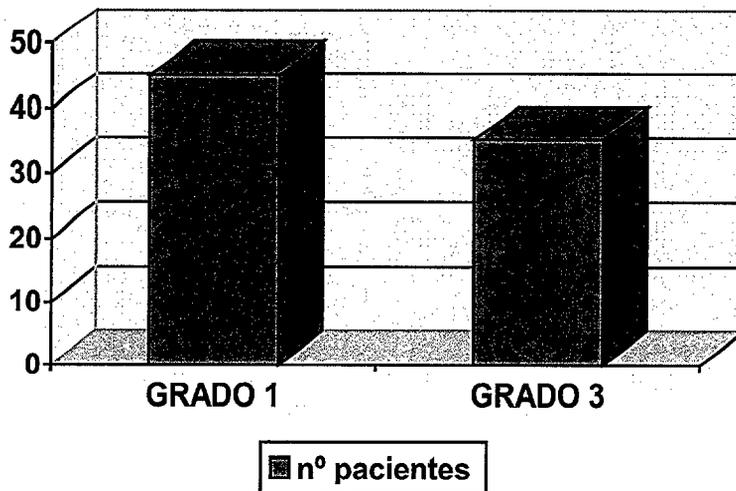


Gráfico 24. Histograma que representa el número de pacientes asignados a cada grado de severidad en función del diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo.

Los valores del tamaño de las cavidades y su grado correspondiente se visualizan en la siguiente tabla (nº 16).

Caso	AI cm	GRADO	DTDVIcm	GRADO	Caso	AI cm	GRADO	DTDVI cm	GRADO
1	5,64	3	7,48	3	41	3,60	1	6,60	3
2	5,87	3	4,17	1	42	4,60	3	4,60	1
3	11,60	3	6,19	3	43	6,10	3	6,50	3
4	7,33	3	5,70	3	44	5,00	3	4,80	1
5	4,18	3	5,03	1	45	5,70	3	5,60	3
6	4,86	3	4,31	1	46	5,81	3	6,00	3
7	4,65	3	5,50	1	47	5,00	3	4,90	1
8	5,64	3	7,18	3	48	5,20	3	5,20	1
9	4,34	3	4,89	1	49	6,75	3	4,66	1
10	5,92	3	6,30	3	50	3,87	1	4,90	1
11	4,72	3	5,44	1	51	5,24	3	6,20	3
12	4,65	3	6,44	3	52	5,00	3	5,60	3
13	4,78	3	4,90	1	53	5,24	3	5,10	1
14	5,25	3	5,34	1	54	4,50	3	4,20	1
15	4,78	3	4,89	1	55	3,70	1	4,90	1
16	3,34	1	5,92	3	56	4,62	3	6,70	3
17	3,43	1	6,72	3	57	4,53	3	5,40	1
18	5,76	3	4,27	1	58	5,10	3	6,30	3
19	4,90	3	5,30	1	59	3,90	1	5,50	1
20	4,91	3	4,62	1	60	3,90	1	5,50	1
21	5,40	3	6,30	3	61	3,60	1	4,80	1
22	4,84	3	6,10	3	62	4,80	3	5,80	3
23	6,10	3	6,10	3	63	5,20	3	6,40	3
24	6,99	3	5,30	1	64	4,60	3	6,10	3
25	5,00	3	5,90	3	65	4,30	3	4,70	1
26	4,52	3	5,62	3	66	4,90	3	7,20	3
27	6,30	3	6,50	3	67	4,70	3	4,60	1
28	6,08	3	6,13	3	68	4,30	3	5,30	1
29	7,05	3	7,95	3	69	4,80	3	4,90	1
30	6,04	3	5,38	1	70	4,70	3	5,80	3
31	5,17	3	4,61	1	71	4,40	3	4,70	1
32	7,19	3	5,22	1	72	3,60	1	5,30	1
33	3,82	1	5,30	1	73	3,90	1	5,20	1
34	4,90	3	5,10	1	74	4,70	3	6,50	3
35	9,63	3	5,90	3	75	4,60	3	6,30	3
36	5,28	3	5,25	1	76	4,50	3	6,40	3
37	5,90	3	5,60	3	77	5,30	3	4,90	1
38	4,37	3	6,08	3	78	4,90	3	5,20	1
39	7,62	3	4,42	1	79	4,40	3	4,70	1
40	6,10	3	4,30	1	80	3,70	1	4,90	1

Tabla 16. Tamaño de cavidades y clasificación en dos grados, según sean normales (grado1) o dilatadas (grado 3). AI, aurícula izquierda; DTDVI, diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo.

• **RADIO DEL FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL PARA UN LÍMITE DE NYQUIST DE 40 CM/S.**

La media del radio medido por Eco transtorácico para un límite de Nyquist de 40 cm/s fue de $0,61 \pm 0,21$ cm.

El radio se pudo obtener en 77 pacientes, de los 3 restantes, 1 de ellos presentaba 2 jet, y los otros 2 IM leves en las que no se delimitaba bien el FCP.

27 pacientes se clasificaron como grado 1, 34 como grado 2 y 16 pacientes como grado 3, siguiendo los límites de las guías¹³ ya descritos en material y métodos (grado 1 si el radio es $< 0,4$ cm, grado 2 entre $0,4 - 0,9$, grado 3 radio $\geq 0,9$ cm). (Gráfico 25).

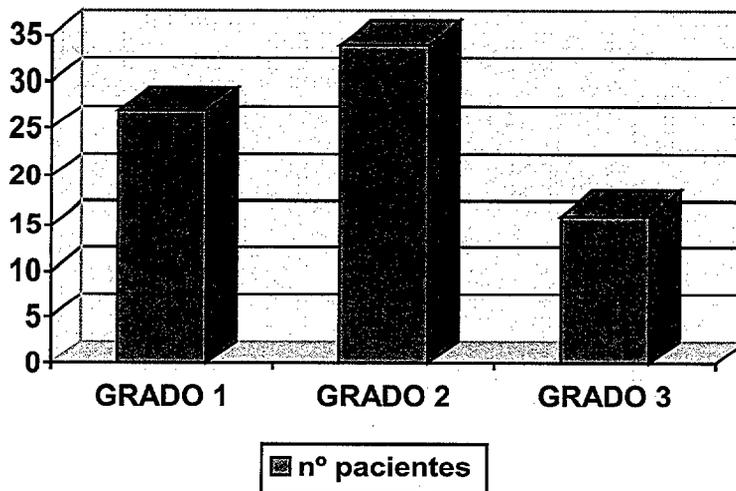


Gráfico 25. Histograma que representa el número de pacientes en cada grado de severidad, en función de los valores del radio para un límite de Nyquist de 40cm/s.

Los radios obtenidos se pueden ver en la siguiente tabla, en donde se refleja además el grado asignado a cada uno de ellos. (Tabla 17).

Caso	LN ETT	R ETT	GRADO	Caso	LN ETT	R ETT	GRADO
1	40	0,75	2	41	40	0,51	2
2	40	0,57	2	42	40	0,39	1
3	40	0,38	1	43	40	0,21	1
4	40	1,53	3	44	40	0,44	2
5	40	0,58	2	45	40	1,28	3
6	40	0,24	1	46	40	0,75	2
7	40	0,52	2	47	40	0,56	2
8	40	0,72	2	48	40	0,33	1
9	40	0,63	2	49	40	0,23	1
10	40	0,11	1	50	40	0,17	1
11	40	0,70	2	51	40	1,53	3
12	40	0,79	2	52	40	0,38	1
13	40	0,52	2	53	40	0,40	2
14	40	0,40	2	54	40	0,41	2
15	40	0,26	1	55	40	0,17	1
16				56	40	0,20	1
17	40	1,46	3	57	40	0,30	1
18	40	0,37	1	58	40	1,03	3
19	40	0,31	1	59	40	0,96	3
20	40	1,25	3	60	40	0,32	1
21	40	1,18	3	61	40	0,24	1
22	40	0,71	2	62	40	1,04	3
23	40	1,13	3	63	40	0,34	1
24	40	1,09	3	64	40	0,95	3
25	40	0,83	2	65	40	0,65	2
26				66	40	0,55	2
27	40	0,33	1	67	40	0,54	2
28	40	0,62	2	68	40	0,30	1
29	40	0,95	3	69	40	0,61	2
30	40	0,68	2	70	40	0,84	2
31				71	40	0,25	1
32	40	0,90	3	72	40	0,21	1
33	40	0,19	1	73	40	0,59	2
34	40	0,49	2	74	40	0,88	2
35	40	1,60	3	75	40	0,19	1
36	40	1,16	3	76	40	0,31	1
37	40	0,20	1	77	40	0,50	2
38	40	0,86	2	78	40	0,65	2
39	40	0,68	2	79	40	0,21	1
40	40	0,68	2	80	40	0,46	2

Tabla 17. Radios de los 80 pacientes para un límite de Nyquist de 40 cm/s y grados de severidad en función de dichos valores.

• RESULTADOS DEL ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO (ORE) Y DEL VOLUMEN REGURGITANTE (VR) POR ECO TRANSTORÁCICO.

El orificio regurgitante efectivo y el volumen regurgitante se obtuvieron en 76 pacientes, de los 4 restantes, 1 presentaba 2 jet, 2 tenían IM muy ligeras en las que no se delimitaba bien el flujo de convergencia proximal y en el 4º fue posible el obtener el flujo de convergencia proximal, pero no se visualizaba correctamente la curva de velocidad por Doppler continuo.

La media para el orificio regurgitante efectivo fue de $0,29 \pm 0,14$ cm².

Como ya se explicó en material y métodos, se establecieron dos clasificaciones distintas, una en 3 y otra en 4 grados de severidad, siguiendo las recomendaciones de las guías¹³

De acuerdo con la primera clasificación en tres grados del orificio regurgitante efectivo, (según la cual grado 1 es ORE (cm²) < 0,2, grado 2 entre 0,2-0,39 y grado 3 $\geq 0,4$), 40 pacientes fueron diagnosticados como grado 1, 18 como grado 2 y 18 como grado 3. Estos datos se visualizan en el gráfico 26.

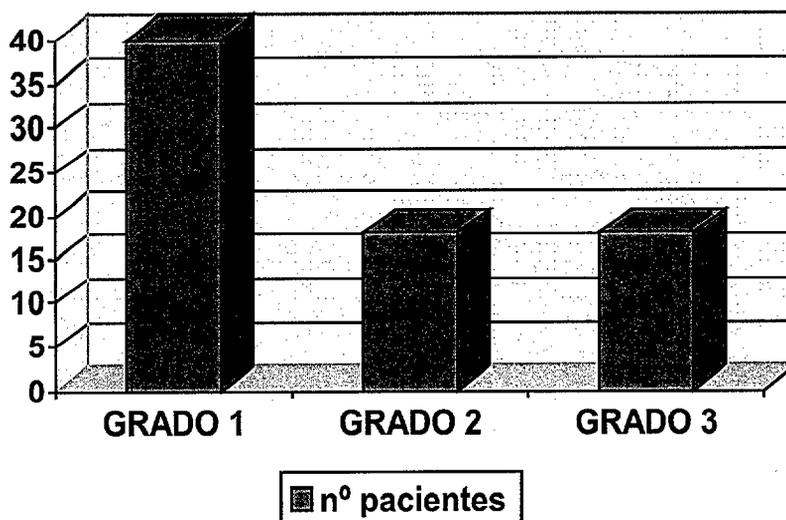


Gráfico 26. Histograma que representa el número de pacientes de cada grado de severidad según los valores del orificio regurgitante efectivo.

La media para los valores del volumen regurgitante fue de $37,57 \pm 21,19$ ml/latido.

Por los valores obtenidos para el volumen regurgitante se clasificaron: 40 pacientes como grado 1, 22 como grado 2 y 14 como grado 3; siendo grado 1 VR (ml/latido) <30 , grado 2 entre 30-59 y grado 3 ≥ 60 , según los cortes de las guías¹³ ya descritos en material y métodos. (Gráfico 27).

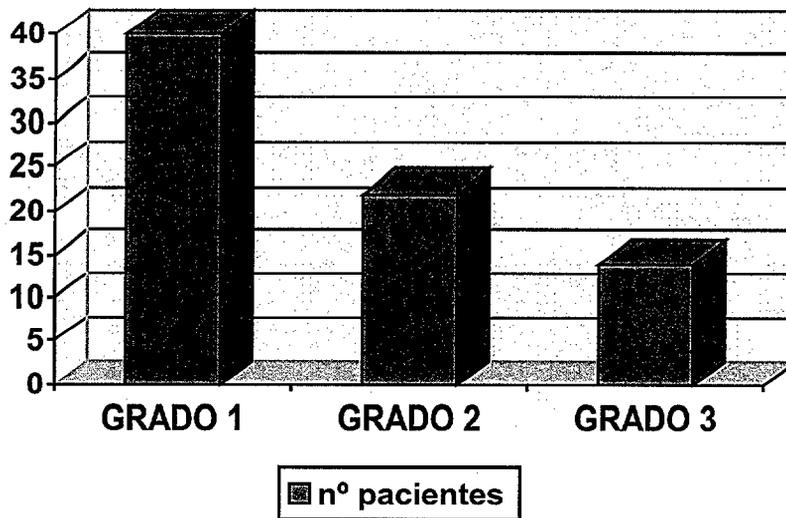


Gráfico 27. Histograma que representa el número de pacientes de cada grado de severidad según los valores del volumen regurgitante.

Los resultados de los cálculos del orificio regurgitante efectivo y del volumen regurgitante obtenidos por Eco transtorácico, se visualizan en la siguiente tabla (Nº), en la que se reflejan además los valores de la velocidad máxima ($V_{máx}$) y de la integral de velocidad (VTI) de la curva Doppler continuo, así como el valor del flujo de convergencia proximal, los radios y límites de Nyquist utilizados para el cálculo del flujo de convergencia proximal son los descritos en la tabla 18.

Caso	VMAX ETT	VTI ETT	FCP ETT	ORE ETT	GRADO	VR ETT	GRADO
1	454	146	141,37	0,31	2	45,26	2
2	508	167	81,66	0,16	1	26,72	1
3	536	107	36,29	0,07	1	7,49	1
4	393	97	588,33	1,50	3	145,50	3
5	676	207	84,55	0,13	1	26,91	1
6	610	203	14,48	0,02	1	4,06	1
7	520	187	67,96	0,13	1	24,31	1
8	430	131	130,29	0,30	2	39,30	2
9	540	170	99,75	0,18	1	30,60	2
10	418	141	3,04	0,01	1	1,41	1
11	545	173	123,15	0,23	2	39,79	2
12	478	144	156,85	0,33	2	47,52	2
13	478	108	67,96	0,14	1	15,12	1
14	461	129	40,21	0,09	1	11,61	1
15	427	127	16,99	0,04	1	5,08	1
16	507	189					
17	529	131	535,73	1,01	3	132,31	3
18	571	226	34,41	0,06	1	13,56	1
19	464	76	24,15	0,05	1	3,80	1
20	468	132	392,70	0,84	3	110,88	3
21	464	49	349,95	0,75	3	36,75	2
22	450	113	126,69	0,28	2	31,64	2
23	454	155	320,92	0,71	3	110,05	3
24	435	144	298,60	0,69	3	99,36	3
25	500	194	173,14	0,35	2	67,90	3
26	487	146					
27	512	147	27,37	0,05	1	7,35	1
28	411	126	96,61	0,24	2	30,24	2
29	365	73	226,82	0,62	3	45,26	2
30	460	122	116,21	0,25	2	30,50	2
31							
32	483	125	203,58	0,42	3	52,50	2
33			9,07				
34	487	159	60,34	0,12	1	19,08	1
35	375	126	643,40	1,72	3	216,72	3
36	428	129	338,19	0,79	3	101,91	3
37	315	174	10,05	0,03	1	5,22	1
38	523	184	185,88	0,36	2	66,24	3
39	469	135	116,21	0,25	2	33,75	2
40	484	193	116,21	0,24	2	46,32	2
41	420	107	65,37	0,16	1	17,12	1
42	536	107	38,23	0,07	1	7,49	1
43	605	200	11,08	0,02	1	4,00	1

Caso	VMAX ETT	VTI ETT	FCP ETT	ORE ETT	GRADO	VR ETT	GRADO
44	470	155	48,66	0,10	1	15,50	1
45	445	132	411,78	0,93	3	122,76	3
46	454	141	141,37	0,31	2	43,71	2
47	464	186	78,82	0,17	1	31,62	2
48	527	118	27,37	0,05	1	5,90	1
49	612	190	13,30	0,02	1	3,80	1
50	322	168	7,26	0,02	1	3,36	1
51	520	127	588,33	1,13	3	143,51	3
52	440	45	36,29	0,08	1	3,60	1
53	458	132	40,21	0,09	1	11,88	1
54	510	156	42,25	0,08	1	12,48	1
55	612	190	7,26	0,01	1	1,90	1
56	590	140	9,55	0,01	1	2,24	1
57	458	82	22,62	0,05	1	4,10	1
58	423	104	266,63	0,63	3	65,52	3
59	384	126	231,62	0,60	3	75,60	3
60	486	149	25,74	0,05	1	7,45	1
61	597	186	14,48	0,02	1	3,72	1
62	432	192	271,84	0,63	3	120,96	3
63	457	123	29,05	0,06	1	7,38	1
64	359	81	226,82	0,63	3	51,03	2
65	487	132	106,19	0,22	2	29,04	1
66	378	107	76,03	0,20	2	21,40	1
67	314	133	73,29	0,23	2	30,59	2
68	419	118	22,62	0,05	1	5,90	1
69	427	148	93,52	0,22	2	32,56	2
70	374	127	177,34	0,47	3	59,69	2
71	423	119	15,71	0,04	1	4,76	1
72	318	157	11,08	0,03	1	4,71	1
73	432	174	87,49	0,20	2	34,80	2
74	372	89	194,63	0,52	3	46,28	2
75	310	164	9,07	0,03	1	4,92	1
76	453	81	24,15	0,05	1	4,05	1
77	417	113	62,83	0,15	1	16,95	1
78	465	182	106,19	0,23	2	41,86	2
79	510	179	11,08	0,02	1	3,58	1
80	472	139	53,18	0,11	1	15,29	1

Tabla 18. Valores del orificio regurgitante efectivo (ORE), volumen regurgitante (VR) y flujo de convergencia proximal (FCP) clasificados en tres grados de severidad, así como los valores de velocidad máxima (V_{máx}) e integral de velocidad (VTI) de la curva Doppler continuo.

Siguiendo la segunda clasificación en 4 grados de severidad, 40 pacientes se diagnosticaron como grado 1, 12 como grado 2, 6 como grado 3 y 18 como grado 4, en función de los valores del orificio regurgitante efectivo, donde grado 1 es ORE (cm²) < 0,2; grado 2 entre 0,2-0,29; grado 3 de 0,3-0,39 y grado 4 ≥ 0,4. (Gráfico 28).

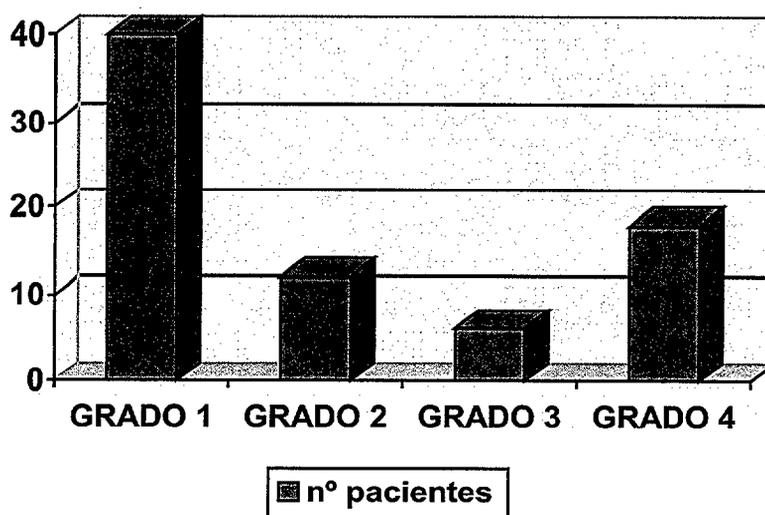


Gráfico 28. Histograma con el nº de pacientes de los diferentes grados de severidad según los valores del orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico.

De acuerdo con los valores del volumen regurgitante: 40 pacientes grado 1, 14 grado 2, 8 grado 3 y 14 grado 4, donde grado 1,2,3 y 4 son VR (ml/latido) <30, entre 30-44, entre 45-59 y ≥ 60 respectivamente, tal como establecen las guías¹³.(Gráfico 29).

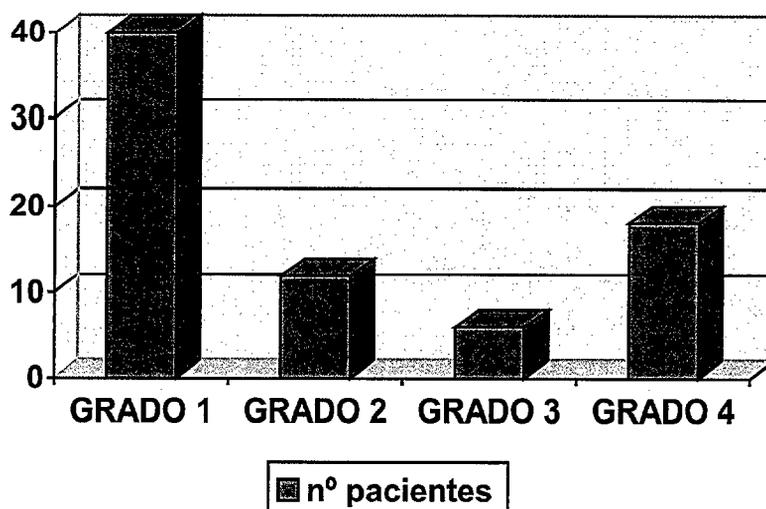


Gráfico 29. Histograma, pacientes en cada grado según VR.

Caso	ORE	GRADO	VR	GRADO	Caso	ORE	GRADO	VR	GRADO
1	0,31	3	45,26	3	41	0,16	1	17,12	1
2	0,16	1	26,72	1	42	0,07	1	7,49	1
3	0,07	1	7,49	1	43	0,02	1	4,00	1
4	1,50	4	145,50	4	44	0,10	1	15,50	1
5	0,13	1	26,91	1	45	0,93	4	122,76	4
6	0,02	1	4,06	1	46	0,31	3	43,71	2
7	0,13	1	24,31	1	47	0,17	1	31,62	2
8	0,30	3	39,30	2	48	0,05	1	5,90	1
9	0,18	1	30,60	2	49	0,02	1	3,80	1
10	0,01	1	1,41	1	50	0,02	1	3,36	1
11	0,23	2	39,79	2	51	1,13	4	143,51	4
12	0,33	3	47,52	3	52	0,08	1	3,60	1
13	0,14	1	15,12	1	53	0,09	1	11,88	1
14	0,09	1	11,61	1	54	0,08	1	12,48	1
15	0,04	1	5,08	1	55	0,01	1	1,90	1
16					56	0,01	1	2,24	1
17	1,01	4	132,31	4	57	0,05	1	4,10	1
18	0,06	1	13,56	1	58	0,63	4	65,52	4
19	0,05	1	3,80	1	59	0,60	4	75,60	4
20	0,84	4	110,88	4	60	0,05	1	7,45	1
21	0,75	4	36,75	2	61	0,02	1	3,72	1
22	0,28	2	31,64	2	62	0,63	4	120,96	4
23	0,71	4	110,05	4	63	0,06	1	7,38	1
24	0,69	4	99,36	4	64	0,63	4	51,03	3
25	0,35	3	67,90	4	65	0,22	2	29,04	1
26					66	0,20	2	21,40	1
27	0,05	1	7,35	1	67	0,23	2	30,59	2
28	0,24	2	30,24	2	68	0,05	1	5,90	1
29	0,62	4	45,26	3	69	0,22	2	32,56	2
30	0,25	2	30,50	2	70	0,47	4	59,69	3
31					71	0,04	1	4,76	1
32	0,42	4	52,50	3	72	0,03	1	4,71	1
33					73	0,20	2	34,80	2
34	0,12	1	19,08	1	74	0,52	4	46,28	3
35	1,72	4	216,72	4	75	0,03	1	4,92	1
36	0,79	4	101,91	4	76	0,05	1	4,05	1
37	0,03	1	5,22	1	77	0,15	1	16,95	1
38	0,36	3	66,24	4	78	0,23	2	41,86	2
39	0,25	2	33,75	2	79	0,02	1	3,58	1
40	0,24	2	46,32	3	80	0,11	1	15,29	1

Tabla 19. Valores del orificio regurgitante efectivo (ORE) y volumen regurgitante (VR) y clasificación en 4 grados según las guías¹³.

1.1.2. ECOCADIOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA.

• ÁREA COLOR REGURGITANTE.

La media del área color regurgitante por Eco transesofágico fue de $8,47 \pm 4,74 \text{ cm}^2$.

En función de los valores obtenidos para el área color regurgitante por Eco transesofágico, siguiendo los mismos puntos de corte del Eco transtorácico (grado 1 ACR $< 4 \text{ cm}^2$, grado 2 ACR $4 - 10 \text{ cm}^2$, grado 3 ACR $> 10 \text{ cm}^2$), se clasificaron: 17 pacientes como grado 1, 38 como grado 2 y 25 como grado 3. (Gráfico 30).

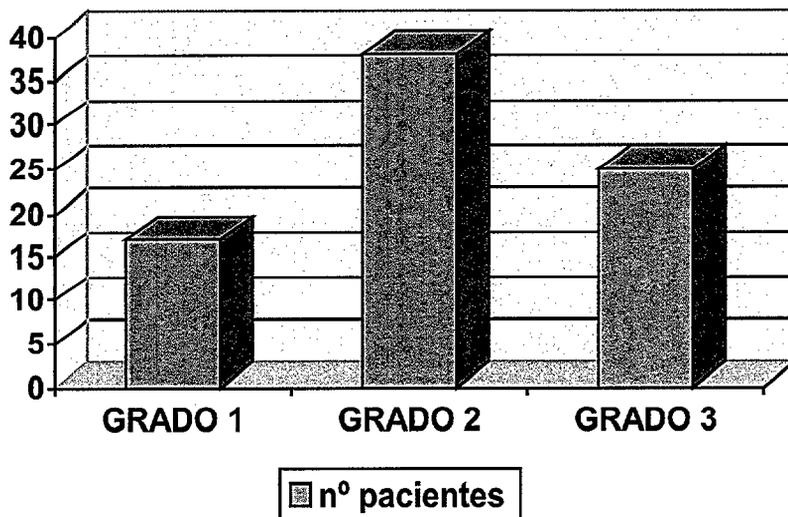


Gráfico 30. Histograma de pacientes asignados a cada grado de severidad según los valores del área color regurgitante por Eco transesofágico.

Los datos de las mediciones de las áreas y sus grados se visualizan en la tabla 20.

Caso	ACR ETE	GRADO	Caso	ACR ETE	GRADO
1	15,11	3	41	7,00	2
2	7,94	2	42	4,60	2
3	15,86	3	43	3,89	1
4	10,52	3	44	6,92	2
5	8,62	2	45	9,21	2
6	3,12	2	46	7,78	2
7	7,33	2	47	7,75	2
8	8,36	2	48	7,46	2
9	5,66	2	49	1,53	1
10	5,78	2	50	2,02	1
11	11,31	3	51	12,31	3
12	19,01	3	52	4,35	2
13	5,89	2	53	5,24	2
14	4,23	2	54	6,99	2
15	3,73	1	55	1,90	1
16	3,28	1	56	1,67	1
17	10,73	3	57	3,62	1
18	3,29	1	58	19,27	3
19	5,83	2	59	17,65	3
20	16,57	3	60	6,42	2
21	16,83	3	61	4,56	2
22	7,74	2	62	13,26	3
23	11,27	3	63	9,34	2
24	18,86	3	64	16,27	3
25	4,35	2	65	6,89	2
26	3,77	1	66	5,21	2
27	7,08	2	67	6,82	2
28	21,73	3	68	3,42	1
29	15,90	3	69	10,11	3
30	10,68	3	70	16,37	3
31	7,37	2	71	3,95	1
32	11,34	3	72	2,65	1
33	1,62	1	73	9,22	2
34	6,20	2	74	12,84	3
35	18,78	3	75	3,83	1
36	7,86	2	76	5,83	2
37	3,12	1	77	13,76	3
38	5,04	2	78	14,19	3
39	8,07	2	79	2,79	1
40	9,92	2	80	9,12	2

Tabla 20. Valores del área color regurgitante obtenidos por Eco transesofágico (ACR ETE) y grados de severidad asignados a cada valor.

• **RADIO DEL FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL PARA UN LÍMITE DE NYQUIST DE 40 CM/S.**

El radio por Eco transesofágico se pudo obtener en 74 pacientes, de los 6 restantes, en 1 existían 2 jet, 3 presentaban válvulas reumáticas calcificadas y 2 insuficiencias leves en los que no se delimitaba bien el flujo de convergencia proximal.

La media del radio fue de $0,59 \pm 0,29$ cm.

26 pacientes se clasificaron como grado 1, 35 como grado 2 y 13 como grado 3, siguiendo los cortes de las guías¹³, que son los mismos que los utilizados para el Eco transtorácico, grado 1 si el radio es $< 0,4$ cm, grado 2 entre $0,4 - 0,9$, grado 3 radio $\geq 0,9$ cm. (Gráfico 31).

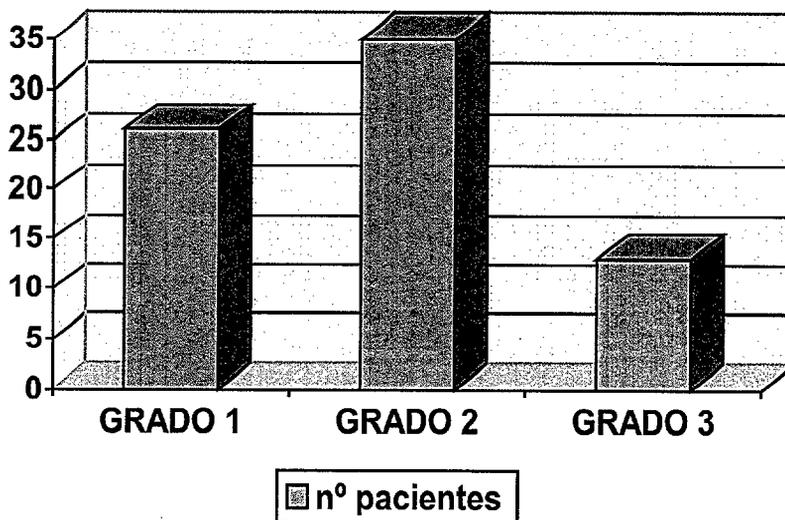


Gráfico 31. Histograma que representa el número de pacientes asignados a cada grado de severidad, en función de los valores del radio del flujo de convergencia proximal.

Las mediciones del radio del flujo de convergencia proximal y el grado asignado a cada valor se muestran en la tabla 21.

Caso	LN ETE	R ETE	GRADO	Caso	LN ETE	R ETE	GRADO
1	40	0,94	3	41			
2	40	0,63	2	42	40	0,30	1
3	40	0,62	2	43	40	0,15	1
4	40	1,72	3	44	40	0,36	1
5	40	0,29	1	45	40	1,25	3
6	40	0,16	1	46	40	0,64	2
7	40	0,33	1	47	40	0,53	2
8	40	0,69	2	48	40	0,69	2
9	40	0,56	2	49			
10				50	40	0,16	1
11	40	0,66	2	51	40	1,37	3
12	40	0,84	2	52	40	0,36	1
13	40	0,36	1	53	40	0,41	2
14	40	0,43	2	54	40	0,30	1
15				55	40	0,18	1
16	40	0,17	1	56	40	0,14	1
17	40	1,24	3	57	40	0,26	1
18	40	0,34	1	58	40	1,25	3
19	40	0,46	2	59	40	1,08	3
20	40	1,08	3	60	40	0,34	1
21	40	0,72	2	61	40	0,18	1
22	40	0,74	2	62	40	1,37	3
23	40	0,77	2	63	40	0,20	1
24	40	1,02	3	64	40	0,88	2
25	40	0,81	2	65	40	0,42	2
26	40	0,33	1	66	40	0,59	2
27	40	0,30	1	67	40	0,48	2
28	40	0,60	2	68	40	0,41	2
29	40	0,78	2	69	40	0,68	2
30	40	0,59	2	70	40	0,80	2
31				71	40	0,29	1
32	40	0,81	2	72	40	0,14	1
33	40	0,15	1	73	40	0,49	2
34	40	0,47	2	74	40	0,90	3
35	40	1,29	3	75	40	0,14	1
36	40	1,21	3	76	40	0,28	1
37				77	40	0,59	2
38	40	0,69	2	78	40	0,58	2
39	40	0,63	2	79	40	0,26	1
40	40	0,47	2	80	40	0,53	2

Tabla 21 . Valores de los radios del flujo de convergencia proximal por Eco transesofágico y grado de severidad asignado a cada valor.

• RESULTADOS DEL ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO (ORE) Y DEL VOLUMEN REGURGITANTE (VR) POR ECO TRANSESOFÁGICO.

El orificio regurgitante efectivo y el volumen regurgitante por Eco transesofágico se obtuvieron en 73 pacientes, de los 7 restantes, en 1 no se calcularon por tener 2 jet, en 3 por presentar válvulas reumáticas muy calcificadas, 2 por tratarse de insuficiencias muy leves en las que no se definía bien el flujo de convergencia proximal y en el otro paciente por no visualizarse adecuadamente la curva de Doppler continuo.

Del mismo modo que por Eco transtorácico, se realizaron dos clasificaciones en 3 y 4 grados de severidad, con los mismos límites de corte fijados por las guías¹³.

La media del orificio regurgitante efectivo fue de $0,28 \pm 0,24 \text{ cm}^2$.

En función de los valores del orificio regurgitante efectivo 40 pacientes fueron asignados al grado 1, 17 al grado 2 y 16 al grado 3, se recuerda que grado 1 es ORE (cm^2) $< 0,2$; grado 2 entre $0,2-0,39$ y grado 3 $\geq 0,4$. (Gráfico 32).

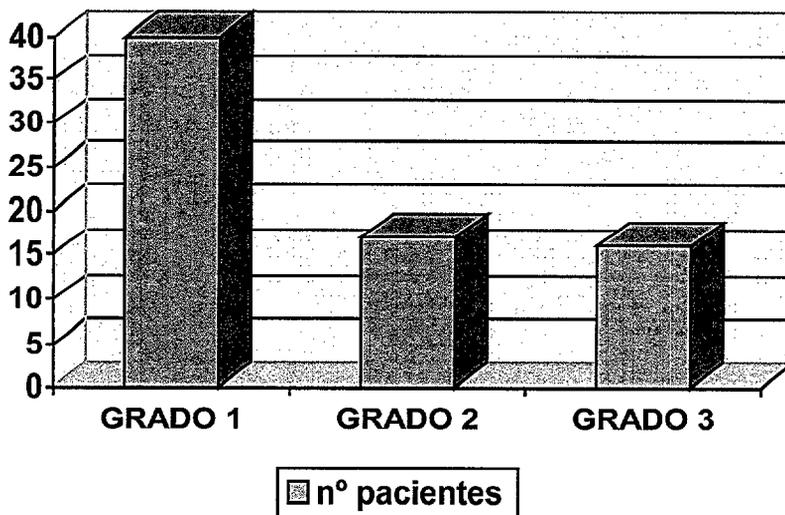


Gráfico 32. Histograma que representa el número de pacientes de cada grado de severidad según los valores del orificio regurgitante efectivo.

La media del volumen regurgitante por Eco transesofágico fue de $36,23 \pm 0,24\text{cm}^2$.

De los 73 pacientes en los que se midió el volumen regurgitante, 44 pacientes fueron asignados al grado 1, 15 al grado 2 y 14 al grado 3; se recuerda que según los cortes de las guías¹³, grado 1 es VR (ml/latido) <30 , grado 2 entre 30-59 y grado 3 ≥ 60 . Estos datos se visualizan en el gráfico 33.

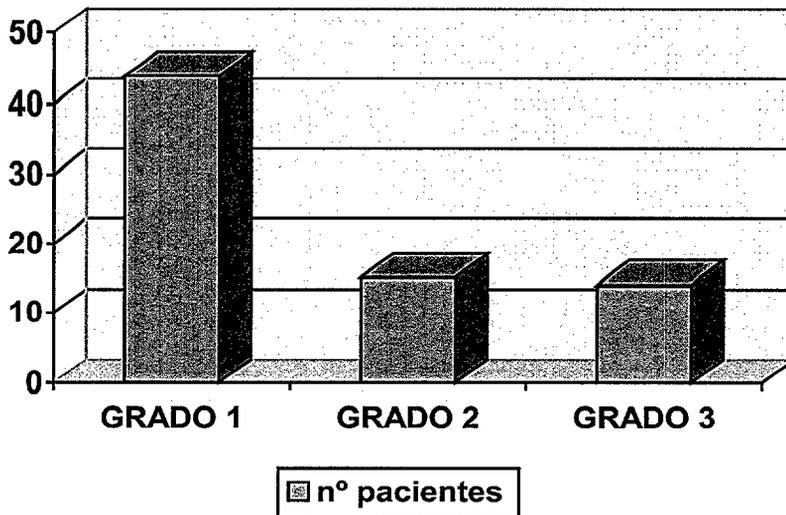


Gráfico 33. Histograma que representa el número de pacientes de cada grado de severidad según los valores del volumen regurgitante por ETE.

Los valores del orificio regurgitante efectivo, volumen regurgitante y flujo de convergencia proximal para el Eco transesofágico y la división en tres grados de severidad, se visualizan en la siguiente tabla (n° 22).

Caso	FCP	ORE	grado	VR	grado	Caso	FCP	ORE	grado	VR	grado
1	222,07	0,49	3	71,05	3	41					
2	99,75	0,20	2	33,40	2	42	22,62	0,04	1	4,28	1
3	96,61	0,18	1	19,26	1	43	5,65	0,01	1	2,00	1
4	743,53	1,89	3	183,33	3	44	32,57	0,07	1	10,85	1
5	21,14	0,03	1	6,21	1	45	392,70	0,88	3	116,16	3
6	6,43	0,01	1	2,03	1	46	102,94	0,23	2	32,43	2
7	27,37	0,05	1	9,35	1	47	70,60	0,15	1	27,90	1
8	119,66	0,28	2	36,68	2	48	119,66	0,23	2	27,14	1
9	78,82	0,15	1	25,50	1	49					
10						50	6,43	0,02	1	3,36	1
11	109,48	0,20	2	34,60	2	51	471,72	0,91	3	115,57	3
12	177,34	0,37	2	53,28	2	52	32,57	0,07	1	3,15	1
13	32,57	0,07	1	7,56	1	53	42,25	0,09	1	11,88	1
14	46,47	0,10	1	12,90	1	54	22,62	0,04	1	6,24	1
15						55	8,14	0,01	1	1,90	1
16	7,26	0,01	1	1,89	1	56	4,93	0,01	1	1,40	1
17	386,44	0,73	3	95,63	3	57	16,99	0,04	1	3,28	1
18	29,05	0,05	1	11,30	1	58	392,70	0,93	3	96,72	3
19	53,18	0,11	1	8,36	1	59	293,15	0,76	3	95,76	3
20	293,15	0,63	3	83,16	3	60	29,05	0,06	1	8,94	1
21	130,29	0,28	2	13,72	1	61	8,14	0,01	1	1,86	1
22	137,63	0,31	2	35,03	2	62	471,72	1,09	3	209,28	3
23	149,01	0,33	2	51,15	2	63	10,05	0,02	1	2,46	1
24	261,48	0,60	3	86,40	3	64	194,63	0,54	3	41,04	2
25	164,90	0,33	2	64,02	3	65	44,33	0,09	1	11,88	1
26	27,37	0,06	1	8,76	1	66	87,49	0,23	2	24,61	1
27	22,62	0,04	1	5,88	1	67	57,91	0,18	1	23,94	1
28	90,48	0,22	2	27,06	1	68	42,25	0,10	1	11,80	1
29	152,91	0,42	3	30,66	2	69	116,21	0,27	2	39,96	2
30	87,49	0,19	1	23,18	1	70	160,85	0,43	3	54,61	2
31						71	21,14	0,05	1	5,95	1
32	164,90	0,34	2	42,50	2	72	4,93	0,02	1	3,14	1
33						73	60,34	0,14	1	24,36	1
34	55,52	0,11	1	17,49	1	74	203,58	0,55	3	48,95	2
35	418,23	1,12	3	141,12	3	75	4,93	0,02	1	3,28	1
36	367,97	0,86	3	110,94	3	76	19,70	0,04	1	3,24	1
37						77	87,49	0,21	2	61,02	3
38	119,66	0,23	2	42,32	2	78	84,55	0,18	1	32,76	2
39	99,75	0,21	2	28,35	1	79	16,99	0,03	1	5,37	1
40	55,52	0,11	1	21,23	1	80	70,60	0,15	1	20,85	1

Tabla 22. Valores obtenidos por Eco transesofágico del orificio regurgitante efectivo (ORE), volumen regurgitante (VR) y flujo de convergencia proximal (FCP). Clasificación en 3 grados de severidad.

De acuerdo con la clasificación en 4 grados para el orificio regurgitante efectivo, hubo: 40 pacientes grado 1, 12 grado 2, 5 grado 3 y 16 grado 4, donde grado 1 es ORE (cm²) < 0,2; grado 2 entre 0,2-0,29; grado 3 de 0,3-0,39 y grado 4 ≥ 0,4. (Gráfico 34).

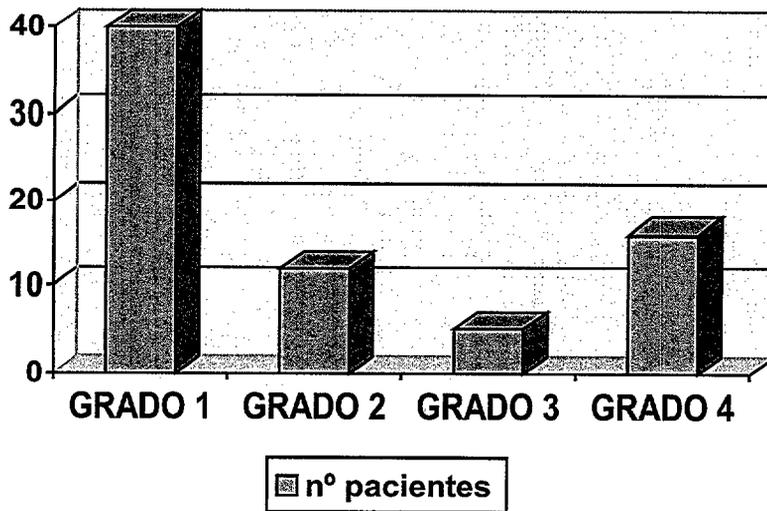


Gráfico 34 . Histograma en donde se ve el número de pacientes de los diferentes grados de severidad según el orificio regurgitante.

Según los valores del volumen regurgitante se clasificaron: 44 pacientes grado 1, 11 grado 2, 4 grado 3 y 14 grado 4, donde grado 1, 2, 3 y 4 son VR (ml/latido) <30, entre 30-44, entre 45-59 y ≥ 60.

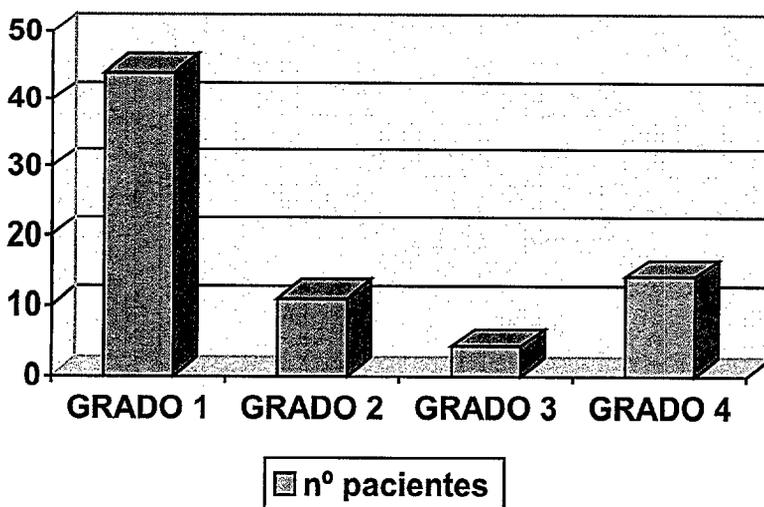


Gráfico 35. Volumen regurgitante por Eco transesofágico, número de pacientes en cada grado de severidad.

Caso	ORE	GRADO	VR	GRADO	Caso	ORE	GRADO	VR	GRADO
1	0,49	4	71,05	4	41				
2	0,20	2	33,40	2	42	0,04	1	4,28	1
3	0,18	1	19,26	1	43	0,01	1	2,00	1
4	1,89	4	183,33	4	44	0,07	1	10,85	1
5	0,03	1	6,21	1	45	0,88	4	116,16	4
6	0,01	1	2,03	1	46	0,23	2	32,43	2
7	0,05	1	9,35	1	47	0,15	1	27,90	1
8	0,28	2	36,68	2	48	0,23	2	27,14	1
9	0,15	1	25,50	1	49				
10					50	0,02	1	3,36	1
11	0,20	2	34,60	2	51	0,91	4	115,57	4
12	0,37	3	53,28	3	52	0,07	1	3,15	1
13	0,07	1	7,56	1	53	0,09	1	11,88	1
14	0,10	1	12,90	1	54	0,04	1	6,24	1
15					55	0,01	1	1,90	1
16	0,01	1	1,89	1	56	0,01	1	1,40	1
17	0,73	4	95,63	4	57	0,04	1	3,28	1
18	0,05	1	11,30	1	58	0,93	4	96,72	4
19	0,11	1	8,36	1	59	0,76	4	95,76	4
20	0,63	4	83,16	4	60	0,06	1	8,94	1
21	0,28	2	13,72	1	61	0,01	1	1,86	1
22	0,31	3	35,03	2	62	1,09	4	209,28	4
23	0,33	3	51,15	3	63	0,02	1	2,46	1
24	0,60	4	86,40	4	64	0,54	4	41,04	2
25	0,33	3	64,02	4	65	0,09	1	11,88	1
26	0,06	1	8,76	1	66	0,23	2	24,61	1
27	0,04	1	5,88	1	67	0,18	1	23,94	1
28	0,22	2	27,06	1	68	0,1	1	11,80	1
29	0,42	4	30,66	2	69	0,27	2	39,96	2
30	0,19	1	23,18	1	70	0,43	4	54,61	3
31					71	0,05	1	5,95	1
32	0,34	3	42,50	2	72	0,02	1	3,14	1
33					73	0,14	1	24,36	1
34	0,11	1	17,49	1	74	0,55	4	48,95	3
35	1,12	4	141,12	4	75	0,02	1	3,28	1
36	0,86	4	110,94	4	76	0,04	1	3,24	1
37					77	0,21	2	61,02	4
38	0,23	2	42,32	2	78	0,18	1	32,76	2
39	0,21	2	28,35	1	79	0,03	1	5,37	1
40	0,11	1	21,23	1	80	0,15	1	20,85	1

Tabla 23. Valores obtenidos por Eco transesofágico del orificio regurgitante efectivo (ORE), volumen regurgitante (VR) y flujo de convergencia proximal (FCP). Clasificación en 4 grados de severidad.

• **ANCHURA DE LA VENA CONTRACTA (VC) .**

De los 80 pacientes se pudo medir la vena contracta en 79, en 1 el jet era excéntrico y no se delimitaba bien su anchura en origen. Un paciente presentaba 2 jet (aunque se midió la anchura en ambos jet, este paciente no se incluyó en el cálculo de la media ni se le adjudicó grado).

La media de la VC fue de $0,46 \pm 0,28$ cm.

Según los parámetros de corte de las guías¹³ para la VC, 26 pacientes fueron diagnosticados como grado 1, 40 pacientes como grado 2 y 12 como grado 3, donde grado 1 anchura de la VC < 0,3 cm, grado 2 VC 0,3 - 0,7 y grado 3 VC $\geq 0,7$ cm. (Gráfico 36).

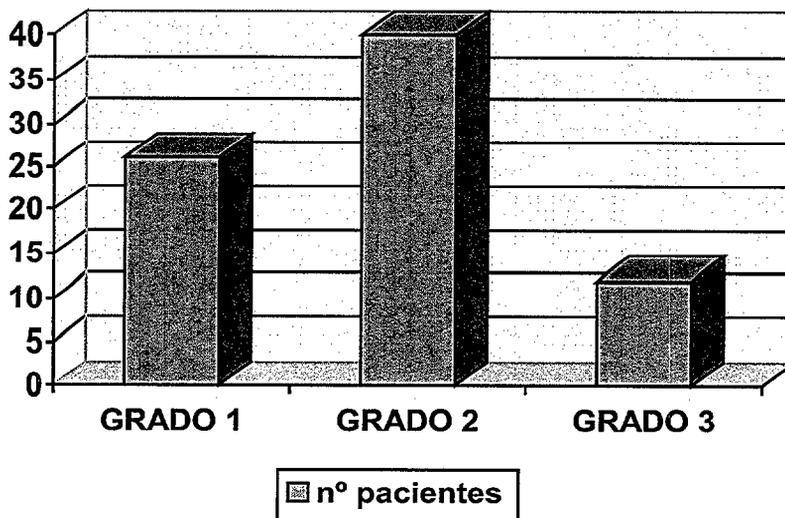


Gráfico 36. Histograma que representa el número de pacientes en cada grado de severidad según los valores de la vena contracta por Eco transesofágico.

En la siguiente tabla (nº 24) se visualizan los valores de la vena contracta y los diferentes grados de severidad.

Caso	VC ETE	GRADO	Caso	VC ETE	GRADO
1	0,68	2	41	0,35	2
2	0,47	2	42	0,27	1
3	0,51	2	43	0,25	1
4	0,88	3	44	0,44	2
5	0,34	2	45	0,76	3
6	0,25	1	46	0,64	2
7	0,35	2	47	0,58	2
8	0,32	2	48	0,42	2
9	0,62	2	49	0,24	1
10	0,33	2	50	0,19	1
11	0,68	2	51	0,60	2
12	0,62	2	52	0,34	2
13	0,35	2	53	0,38	2
14	0,36	2	54	0,29	1
15	0,29	1	55	0,25	1
16	0,21	1	56	0,16	1
17	0,40	2	57	0,22	1
18	0,37	2	58	0,74	3
19	0,29	1	59	0,72	3
20	0,75	3	60	0,15	1
21	0,64	2	61	0,21	1
22	0,55	2	62	0,84	3
23	0,58	2	63	0,27	1
24	0,88	3	64	0,77	3
25	0,43	2	65	0,31	2
26	0,25	1	66	0,27	1
27	0,45	2	67	0,65	2
28	0,74	3	68	0,27	1
29	0,77	3	69	0,49	2
30	0,68	2	70	0,59	2
31	2 jet 0,4 y 0,31		71	0,29	1
32	0,62	2	72	0,26	1
33	0,18	1	73	0,57	2
34	0,26	1	74	0,71	3
35	0,81	3	75	0,17	1
36	0,59	2	76	0,32	2
37	0,29	1	77	0,45	2
38			78	0,54	2
39	0,64	2	79	0,23	1
40	0,60	2	80	0,29	1

Tabla 24. Datos obtenidos de la medición de la anchura de la vena contracta por Eco transesofágico (VC ETE) y grados de severidad.

• **FLUJO DE VENAS PULMONARES (FVP) POR ECO TRANSESOFÁGICO .**

El flujo de la vena pulmonar izquierda pudo obtenerse en los 80 pacientes, y el flujo derecho en 72 pacientes.

La clasificación por grados es la descrita en material y métodos, siguiendo las recomendaciones de las guías¹³, donde los grados 1, 2 y 3 corresponden a flujo de venas pulmonares normal, disminuido o invertido.

Según el registro Doppler pulsado del flujo de la vena pulmonar izquierda, 26 pacientes fueron clasificados como grado 1, 36 pacientes como grado 2 y 18 como grado 3. (Gráfico 37).

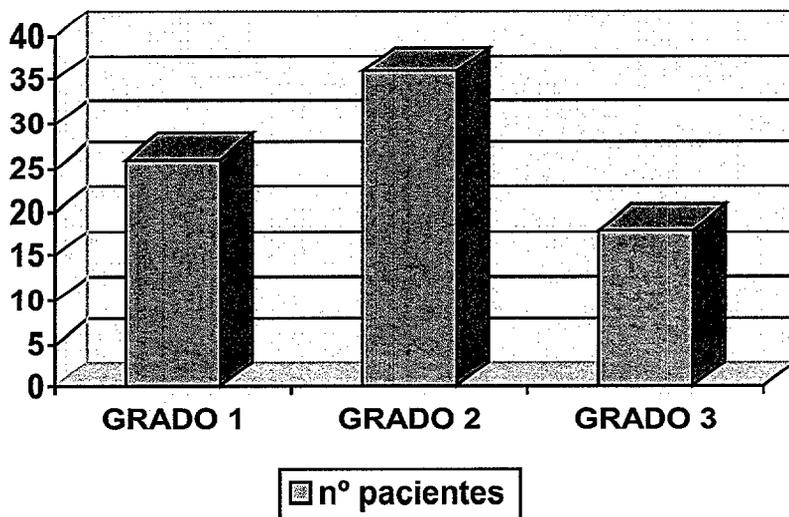


Gráfico 37. Histograma que muestra el número de pacientes en cada grado de severidad en función de las características del flujo de la vena pulmonar izquierda.

El registro Doppler pulsado del flujo de la vena pulmonar derecha mostró 25 pacientes de grado 1, 31 grado 2 y 16 pacientes grado 3. (Gráfico 38).

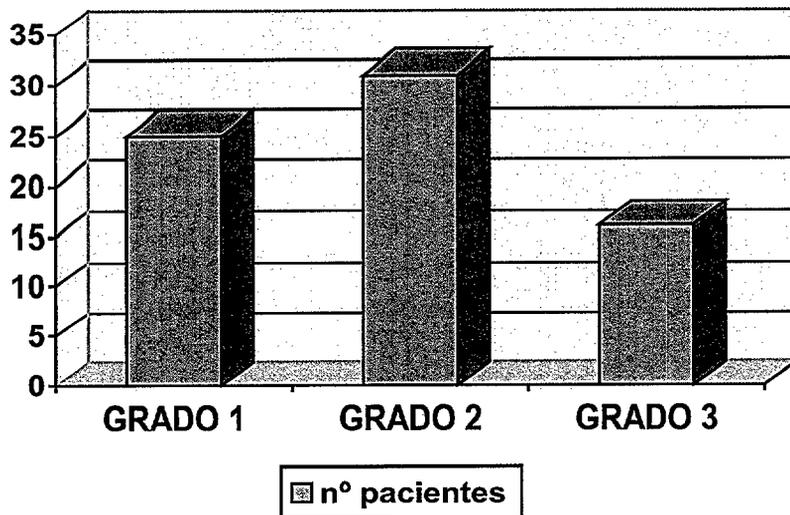


Gráfico 38. Histograma que muestra el número de pacientes en cada grado de severidad, en función de las características del flujo Doppler de la vena pulmonar derecha, medido por Eco transesofágico.

La asignación por grados del registro Doppler de las venas pulmonares se visualiza en la tabla número 25.

Caso	FVP I	FVP D	Caso	FVP I	FVP D
1	2	2	41	2	3
2	1		42	2	2
3	2	2	43	1	1
4	3	3	44	2	2
5	2	2	45	3	3
6	1	1	46	2	
7	1	1	47	2	2
8	2	3	48	2	2
9	2	2	49	2	2
10	2		50	1	1
11	3	3	51	3	3
12	3	3	52	2	2
13	1	1	53	2	2
14	2	2	54	2	2
15	2	2	55	1	1
16	1	1	56	1	1
17	3	3	57	1	1
18	2	2	58	3	3
19	2	2	59	3	2
20	3	3	60	1	1
21	2	2	61	2	2
22	2	2	62	3	3
23	1	1	63	1	2
24	1	1	64	3	3
25	1	1	65	2	2
26	1	1	66	2	2
27	2	2	67	3	2
28	2		68	2	2
29	3	3	69	2	2
30	2	2	70	3	3
31	1	1	71	1	1
32	3	3	72	1	1
33	1	1	73	2	1
34	1	1	74	2	3
35	3		75	1	1
36	3		76	1	1
37	1	1	77	2	2
38	2	2	78	3	2
39	2		79	1	1
40	2		80	1	1

Tabla 25. Resultados del registro Doppler pulsado de las venas pulmonares. FVPI y FVPD, flujo Doppler pulsado de las venas pulmonares izquierda y derecha.

1.2. ESTUDIO DESCRIPTIVO ANGIOGRÁFICO.

Se realizó cateterismo a 77 pacientes, la indicación era clínica y no se reclutaron específicamente para el estudio, los 3 restantes fueron pacientes que tenían completo el protocolo de estudio ecocardiográfico y programado la realización de cateterismo, el cual se anuló posteriormente por su cardiólogo clínico.

Tal como se describe en material y métodos, se utilizó la clasificación de Grossman^{138, 140} para establecer el grado de severidad de la insuficiencia mitral, según esta clasificación se dividieron a los pacientes en 4 grados: 29 pacientes grado 1, 18 pacientes grado 2, 15 pacientes grado 3 y 10 pacientes grado 4. Estos datos se visualizan en el gráfico 39.

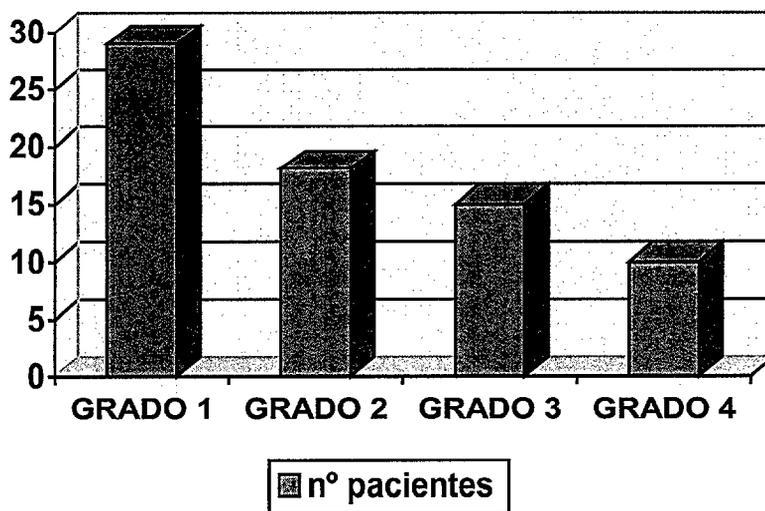


Gráfico 39. Histograma que muestra el número de pacientes asignados a cada uno de los 4 grados de severidad angiográfica.

Se realizó una segunda clasificación en tres grados (al igual que los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, que también se dividieron en 3 y 4 grados): el grado 1 se mantuvo como 1, los grados 2 y 3 como grado 2 y el grado 4 como grado 3.

Se diagnosticaron 29 pacientes como grado 1, 33 pacientes grado 2 y 10 pacientes como grado 3. Gráfico 40.

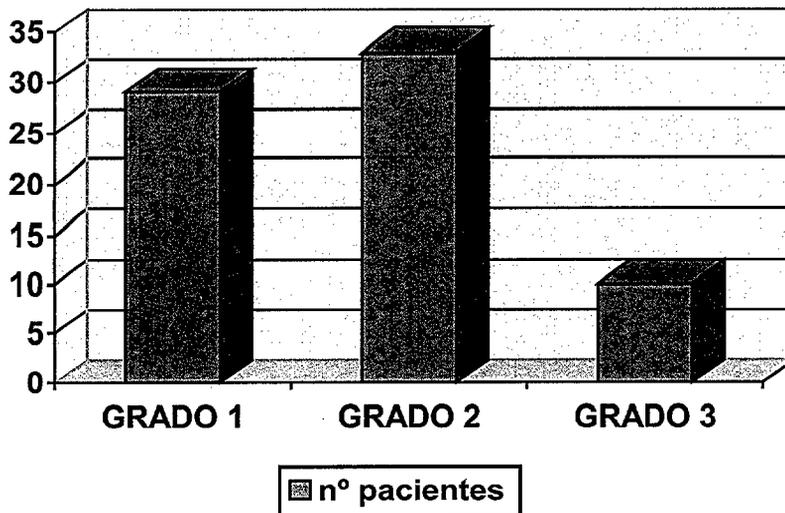


Gráfico 40. Histograma que muestra el número de pacientes asignado a cada grado de severidad angiográfica, según la clasificación en 3 grados.

Hubo 5 pacientes en los que sí se visualizaba insuficiencia mitral por ECO y no por angiografía.

Los resultados de los 77 pacientes se pueden ver en la siguiente tabla, (n° 26).

Caso	ANGIO I-IV	ANGIO I-III	Caso	ANGIO I-IV	ANGIO I-III
1	3	2	41	3	2
2	2	2	42	2	2
3	1	1	43	1	1
4	4	3	44	2	2
5	1	1	45	4	3
6	0	0	46	2	2
7	1	1	47	2	2
8	2	2	48	2	2
9	1	1	49	1	1
10	1	1	50	1	1
11	2	2	51	4	3
12	3	2	52	1	1
13			53		
14	1	1	54	2	2
15	1	1	55	1	1
16	1	1	56	1	1
17	4	3	57	1	1
18	2	2	58	4	3
19	1	1	59	4	3
20	4	3	60	1	1
21	2	2	61		
22	3	2	62	4	3
23	2	2	63	1	1
24	3	2	64	3	2
25	3	2	65	1	1
26	0	0	66	2	2
27	1	1	67	1	1
28	3	2	68	1	1
29	4	3	69	2	2
30	3	2	70	3	2
31	2	2	71	1	1
32	3	2	72	0	0
33	1	1	73	2	2
34	0	0	74	3	2
35	3	2	75	0	0
36	4	3	76	1	1
37	1	1	77	2	2
38	3	2	78	1	1
39	2	2	79	1	1
40	3	2	80	1	1

Tabla 26. Datos de la valoración angiográfica en 3 y en 4 grados.

2. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA.

Como ya se explicó en material y métodos, para establecer la concordancia entre variables categóricas se utilizó el Kappa.

Se recuerda a continuación el significado de los diferentes valores del Kappa, que fue detallado en el apartado de análisis estadístico de material y métodos .

<i>Valor de Kappa</i>	<i>Grado de concordancia</i>
0,81 – 1,00	<i>Excelente</i>
0,61 – 0,80	<i>Buena</i>
0,41 – 0,60	<i>Moderada</i>
0,21 – 0,40	<i>Ligera</i>
< 0,20	<i>Mala</i>

En las tablas 27 y 28 se muestra la concordancia entre los métodos que valoran la severidad de la insuficiencia mitral por Eco transtorácico. La tabla 27 representa las variables divididas en 3 grados de severidad y la tabla 28 en 4 grados (en **negrita** las concordancias excelentes).

Es de destacar que existe una concordancia excelente entre la medición del radio del flujo de convergencia proximal (radio PISA) y el orificio regurgitante efectivo (gráfico 41). Asimismo también es excelente si se comparan las variables cuantitativas entre sí, (orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante) (gráfico 42), tanto si se analizan en 3 como en 4 grados. El área color regurgitante sólo tiene una concordancia buena con el radio obtenido por método PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s, siendo moderada con los métodos cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante (gráficos 43 y 44).

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 3 GRADOS.

	ACR ETT	R FCP ETT	ORE ETTg3	VR ETTg3
ACR ETT		0,65 0,11	0,58 0,11	0,46 0,11
R FCP ETT			0,84 0,11	0,78 0,11
ORE ETTg3				0,87 0,11
VR ETTg3				

Tabla 27. Concordancia entre los diferentes métodos diagnósticos por Eco transtorácico. Los valores de las celdas indican Kappa y desviación standard.

ACR ETT, Área color regurgitante; R FCP ETT, Radio del Flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE ETTg3, Orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR ETTg3, Volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados. Los parámetros de corte son los establecidos por las guías de Ecocardiografía de las Sociedades Americana y Europea¹³.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 4 GRADOS.

	ORE ETTg4	VR ETTg4
ORE ETTg4		0,92 0,11
VR ETTg4		

Tabla 28. Concordancia entre métodos diagnósticos por Eco transtorácico. Los valores de las celdas indican Kappa y desviación standard.

Donde ORE ETTg4, orificio regurgitante efectivo; VR ETTg4, volumen regurgitante efectivo, clasificados en 4 grados según las guías de Ecocardiografía de las Sociedades Americana y Europea¹³.

La concordancia entre el método simplificado, que es el radio del flujo de convergencia proximal, y el orificio regurgitante efectivo, se visualiza en el siguiente gráfico. (Gráfico 41).

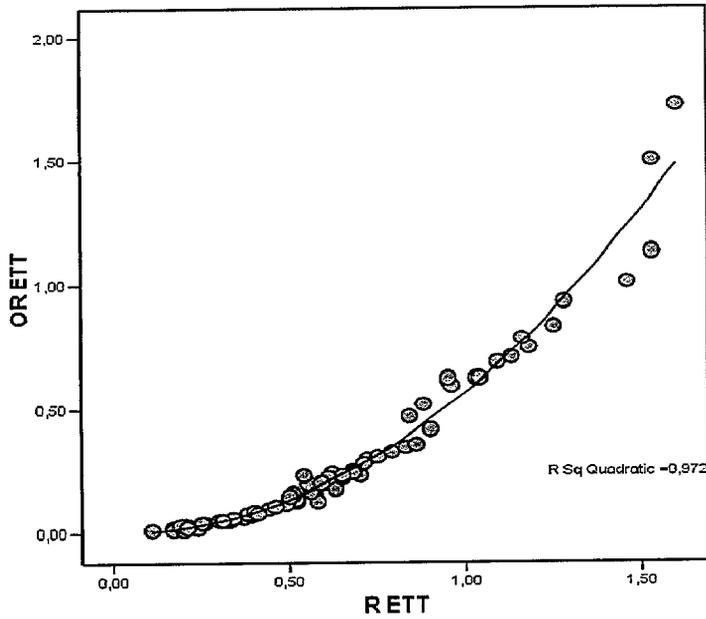


Gráfico 41. Nube de puntos que muestra la relación entre el radio del flujo de convergencia proximal o radio PISA y el orificio regurgitante efectivo.

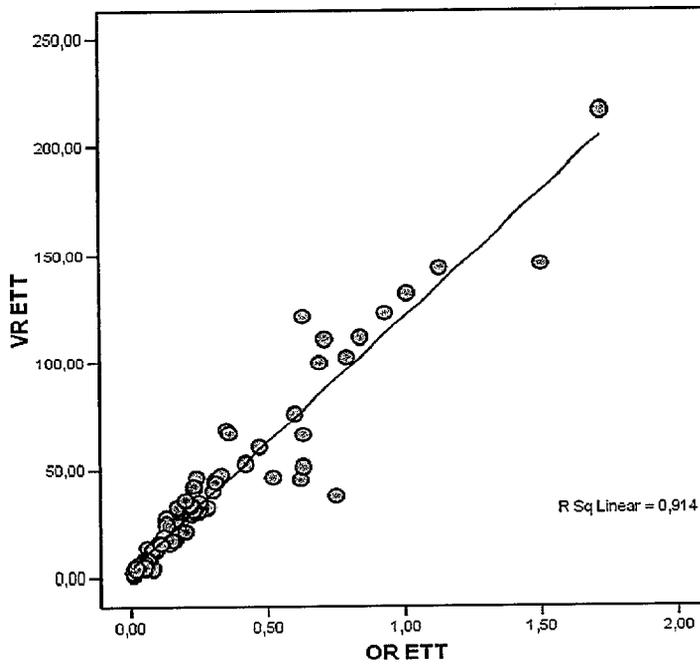


Gráfico 42. Nube de puntos que muestra la relación entre el orificio regurgitante efectivo y el volumen regurgitante.

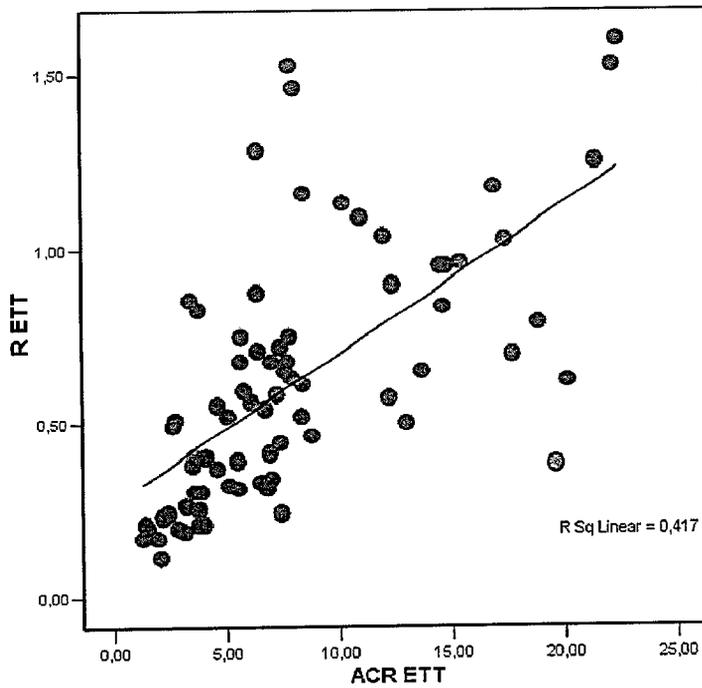


Gráfico 43. Nube de puntos que muestra la relación entre el área color y el radio del flujo de convergencia proximal.

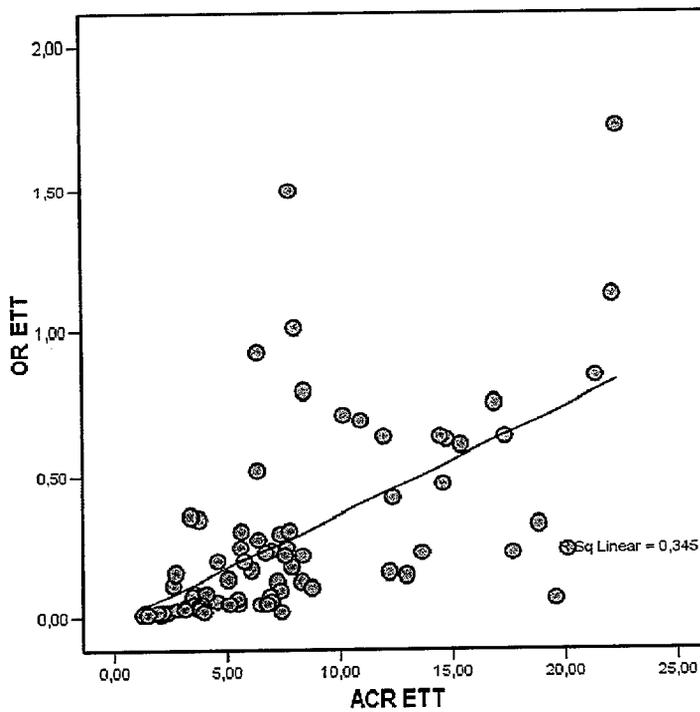


Gráfico 44. Nube de puntos que permite visualizar la relación entre el área color y el orificio regurgitante efectivo.

Si tenemos en cuenta los pacientes con jet central (51) o excéntrico (29), se aprecia que cuando los jet son centrales la concordancia entre el área color regurgitante y el radio del flujo de convergencia proximal es buena (Kappa 0,68), disminuyendo a ligera (Kappa 0,31) para jet excéntricos; del mismo modo, la concordancia entre el área color y los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, pasa de ser moderada (kappa 0,51 y 0,53) a ligera o mala (kappa 0,34 y -0,02) si el jet es excéntrico. Estos datos se visualizan en las tablas 29 y 30 y en el gráfico 45.

JET CENTRAL.

	R FCP ETT	ORE ETTg3	VR ETTg3
ACR ETT	0,68	0,51	0,53
	0,14	0,12	0,12

Tabla 29. Concordancia de métodos diagnósticos para jet centrales. ACR ETT, Área color regurgitante; R FCP ETT, Radio del Flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE ETTg3, Orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR ETTg3, Volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados.

JET EXCÉNTRICO.

	R FCP ETT	ORE ETTg3	VR ETTg3
ACR ETT	0,31	0,34	-0,02
	0,19	0,19	0,18

Tabla 30. Concordancia de métodos diagnósticos para jet excéntricos.

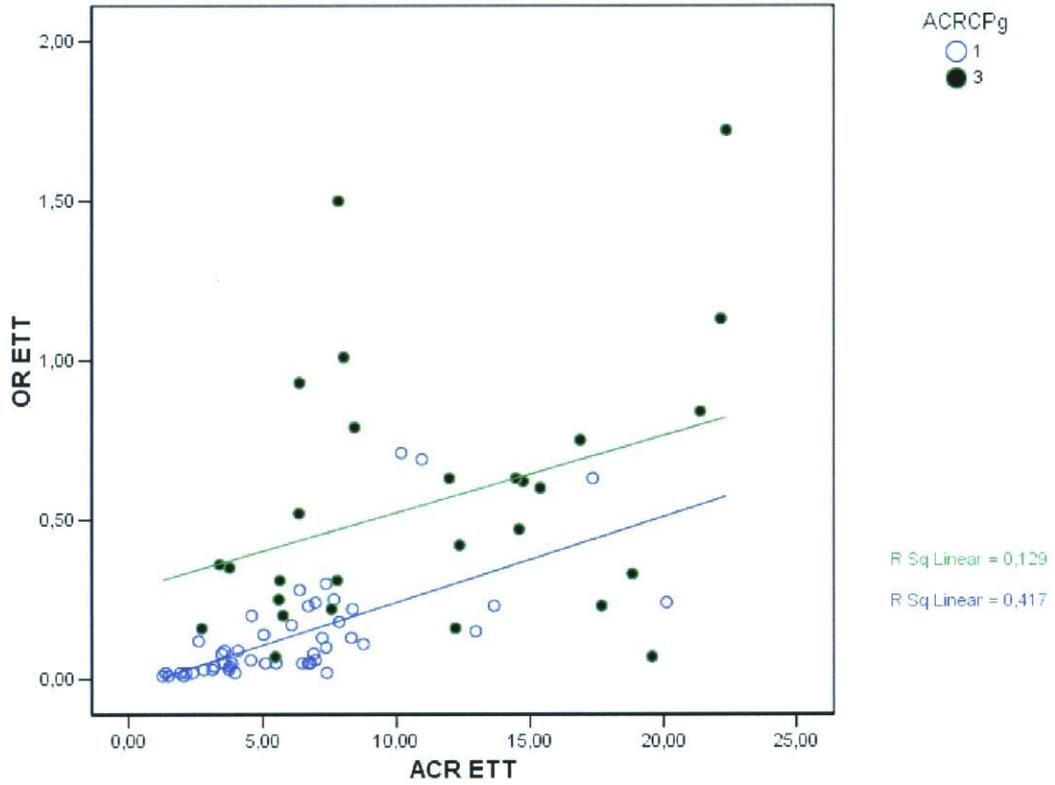


Gráfico 45. Nube de puntos que demuestra que la relación entre el área color regurgitante y el orificio regurgitante, por Eco transtorácico, disminuye en el caso de los jet excéntricos (círculos verdes) respecto a los jet centrales (círculos azules). Para el mismo área los jet excéntricos tienen mayor ORE, además no todos los jet excéntricos tienen un ORE mayor de $0,4 \text{ cm}^2$.

3. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA.

De forma similar a lo que se apreció por Eco transtorácico, al analizar la severidad mediante Eco transesofágico se demostró:

El área color regurgitante mostró en este estudio una concordancia buena con el radio obtenido por método PISA y moderada con los métodos cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante. (Gráficos 46 y 47).

Si se analizan sólo los jet excéntricos la concordancia del área color con el resto de parámetros empeora, a excepción de con el flujo de venas pulmonares (Tablas 33 y 34 y gráfico 48)

El radio obtenido por método PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s presenta una concordancia excelente con el orificio regurgitante efectivo.

Los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, presentan una concordancia excelente entre sí, tanto si se analizan en 3 como en 4 grados de severidad.

Al analizar los otros métodos no estudiados por Ecocardiografía transtorácica se demostró que:

La vena contracta muestra una concordancia buena con todos los parámetros: área color regurgitante, radio del flujo de convergencia proximal o radio PISA, orificio regurgitante efectivo, volumen regurgitante y flujo de venas pulmonares. (Gráficos 49 y 50).

La concordancia entre el registro Doppler pulsado de ambas venas, izquierda y derecha, es excelente entre sí. La concordancia del flujo de venas es buena con el radio del flujo de convergencia proximal y con la vena contracta y moderada con los parámetros cuantitativos (orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante) y con el área color. (Gráficos 51 y 52).

Todos estos datos se visualizan en las tablas 31 y 32.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 3 GRADOS.

	ACR ETE	R FCP ETE	ORE ETEg3	VR ETEg3	VC ETE	FVPI ETE	FVPD ETE
ACR ETE		0,63 0,11	0,54 0,09	0,17 0,06	0,68 0,10	0,46 0,08	0,43 0,08
R FCP ETE			0,81 0,11	0,75 0,11	0,72 0,12	0,66 0,11	0,62 0,12
ORE ETEg3				0,87 0,12	0,68 0,11	0,57 0,11	0,61 0,11
VR ETEg3					0,58 0,11	0,49 0,11	0,49 0,11
VC ETE						0,62 0,11	0,60 0,12
FVPI ETE							0,90 0,12
FVPD ETE							

Tabla 31. Concordancia entre los diferentes métodos diagnósticos analizados por Eco transesofágico. Los valores de las celdas indican Kappa y desviación standard. ACR ETE, Área color regurgitante; R FCP ETE, Radio del Flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE ETEg3, Orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR ETEg3, Volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VC ETE, Diámetro de la Vena Contracta; FVPI ETE, y FVPD ETE, Flujos de venas pulmonares izquierda y derecha.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 4 GRADOS.

	ORE ETEg4	VR ETEg4
ORE ETEg4		0,89 0,12
VR ETEg4		

Tabla 32. Concordancia excelente entre los parámetros cuantitativos según la clasificación en 4 grados de severidad. Donde ORE ETTg4, orificio regurgitante efectivo; VR ETTg4, volumen regurgitante efectivo.

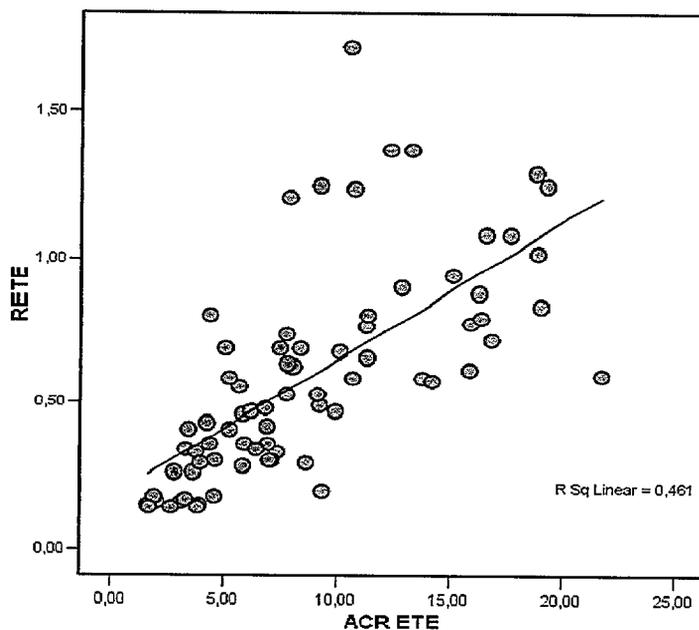


Gráfico 46. Nube de puntos que muestra la relación entre el área color por Eco transesofágico y el radio PISA.

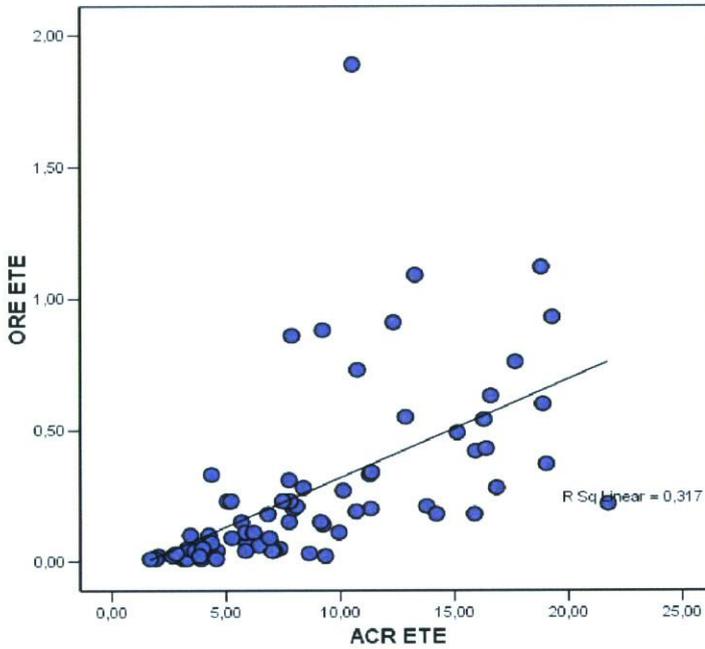


Gráfico 47. Nube de puntos que muestra la relación entre el área color por Eco transesofágico y el orificio regurgitante efectivo.

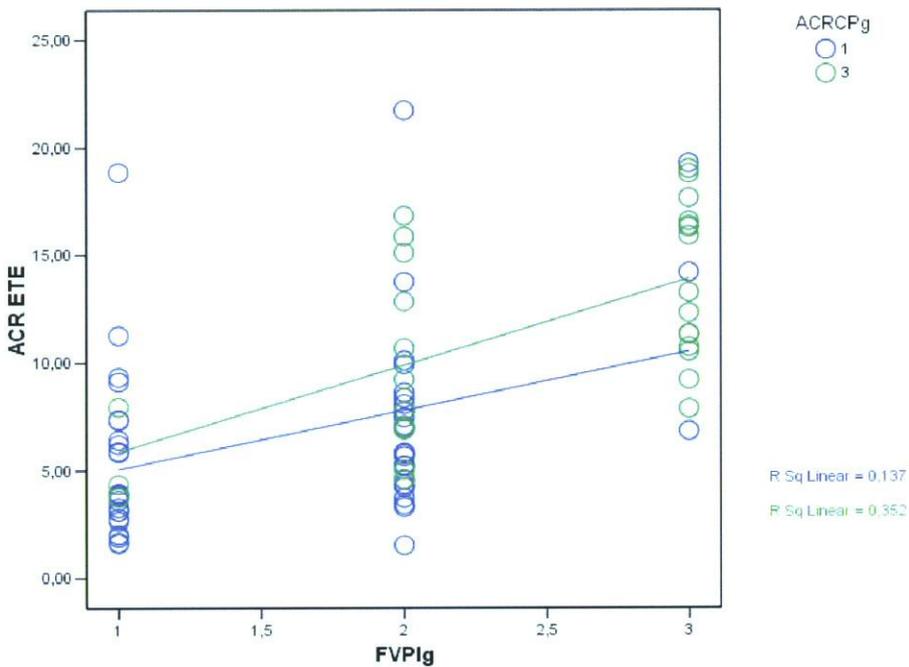


Gráfico 48. Nube de puntos que muestra que la relación entre el flujo de la vena pulmonar izquierda y el área color se mantiene aún en el caso de jets excéntricos (círculos verdes). Jets centrales (círculos azules).

Teniendo en cuenta si el jet es central o excéntrico la concordancia concordancia sólo mejora en el caso del FVPI.

JET CENTRALES.

	R FCP ETE	ORE ETEG3	VR ETEG3	VC ETE	FVPI ETE
ACR ETE	0,54	0,40	0,40	0,68	0,40
	0,13	0,10	0,10	0,13	0,14

Tabla 33. Concordancia de los jet centrales con el resto de parámetros. ACR ETE, área color regurgitante; R FCP ETE, radio del flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE ETEg3, orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR ETEg3, volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VC ETE, diámetro de la Vena Contracta; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda.

JET EXCÉNTRICOS.

	R FCP ETE	ORE ETEG3	VR ETEG3	VC ETE	FVPI ETE
ACR ETE	0,43	0,39	0,22	0,44	0,60
	0,17	0,16	0,14	0,16	0,18

Tabla 34. Los jet excéntricos presentan una concordancia menor, salvo cuando se comparan con el flujo de vena pulmonar izquierda, (FVPI).

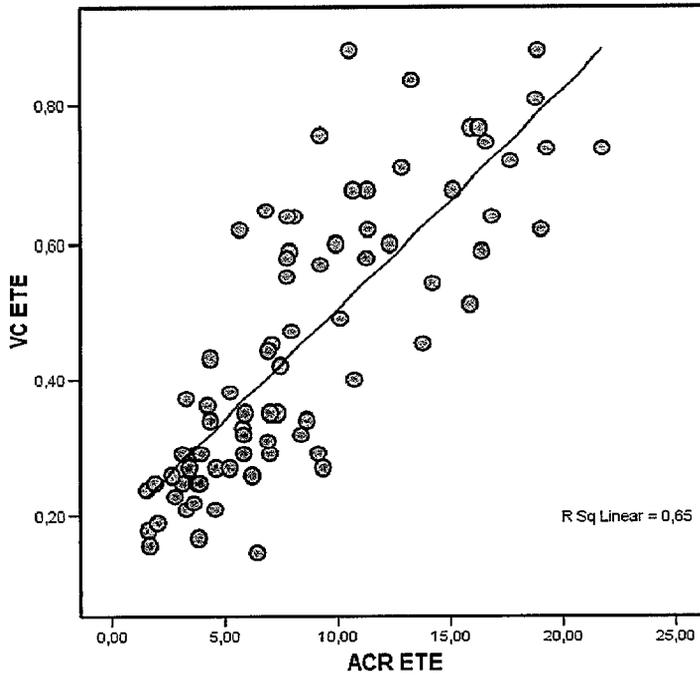


Gráfico 49. Nube de puntos que muestra la relación entre el área color por Eco transesofágico y la vena contracta.

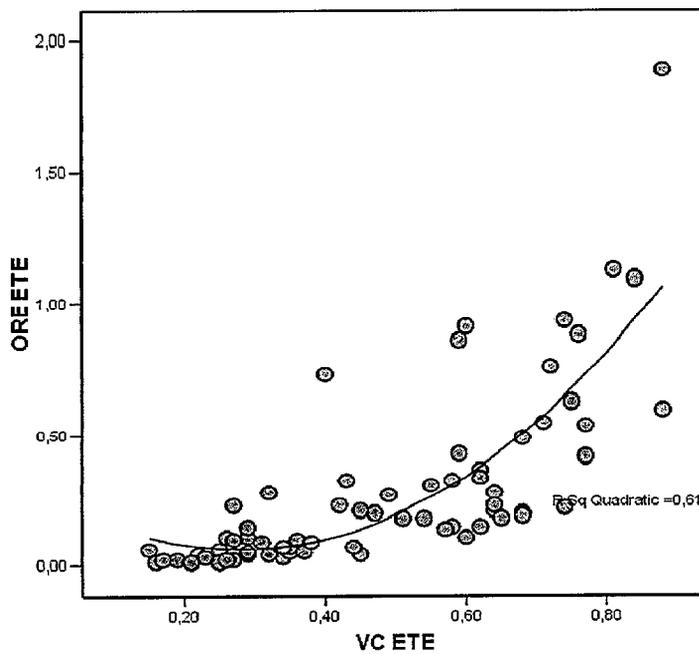


Gráfico 50. Nube de puntos en el que se visualiza la relación entre la vena contracta y el orificio regurgitante efectivo por Eco transesofágico.

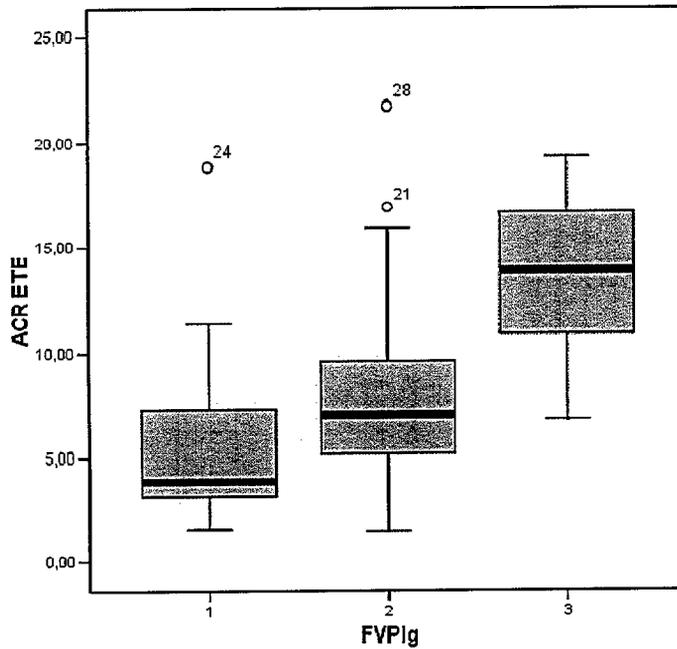


Gráfico 51. Diagrama de cajas que permite visualizar la relación entre el flujo de venas pulmonares y el área color por Eco transesofágico.

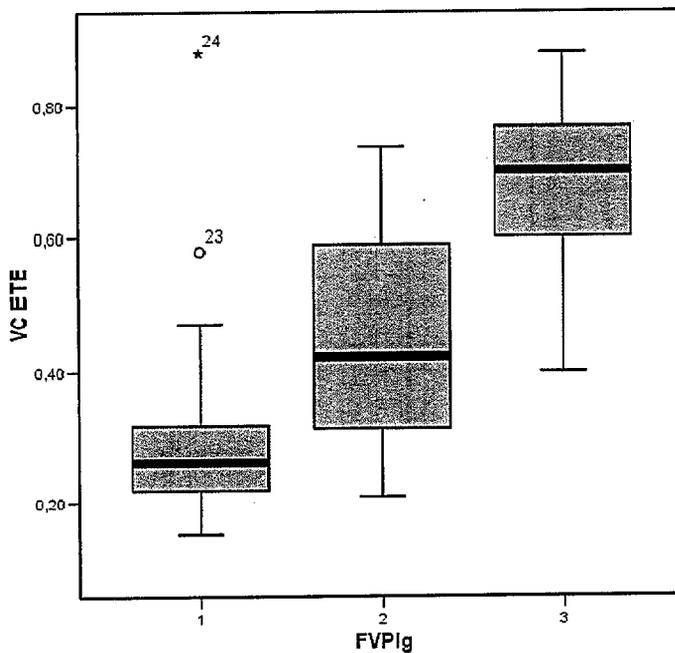


Gráfico 52. Diagrama de cajas que permite visualizar la relación entre el flujo de venas pulmonares y la vena contracta.

4. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA Y TRANSESOFÁGICA.

La concordancia entre ambas técnicas, Ecografía transtorácica y transesofágica, se estableció analizando las variables categóricas por método Kappa, y las variables continuas según el Coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el método de Bland Altman; tal como se explicó en material y métodos, obteniéndose los siguientes resultados.

4.1. CONCORDANCIA ENTRE VARIABLES CATEGÓRICAS. KAPPA.

Al analizar los resultados obtenidos al comparar las dos técnicas, es de resaltar:

Las variables analizadas tanto por Eco transtorácico como por Eco transesofágico (área color regurgitante, radio del flujo de convergencia proximal, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante) muestran una concordancia excelente entre sí, que todavía mejora en el caso de los parámetros cuantitativos clasificados en 4 grados.

De las variables que sólo se analizaron por Eco transesofágico (vena contracta y flujo de venas pulmonares) , la vena contracta presenta una concordancia buena con los parámetros del Eco transtorácico y el flujo de venas pulmonares una concordancia moderada a buena.

Estos datos se visualizan en las tablas 35 y 36.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 3 GRADOS.

	ACR ETE	R FCP ETE	ORE ETeg3	VR ETeg3	VC ETE	FVPI ETE	FVPD ETE
ACR ETT	0,80	0,53	0,51	0,42	0,66	0,60	0,57
	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
R FCP ETT	0,68	0,78	0,73	0,67	0,75	0,61	0,55
	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,12
ORE ETTg3	0,60	0,78	0,86	0,73	0,68	0,61	0,54
	0,09	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
VR ETTg3	0,51	0,79	0,78	0,81	0,67	0,53	0,42
	0,09	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11

Tabla 35. Concordancia entre métodos por Eco transtorácico y Eco transesofágico. ETT, Eco transtorácico; ETE, Eco transesofágico; ACR , área color regurgitante; R FCP, radio del Flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE g3, orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR g3, volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VC , diámetro de la vena contracta; FVPI , flujo de vena pulmonar izquierda.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 4 GRADOS.

	ORE ETEg4	VR ETEg4
ORE ETTg4	0,91	0,78
	0,12	0,12
VR ETTg4	0,87	0,84
	0,12	0,12

Tabla 36. Concordancia entre los parámetros cuantitativos por Eco transtorácico y Eco transesofágico. ORE g4, orificio regurgitante efectivo clasificado en 4 grados; VR g4, volumen regurgitante efectivo clasificado en 4 grados.

4.2. CONCORDANCIA ENTRE VARIABLES CONTINUAS.

A continuación se exponen los resultados del análisis de concordancia para las variables continuas, realizado mediante dos métodos: el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el método Bland-Altman.

4.2.1. Coeficiente de correlación intraclase (CCI).

Es de destacar que la correlación promediada entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones, muestra una concordancia excelente para las variables continuas analizadas, con los siguientes resultados:

- CCI 0,86 para el área color por Eco transtorácico y transesofágico.
- CCI 0,92 para el radio PISA por Eco transtorácico y transesofágico.
- CCI 0,90 para el orificio regurgitante efectivo por transtorácico y transesofágico.
- CCI 0,88 para el volumen regurgitante por ambas técnicas.

Estos datos se pueden visualizar en los siguientes gráficos 53,54,55 y 56.

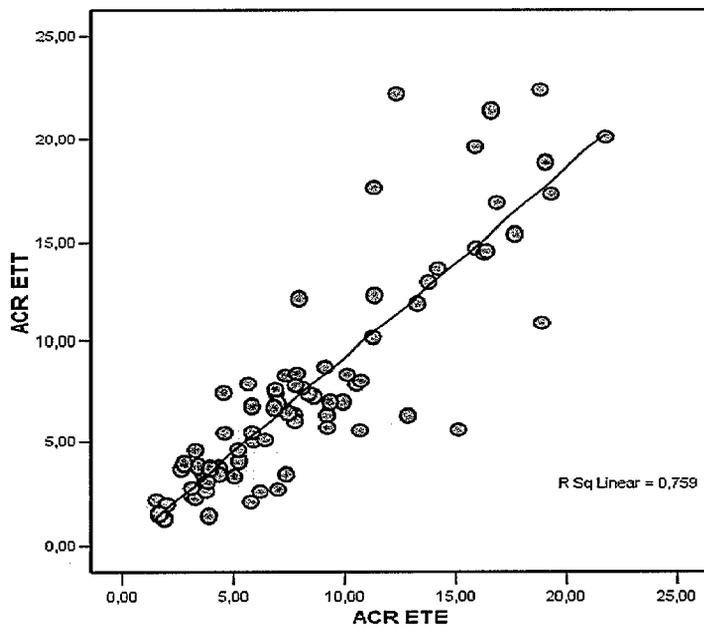


Gráfico 53. Nube de puntos que permite visualizar la relación entre el área color por transtorácico y transesofágico.

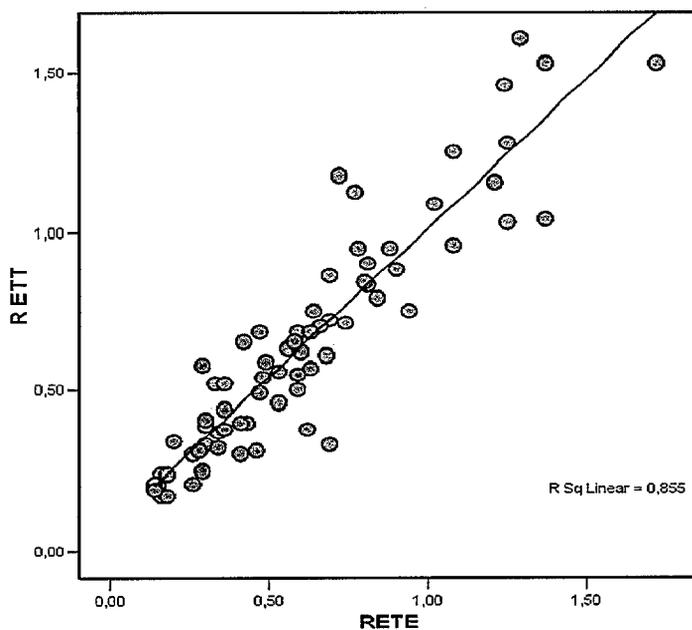


Gráfico 54. Nube de puntos que permite visualizar la relación entre el radio PISA por transtorácico y transesofágico.

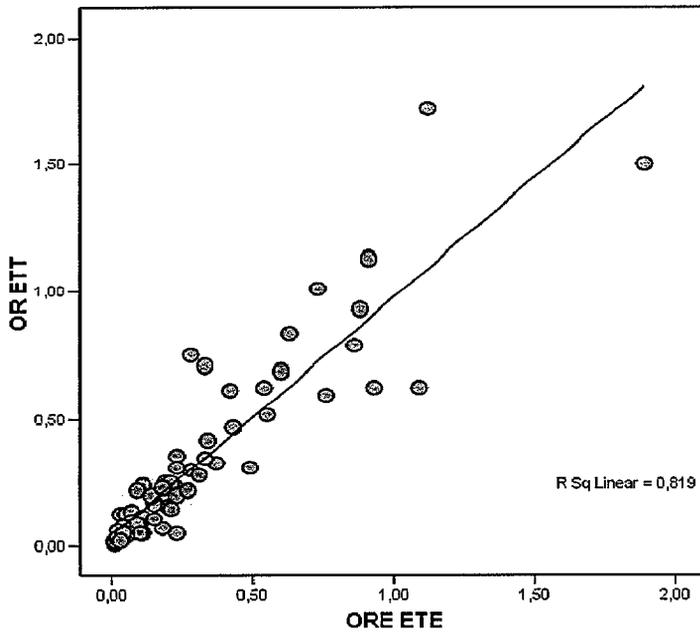


Gráfico 55. Nube de puntos que permite visualizar la relación entre el orificio regurgitante efectivo por transtorácico y transesofágico.

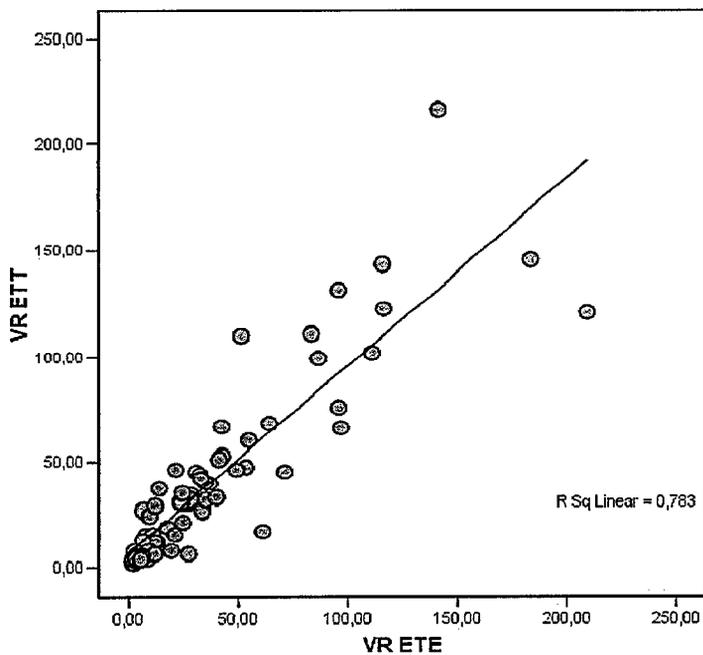


Gráfico 56. Nube de puntos que permite visualizar la relación entre el volumen regurgitante por transtorácico y transesofágico.

4.2.2. Método de Bland-Altman.

El análisis de Bland-Altman objetivó un alto grado de concordancia para el área color, el radio del flujo de convergencia proximal o radio PISA, el orificio regurgitante efectivo y el volumen regurgitante, obtenidos por Eco transtorácico y transesofágico, con la mayoría de las mediciones entre las bandas de confianza.

Estos datos se representaron gráficamente, visualizándose la diferencia de cada par de observaciones frente a su media. (Gráficos 57,58,59 y 60).

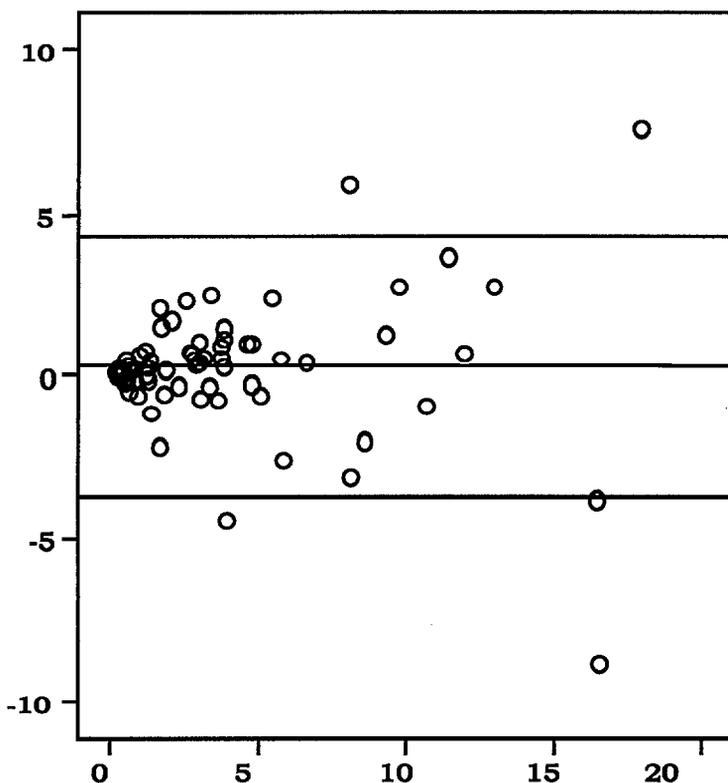


Gráfico 57. Nube de puntos de Bland- Altman comparando el área color por Eco transtorácico y transesofágico. Eje X media de las variables. Eje Y diferencia de las variables. Se objetiva que la mayoría de las mediciones están comprendidas entre las bandas de confianza.

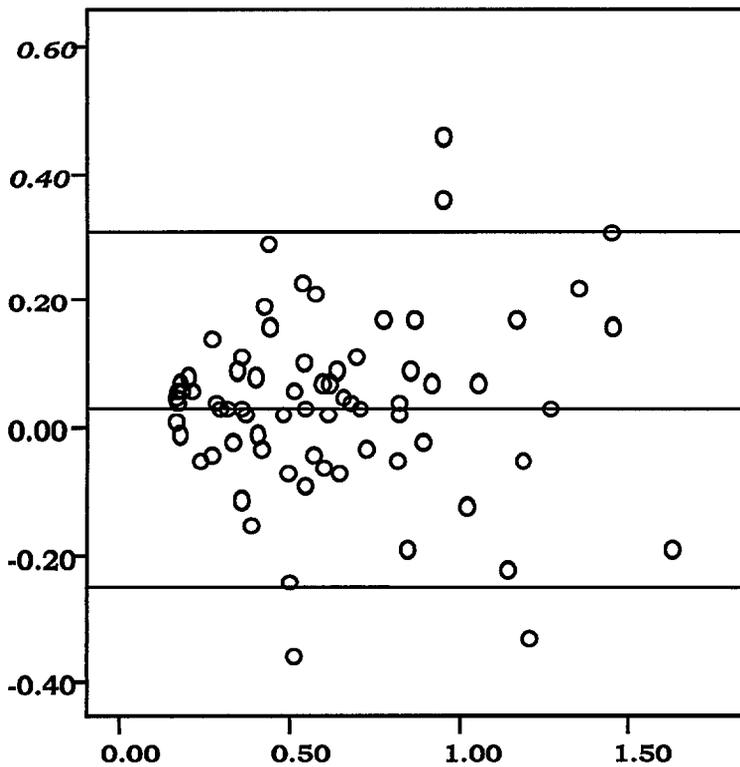


Gráfico 58. Nube de puntos de Bland-Altman comparando el radio PISA por Eco transtorácico y transesofágico. Eje X media de las variables. Eje Y diferencia de las variables. Se objetiva que la mayoría de las mediciones están comprendidas entre las bandas de confianza.

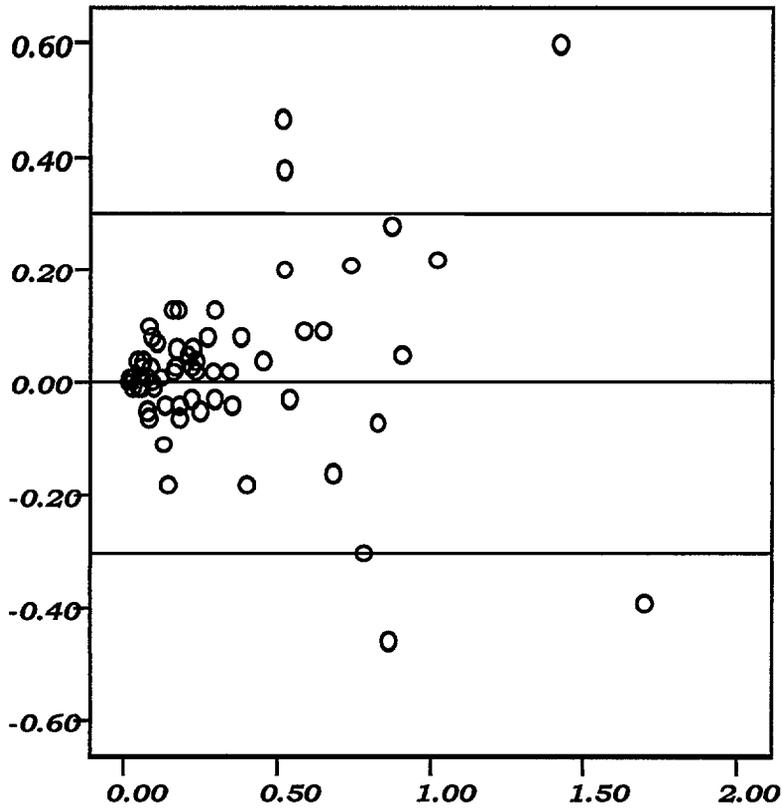


Gráfico 59. Nube de puntos de Bland- Altman, orificio regurgitante efectivo por transtorácico y transesofágico. Eje X media de las variables. Eje Y diferencia de las variables.

Se objetiva que la mayoría de las mediciones están comprendidas entre las bandas de confianza.

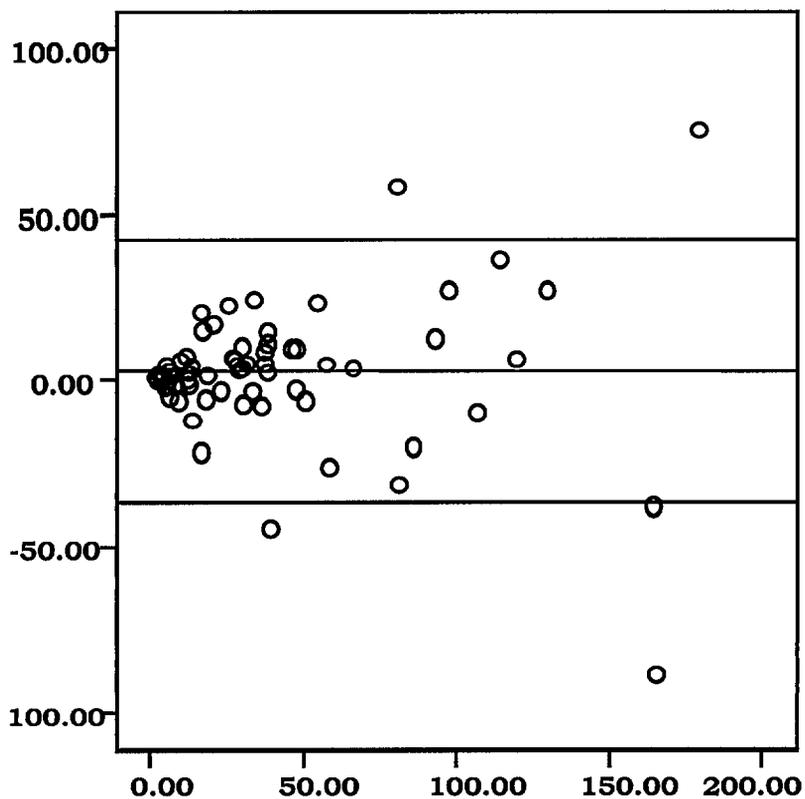


Gráfico 60. Nube de puntos de Bland-Altman comparando el volumen regurgitante por Eco transtorácico y transesofágico. Eje X media de las variables. Eje Y diferencia de las variables.

Se objetiva que la mayoría de las mediciones están comprendidas entre las bandas de confianza.

5. CONCORDANCIA GLOBAL ENTRE LOS DIFERENTES MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS .

El **Kappa global** para los métodos ecocardiográficos fue de **0,62**. Esto indica que, como respuesta al objetivo principal de la tesis, se puede decir que la concordancia global entre los métodos ecocardiográficos es buena.

6. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA Y ANGIOGRAFÍA.

Se analizó la concordancia de la angiografía tanto con la ecografía transtorácica como transesofágica, con los siguientes resultados.

6.1. ECOGRAFÍA TRANSTORÁCICA Y ANGIOGRAFÍA.

Los resultados de concordancia entre la angiografía y la ecografía transtorácica indican:

La concordancia de la angiografía con el área color regurgitante es moderada (Kappa 0,50). Gráfico 61.

La concordancia de la angiografía con el radio PISA es buena. (Kappa 0,78).

La concordancia de la angiografía con los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, es excelente cuando se analizan las variables en 4 grados (Kappa 0,81 y 0,84) y buena si se analizan variables en 3 grados (Kappa 0,74 y 0,75). Gráfico 62.

Estos datos se pueden ver en las tablas 37 y 38.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 3 GRADOS.

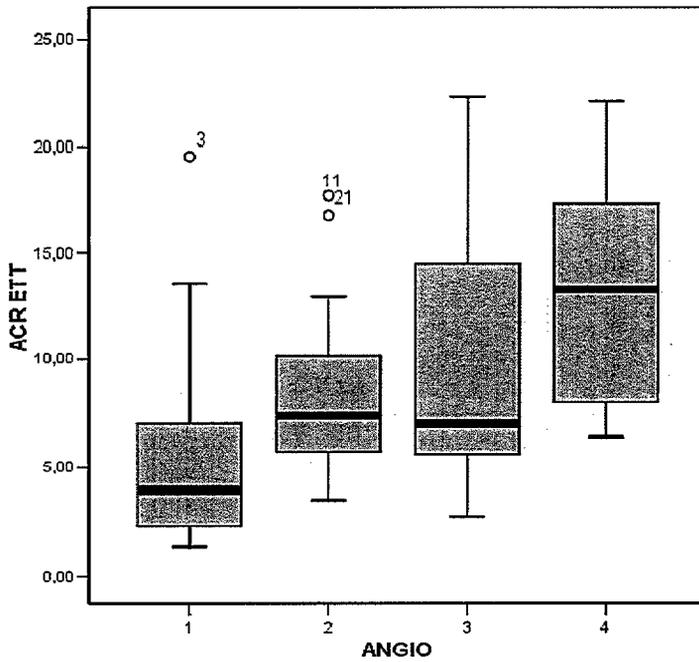
	ACR ETT	R FCP ETT	ORE ETTg3	VR ETTg3
ANGIO g3	0,50	0,78	0,74	0,75
	0,11	0,12	0,12	0,12

Tabla 37. Tabla de concordancia entre la angiografía y los parámetros del Eco transtorácico. Las celdas indican Kappa y desviación standard. ANGIO g3, angiografía clasificación en 3 grados de severidad; ACR ETT, área color regurgitante; R FCP ETT, radio del flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE ETTg3, orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR ETTg3, volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 4 GRADOS.

	ORE ETTg4	VR ETTg4
ANGIO g4	0,81	0,84
	0,12	0,12

Tabla 38. Tabla de concordancia entre la angiografía y los parámetros del ETT. Las celdas indican Kappa y desviación standard. ANGIO g4, angiografía clasificación en 4 grados de severidad; ORE ETTg4, orificio regurgitante efectivo clasificado en 4 grados; VR ETTg4, volumen regurgitante efectivo clasificado en 4 grados.



Gráficos 61. Diagrama de cajas que muestra la relación entre la angiografía y el área color regurgitante por Eco transtorácico.

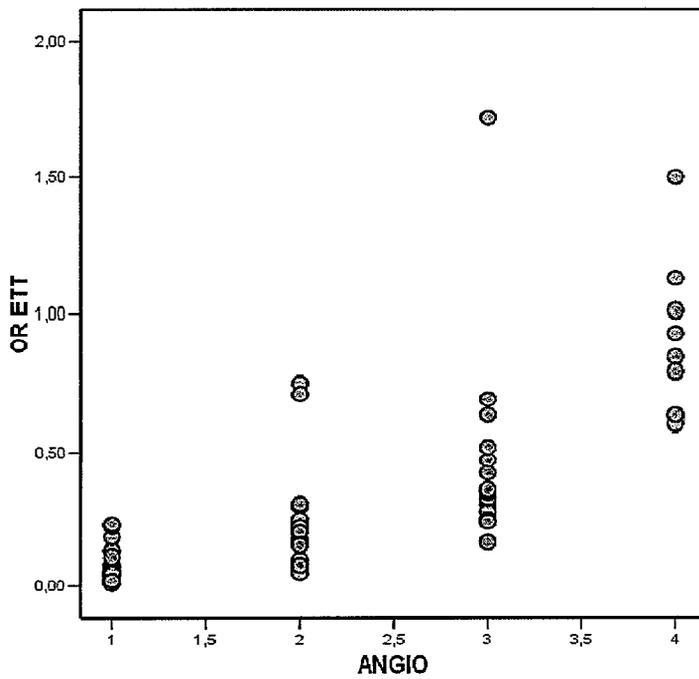


Gráfico 62. Nube de puntos que muestra la relación entre la angiografía y el orificio regurgitante por Eco transtorácico.

6.2. ECOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA Y ANGIOGRAFÍA.

Los principales resultados de concordancia entre la angiografía y la ecografía transesofágica son los siguientes:

La concordancia de la angiografía con el área color regurgitante medida por Eco transesofágico es moderada, el Kappa obtenido es de 0,52.

La concordancia de la angiografía con el radio PISA es buena, Kappa 0,73.

Es de destacar que cuando se analiza la concordancia con los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, es buena-excelente si se comparan las variables en 3 grados (Kappa 0,81 para el orificio regurgitante efectivo y 0,72 para el volumen regurgitante), aumentando al correlacionar las variables en 4 grados (Kappa 0,86 para el ORE y 0,77 para el VR).

La vena contracta presenta una concordancia buena con la angiografía, Kappa 0,64. (Gráfico 63).

La concordancia de la angiografía con el flujo de venas pulmonares es moderada a buena y similar con ambas venas 0,58.

Estos resultados se visualizan en las tablas 39 y 40.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 3 GRADOS.

	ACR ETE	R FCP ETE	ORE ETEg3	VR ETEg3	VC ETE	FVPI ETE	FVPD ETE
ANGIO g3	0,52	0,73	0,81	0,72	0,64	0,58	0,58
	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12

Tabla 39. Concordancia entre la angiografía y los parámetros obtenidos por Eco transesofágico. ANGIO g3, angiografía clasificación en 3 grados de severidad. ACR ETE, área color regurgitante; R FCP ETE, radio del Flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE ETEg3, orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR ETEg3, volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VC ETE, diámetro de la vena contracta; FVPI ETE, y FVPD ETE, flujos de venas pulmonares izquierda y derecha.

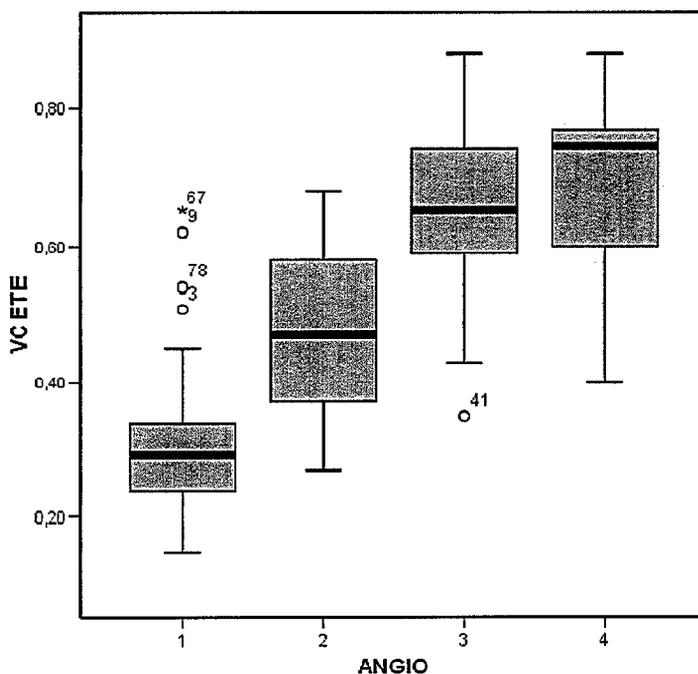


Gráfico 63. Diagrama de cajas que permite visualizar la relación entre la angiografía y la vena contracta medida por Eco transesofágico.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 4 GRADOS.

	ORE ETeg4	VR ETeg4
ANGIO g4	0,86	0,77
	0,12	0,12

Tabla 40. Concordancia entre la angiografía y Eco transeesofágico. ANGIO g4, angiografía clasificación en 4 grados de severidad; ORE ETTg4, orificio regurgitante efectivo clasificado en 4 grados; VR ETTg4, volumen regurgitante efectivo clasificado en 4 grados.

Si tenemos en cuenta si el jet es central o excéntrico se objetiva que la concordancia de la angiografía con el área color tanto por Eco transtorácico como por transeesofágico, pasa de ser moderada a mala. (Tablas 41 y 42 y gráfico 64).

JET CENTRAL.

JET EXCÉNTRICO.

	ACR ETT	ACR ETE
ANGIO g3	0,51	0,44
	0,13	0,12

	ACR ETT	ACR ETE
ANGIO g3	0,11	0,15
	0,18	0,15

Tabla 41 y 42. Concordancia entre la angiografía y el área color para jets centrales y excéntricos respectivamente. ANGIO g3, angiografía clasificación en 3 grados de severidad; ETT, Eco transtorácico; ETE, Eco transeesofágico; ACR , área color regurgitante.

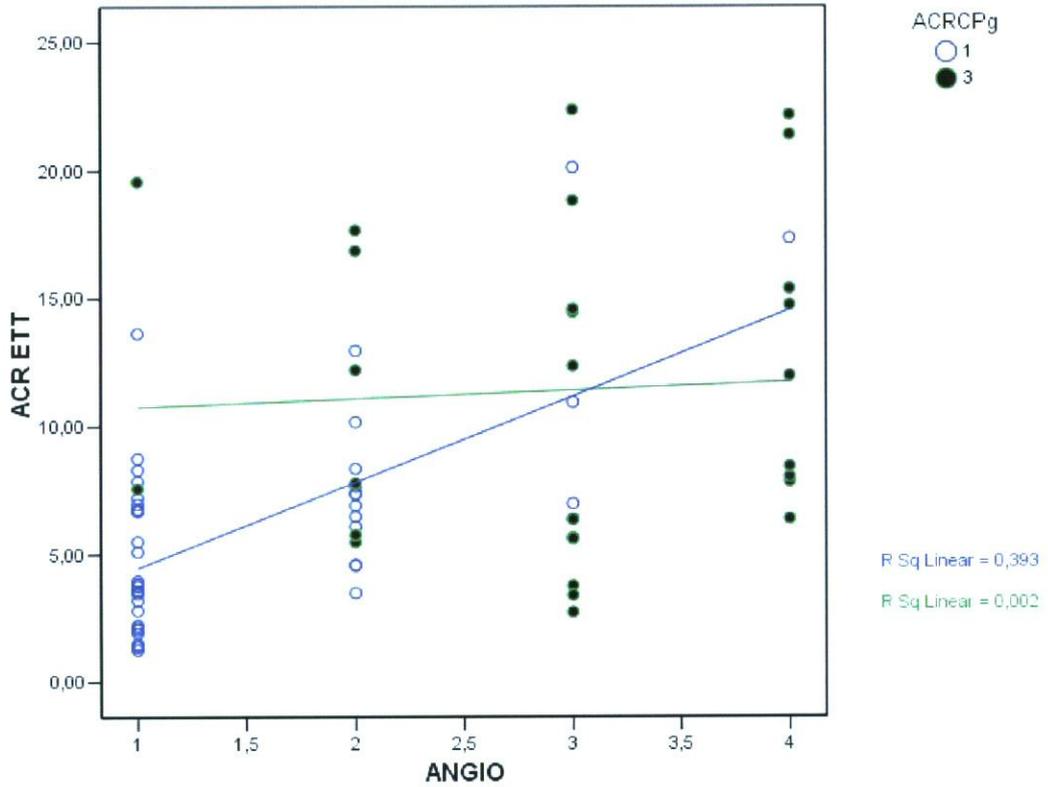


Gráfico 64. Nube de puntos. La concordancia entre el ACR medida por ecografía y la angiografía, sólo es buena si el jet es central. Jet central, círculos azules, jet excéntrico, círculos verdes.

7. INTEPRETACIÓN CLÍNICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS MÉTODOS FUNDAMENTALES; ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO, VENA CONTRACTA, FLUJO DE VENAS PULMONARES Y ANGIOGRAFÍA.

7.1. TABLAS DE CONTINGENCIA DE VARIABLES CATEGÓRICAS.

El Kappa ponderado se visualiza en tablas de contingencia en donde , las celdillas de acuerdo total (situadas en la diagonal que va desde arriba a la izquierda hasta abajo a la derecha) tienen un peso de 0, mientras que las celdillas de los ángulos opuestos tienen la máxima ponderación.

A continuación se visualizan las diferentes tablas de contingencia obtenidas al comparar los tres métodos ecocardiográficos más significativos, orificio regurgitante efectivo, vena contracta, flujo de venas pulmonares y la angiografía.

		ORE ETT				VC ETE				FVPI ETE			
		1	2	3	tot	1	2	3	tot	1	2	3	tot
A N G I O G R A F Í A	1	24	3	0	27	17	12	0	29	15	12	2	29
	2	9	15	8	32	3	23	5	31	5	22	6	33
	3	0	0	10	10	0	3	7	10	0	0	10	10
	tot	33	18	18	69	20	38	12	70	20	34	18	72

Tabla 43. Tabla de contingencia entre el orificio regurgitante, vena contracta, flujo de venas pulmonares y angiografía. Tot: n° total de casos. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

Es de reseñar que cuando la angiografía valora la IM como grado 3, en ningún caso es considerada de menor grado según la valoración por el orificio regurgitante y flujo de vena pulmonar, y sólo en 3 casos como grado 2 por el método de la vena contracta.

		VC ETE				FVPI ETE				ANGIOGRAFÍA			
O R E E T T		1	2	3	tot	1	2	3	tot	1	2	3	tot
	1	22	18	0	40	19	21	0	40	24	9	0	33
	2	1	15	1	17	1	13	4	18	3	15	0	18
	3	0	7	11	18	2	2	14	18	0	8	10	18
	tot	23	40	12	75	22	36	18	76	27	32	10	69

Tabla 44. Tabla de contingencia entre vena contracta, flujo de venas pulmonares, angiografía y orificio regurgitante. Tot: n° total de casos. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

A diferencia de la angiografía, no es infrecuente que los otros métodos valoren de menor severidad a insuficiencias mitrales consideradas como grado 3 por el orificio regurgitante efectivo. Por el contrario, el orificio regurgitante efectivo considera como severas la mayoría de las insuficiencias mitrales diagnosticadas como grado 3 por los otros métodos.

		ORE ETT				FVPI ETE				ANGIOGRAFÍA			
V C E T E		1	2	3	tot	1	2	3	tot	1	2	3	tot
	1	22	1	0	23	18	8	0	26	17	3	0	20
	2	18	15	7	40	6	25	9	40	12	23	3	38
	3	0	1	11	12	1	2	9	12	0	5	7	12
	tot	40	17	18	75	25	35	18	78	29	31	10	70

Tabla 45. Tabla de contingencia entre el orificio regurgitante, el flujo de venas pulmonares, la angiografía y la vena contracta . Tot: n° total de casos. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

Es de destacar que la vena contracta detecta menos IM severas que el orificio regurgitante efectivo y el flujo de venas pulmonares (12 frente a 18 casos por estos métodos), pero sin embargo cataloga 2 casos más que la angiografía como severas.

		ORE ETT				VC ETE				ANGIOGRAFÍA			
F V P I E T E		1	2	3	tot	1	2	3	tot	1	2	3	tot
	1	19	1	2	22	18	6	1	25	15	5	0	20
	2	21	13	2	36	8	25	2	35	12	22	0	34
	3	0	4	14	18	0	9	9	18	2	6	10	18
	tot	40	18	18	76	26	40	12	78	29	33	10	72

Tabla 46. Tabla de contingencia entre el orificio regurgitante, la vena contracta, la angiografía y el flujo de venas pulmonares. Tot: n° total de casos. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

El flujo de venas pulmonares y el orificio regurgitante diagnostican el mismo número de insuficiencias mitrales como severas, aunque no corresponden a los mismos pacientes. El flujo de venas pulmonares detecta más IM severas que la vena contracta o la angiografía. Pero es de destacar que en todas las tablas de contingencia, las celdillas de ángulos opuestos, que son las de máxima ponderación, es decir, peor grado de acuerdo, son 0 cuando se comparan las otras técnicas entre sí, y no son 0 cuando cada una de las técnicas se compara con el FVPI.

7.2. EFICACIA DIAGNÓSTICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS PARA DETECTAR INSUFICIENCIA MITRAL SEVERA.

Ante la imposibilidad de comparar los métodos con un "god standard" aceptado, hemos obtenido los índices estadísticos enfrentando los diferentes métodos con:

- Cada uno de los otros tomado como referencia.
- Un método promediado, que es el resultado del promedio de severidad de los 4 métodos diagnósticos principales (el orificio regurgitante, la vena contracta, el flujo de venas pulmonares y la angiografía), considerando severo un índice mayor de 2,49.

7.2.1. EFICACIA DIAGNÓSTICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS PARA DETECTAR IM SEVERA RESPECTO A OTRO MÉTODO TOMADO COMO REFERENCIA.

COCIENTES DE PROBABILIDAD Y ESTUDIO DE SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ORIFICIO REGURGITANTE, VENA CONTRACTA Y FLUJO DE VENA PULMONAR UTILIZANDO COMO MÉTODO DE REFERENCIA LA ANGIOGRAFÍA.

		ORE ETT				VC ETE				FVPI ETE			
		1	2	3	tot	1	2	3	tot	1	2	3	tot
ANGIOGRAFÍA	sev	0	0	10	10	0	3	7	10	0	0	10	10
	no	33	18	8	59	20	35	5	60	20	34	8	62
	tot	33	18	18	69	20	38	12	70	20	34	18	72

Tabla 47. Tabla de eficacia diagnóstica para detectar IM severa tomando la angiografía como método de referencia. Sev: IM severa (grado 3). No: IM no severa (grados 1 y 2). Tot: n° total de casos. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

	Sen	Esp	CP+
ORE ETT g3	100%	86% (77-95)	7,38
VC ETE	70% (41-98)	91% (84-98)	8,40
FVPI ETE	100%	87% (78-95)	7,75

Tabla 48. Sensibilidad, especificidad y cociente de probabilidad positivo para detectar insuficiencia mitral severa del orificio regurgitante, vena contracta y flujo de vena pulmonar respecto a la angiografía. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

Es de destacar que el orificio regurgitante y el flujo de venas pulmonares son técnicas muy sensibles, manteniendo un alto valor de especificidad, y que la vena contracta es una técnica muy específica, es decir, con un alto cociente de probabilidad positivo, pero es menos sensible. Estos datos se pueden visualizar en el siguiente gráfico (n° 65).

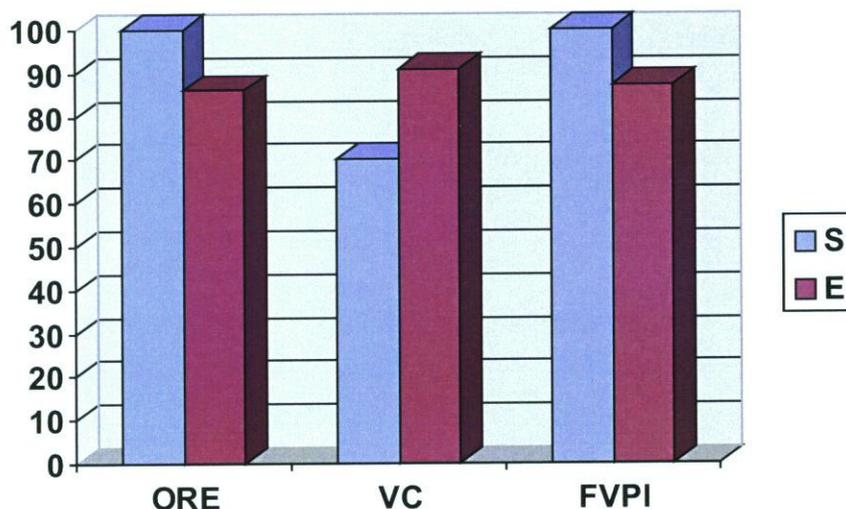


Gráfico 65. Histograma que representa la sensibilidad y especificidad del orificio regurgitante, vena contracta y flujo de vena pulmonar, respecto a la angiografía. ORE, orificio regurgitante efectivo; VC, vena contracta, FVPI, flujo vena pulmonar izquierda.

COCIENTES DE PROBABILIDAD Y ESTUDIO DE SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DE LA VENA CONTRACTA, FLUJO DE VENA PULMONAR Y ANGIOGRAFÍA UTILIZANDO COMO MÉTODO DE REFERENCIA EL ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO.

		VC ETE				FVPI ETE				ANGIOGRAFÍA			
O R E E T T		1	2	3	tot	1	2	3	tot	1	2	3	tot
	sev	0	7	11	18	2	2	14	18	0	8	10	18
	no	23	33	1	57	20	34	4	58	27	24	0	51
	tot	23	40	12	75	22	36	18	76	27	32	10	69

Tabla 49. Tabla de eficacia diagnóstica de los otros métodos para detectar IM severa tomando el orificio regurgitante como método de referencia. Sev: IM severa (grado 3). No: IM no severa (grados 1 y 2). Tot: n° total de casos. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

	Sen	Esp	CP +
VC ETE	61% (38-83)	98% (94-100)	34,83
FVPI ETE	77% (58-98)	93% (86-99)	11,28
ANGIOGRAFÍA	55% (33-78)	100%	

Tabla 50. Sensibilidad, especificidad y cociente de probabilidad positivo para detectar insuficiencia mitral severa de la vena contracta, flujo de vena pulmonar y angiografía respecto al orificio regurgitante. VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

De estos resultados se puede concluir que la sensibilidad de las otras técnicas respecto al orificio regurgitante efectivo es baja, es decir, el orificio regurgitante es el método que más insuficiencias mitrales diagnostica como severas; sin embargo, la especificidad sobretodo de la VC y la angiografía es muy alta, por ello tienen muy altos cocientes de probabilidad positivos.

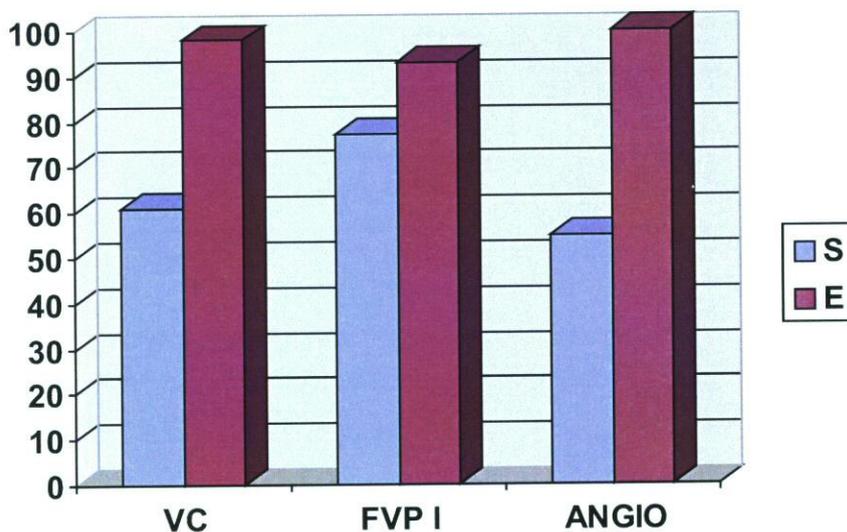


Gráfico 66. Histograma que representa la sensibilidad y especificidad de la vena contracta, flujo de vena pulmonar y angiografía respecto al orificio regurgitante. VC, vena contracta, FVPI, flujo vena pulmonar izquierda.

COCIENTES DE PROBABILIDAD Y ESTUDIO DE SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ORIFICIO REGURGITANTE, FLUJO DE VENA PULMONAR Y ANGIOGRAFÍA UTILIZANDO COMO MÉTODO DE REFERENCIA LA VENA CONTRACTA.

		ORE ETT				FVPI ETE				ANGIOGRAFÍA			
V C E T E		1	2	3	tot	1	2	3	tot	1	2	3	tot
	sev	0	1	11	12	1	2	9	12	0	5	7	12
	no	40	16	7	63	24	33	9	66	29	26	3	58
	tot	40	17	18	75	25	35	18	78	29	31	10	70

Tabla 51. Tabla de eficacia diagnóstica de los otros métodos para detectar IM severa tomando la vena contracta como método de referencia. Sev: IM severa (grado 3). No: IM no severa (grados 1 y 2). Tot: n° total de casos. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por Eco transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por Eco transesofágico.

	Sen	Esp	CP+
ORE ETT	92% (76-100)	89% (81-96)	8,25
FVPI ETE	75% (51-99)	86% (78-95)	5,5
ANGIOGRAFÍA	58% (30-86)	95% (89-100)	11,28

Tabla 52. Sensibilidad, especificidad y cociente de probabilidad positivo para detectar insuficiencia mitral severa del orificio regurgitante, flujo de vena pulmonar y angiografía respecto a la vena contracta. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por Eco transesofágico.

De estos resultados se puede concluir que el orificio regurgitante es el método más sensible, manteniendo un alto grado de especificidad, mientras que la angiografía es el más específico, es decir, el de más alto cociente de probabilidad positivo. El flujo de venas pulmonares tiene valores de sensibilidad y especificidad intermedios.

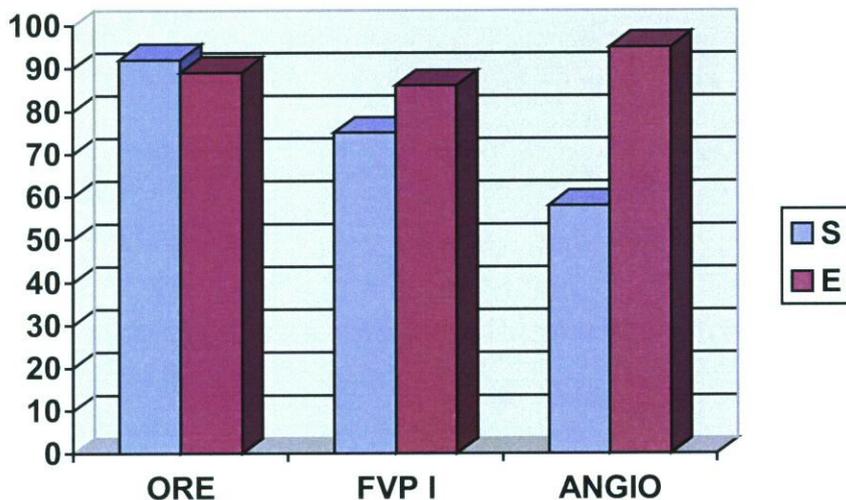


Gráfico 67. Histograma que representa la sensibilidad y especificidad del orificio regurgitante, flujo de vena pulmonar y angiografía respecto a la vena contracta. ORE, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; FVPI, flujo vena pulmonar izquierda.

TABLA COCIENTES DE PROBABILIDAD Y ESTUDIO DE SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD DEL ORE ETT , VC ETE y ANGIOGRAFÍA UTILIZANDO COMO MÉTODO DE REFERENCIA EL FVPI ETE.

		ORE ETT g3				VC ETE				ANGIOGRAFÍA			
F V P I E T E		1	2	3	tot	1	2	3	tot	1	2	3	tot
	sev	0	4	14	18	0	9	9	18	2	6	10	18
	no	40	14	4	58	26	31	3	60	27	27	0	54
	tot	40	18	18	76	26	40	12	78	29	33	10	72

Tabla 53. Tabla de eficacia diagnóstica de los otros métodos para detectar IM severa tomando el flujo de venas pulmonares como método de referencia. Sev: IM severa (grado 3). No: IM no severa (grados 1 y 2). Tot: n° total de casos. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transesofágico; FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

	Sen	Esp	CP+
ORE ETT	78% (58-97)	93% (87-100)	11,28
VC ETE	68% (50-85)	95% (89-100)	13,57
ANGIOGRAFÍA	56% (33-78)	100%	

Tabla 54. Sensibilidad, especificidad y cociente de probabilidad positivo para detectar insuficiencia mitral severa del orificio regurgitante, vena contracta y angiografía respecto al flujo de venas pulmonares. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por Eco transesofágico.

Del mismo modo que en los análisis anteriores, se confirman la angiografía y la VC como los métodos más específicos al compararlos con el FVPI.

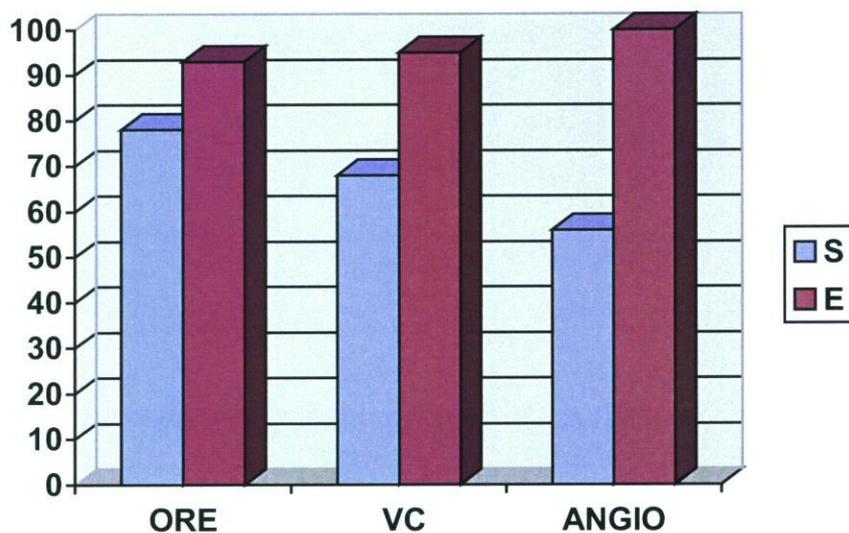


Gráfico 68. Histograma que representa la sensibilidad y especificidad del orificio regurgitante, vena contracta y angiografía respecto al flujo de venas pulmonares. ORE, orificio regurgitante efectivo; VC, vena contracta.

7.2.2. RESPECTO A UN MÉTODO PROMEDIADO.

		ORE ETT g3				VC ETE			
P R O M E D I A D O		1	2	3	total	1	2	3	total
	sev	0	0	15	15	0	5	10	15
	no	33	17	3	53	18	33	2	53
	total	33	17	18	68	18	38	12	68

Tabla 55. Tabla de eficacia diagnóstica del orificio regurgitante efectivo y vena contracta para detectar IM severa, tomando el método promediado como referencia. Sev: IM severa (grado 3). No: IM no severa (grados 1 y 2). ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por transeesofágico.

		FVPI ETE				ANGIOGRAFÍA			
P R O M E D I A D O		1	2	3	total	1	2	3	total
	sev	0	1	14	15	0	5	10	15
	no	17	32	4	53	27	26	0	53
	total	17	33	18	68	27	31	10	68

Tabla 56. Tabla de eficacia diagnóstica del flujo de venas pulmonares y angiografía para detectar IM severa, tomando el método promediado como referencia. Sev: IM severa (grado 3). No: IM no severa (grados 1 y 2). FVPI ETE, flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

	SENSIBILIDAD	ESPECIFICIDAD	CP+
ORE ETT	100%	94% (88-100)	17,67
VC ETE	67% (43-90)	96% (91-100)	17,67
FVPI ETE	93% (81-100)	92% (85-99)	12,37
ANGIOGRAFÍA	67% (43-90)	100%	

Tabla 57. Sensibilidad, especificidad y cociente de probabilidad positivo para detectar IM severa de los 4 métodos principales tomando el método promediado como referencia. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por Eco transesofágico, FVPI ETE flujo de vena pulmonar izquierda por transesofágico.

De estos resultados se puede concluir que el orificio regurgitante efectivo es el método más sensible para detectar insuficiencia mitral severa, manteniendo a la vez un alto grado de especificidad, la angiografía es el más específico, y la vena contracta el más específico de los métodos ecocardiográficos, el flujo de venas pulmonares posee valores de sensibilidad y especificidad intermedios. Es decir, si la angiografía y la vena contracta clasifican como severa una insuficiencia mitral, hay una altísima probabilidad de que así lo sea, y sin embargo, si lo que se busca es que no se escapen al diagnóstico insuficiencias severas, el ORE es el método de elección.

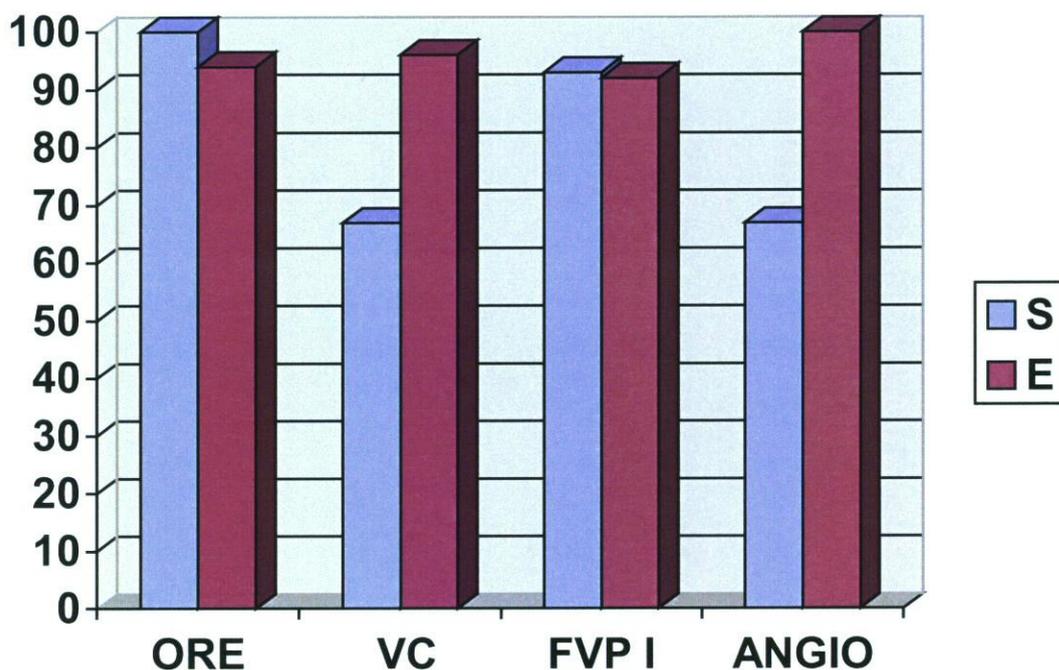


Gráfico 69. Histograma que representa la sensibilidad y especificidad del orificio regurgitante, vena contracta, flujo de vena pulmonar y angiografía respecto al método promediado. ORE, orificio regurgitante efectivo; VC, vena contracta; FVPI, flujo de vena pulmonar izquierda.

IV DISCUSIÓN.

1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR ETT.

La Ecografía transtorácica es la primera aproximación diagnóstica en la mayoría de pacientes con IM, en este estudio se pretendió establecer la utilidad real del área color regurgitante y si una aproximación mediante un método simplificado como es el radio PISA permitía una adecuada valoración del orificio regurgitante efectivo y así ahorra tiempo y cálculos, este último punto se constituyó como un objetivo secundario de esta tesis. Los principales resultados fueron los siguientes:

Al analizar la concordancia entre los métodos estudiados con ETT se aprecia que el área color regurgitante sólo tiene una concordancia buena con el radio obtenido por método PISA para límite de Nyquist de 40 cm/s, siendo moderada con los métodos cuantitativos orificio regurgitante y volumen regurgitante. Esta concordancia buena o moderada sólo es extrapolable a los jet centrales, y es ligera o mala para los excéntricos.

La estimación de la severidad utilizando un método simplificado como es el radio PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s (R FCP) obtiene una concordancia excelente con los parámetros cuantitativos orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, lo cual simplifica el manejo. Asimismo se objetiva que los métodos cuantitativos ORE y VR presentan una concordancia excelente entre sí.

La evaluación de la severidad de la IM es uno de los problemas más difíciles de la patología valvular cardiaca. Hay numerosos métodos de estimación y no está claro el grado de concordancia, ni si existe un verdadero "gold standard". Varios parámetros siguen siendo estudiados debido a la gran implicación pronóstica^{1,2,3,4,5,6,11,12} que de el diagnóstico de IM severa se deriva, tanto en lo referente a mortalidad, como a morbilidad.

Debido a considerar en décadas anteriores la angiografía como "gold standard" hay varios estudios comparativos del área color regurgitante y esta técnica^{42,43}, que se discutirán en el apartado 4 (angiografía versus ecocardiografía), sin embargo no existe un estudio comparativo entre el área color y el radio obtenido por método PISA para un LN de 40 cm/sg y clasificado en 3 grados de severidad según

las guías¹³. En este estudio se demuestra una concordancia buena, Kappa 0,65, entre el área y el radio del flujo de convergencia proximal o radio PISA. Estos 2 métodos semicuantitativos presentan la ventaja de la sencillez y rapidez, las limitaciones vienen impuestas para el área por múltiples factores hemodinámicos⁴⁷, de ganancia y optimización de imagen, de excentricidad... y para el PISA⁷⁹ por la adecuada visualización de la hemiesfera de aliasing, del orificio regurgitante, y también se ha mostrado mejor en jets centrales que excéntricos⁸².

La concordancia entre el área color y parámetros cuantitativos orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante es en nuestra serie moderada, Kappa 0,58 para el ORE y 0,46 para el VR. Sólo hay un estudio en la literatura²²⁴ que compara el área con el volumen regurgitante obtenido por método PISA, siendo muy similar el grado de concordancia ($r = 0,57$), en dicho estudio no se compara con el orificio regurgitante. En otro estudio⁵⁹ de correlación entre el área color y parámetros cuantitativos se obtienen similares resultados r 0,63 con el ORE y de 0,60 con el VR, pero en esta serie de pacientes los valores del ORE y VR se obtuvieron por Doppler continuo y no por método PISA. Parece lógico que el grado de concordancia sea moderado y no excelente, pues el área color es un método semicuantitativo y el ORE y VR son cuantitativos, menos influenciados por los condicionamientos hemodinámicos y por factores dependientes del equipo tal como se ha demostrado en estudio previo²²⁵.

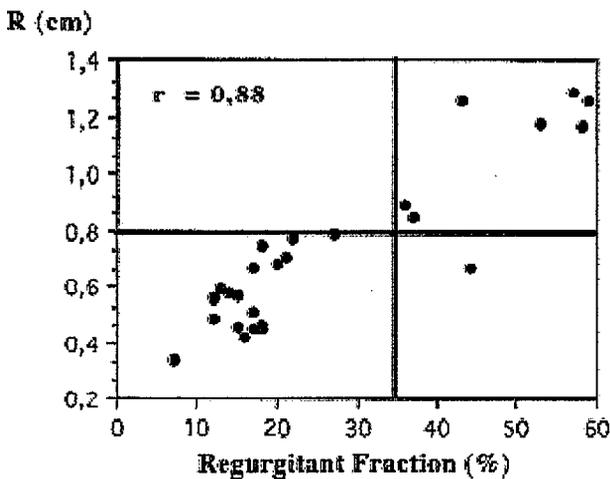
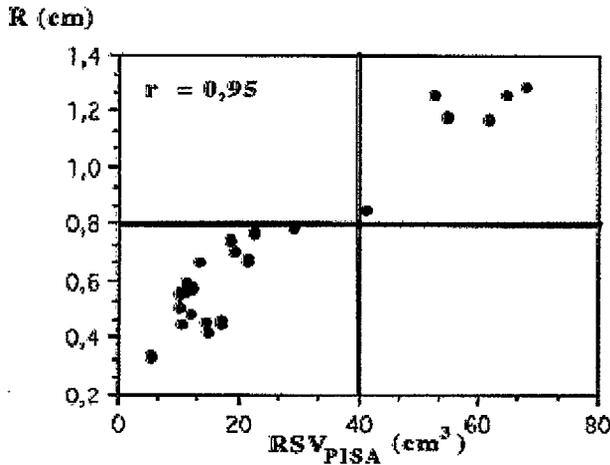
La concordancia del área color regurgitante con el resto de los parámetros varía dependiendo de que el jet sea central o excéntrico. En este estudio los Kappa para jet centrales del área con el radio por PISA, el orificio regurgitante y el volumen regurgitante fueron de 0,68, 0,51 y 0,53 respectivamente (es decir concordancia buena o moderada), sin embargo para jets excéntricos los Kappa fueron de 0,31, 0,34 y -0,02 (concordancia ligera o nula). En la literatura, hay algunos estudios que corroboran este hecho^{45,46,224}, el grupo del Dr. Enriquez Sarano²²⁴, no recomienda la utilización del ACR para cuantificar la severidad del jet, si éste es excéntrico, debiendo recurrir en estos caso a parámetros cuantitativos. Otro estudio describe que el llamado "efecto Coanda" disminuye el tamaño del jet a igualdad de grado de severidad.

En este estudio se objetivó una concordancia excelente o muy buena entre el radio obtenido por método PISA y el orificio regurgitante y volumen regurgitante con Kappa de 0,84 y 0,78 respectivamente, lo cual simplifica el manejo.

El cálculo del orificio regurgitante y volumen regurgitante se ve limitado por el consumo de tiempo y por requerir de cierto entrenamiento en las mediciones del radio para un determinado límite de Nyquist y de la $V_{máx}$ y VTI de la curva Doppler continuo del jet de regurgitación. Esto ha hecho que se hayan publicado diversas aproximaciones simplificadas basadas la mayoría en el cálculo sólo del radio. Pu M et al^{183,227} describieron un método donde el cálculo del flujo de convergencia proximal se simplifica a $r^2/2$. El Dr. Moya y la Dra Catalán¹⁴² crearon un normograma en el que en función del límite de Nyquist empleado y el radio obtenido se estima el grado de severidad de la IM de I a IV. La diferencia entre este estudio y los anteriores descritos radica en:

- *No es necesario ninguna asunción previa como en el caso del método simplificado de Pu M, para el que hay que presumir que el pico de diferencia de presión entre el ventrículo y la aurícula izquierda en sístole es del orden de 100 mmHg, lo cual es razonable en presencia de función ventricular normal, pero no si existe disfunción del VI.*
- *El normograma creado por el Dr. Moya y la Dra Catalán se hizo estudiando una serie de pacientes en donde se demostró una buena concordancia entre el Flujo máximo de convergencia proximal y la angiografía, y verificando posteriormente una buena concordancia con la angiografía cuando los pacientes eran sólo estudiados con el radio y la velocidad de aliasing según el normograma creado, pero no se estableció directamente la concordancia entre el radio y el orificio regurgitante y volumen regurgitante, sino sólo al compararlos con otra técnica (angiografía).*
- *Hay asimismo otro estudio²²⁸ describe un normograma para la simplificación del flujo de convergencia proximal pero es “in vitro”.*

En un estudio²³¹ previo se obtuvo también una concordancia excelente entre el radio PISA y el volumen regurgitante obtenido por PISA y la fracción regurgitante por Doppler cuantitativo, no se estableció la concordancia con el orificio regurgitante. Gráficos 70 y 71.



Gráficos 70 y 71. Gráficos que muestran la relación entre el radio PISA, el volumen regurgitante y la fracción regurgitante. *International Journal of Cardiology*, Volume 68, Issue 2, 28 February 1999, Pages 209-216

En nuestro estudio se objetivó que los métodos cuantitativos orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante presentan una concordancia excelente entre sí. En la literatura hay varios estudios^{86,231} comparativos del grado de concordancia del ORE y VR con la angiografía, que tradicionalmente se consideró como “gold standard”, pero no de la concordancia del ORE y VR entre sí como analiza este estudio. Los Kappa obtenidos son de 0,84 cuando se comparan siguiendo la clasificación en 3 grados y de 0,92 si se clasifican en 4 grados según las guías¹³. Esto permite el que no en todos los pacientes sea necesario el cálculo de los dos parámetros reduciendo el tiempo del estudio. Como primer parámetro de los dos a medir estaría el ORE por lo que a continuación se expone.

Según el grupo de la Clínica Mayo en publicación¹² de este mismo año el ORE se muestra superior al VR como parámetro pronóstico; los pacientes con un ORE mayor de 40 mm² muestran un riesgo de mortalidad hasta 5 veces superior a los pacientes con ORE menores.

Estas diferencias en capacidad pronóstica ponen de manifiesto que estos 2 parámetros son complementarios, pero no similares según se ha descrito en estudios previos^{57,229}, el VR representa la transformación de la energía ventricular izquierda en energía cinética, mientras que el ORE representa la transformación en energía cinética y potencial (presión auricular izquierda), estableciendo un mecanismo de unión hacia el desarrollo de insuficiencia cardíaca^{12,230}.

Las guías de la Sociedades Americana y Europea de Ecocardiografía¹³ concluyen que el área es un método ampliamente usado, sensible y de screening rápido de insuficiencia mitral, pero indican que está limitado por verse influenciado por numerosos condicionamientos técnicos y hemodinámicos, y además por infraestimar la severidad en el caso de jets excéntricos. Respecto al método simplificado del cálculo del radio PISA o radio FCP, las guías lo incluyen en los signos específicos de severidad de la IM.

De los hallazgos de nuestro estudio se puede deducir en cuanto al área color regurgitante conclusiones similares, es un método útil para diferenciar entre IM leves o severas, pero en casos intermedios se requiere de una cuantificación adicional con otros parámetros, debido a su concordancia sólo moderada con los métodos cuantitativos, además en el caso de jet excéntricos, también se hace necesario el valorar la severidad de la IM no sólo por el área color. En cuanto al método simplificado por radio PISA, permitiría no calcular en la mayoría de los pacientes el orificio regurgitante y el volumen regurgitante debido a su concordancia excelente con los parámetros cuantitativos (las guías no analizaron este punto).

2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR ETE.

Al igual que sucede por ETT, el área color mostró en este estudio una concordancia buena con el radio obtenido por método PISA y moderada con los métodos cuantitativos orificio regurgitante y volumen regurgitante, que empeora también en el caso de jet excéntricos. Del mismo modo se objetivó que el radio obtenido por método PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s, presenta una concordancia excelente con el orificio regurgitante, lo cual disminuye el tiempo del estudio. También los parámetros cuantitativos ORE y VR presentan una concordancia excelente entre sí.

La vena contracta presenta una concordancia buena con todos los parámetros: área color, radio PISA, orificio regurgitante, volumen regurgitante y flujo de venas pulmonares, lo que lo convierte en un método rápido y útil.

El flujo de venas pulmonares muestra una concordancia excelente entre las 2 venas lo que simplifica el manejo. La concordancia con el radio PISA y la vena contracta es buena, y moderada con los parámetros cuantitativos orificio y volumen regurgitante y con el área color.

Todos los métodos de estimación de la severidad de la insuficiencia mitral pueden ser también realizados por ETE; en particular, por su mayor resolución y proximidad a la válvula mitral, facilita la visualización de la vena contracta y la interrogación de todas las venas pulmonares.

El área color presenta una concordancia similar a la observada con el radio PISA por ETT con Kappa de 0,63 (0,65 por ETT), lo cual significa en conjunto una concordancia buena, pero al igual que por ETT, esta concordancia disminuye a 0,43 si sólo se examinan los jet excéntricos. Del mismo modo que ocurría por ETT hay datos⁹¹ previos en la literatura que comparan el área color por ETE con el orificio regurgitante, pero no con el radio PISA. Los hallazgos de nuestra serie de pacientes hacen pensar que aunque la visualización del área color por ETE es más completa sobretodo en jet excéntricos, no aporta mayor rendimiento diagnóstico a la medición del área color por ETT.

Al igual que lo observado por ETT la concordancia del área es sólo moderada con el orificio regurgitante con Kappa de 0,54,

disminuyendo a 0,42 si sólo se analizan los jet excéntricos. En un estudio⁹¹ previo en el que se comparó el orificio regurgitante con la gradación semicuantitativa mediante área color por ETE, se concluyó que la relación entre estas 2 variables no es lineal sino exponencial, por lo que aunque la *r* que ellos obtienen es mejor, *r* 0,87, puede ser un dato engañoso, sobretodo en los grados más severos 3 ó 4 de IM en los que el mismo valor de área color se correspondía a valores de orificio regurgitante tan dispares como desde 0,26 a 1,82 cm². Estos autores concluyen que la gradación semicuantitativa por área color mediante ETE es útil para diferenciar los grados leves de los severos, pero en los moderados la cuantificación por orificio regurgitante puede ser necesaria, además también se hace necesaria en los grados severos en los que un mismo valor del área color puede corresponder a variaciones significativas del orificio regurgitante. Esta relación exponencial se visualiza en la siguiente gráfica (n° 72).

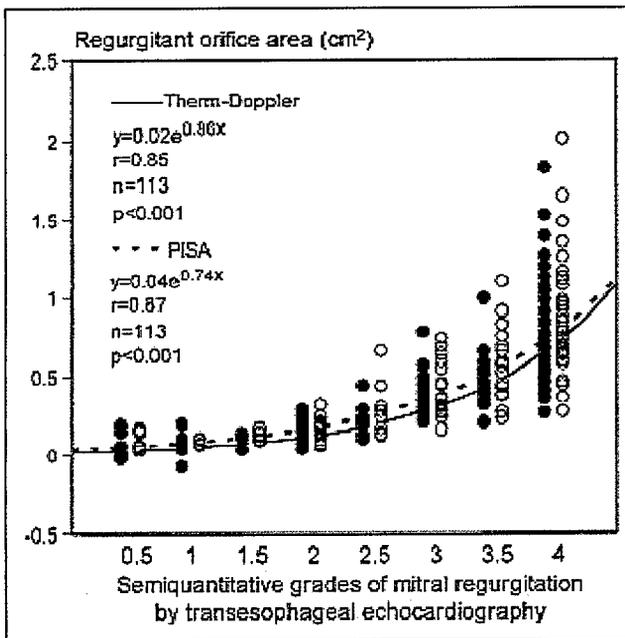


Gráfico 72. Gráfico que demuestra la relación exponencial existente entre el área color y el orificio regurgitante por ETE. *The American Journal of Cardiology*, Volume 87, Issue 1, 1 January 2001, Pages 66-70.

En este estudio no se tuvo en cuenta si el jet era central o excéntrico como en nuestra serie.

Por ETE se confirman los hallazgos obtenidos por transtorácico en cuanto a la concordancia entre el radio PISA y el orificio regurgitante efectivo que es excelente, Kappa de 0,81, esto simplifica el manejo y reduce el tiempo del estudio. No hay estudios previos que comparen estos 2 parámetros por ETE, pues los que se realizaron los comparaban por ETT^{83,142,227}. Como limitación a nuestro estudio, quedaría el saber en qué pacientes tanto por ETT como por ETE el radio no sería suficiente y habría que realizar todos los cálculos para averiguar el orificio regurgitante.

Por ETE se corroboran los mismos datos obtenidos por ETT encontrando una concordancia excelente entre el orificio regurgitante y el volumen regurgitante, que aumenta si se comparan en 4 grados. Los Kappa obtenidos son de 0,87 siguiendo la clasificación en 3 grados y de 0,89 si se clasifican en 4 grados según las guías¹³. No hay estudios previos que comparen la concordancia entre estos 2 parámetros por ETE, debido a que hasta la publicación de las guías¹³ la mayoría de los estudios⁹¹ usaban como “gold standard” la angiografía. De esto se puede deducir del mismo modo que se explicó por ETT (apartado 1 de la discusión), sería suficiente el cálculo en la mayoría de los pacientes del orificio regurgitante eligiendo este parámetro frente al volumen regurgitante.

La vena contracta presenta una concordancia buena con todos los parámetros: área color regurgitante, radio PISA, orificio regurgitante, volumen regurgitante y flujo de venas pulmonares, lo que lo convierte en un método rápido y útil.

La concordancia del área con la VC es buena, Kappa de 0,68, disminuyendo a moderada, Kappa de 0,44 cuando sólo se analizan los jet excéntricos. No hay datos previos sobre esta concordancia, pues los estudios^{42,43,72,73}, anteriores comparan a ambos parámetros con la angiografía pero no entre sí.

La concordancia obtenida entre la vena contracta y el radio por método PISA es buena, Kappa 0,72, estos 2 métodos son sencillos y rápidos, y permitirían al igual que el área color una pronta aproximación al grado de severidad de la IM. No existen estudios comparativos previos entre estos 2 parámetros en la literatura, pues los estudios^{59,74} que existen comparan la vena contracta con el orificio regurgitante y el volumen regurgitante, pero no con el cálculo simplificado a través del radio PISA.

La concordancia entre la vena contracta y los parámetros cuantitativos es buena, Kappa de 0,68 con el orificio regurgitante y moderada Kappa de 0,58 con el volumen regurgitante. No hay estudios comparativos previos entre estas variables, pues los estudios^{59,74} que comparan la vena contracta con el orificio regurgitante y volumen regurgitante presentan varias diferencias: el orificio regurgitante y volumen regurgitante se calculan por Doppler cuantitativo y no por método PISA; estos estudios son anteriores a la publicación de las guías¹³ y han usado un parámetro de corte de severidad para la vena contracta de 5 mm y no de 7 mm, como en este trabajo, en el que hemos seguido la gradación de las guías. Esto puede explicar que reflejen concordancias mayores r 0,81⁷⁴ y r 0,86⁵⁹, el aumentar el corte a 7 mm disminuye la sensibilidad y aumenta la especificidad para detectar IM severa.

La concordancia de la vena contracta con el flujo de venas pulmonares es buena y similar con ambas venas, mostrando Kappa de 0,62 con el FVPI y Kappa de 0,60 con el FVPD. No existen estudios comparativos previos entre el FVP y VC, pues los estudios^{49,54} comparativos del FVP se refieren a la angiografía.

El flujo de venas pulmonares muestra una concordancia excelente entre las 2 venas lo que simplifica el manejo. La concordancia con el área color es moderada a buena, con el radio PISA y vena contracta es buena, y con los parámetros cuantitativos orificio regurgitante y volumen regurgitante moderada.

Los hallazgos de este estudio muestran una concordancia excelente entre el FVP derechas e izquierdas, con Kappa de 0,90. Esto puede significar una simplificación del manejo, deduciéndose que no en todos los pacientes fuese necesario obtener el FVP de ambas venas. En esta serie de pacientes el FVPI pudo obtenerse en el 100% de los pacientes, y el FVPD en el 90%. Como limitación a este estudio estaría el saber en qué casos parece razonable conformarse con el registro de las derechas o izquierdas y en cuales no. Puede pensarse que en jet excéntricos sea necesario el obtener el flujo Doppler de ambos lados, por penetración selectiva del jet, y así ha sido defendido en un estudio previo⁶³ y en las guías¹³, sin embargo, por los datos obtenidos de nuestra serie, en donde el 36% de los pacientes presentaban jet excéntricos, el índice de concordancia Kappa parece demasiado alto si sólo se limitase a los jets centrales.

La concordancia del flujo de venas pulmonares y el área color es moderada a buena, Kappa de 0,62 con FVPI y de 0,60 con FVPD. No hay datos previos en la literatura que comparen estos 2 parámetros. A diferencia de las otras variables la concordancia se mantiene en el caso de jet excéntricos Kappa de 0,60, esto puede ser por penetración selectiva en las venas pulmonares, aunque como limitación a este estudio estaría el que en los jet excéntricos sólo se calculó el índice de concordancia Kappa con el FVPI (basándose en la alta concordancia Kappa 0,90 entre el FVPI y el FVPD).

La concordancia del flujo de venas pulmonares derecha e izquierda con el radio PISA es buena, Kappa de 0,66 y 0,62 respectivamente. No hay datos en la literatura previos sobre este aspecto.

La concordancia del flujo de venas pulmonares con parámetros cuantitativos, orificio regurgitante y volumen regurgitante, es sólo moderada (en el límite de ser buena entre el ORE y el FVPD). Los Kappa obtenidos para el orificio regurgitante con el FVPI y FVPD son respectivamente de 0,57 y 0,61 y para el volumen regurgitante de 0,49 y 0,49. Parece lógico que esta concordancia sea moderada y no buena o excelente, pues tal como indican las guías, el flujo de venas pulmonares evalúa la repercusión hemodinámica de la insuficiencia mitral, y hay un gran número de factores hemodinámicos que afectan al FVP, tales como: la edad^{66,71}, la presión auricular izquierda^{68,69,70} (elevada en pacientes con estenosis mitral⁶² que tan comúnmente se asocia a la IM), el hecho de estar en fibrilación auricular^{60,61}, etc... Faltaría en este estudio el analizar cual de estos factores ha influido más en la falta de concordancia con el orificio regurgitante, es de destacar que la etiología de la IM en esta serie fue reumática en 28 pacientes (35%), lo que hace que en muchos de ellos exista un componente de estenosis mitral y de fibrilación auricular asociada.

Las guías¹³ dicen que todos los métodos de cuantificación de la IM por ETT se pueden realizar por ETE y tal como se expuso anteriormente, por su capacidad multiplano y su mayor proximidad a la aurícula izquierda facilita la mejor visualización de las venas pulmonares y probablemente de la vena contracta y PISA, lo que las guías no establecen es el grado de concordancia de los diferentes métodos del ETE entre sí.

De los resultados de nuestro estudio se puede concluir que el grado de concordancia entre los parámetros que se analizaron por ambas técnicas es igual al obtenido por ETT, es decir, el área color

también ve su valor limitado en caso de jet excéntricos, la aproximación simplificada por radio PISA permite el no calcular en todos los pacientes el orificio regurgitante efectivo; y entre los que sólo se analizaron por ETE se concluye que la vena contracta es un método rápido y sencillo con buen acuerdo con los demás y en el flujo de venas pulmonares puede ser suficiente la medición sólo de una vena por la concordancia excelente entre ambas, aunque quedaría confirmar si esto último se cumple en los jet excéntricos.

3. DISCUSIÓN DE LA CONCORDANCIA ENTRE EL ECO TRANSTORÁCICO Y EL TRANSESOFÁGICO.

Es habitual en la práctica clínica solicitar un ETE cuando hay discrepancia en la estimación de la severidad de la IM por ETT, sin saberse muy bien la utilidad real de esta práctica médica. Para intentar aclarar este aspecto, se estableció como uno de los objetivos secundarios de este estudio, el analizar la concordancia entre la severidad obtenida por ETT y la obtenida por ETE.

Las variables analizadas tanto por ETT como por ETE (área color, radio PISA, orificio regurgitante y volumen regurgitante) muestran una concordancia excelente entre sí, lo cual puede hacer innecesario la realización de el ETE en la mayoría de los pacientes.

De las variables que sólo se analizaron por ETE (vena contracta y flujo de venas pulmonares) , la vena contracta presenta una concordancia buena con los parámetros del ETT y el flujo de venas pulmonares una concordancia moderada a buena.

La concordancia excelente entre el área color, radio PISA, orificio regurgitante y volumen regurgitante medidos por ETT y por ETE se estableció mediante 3 métodos diferentes:

• Como variables categóricas, según las guías en tres grados, obteniéndose los siguientes Kappa:

- 0,80 para área color por ETT y por ETE.
- 0,78 para radio PISA por ETT y por ETE.
- 0,86 para orificio regurgitante por ETT y por ETE.
- 0,81 para volumen regurgitante por ETT y por ETE.

• Como variables continuas según el método de Bland- Altman, se representó gráficamente la diferencia de cada par de observaciones frente a su media, objetivándose un alto grado de concordancia para el área color, radio PISA, orificio regurgitante y volumen regurgitante con la mayoría de las mediciones entre las bandas de confianza, si bien se objetivó mayor variabilidad conforme aumentaba la magnitud de la medida.

• Como variables continuas calculando el Coeficiente de correlación intraclass, así se estableció la correlación promediada entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones con los siguientes resultados:

- CCI 0,86 para área color por ETT y por ETE.
- CCI 0,92 para radio PISA por ETT y por ETE.
- CCI 0,90 para orificio regurgitante por ETT y por ETE .
- CCI 0,88 para volumen regurgitante por ETT y por ETE.

De las variables que sólo se analizaron por ETE (vena contracta y flujo de venas pulmonares), la vena contracta presenta una concordancia buena con los parámetros del ETT y el flujo de venas pulmonares una concordancia moderada a buena.

Estos dos parámetros se midieron por ETE encontrándose en el caso de la vena contracta una concordancia buena con los parámetros de ETT, con los siguientes Kappa:

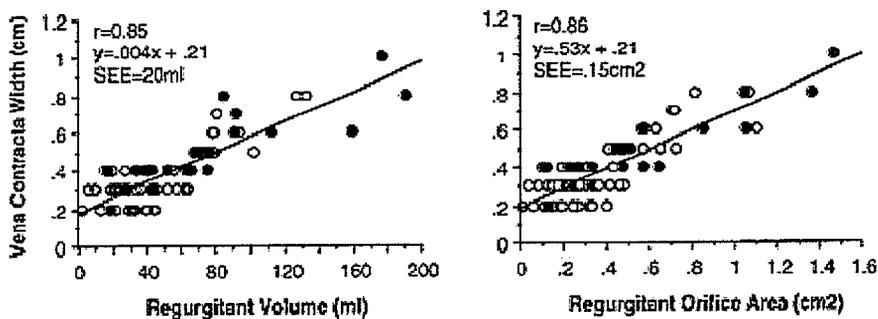
- Kappa 0,66 entre vena contracta por ETE y área color por ETT.
- Kappa 0,75 entre vena contracta por ETE y radio PISA por ETT.
- Kappa 0,68 entre vena contracta por ETE y orificio regurgitante por ETT.
- Kappa 0,67 entre vena contracta por ETE y volumen regurgitante por ETT.

No hay datos previos en la literatura de concordancia entre la vena contracta por ETE frente al área color, radio PISA, orificio regurgitante y volumen regurgitante medidos por ETT. Sí se ha estudiado⁵⁹ el grado de acuerdo entre la vena contracta medida por ETT frente al orificio regurgitante y volumen regurgitante por ETT con r 0,85 y 0,86 respectivamente, superiores a los obtenidos en nuestra serie, pero con las siguientes diferencias:

- El corte de severidad para la vena contracta se estableció en 5mm por ser la publicación anterior a las guías.

- El orificio regurgitante y volumen regurgitante no fueron obtenidos por método PISA sino por Doppler cuantitativo.

Como limitación a nuestro estudio está el que no se corroboró la concordancia entre vena contracta y el resto de métodos en el caso de los jet excéntricos, cosa que sí se analizó en el estudio⁵⁹ referido previamente, con todas las diferencias metodológicas ya descritas, y se encontró que se mantiene la concordancia entre la vena contracta y el orificio regurgitante en jet excéntricos, tal como se visualiza en los siguiente gráficos.



Gráficos 73 y 74. Nubes de puntos que muestran que la relación entre la vena contracta y los parámetros cuantitativos, volumen y orificio regurgitante, se mantiene en los jet excéntricos (círculos negros). *Circulation*. 1997;95:636-642.

El flujo de venas pulmonares presenta una concordancia moderada con el área color, kappa 0,46, y buena con el radio PISA, Kappa 0,72, con el orificio regurgitante, Kappa 0,61 (para FVPD) y 0,57 para FVPI, y con la vena contracta, Kappa 0,62. No hay datos en la literatura, pues los estudios^{49,54} del FVP están hechos tomando la angiografía como "gold standard".

Volviendo a la pregunta planteada como objetivo secundario para aclarar en qué casos se debe de pedir un estudio por ETE, hay que decir que en este aspecto las guías¹³ establecen como conclusiones:

1. La realización del ETE está indicado para evaluar la severidad de la IM en pacientes en los cuales la ventana transtorácica sea técnicamente dificultosa. Esto es concordante con los hallazgos de este estudio.

2. *El ETE es de particular utilidad para la valoración anatómica de los pacientes en los que se planea la reparación quirúrgica de la válvula mitral.*

Según los hallazgos de nuestro estudio para la valoración funcional de la severidad de la IM no sería necesario la realización de ETE, lo cual es concordante con las recomendaciones de las guías¹³, y en cuanto a la valoración anatómica, este estudio no valoró este aspecto, pero en este sentido hay que añadir que con posterioridad a las guías¹³, se ha publicado en este mismo año una revisión²³² de 279 pacientes en los cuales se constató una concordancia Kappa similar y excelente con los hallazgos quirúrgicos, tanto para el ETT, Kappa 0,81, como para el ETE, Kappa 0,85, con lo cual el ETE podría no ser necesario para la valoración anatómica si estudios posteriores confirman estos hallazgos.

Como limitación a nuestro estudio está el que no todos los métodos diagnósticos analizados se realizaron por ETT y por ETE, pues la vena contracta y el flujo de venas pulmonares no se obtuvieron por ETT.

4. DISCUSIÓN DE LA CONCORDANCIA ENTRE LA ANGIOGRAFÍA Y LOS MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS .

La angiografía ha sido considerada durante muchos años como "gold standard" en la valoración de la severidad de la regurgitación mitral, hoy en día sin embargo, no sólo ha perdido ese carácter como método de referencia, sino que su utilización para valoración exclusiva de la severidad de la IM (pacientes a los que no se pida la técnica para estudio de coronarias), se ha visto limitada por tratarse de un método invasivo, y además por haber cierta creencia en la práctica clínica de la superioridad de ciertos métodos ecocardiográficos, como los cuantitativos, frente a la angiografía. Es por esto por lo que se estableció en este estudio, como objetivo secundario, el averiguar el grado de concordancia de los métodos ecocardiográficos con la valoración angiográfica, y ver si esta concordancia se mantiene con los parámetros más recientes, como la vena contracta y la aproximación cuantitativa por orificio regurgitante y volumen regurgitante. En este sentido los principales resultados de nuestro estudio son los siguientes:

La concordancia de la angiografía con el área color, medida tanto por ETT como por ETE, es moderada, disminuyendo a ligera si sólo se consideran los jet excéntricos. Jet excéntrico no es sinónimo de severidad.

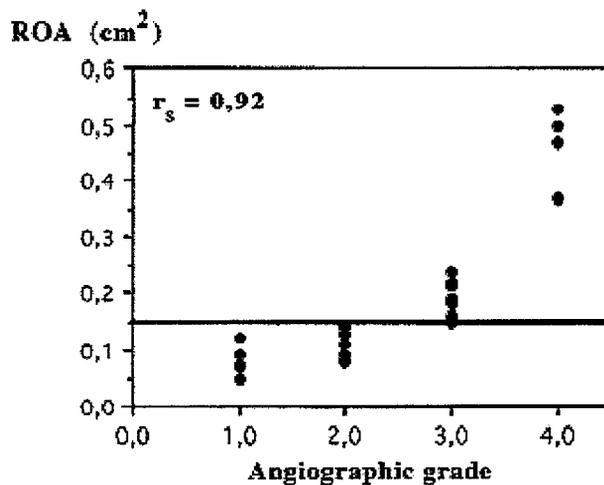
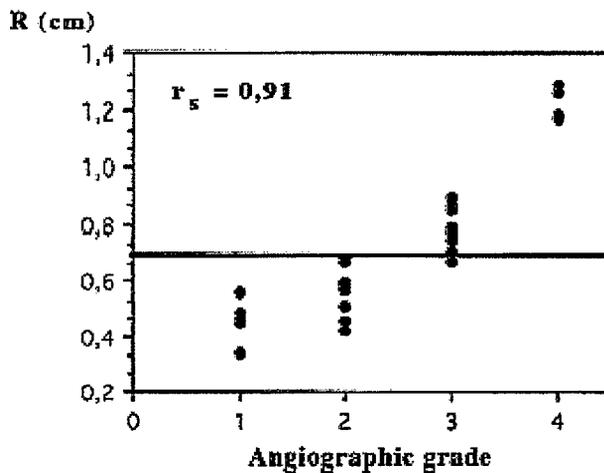
La concordancia de la angiografía con el radio PISA es buena. La concordancia de la angiografía con los parámetros cuantitativos orificio regurgitante y volumen regurgitante es excelente cuando se analizan las variables en 4 grados y buena si se analizan variables en 3 grados. Estos grados de concordancia son similares para ETT y ETE.

La concordancia de la angiografía con la vena contracta es buena.

La concordancia de la angiografía con el flujo de venas pulmonares es moderada a buena.

La concordancia de la angiografía con el área color es moderada, disminuyendo a ligera si sólo se consideran los jet excéntricos. El Kappa obtenido en el presente estudio es de 0,50 entre angiografía y área color ETT, y muy similar (0,52) entre angiografía y área color ETE, lo cual indica una concordancia moderada. Si se analiza la concordancia de los jet excéntricos con la angiografía, el Kappa disminuye a 0,11 y 0,15 (concordancia mala), con ETT, y ETE respectivamente. Esto es un dato lógico debido a que la concordancia entre las áreas por ETT y por ETE es excelente, tanto si se comparan como variables categóricas como continuas, tal como se ha visto en el apartado 3. Estas dos técnicas se basan en el grado de penetración y de expansión del jet regurgitante en la aurícula izquierda, y ambas se ven muy influenciadas por factores hemodinámicos y técnicos. Los estudios^{43,44} de concordancia entre angiografía y el área color están realizados por ETT. Podría pensarse que en el caso de los jet excéntricos la visualización del área color por ETE, fuera superior a la visualización por ETT, pero de los datos de concordancia con angiografía se deduce lo contrario. Jet excéntrico no es sinónimo de severidad tal como indican las guías¹³, aunque muchos de ellos lo sean más que los centrales, parece más prudente en estos casos de excentricidad el realizar otros métodos tales como la vena contracta, orificio regurgitante y angiografía, para su adecuada cuantificación.

La concordancia de la angiografía con el radio PISA es buena. El Kappa obtenido en este estudio entre el radio PISA y la angiografía es de 0,78 y de 0,73 para el ETT y el ETE respectivamente. En estudio²³¹ previo en donde se comparó el radio PISA por ETT y la angiografía, se concluyó también un alto grado de concordancia, $r = 0,91$, tal como se visualiza en los siguiente gráficos (n° 75 y 76).



Gráficos 75 y 76. Nubes de puntos que muestran la relación entre el radio PISA y el orificio regurgitante con la angiografía. *International Journal of Cardiology*, Volume 68, Issue 2, 28 February 1999, Pages 209-216.

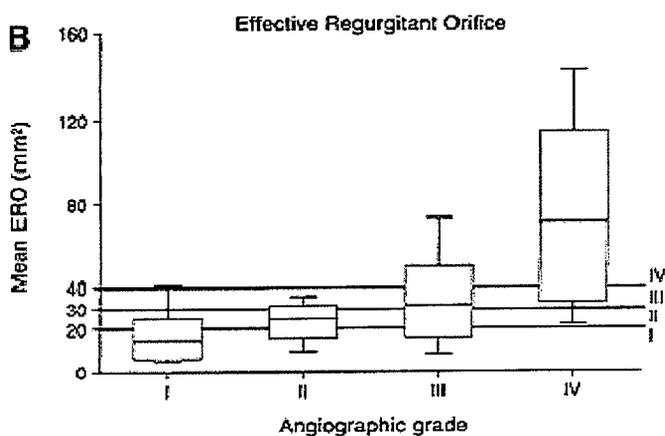
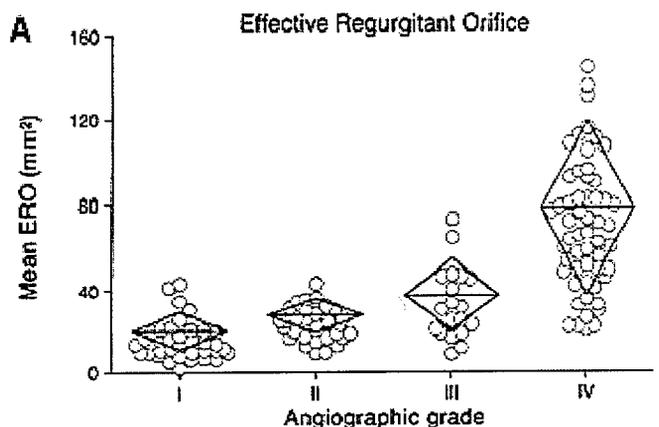
La diferencia radica en que este estudio es anterior a la publicación de las guías y establece como límite de corte para severidad $r > 0,7\text{cm}$, y no $>0,9\text{ cm}$ que es el que dan las guías, y el que hemos aplicado en nuestra serie de pacientes.

Se puede concluir como análisis del primer objetivo secundario de la tesis, que el radio PISA es un buen parámetro para una primera aproximación al grado de severidad de la IM, por su excelente correlación con los parámetros cuantitativos orificio regurgitante y volumen regurgitante, tanto por ETT como por ETE, tal como se ha visto en los apartados 1 y 2 de la discusión y también por su buena correlación con la angiografía.

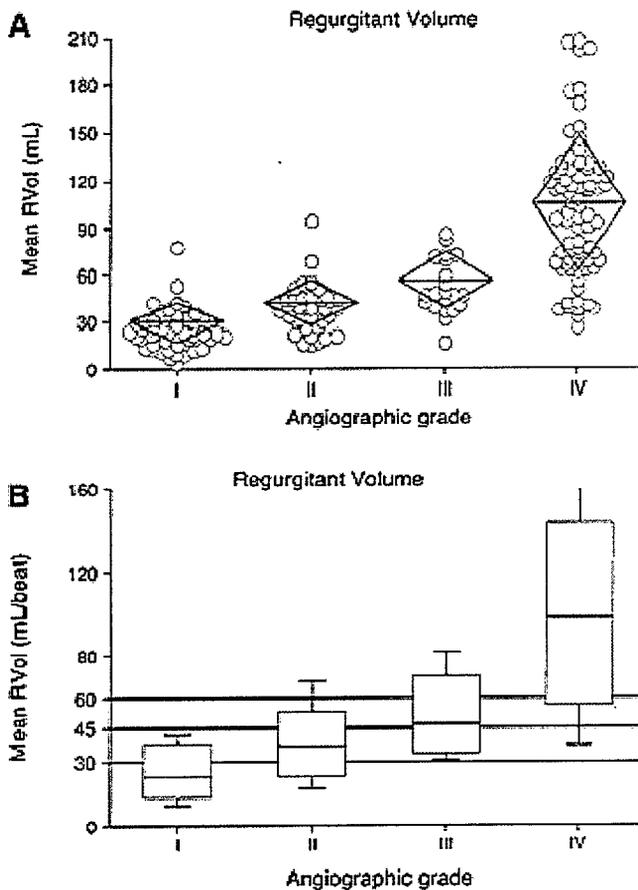
La concordancia entre la angiografía y los parámetros cuantitativos orificio regurgitante y volumen regurgitante obtenidos por ETT es excelente con Kappa de 0,81 y 0,84 respectivamente, cuando se comparan las variables en 4 grados, y Kappa 0,74 y 0,78 en 3 grados. Los Kappa de la angiografía con orificio regurgitante y volumen regurgitante obtenidos por ETE para las variables de 3 grados son 0,81 y 0,72, y para las variables de 4 grados aumentan a 0,86 y 0,77.

Estos mismos datos ya han sido obtenidos en estudios^{86,231} previos, el grupo de la Clínica Mayo⁸⁶ encontró una correlación entre la angiografía y el orificio regurgitante por ETT con r 0,79 y entre la angiografía y volumen regurgitante con r 0,80, lo que se visualizan en los siguientes gráficos 77,78,79 y 80.

En el otro estudio²³¹ publicado se encuentran unas correlaciones de 0,92 y 0,83 del orificio regurgitante y volumen regurgitante por ETT respecto a la angiografía.



Gráficos 77 y 78. Gráficos que muestran la relación entre el orificio regurgitante efectivo obtenido por ETT y la angiografía. *Circulation*.1997;96:3409-3415.



Gráficos 79 y 80. Gráficos que muestran la relación entre el volumen regurgitante efectivo obtenido por ETT y la angiografía. *Circulation*.1997;96:3409-3415.

La concordancia entre el orificio regurgitante y volumen regurgitante por ETE y la angiografía, también ha sido analizada en un estudio previo⁹¹, se obtenía asimismo una correlación para el ORE de 0,79 y para el VR de 0,73, los autores añadían además que esa relación no era lineal, sino exponencial, hecho que no ha sido analizado en nuestra serie de pacientes. Debido a esa relación exponencial concluían que la gradación semicuantitativa por angiografía era adecuada para diferenciar los casos leves de los severos, pero que para los moderados(grados 2 y 3), la cuantificación era especialmente útil. Esta relación exponencial se visualiza en los siguientes gráficos 81 y 82.

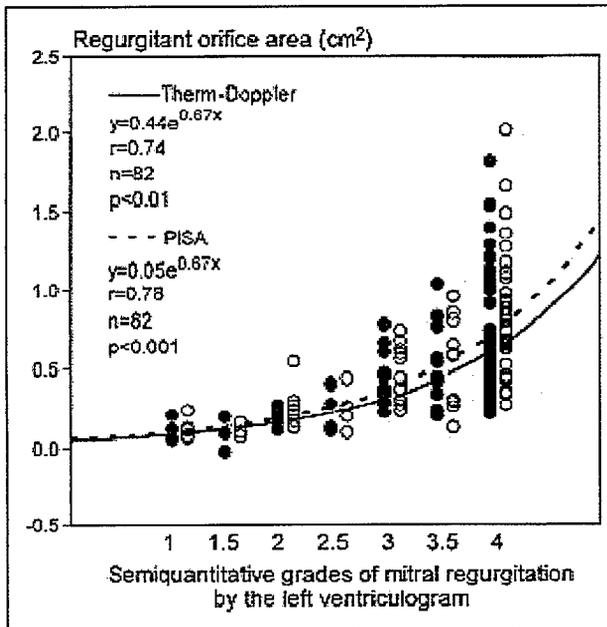


Gráfico 81. Gráfico que muestra la relación exponencial entre el orificio regurgitante obtenido por ETE y la angiografía. *The American Journal of Cardiology*, Volume 87, Issue 1, January 2001, Pages 66-70.

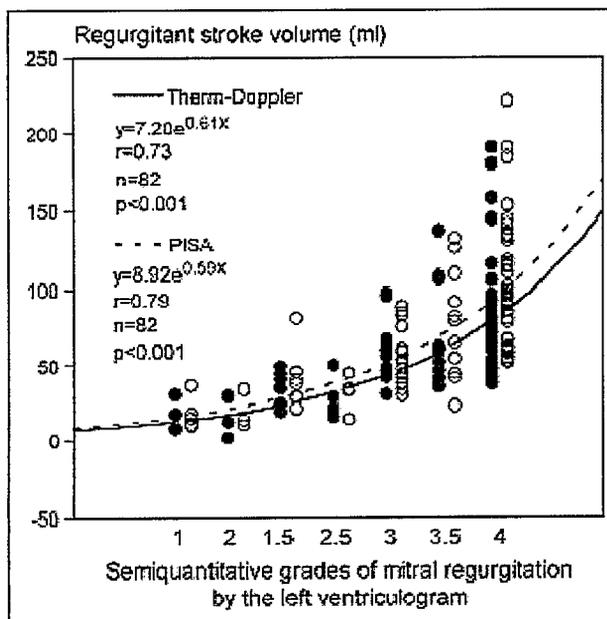


Gráfico 82. Gráfico que muestra la relación exponencial entre el volumen regurgitante obtenido por ETE y la angiografía. *The American Journal of Cardiology*, Volume 87, Issue 1, January 2001, Pages 66-70.

De todos estos datos se deduce que los parámetros cuantitativos orificio regurgitante y volumen regurgitante, proporcionan una información muy útil en la valoración no invasiva de la severidad de la IM, tal como lo corroboran las guías.

La concordancia de la angiografía con la vena contracta es buena, el Kappa obtenido es de 0,64, lo que significa una concordancia buena. Estudios^{72,73} previos obtienen también índices de concordancia buenos, e incluso mayores, r 0,83, si bien hay diferencias respecto a nuestra serie de pacientes:

- Estos 2 estudios son previos a la publicación de las guías por lo que no siguen los mismos cortes de severidad, considerando 6 mm y no 7 mm como en nuestro trabajo.
- En el estudio de Feshske la vena contracta se obtenía por ETT y no por ETE como en este trabajo.

La concordancia de la angiografía con el flujo de venas pulmonares es moderada a buena, el Kappa obtenido es de 0,58 tanto para el FVPI como el FVPD, lo cual indica una concordancia moderada a buena (0,60 es el corte para buena). Asimismo se confirma la igualdad de Kappa para el FVPI y FVPD en la totalidad de los pacientes, como limitación al estudio está el no haber analizado si esta concordancia similar para ambas venas se mantiene en los jets excéntricos. El FVP tiene una concordancia con la angiografía peor que otras variables (vena contracta, radio PISA, orificio regurgitante) pero mejor que el área color, probablemente sea debido a que el FVP se ve más influenciado que el orificio regurgitante o vena contracta por factores que aumentan la presión auricular izquierda, como en patología asociada del tipo estenosis mitral o por fibrilación auricular.

Se puede concluir como análisis del tercer objetivo secundario de la tesis, que la concordancia entre los parámetros ecocardiográficos y la angiografía es buena, llegando a excelente con los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante y volumen regurgitante, por lo que es tan válida como los mejores métodos ecocardiográficos.

5. DISCUSIÓN DEL ESTUDIO DE EFICACIA DIAGNÓSTICA DE LOS DIVERSOS MÉTODOS PARA DETECTAR INSUFICIENCIA MITRAL SEVERA.

A las primeras aproximaciones ecocardiográficas, a través del área color y la angiografía, se les han sumado últimamente otros métodos diagnósticos, tales como la vena contracta, el radio por método PISA y los métodos cuantitativos de estimación del orificio regurgitante y el volumen regurgitante. Dado que son los casos con IM severa los que interesa identificar por presentar un enfoque terapéutico distinto que los casos leves o moderados, se diseñó un estudio de Sensibilidad y Especificidad de los principales métodos diagnósticos (orificio regurgitante efectivo, vena contracta, flujo de venas pulmonares y angiografía) frente a cada uno de ellos y a un método promediado, para la detección de IM severa.

Las guías¹³ establecen que la aproximación ideal al grado de severidad de la IM debe incluir varios parámetros (debido a la ausencia de "gold standard"), así además se minimizan los errores técnicos o de medida inherentes a cada método. Establecen también que es importante distinguir entre parámetros que analicen la "cantidad" de IM y otros que analicen sus consecuencias hemodinámicas; entre los primeros estarían la vena contracta, orificio regurgitante y Angiografía y entre los segundos el flujo de venas pulmonares.

Dentro de esta aproximación se nombra en las guías¹³ el "índice de regurgitación mitral" publicado por el grupo de la Universidad de California, este índice recoge 6 variables: penetración del jet en la aurícula izquierda, radio PISA, intensidad de la señal por Doppler continuo, presión arterial pulmonar, patrón del flujo de las venas pulmonares y tamaño de la aurícula izquierda. Estas variables se graduaron en un score de 0 a 3, y aunque se consideró que no era práctico para su aplicación clínica rutinaria, sirvió para enfatizar este concepto de la necesidad de evaluar múltiples parámetros ecocardiográficos. Con esta idea establecimos el método promediado que integra los que consideramos 4 parámetros principales, y los que mejor concordancias habían mostrado en los análisis Kappa, CCI y Bland-Altman, estos son, el orificio regurgitante efectivo, vena contracta, flujo de venas pulmonares y angiografía, frente a cada uno de ellos y a un método promediado de todos ellos (definiendo como IM severa un índice mayor de 2,49). Consideramos estos parámetros mejores que los incluidos en el "índice de regurgitación mitral", en el que se incluía el tamaño de la aurícula izquierda, poco representativo

del grado de severidad, puesto que puede existir IM severa de instauración rápida con AI pequeña ó existir AI dilatada e IM leve por ejemplo en caso de patologías comúnmente asociadas como estenosis mitral, y también se incluía el grado de penetración del jet en la aurícula izquierda tan influido por factores hemodinámicos o técnicos.

Las principales conclusiones de este estudio de sensibilidad y especificidad para la detección de IM severa son:

La vena contracta es un método muy específico, pero menos sensible.

El orificio regurgitante efectivo es el método más sensible y con alta especificidad.

El flujo de venas pulmonares es un método que aún teniendo altos valores de sensibilidad y especificidad, sería el menos específico de los 4 y el segundo más sensible.

La Angiografía es un método altamente específico, pero menos sensible.

La vena contracta se ha mostrado en este estudio como un método muy específico para detectar IM severa cuando se ha comparado con otros métodos y con el promediado.

La especificidad de la vena contracta es del:

- 91% respecto a la angiografía.
- 98% respecto al orificio regurgitante.
- 95% respecto al flujo de vena pulmonar izquierda.
- 96% respecto al método promediado.

La sensibilidad de la vena contracta es menor:

- 70% respecto a la angiografía.
- 61% respecto al orificio regurgitante.
- 50% respecto al flujo de vena pulmonar izquierda.
- 67% respecto al método promediado.

Estos hallazgos son concordantes con las guías¹³ y con estudios^{72,73} previos.

El comité de expertos de la Task Force que elaboró las guías, estableció como signos específicos aquellos que superaran el 90% de especificidad, basados en los datos de la literatura y en su propio consenso, e incluyó en estos signos a la vena contracta.

De igual modo, en la literatura⁷³ se estableció la sensibilidad y especificidad de la vena contracta respecto a la angiografía como de 88 y 96% respectivamente, la mayor sensibilidad se puede explicar porque en este trabajo se utilizó un corte de 6,5 mm para establecer IM severa y no de 7 mm (por ser anterior a las guías), la medición de la vena contracta se realizó en este estudio desde ETT. En otro trabajo⁷² se obtuvo una sensibilidad y especificidad de la VC respecto a la angiografía para detectar volumen regurgitante > 80 ml de 86 y 95%, también en esta serie la mayor sensibilidad podría explicarse porque el corte de IM severa se estableció en 6 mm, en este trabajo la vena contracta sí se midió por ETE.

De estos estudios se deduce, al igual que en nuestra serie que la vena contracta es sobretodo un método específico para detectar IM severa, esto le confiere un alto valor predictivo positivo, es decir, si la vena contracta establece como severa una IM, es altamente probable que lo sea, pero por su menor sensibilidad, puede que catalogue como moderado algún caso severo.

Los resultados de sensibilidad y especificidad del orificio regurgitante efectivo lo confieren como el método más sensible conservando además una alta especificidad:

La sensibilidad del orificio regurgitante es:

- 100% respecto a la angiografía.
- 92% respecto a la vena contracta.
- 78% respecto al flujo de vena pulmonar izquierda.
- 100% respecto al método promediado.

La especificidad del ORE es del:

- 86% respecto a la angiografía.
- 89% respecto a la vena contracta.
- 93% respecto al flujo de vena pulmonar izquierda.
- 94% respecto al método promediado.

Es decir es el método que más IM severas detecta, hasta un 30% más que la vena contracta respecto a la angiografía. Estos datos ya han sido confirmados en la literatura⁵⁹, en donde en un estudio se vio que aunque la correlación entre la vena contracta y el orificio regurgitante era buena, en un análisis de Bland-Altman, la VC sistemáticamente infraestimaba la medición del ORE, mostrando una diferencia entre las dos medidas de $-0,23 \pm 0,18 \text{ cm}^2$ (área del orificio calculada por VC y por Doppler cuantitativo), según se visualiza en el siguiente gráfico (n° 83)

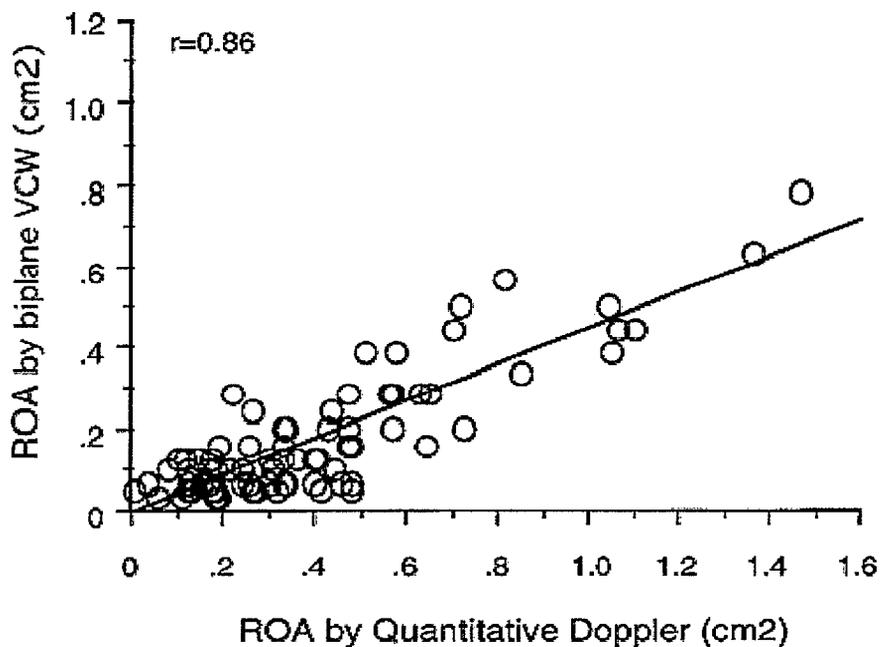


Gráfico 83. Gráfico que muestra la relación existente entre vena contracta y orificio regurgitante efectivo. *Circulation*. 1997;95:636-642.

Respecto al método promediado, el orificio regurgitante sería el que presenta un mayor perfil de sensibilidad y especificidad valorado en su conjunto, pues es el más sensible 100% y mantiene un alto grado de especificidad 94%, aunque es menos específico que la vena contracta, 96% y que la angiografía, 100%.

De estos datos se puede deducir:

- *Los casos clasificados como leves o leves a moderados por otros métodos, no requerirían de realización de parámetros cuantitativos, tal como establecen las guías¹³.*

- *Los casos en los que los parámetros específicos, tal como vena contracta, clasifiquen el grado de IM como moderada, estaría aconsejado el realizar el cálculo de parámetros cuantitativos, tal como recomiendan las guías¹³ (orificio regurgitante y volumen regurgitante). Esta recomendación está en total concordancia con los datos de nuestro estudio, puesto que si la vena contracta clasifica como severa una IM, con mucha probabilidad lo es debido a su alta especificidad obtenida en este estudio, pero si la clasifica como moderada hasta el 39% de los casos sería severa según el orificio regurgitante, (sensibilidad de la vena contracta respecto al orificio regurgitante del 61%), y si los comparamos los dos con la angiografía hasta un 30% más de casos detectaría el orificio regurgitante.*

Además la gradación cuantitativa por orificio regurgitante, es el único método que ha demostrado poseer valor pronóstico, según se ha demostrado en una publicación¹² reciente; pacientes a los que el ORE clasifica como IM severa ($ORE \geq 40 \text{ mm}^2$), presentan un exceso de riesgo de muerte 5 veces mayor, y son los que más se benefician de una cirugía precoz. Hay que reseñar también que el ORE demostró validez pronóstica en este trabajo, pero el resto de parámetros no han sido estudiados en este sentido.

El flujo de venas pulmonares es un método que aún teniendo altos valores de sensibilidad y especificidad, sería el menos específico de los 4 y el segundo más sensible. Los hallazgos de este estudio muestran los siguientes valores de sensibilidad y especificidad para el flujo de venas pulmonares.

La sensibilidad del flujo de venas pulmonares es:

- *77% respecto al orificio regurgitante.*
- *75% respecto a la vena contracta.*
- *100% respecto a la angiografía.*
- *93% respecto al método promediado.*

La especificidad del flujo de venas pulmonares es del:

- 93% respecto al orificio regurgitante.
- 86% respecto a la vena contracta.
- 87% respecto a la angiografía.
- 92% respecto al método promediado

Según este estudio es el segundo método más sensible después del orificio regurgitante, detectaría hasta un 33% de casos severos menos que el orificio regurgitante, pero detectaría todos los que la angiografía clasifica como severas, por ello su sensibilidad global frente al método promediado es del 93%. Frente al método promediado sería el menos específico de los 4 métodos, aún teniendo una alta especificidad (92%).

Estudios previos lo comparan frente a la angiografía, pero no frente al resto de parámetros ecocardiográficos, según Castelló⁵⁴ et al la sensibilidad y especificidad es del 90 al 100% y del 82 y 100% según Kamp⁴⁹ et al.

Las guías incluyen el flujo de venas pulmonares dentro de los parámetros específicos, es decir aquellos con $\geq 90\%$ de especificidad, al igual que a la vena contracta, aunque advierten que hay que tomarlo con cautela, debido a que otras patologías que aumenten la presión auricular izquierda, y la fibrilación auricular, también pueden invertir el flujo de venas pulmonares.

Los resultados de este estudio demuestran que al igual que la vena contracta, la angiografía es un método muy específico pero menos sensible.

La especificidad de la angiografía es del:

- 95% respecto a la vena contracta.
- 100% respecto al orificio regurgitante.
- 100% respecto al flujo de venas pulmonares.
- 100% respecto al método promediado.

La sensibilidad de la angiografía es menor:

- 58% respecto a la vena contracta.
- 55% respecto al orificio regurgitante.
- 56% respecto al flujo de venas pulmonares.
- 67% respecto al método promediado.

Así como hay numerosos estudios que utilizan la angiografía como “gold estándar”, y comparan el resto de métodos frente a ella, no hay datos que estudien la angiografía utilizando los parámetros ecocardiográficos como referencia.

De los datos de nuestro estudio se deduce que la angiografía al igual que la vena contracta tiene un alto valor predictivo positivo, es decir si establece que una IM es severa es muy probable que lo sea, pero puede no diagnosticar algunas IM que realmente sean severas. Esto se podría explicar teniendo en cuenta, que la clasificación más usada para la gradación de severidad de la IM por angiografía es la de Grossman^{138,140}, y que dicho grado se establece relacionando la opacificación de la aurícula izquierda por el contraste, con la opacificación ventricular. Este método no tiene en cuenta el tamaño auricular, que puede hacer que un volumen regurgitante severo pueda ser catalogado como leve a moderado si se introduce en una aurícula grande y viceversa; tampoco se valora en esta clasificación la contractilidad del ventrículo izquierdo, un ventrículo dilatado y con disfunción sistólica generará un jet que penetre menos en la aurícula a igualdad de severidad de la IM.

CONCLUSIONES.

OBJETIVO PRINCIPAL. *Los diferentes métodos ecocardiográficos utilizados para valorar la severidad de la insuficiencia mitral, siguiendo los puntos de corte recomendados por las guías de la Sociedad Americana y Europea de Ecocardiografía, obtienen un grado de acuerdo bueno. El no alcanzar un grado de acuerdo excelente indica que los distintos métodos no son intercambiables y que en un pequeño, pero relevante número de casos, habrá desacuerdo entre ellos, lo que producirá incertidumbre en la toma de decisiones clínicas.*

OBJETIVOS SECUNDARIOS.

1A. *Un método simplificado, como es la estimación del radio del PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s, obtiene una concordancia excelente con los métodos cuantitativos (orificio regurgitante y volumen regurgitante). La utilización de este método simplificado nos permite una evaluación rápida de la severidad de la insuficiencia mitral, tan fiable como el orificio regurgitante en la mayoría de los casos.*

1B. *La estimación de la severidad de la insuficiencia mitral por Ecografía transtorácica tiene una buena concordancia con la obtenida por Ecografía transesofágica, que llega a excelente cuando se comparan los mismos métodos. No es necesario realizar una Ecografía transesofágica para estimar la insuficiencia mitral, a no ser que la imagen por Ecografía transtorácica sea inadecuada.*

1C. *La estimación de la severidad de la insuficiencia mitral con angiografía, obtiene una concordancia buena al compararla con los métodos ecocardiográficos, llegando a excelente si se compara con el orificio regurgitante efectivo clasificado en cuatro grados de severidad. Estos datos indican que la estimación angiográfica de la insuficiencia mitral es tan válida como los mejores métodos ecocardiográficos.*

1D. Un orificio regurgitante efectivo mayor de 0,4 cm² es la determinación más sensible para detectar insuficiencia mitral severa, con un alto grado de especificidad; mientras que un valor de la vena contracta mayor de 0,7 cm es la más específica de los métodos ecocardiográficos. Un flujo de vena pulmonar sistólico invertido, aunque sensible y específico, no es tan sensible como el orificio regurgitante efectivo ni tan específico como la vena contracta. La angiografía presentó la mayor especificidad para detectar insuficiencia mitral severa pero con menor sensibilidad que los métodos ecocardiográficos. Estos datos se deben de tener en cuenta a la hora de tomar decisiones en la práctica clínica, en casos de discrepancia en la estimación por los distintos métodos.

RESUMEN DE LA TESIS.

1. IMPORTANCIA ACTUAL DE LA ADECUADA CUANTIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

El diagnosticar adecuadamente la insuficiencia severa de la válvula mitral, tiene hoy en día una gran importancia debido fundamentalmente a tres aspectos:

1.1. La insuficiencia mitral severa es una patología prevalente que afecta tanto a la mortalidad^{1,4,5,6} como a la morbilidad^{1,35} de los pacientes.

1.2. La insuficiencia mitral severa es una patología tratable. La cirugía precoz aumenta la supervivencia^{12,14,28,33,34}. Gran desarrollo de técnicas quirúrgicas de reparación de la válvula mitral^{21,24,25,26}.

1.3. El diagnóstico de insuficiencia mitral severa adquiere importancia en la práctica clínica, puesto que influye sobre la terapéutica y el pronóstico del paciente. Limitaciones diagnósticas de los métodos clásicos de cuantificación de la severidad de la IM. ¿Existe algún método diagnóstico ecocardiográfico capaz de predecir la mortalidad en pacientes asintomáticos con fracción de eyección conservada?

Se hace necesario hoy en día el definir subgrupos de riesgo entre pacientes con insuficiencia mitral severa asintomáticos, y con fracción de eyección normal, los cuales se benefician de una cirugía precoz para reducción de la mortalidad. ¿Existe realmente algún parámetro ecocardiográfico que identifique a estos subgrupos?

Recientemente las Sociedades Americana y Europea de Ecocardiografía establecieron unas guías¹³ de evaluación de la severidad de las insuficiencias valvulares¹³. En dichas guías se estableció la superioridad de los métodos cuantitativos sobre los cualitativos y se fijaron los umbrales de corte de gradación de la severidad en leve, moderada o severa, según los distintos métodos de estimación.

Lo que estas guías no indican es:

- *Cuál es el grado de concordancia entre los diferentes métodos diagnósticos.*
- *Cuál de estos parámetros tiene influencia pronóstica mayor y pueda usarse para estratificación de riesgo.*
- *Cuál debe de ser la interpretación real en la practica clínica cuando haya discrepancias entre los métodos, teniendo en cuenta las peculiaridades de cada uno en cuanto a sensibilidad y especificidad.*
- *En este trabajo se pretendió realizar un estudio de concordancia entre los principales métodos diagnósticos tanto por Eco transtorácico como por Eco transesofágico y angiografía, para responder a preguntas tales como: saber si los métodos clásicos como la angiografía, que durante años ha sido considerada como “gold standard”, están obsoletos, o por el contrario pudieran tener tanta validez como la aproximación más reciente al diagnóstico de IM por métodos cuantitativos; saber si es necesario en la mayoría de pacientes, antes de tomar una decisión diagnóstica definitiva, el realizar un estudio transesofágico como es habitual en la práctica clínica, o si por el contrario, nos podemos limitar al estudio transtorácico; saber si aproximaciones diagnósticas por métodos simplificados, tales como el radio PISA, pueden o no suplir a los métodos cuantitativos...*
- *Las guías establecen que la aproximación ideal al diagnóstico de severidad de la IM debe de integrar múltiples parámetros, pero lo que no indican es cual es la eficacia diagnóstica de cada uno de ellos en cuanto a sensibilidad y especificidad. En este trabajo se pretendió realizar un estudio de eficacia diagnóstica, que se consideró de importancia, para saber en la práctica clínica, qué método nos puede ser más útil en cada circunstancia.*

2. OBJETIVOS.

OBJETIVO PRINCIPAL.

Estimar la concordancia en el grado de severidad de la insuficiencia mitral obtenido por distintos métodos ecocardiográficos, utilizando los puntos de corte recomendados por las recientes guías¹³ de las Sociedades Americana y Europea de Ecocardiografía.

OBJETIVOS SECUNDARIOS.

1A. Demostrar que la severidad de la insuficiencia mitral estimada con métodos simplificados puede obtener un grado de acuerdo bueno a excelente al compararla con métodos cuantitativos más complejos.

1B. Demostrar que la severidad de la insuficiencia mitral estimada con ecocardiografía transtorácica obtiene un buen grado de acuerdo con la obtenida con ecocardiografía transesofágica.

1C. Estimar la concordancia en el grado de severidad de la insuficiencia mitral obtenido con métodos ecocardiográficos con el obtenido por angiografía.

1D. Estudiar la eficacia diagnóstica de los métodos ecocardiográficos y la angiografía para detectar insuficiencia mitral severa.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. POBLACIÓN ESTUDIADA.

Se estudiaron 80 pacientes en el Laboratorio de Ecocardiografía del Hospital Ramón y Cajal. De los 80 pacientes 41 eran varones y 39 mujeres. La edad media fue de 65 ± 10 años.

Se utilizaron como criterios de inclusión:

- 1. Pacientes con insuficiencia mitral de cualquier etiología y severidad.*
- 2. Realización de estudio ecocardiográfico transtorácico y transesofágico para el análisis de severidad de la insuficiencia mitral.*
- 3. Realización de un estudio hemodinámico con ventriculografía en un intervalo de tiempo menor de 1 mes respecto al estudio ecocardiográfico, por indicación clínica.*
- 4. Firma del consentimiento informado para la realización de los estudios.*

Los criterios de exclusión fueron:

- 1. Pacientes portadores de prótesis mitral.*
- 2. Aparición de eventos cardiacos nuevos o sometimiento a cirugía cardiaca en el intervalo de tiempo comprendido entre el estudio ecocardiográfico y el estudio hemodinámico.*
- 3. No aceptación de la realización de algún estudio.*

La etiología de la IM fue: reumática en 28 pacientes, isquémica en 23 pacientes, prolapsos valvulares (PVM) en 18, de los cuales presentaban rotura de cuerda 7, degenerativa en 6 y miocardiopatías en 5. Estos datos se visualizan en el siguiente gráfico (número 20 de la tesis).

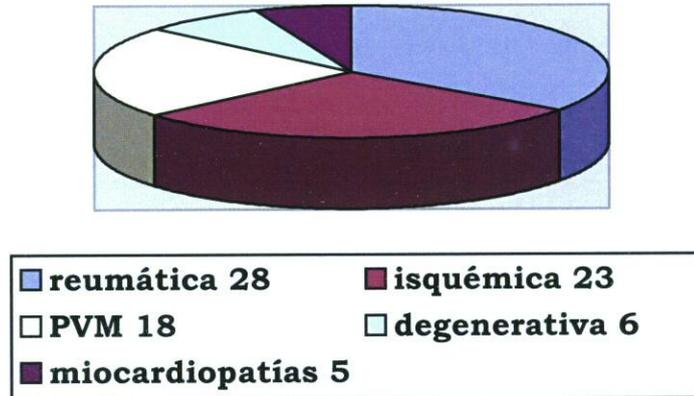


Gráfico 20. Diagrama sectorial que muestra la etiología de la insuficiencia mitral en la población estudiada.

3.2. PROTOCOLO DE ESTUDIO.

3.2.1. PROTOCOLO DE ESTUDIO ECOCARDIOGRÁFICO.

A todos los pacientes se les realizó un estudio ecocardiográfico transtorácico y transesofágico en modo M, bidimensional y con Doppler. Para ello se utilizó un equipo ATL Ultramark 9 con una sonda transtorácica de 3 MHz y una transesofágica biplana de 5 MHz.

Se estudiaron a los pacientes utilizando las mismas variables que las descritas por Zoghbi en las Guías de la Sociedad Americana y Europea¹³ de Ecocardiografía.

Para la obtención de estas variables se utilizaron los siguientes protocolos de estudio Ecocardiográfico:

3.2.1.1. ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA (ETT).

Todos los estudios se realizaron en el laboratorio de ecocardiografía del Hospital Ramón y Cajal por el mismo ecocardiografista (JD). Los estudios se realizaron en decúbito lareral derecho utilizando la sonda de 3 MHz. Se optimizaron los diferentes parámetros (profundidad, ganancia, frecuencia de repetición de pulsos...) antes de obtener las imágenes en modo M, 2D y Doppler.

Las variables obtenidas por ETT fueron:

- TAMAÑO DE CAVIDADES.
- CÁLCULO DEL ÁREA COLOR REGURGITANTE (ACR).
- RADIO DEL FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL (FCP) PARA UN LÍMITE DE NYQUIST DE 40CM/S.
- CÁLCULO DEL ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO (ORE).
- CÁLCULO DEL VOLUMEN REGURGITANTE (VR).

3.2.1.2. ECOCARDIOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA (ETE).

Se utilizó una sonda multiplano de 5 Mhz para el abordaje esofágico. En ningún paciente fue necesaria la utilización de sedación. Se realizó con monitorización electrocardiográfica y no se presentaron complicaciones inmediatas o tardías derivadas de la técnica.

Se midió, al igual que por ETT:

- TAMAÑO DE CAVIDADES.
- CÁLCULO DEL ÁREA COLOR REGURGITANTE (ACR).
- RADIO DEL FLUJO DE CONVERGENCIA PROXIMAL (FCP) PARA UN LÍMITE DE NYQUIST DE 40CM/S.
- CÁLCULO DEL ORIFICIO REGURGITANTE EFECTIVO (ORE).
- CÁLCULO DEL VOLUMEN REGURGITANTE (VR).

Además por ETE se obtuvo:

- ANCHURA DEL JET EN ORIGEN. VENA CONTRACTA (VC).
- FLUJO DE VENAS PULMONARES (FVP).

3.2.1.3. CRITERIOS DE SEVERIDAD.

Los grados de severidad fueron clasificados según las guías de la Sociedad Americana y Europea¹³ en: 1 grado leve, 2 grado moderado y 3 grado severo, en los casos de las variables específicas de severidad y de las variables suportivas. Las variables cuantitativas se dividen en: 1 grado leve, 2 y 3 grados moderados y 4 grado severo.

Según estas guías las variables se dividen en tres grupos:

• Variables específicas de severidad:

- Jet pequeños y centrales con área color regurgitante $< 4 \text{ cm}^2$ ó $< 20\%$ del área de la aurícula izquierda grado 1, área color entre 4 y 10 cm^2 ó entre el 20% y el 40% de la aurícula izquierda grado 2, jet con área color regurgitante $> 10 \text{ cm}^2$ ó $> 40\%$ del área de la aurícula izquierda grado 3, jet excéntricos grado 3.
- Anchura de la vena contracta $< 0,3 \text{ cm}$ grado 1, entre 0,3 - 0,7 grado 2 y $\geq 0,7 \text{ cm}$ grado 3.
- Flujo de venas pulmonares, normal grado 1, sistólico disminuido grado 2, sistólico invertido grado 3.
- Flujo de convergencia proximal, utilizando un límite de Nyquist de 40 cm/s, si el radio es $< 0,4 \text{ cm}$ grado 1, entre 0,4 - 0,9 grado 2 y $\geq 0,9 \text{ cm}$ grado 3.
- Existencia de rotura de cuerda se clasifica como grado 3.

- **Variables suportativas:**

- *Tamaño de cavidades, tamaño normal grado 1, dilatadas grado 3.*

- **Variables cuantitativas:**

Para estas variables las guías establecen dos clasificaciones, una en 3 grados y otra en 4 grados.

- *Orificio regurgitante efectivo, ORE, según la clasificación en 3 grados si $< 0,20 \text{ cm}^2$ grado 1, entre 0,20- 0,39 grado 2, y si $\geq 0,40$ grado 3; de acuerdo a la clasificación en 4 grados ORE $< 0,20 \text{ cm}^2$ grado 1, entre 0,20- 0,29 grado 2, de 0,30-0,39 grado 3 y si $\geq 0,40$ grado 4*
- *Volumen regurgitante, VR, según la clasificación en 3 grados si $< 30 \text{ ml/latido}$ grado 1, entre 30 - 59 grado 2, y si ≥ 60 grado 3; en función de la clasificación en 4 grados si VR $< 30 \text{ ml/latido}$ grado 1, entre 30 - 44 grado 2, de 45 - 59 grado 3 y si ≥ 60 grado 4.*

3.2.2. PROTOCOLO DE ESTUDIO ANGIOGRÁFICO.

La indicación de cateterismo cardiaco se realizó en función de la situación clínica del paciente.

La valoración de la IM se realizó por ventriculografía izquierda en proyección oblicua anterior derecha a 30° . La gradación de severidad se realizó por el mismo hemodinamista desconocedor de los resultados del estudio ecocardiográfico.

Se utilizó la clasificación de Grossman^{138,140} para establecer el grado de severidad de la IM.

3.2.3. ANÁLISIS POR OBJETIVOS.

Objetivo principal.

Para contestar al objetivo principal se analizó el grado de concordancia global obtenida al comparar la severidad de la insuficiencia mitral entre los diferentes métodos ecocardiográficos utilizados.

Objetivos secundarios.

1 A. Para demostrar que la severidad de la insuficiencia mitral estimada con métodos simplificados puede tener un grado de acuerdo bueno a excelente al compararla con métodos cuantitativos más complejos, se analizó la concordancia entre el grado de severidad de la insuficiencia mitral obtenido con el método simplificado del radio PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s y la obtenida con los métodos cuantitativos, orificio regurgitante efectivo (ORE) y volumen regurgitante (VR).

1 B. Para demostrar que la severidad de la insuficiencia mitral obtenida con ecocardiografía transtorácica tiene un buen grado de acuerdo con la estimada con ecocardiografía transesofágica, se calculó la concordancia entre variables categóricas, obtenidas por ambas técnicas y la concordancia entre variables continuas medidas por ambas técnicas.

1 C. Para estimar el grado de acuerdo, en la severidad de la insuficiencia mitral, obtenido con métodos ecocardiográficos con el obtenido por angiografía, se analizó la concordancia entre los diversos métodos ecocardiográficos, (tanto los medidos por Eco transtorácico como por Eco transesofágico), y la angiografía.

1 D. Con el fin de estudiar la eficacia diagnóstica de los métodos ecocardiográficos y la angiografía para detectar insuficiencia mitral severa, se calculó la sensibilidad, especificidad y cociente de probabilidad positivo, utilizando como método de referencia cada uno de los cuatro principales métodos diagnósticos (orificio regurgitante efectivo, vena contracta, flujo de venas pulmonares y angiografía) y un método promediado entre todos ellos.

3.2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

3.2.4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CONCORDANCIA ENTRE VARIABLES CATEGÓRICAS Y CONTINUAS.

Se utilizó el índice Kappa ponderado^{214, 215,216,217,218,219} para establecer la concordancia entre variables categóricas más allá de azar.

El valor de kappa es de 1 si hay total acuerdo; si el acuerdo observado es igual al esperado, kappa vale 0, y es menor de 0 si el acuerdo observado es menor que el esperado por azar. En general, se aceptan los niveles descritos en la siguiente tabla²¹³.

Valor de Kappa	Grado de concordancia
0,81 – 1,00	Excelente
0,61 – 0,80	Buena
0,41 – 0,60	Moderada
0,21 – 0,40	Ligera
< 0,20	Mala

El Kappa ponderado se visualiza en tablas de contingencia en donde, las celdillas de acuerdo total (situadas en la diagonal que va desde arriba a la izquierda hasta abajo a la derecha) tienen un peso de 0, mientras que las celdillas de los ángulos opuestos tienen la máxima ponderación.

Para el cálculo del Kappa ponderado se utilizó el programa estadístico Stata 8.0.

Se utilizó el Método de Bland-Altman^{220, 221,222} para establecer la concordancia entre las variables continuas, es decir, permite analizar la concordancia entre dos métodos que utilizan las mismas unidades de medida. Consiste en representar gráficamente la diferencia entre las dos observaciones contra su media. Ello permite examinar rápidamente la magnitud de las discrepancias y su relación con la magnitud de la medición. Adicionalmente se puede estimar el error estándar de las diferencias y las bandas de confianza entre las que cabe esperar que se encuentre el 95% de las diferencias.

Para el cálculo del Bland-Altman se utilizó el programa estadístico SPSS.

Además para las variables continuas a las que se les aplicó el método Bland-Altman también se calculó el CCI o Coeficiente de correlación intraclase. Constituye un mejor índice que la r de Pearson como medida de fiabilidad. Estima la correlación promediada entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones, y tiene la ventaja sobre la r de Pearson que obvia el problema de la dependencia del orden.

3.2.4.2. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD.

Además de la fiabilidad o concordancia, en este estudio se midió la validez, es decir, cuánto se aproxima una medida al valor real que pretende medir.

Como índices de validez se definieron:

- Sensibilidad o proporción de verdaderos positivos, como la probabilidad de que la prueba dé positivo condicionada a que el individuo esté enfermo.
- Especificidad o proporción de verdaderos negativos, como la probabilidad de que la prueba dé negativo condicionada a que el individuo no esté enfermo.
- Cocientes de probabilidades (likelihood ratio) positivo y negativo ($CP +$ y $CP -$), son índices que engloban la sensibilidad y especificidad.

El estudio de sensibilidad, especificidad y $CP +$ se realizó para la detección de IM severa, pues son estos pacientes los que pueden requerir tratamiento quirúrgico. Para ello se dividió a los pacientes en dos grupos: "severa" se consideraron los pacientes grado 3 de las variables categóricas y "no severa" los grados 1 y 2.

Para medir la validez se requiere fijar un "gold standard" frente al que enfrentar el resto de métodos. Se consideraron el orificio regurgitante efectivo, vena contracta, flujo de venas pulmonares y angiografía como los cuatro métodos principales y se estableció la sensibilidad y especificidad tomando cada uno de ellos como método de referencia; además se estableció un método promediado que es el resultado del promedio de severidad de los 4 métodos diagnósticos principales, considerando severo un índice mayor de 2,49.

4. RESULTADOS.

El estudio descriptivo de todos los valores obtenidos para cada variable analizada, así como su asignación a uno u otro grado de severidad, está detallado en el capítulo III. RESULTADOS, apartado 1 (estudio descriptivo) de esta tesis. A continuación se exponen los principales resultados de la concordancia entre métodos y del estudio de eficacia diagnóstica para detectar IM severa.

4.1. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA.

Como ya se explicó en material y métodos, para establecer la concordancia entre variables categóricas se utilizó el Kappa.

En la tabla 27 se muestra la concordancia entre los métodos que valoran la severidad de la insuficiencia mitral por Eco transtorácico, (en negrita las concordancias excelentes).

Es de destacar que, como respuesta a uno de los objetivos secundarios de la tesis, se puede decir que existe una concordancia excelente entre la medición del radio del flujo de convergencia proximal (radio PISA) y el orificio regurgitante efectivo, Kappa 0,84, (gráfico 41).

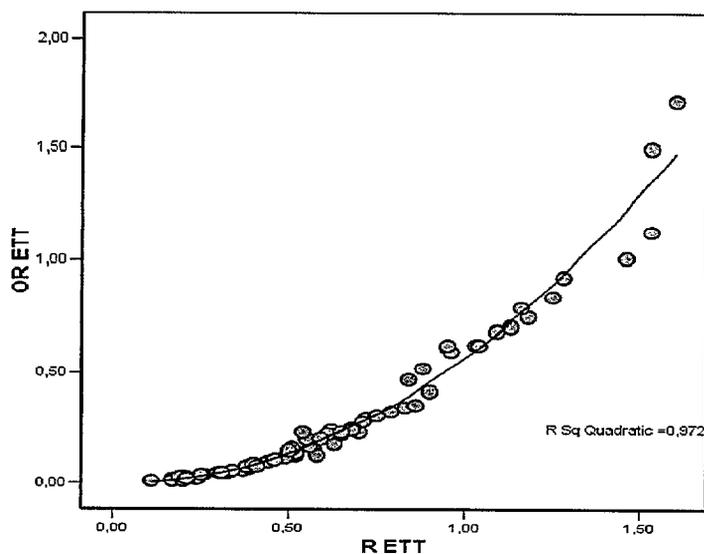


Gráfico 41. Nube de puntos que muestra la relación entre el radio del flujo de convergencia proximal o radio PISA y el orificio regurgitante efectivo.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 3 GRADOS.

	ACR ETT	R FCP ETT	ORE ETTg3	VR ETTg3
ACR ETT		0,65 0,11	0,58 0,11	0,46 0,11
R FCP ETT			0,84 0,11	0,78 0,11
ORE ETTg3				0,87 0,11
VR ETTg3				

Tabla 27. Concordancia entre los diferentes métodos diagnósticos por Eco transtorácico. Los valores de las celdas indican Kappa y desviación standard; (en negrita las concordancias excelentes)

ACR ETT, Área color regurgitante; R FCP ETT, Radio del Flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE ETTg3, Orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR ETTg3, Volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados. Los parámetros de corte son los establecidos por las guías de Ecocardiografía de las Sociedades Americana y Europea¹³.

Si tenemos en cuenta los pacientes con jet central (51) o excéntrico (29), se aprecia que cuando los jet son centrales la concordancia entre el área color regurgitante y el radio del flujo de convergencia proximal es buena (Kappa 0,68), disminuyendo a ligera (Kappa 0,31) para jet excéntricos; del mismo modo, la concordancia entre el área color y los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, pasa de ser moderada (kappa 0,51 y 0,53) a ligera o mala (kappa 0,34 y -0,02) si el jet es excéntrico (gráfico 45). Estos datos se visualizan en las tablas 29 y 30 de la tesis.

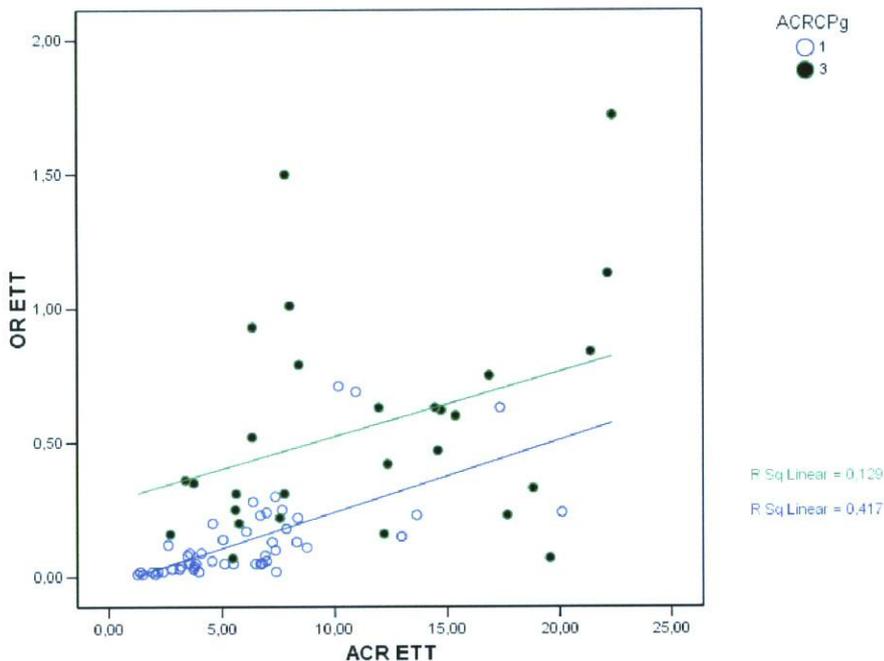


Gráfico 45. Nube de puntos que demuestra que la relación entre el área color regurgitante y el orificio regurgitante, por Eco transtorácico, disminuye en el caso de los jet excéntricos (círculos verdes) respecto a los jet centrales (círculos azules). Para el mismo área los jet excéntricos tienen mayor ORE, además no todos los jet excéntricos tienen un ORE mayor de 0,4 cm².

4.2. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA.

De forma similar a lo que se apreció por Eco transtorácico, al analizar la severidad mediante Eco transesofágico se demostró:

El área color regurgitante mostró en este estudio una concordancia buena con el radio obtenido por método PISA y moderada con los métodos cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante. (Gráficos 46 y 47 de la tesis).

Si se analizan sólo los jet excéntricos la concordancia del área color con el resto de parámetros empeora, a excepción de con el flujo de venas pulmonares (Tablas 33 y 34 y gráfico 48 de la tesis)

El radio obtenido por método PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s presenta una concordancia excelente con el orificio regurgitante efectivo.

Los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, presentan una concordancia excelente entre sí, tanto si se analizan en 3 como en 4 grados de severidad.

Al analizar los otros métodos no estudiados por Ecocardiografía transtorácica se demostró que:

La vena contracta muestra una concordancia buena con todos los parámetros: área color regurgitante, radio del flujo de convergencia proximal o radio PISA, orificio regurgitante efectivo, volumen regurgitante y flujo de venas pulmonares. (Gráficos 49 y 50 de la tesis).

La concordancia entre el registro Doppler pulsado de ambas venas, izquierda y derecha, es excelente entre sí. La concordancia del flujo de venas es buena con el radio del flujo de convergencia proximal y con la vena contracta y moderada con los parámetros cuantitativos (orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante) y con el área color. (Gráficos 51 y 52 de la tesis).

Todos estos datos se visualizan en las tablas 31 y 32 de la tesis.

TABLA DE CONCORDANCIA DE VARIABLES CLASIFICADAS EN 3 GRADOS.

	ACR ETE	R FCP ETE	ORE ETEg3	VR ETEg3	VC ETE	FVPI ETE	FVPD ETE
ACR ETE		0,63	0,54	0,17	0,68	0,46	0,43
		0,11	0,09	0,06	0,10	0,08	0,08
R FCP ETE			0,81	0,75	0,72	0,66	0,62
			0,11	0,11	0,12	0,11	0,12
ORE ETEg3				0,87	0,68	0,57	0,61
				0,12	0,11	0,11	0,11
VR ETEg3					0,58	0,49	0,49
					0,11	0,11	0,11
VC ETE						0,62	0,60
						0,11	0,12
FVPI ETE							0,90
							0,12
FVPD ETE							

Tabla 31. Concordancia entre los diferentes métodos diagnósticos analizados por Eco transesofágico. Los valores de las celdas indican Kappa y desviación standard. ACR ETE, Área color regurgitante; R FCP ETE, Radio del Flujo de convergencia proximal para un límite de Nyquist de 40; ORE ETEg3, Orificio regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VR ETEg3, Volumen regurgitante efectivo clasificado en 3 grados; VC ETE, Diámetro de la Vena Contracta; FVPI ETE, y FVPD ETE, Flujos de venas pulmonares izquierda y derecha.

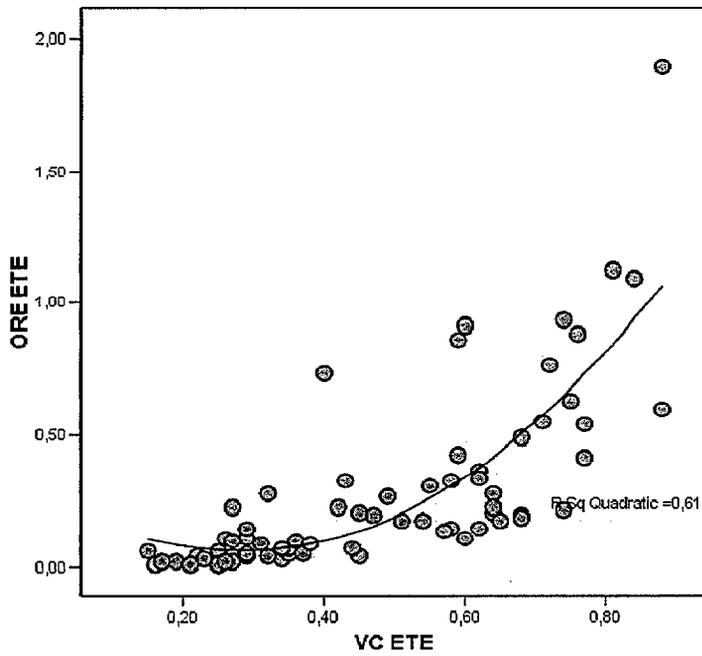


Gráfico 50. Nube de puntos que representa la relación entre la vena contracta y el orificio regurgitante efectivo por Eco transesofágico.

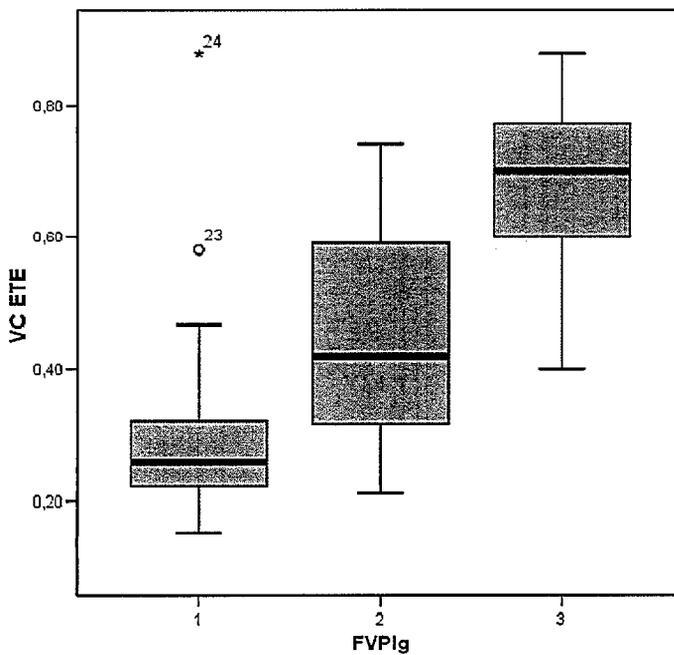


Gráfico 52. Diagrama de cajas que permite visualizar la relación entre el flujo de venas pulmonares y la vena contracta.

4.3 CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA TRANSTORÁCICA Y TRANSESOFÁGICA.

La concordancia entre ambas técnicas, Ecografía transtorácica y transesofágica, se estableció analizando las variables categóricas por método Kappa, y las variables continuas según el Coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el método de Bland Altman; tal como se explicó en material y métodos. Estos tres análisis estadísticos mostraron, como respuesta a uno de los objetivos secundarios de la tesis, una concordancia excelente entre los métodos analizados por ETT y ETE, estos datos se exponen a continuación.

4.3.1. CONCORDANCIA ENTRE VARIABLES CATEGÓRICAS. KAPPA.

Al analizar los resultados obtenidos al comparar las dos técnicas, es de resaltar:

Las variables analizadas tanto por Eco transtorácico como por Eco transesofágico (área color regurgitante, radio del flujo de convergencia proximal, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante) muestran una concordancia excelente entre sí, que todavía mejora en el caso de los parámetros cuantitativos clasificados en 4 grados.

De las variables que sólo se analizaron por Eco transesofágico (vena contracta y flujo de venas pulmonares) , la vena contracta presenta una concordancia buena con los parámetros del Eco transtorácico y el flujo de venas pulmonares una concordancia moderada a buena.

Estos datos se visualizan en las tablas 35 y 36 de la tesis.

4.3.2. CONCORDANCIA ENTRE VARIABLES CONTÍNUAS.

A continuación se exponen los resultados del análisis de concordancia para las variables continuas, realizado mediante dos métodos: el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y el método Bland-Altman.

4.3.2.1. Coeficiente de correlación intraclase (CCI).

Es de destacar que la correlación promediada entre todas las posibles ordenaciones de los pares de observaciones, muestra una concordancia excelente para las variables continuas analizadas, con los siguientes resultados:

- CCI 0,86 para el área color por Eco transtorácico y transesofágico.
- CCI 0,92 para el radio PISA por Eco transtorácico y transesofágico.
- CCI 0,90 para el orificio regurgitante efectivo por transtorácico y transesofágico.
- CCI 0,88 para el volumen regurgitante por ambas técnicas.

Estos datos se pueden visualizar en los siguientes gráficos 53,54,55 y 56 de la tesis, aquí se muestran dos de ellos.

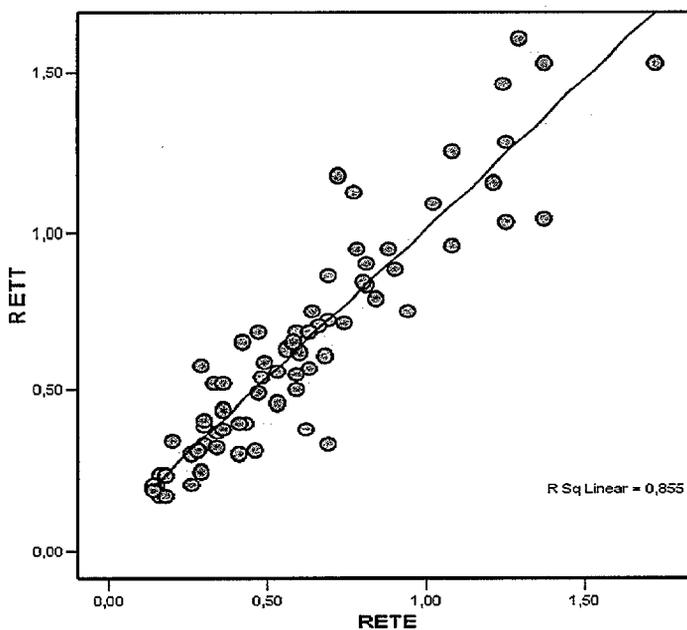


Gráfico 54. Nube de puntos que permite visualizar la relación entre el radio PISA por transtorácico y transesofágico.

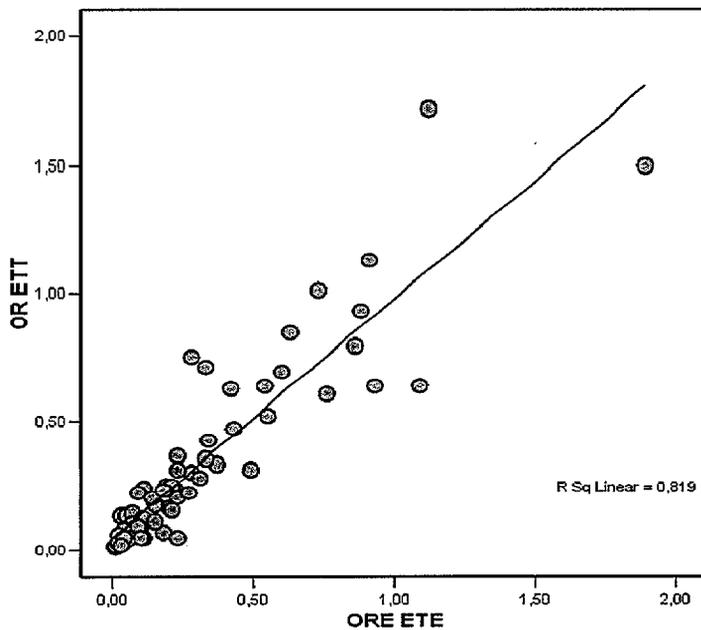


Gráfico 55. Nube de puntos que permite visualizar la relación entre el orificio regurgitante efectivo por transtorácico y transesofágico.

4.3.2.2. Método de Bland-Altman.

El análisis de Bland-Altman objetivó un alto grado de concordancia para el área color, el radio del flujo de convergencia proximal o radio PISA, el orificio regurgitante efectivo y el volumen regurgitante, obtenidos por Eco transtorácico y transesofágico, con la mayoría de las mediciones entre las bandas de confianza.

Estos datos se representaron gráficamente, visualizándose la diferencia de cada par de observaciones frente a su media. (Gráficos 57,58,59 y 60 de la tesis), se visualiza en este resumen uno de ellos.

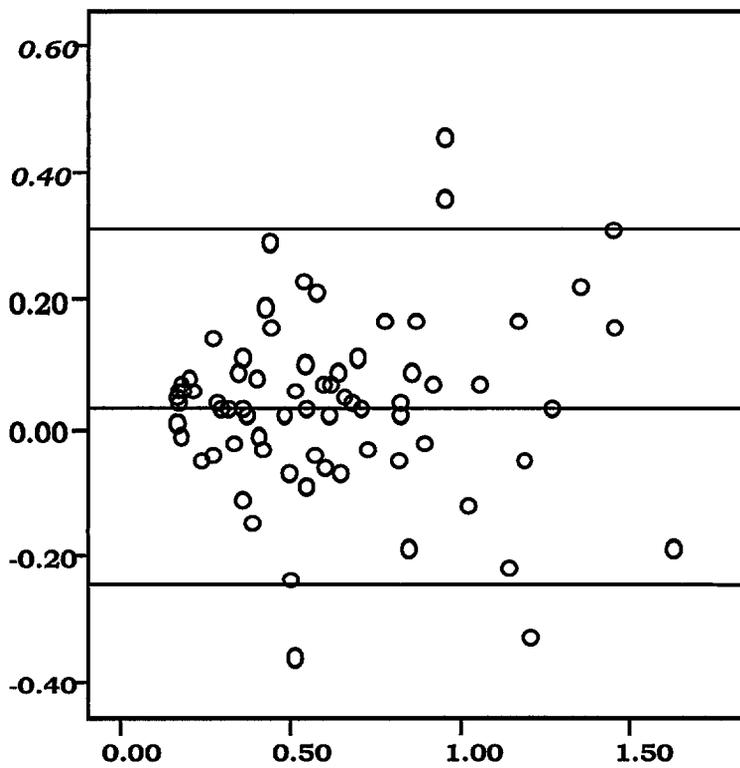


Gráfico 58. Nube de puntos de Bland- Altman comparando el radio PISA por Eco transtorácico y transesofágico. Eje X media de las variables. Eje Y diferencia de las variables.

Se objetiva que la mayoría de las mediciones están comprendidas entre las bandas de confianza.

4.4.CONCORDANCIA GLOBAL ENTRE LOS DIFERENTES MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS.

El **Kappa global** para los métodos ecocardiográficos fue de **0,62**. Esto indica que, como respuesta al objetivo principal de la tesis, se puede decir que la concordancia global entre los métodos ecocardiográficos es buena.

4.5. CONCORDANCIA ENTRE LOS MÉTODOS QUE VALORAN LA SEVERIDAD DE LA INSUFICIENCIA MITRAL POR ECOCARDIOGRAFÍA Y ANGIOGRAFÍA.

Se analizó la concordancia de la angiografía tanto con la ecografía transtorácica como transesofágica, con los siguientes resultados.

4.5.1. ECOGRAFÍA TRANSTORÁCICA Y ANGIOGRAFÍA.

Los resultados de concordancia entre la angiografía y la ecografía transtorácica indican:

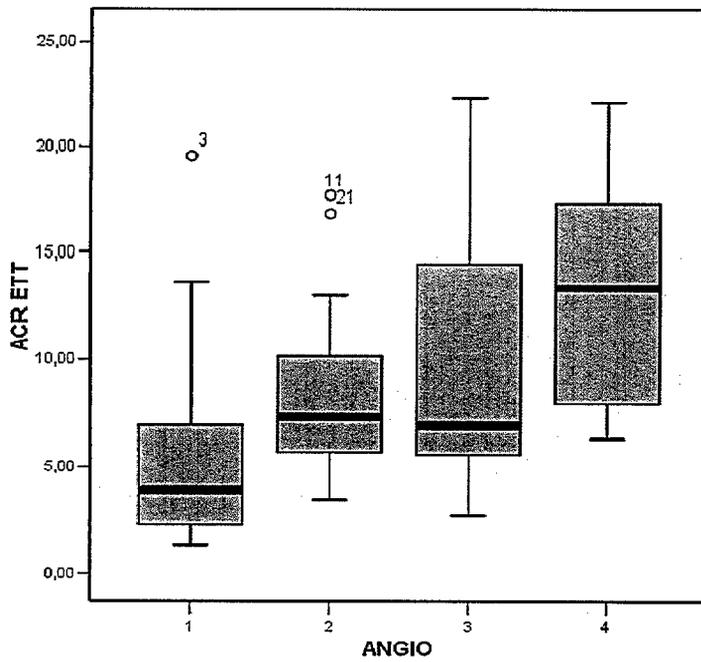
La concordancia de la angiografía con el área color regurgitante es moderada (Kappa 0,50). Gráfico 61 de la tesis.

La concordancia de la angiografía con el radio PISA es buena. (Kappa 0,78).

La concordancia de la angiografía con los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, es excelente cuando se analizan las variables en 4 grados (Kappa 0,81 y 0,84) y buena si se analizan variables en 3 grados (Kappa 0,74 y 0,75). Gráfico 62 de la tesis.

Estos datos se pueden ver en las tablas 37 y 38 de la tesis.

A continuación se visualizan dos de estos gráficos.



Gráficos 61. Diagrama de cajas que muestra la relación entre la angiografía y el área color regurgitante por Eco transtorácico.

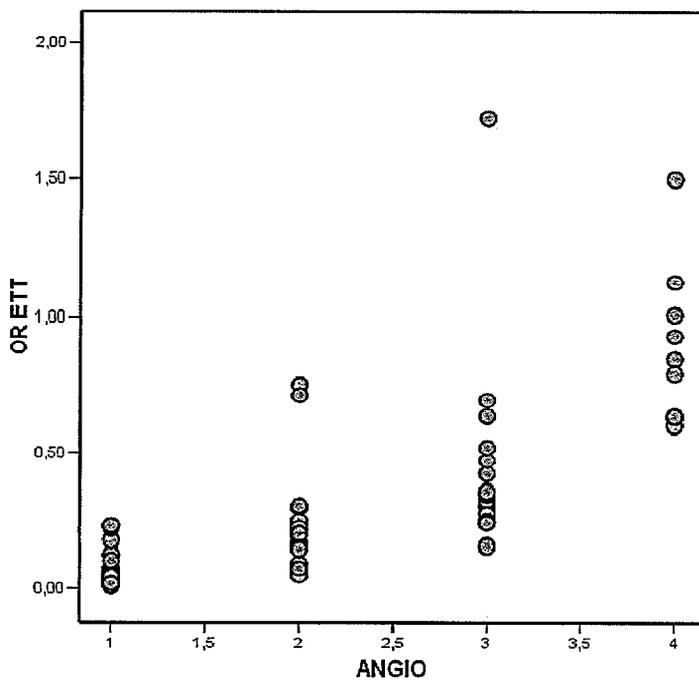


Gráfico 62. Nube de puntos que muestra la relación entre la angiografía y el orificio regurgitante por Eco transtorácico.

4.5.2. ECOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA Y ANGIOGRAFÍA.

Los principales resultados de concordancia entre la angiografía y la ecografía transesofágica son los siguientes:

La concordancia de la angiografía con el área color regurgitante medida por Eco transesofágico es moderada, el Kappa obtenido es de 0,52.

La concordancia de la angiografía con el radio PISA es buena, Kappa 0,73.

Es de destacar que cuando se analiza la concordancia con los parámetros cuantitativos, orificio regurgitante efectivo y volumen regurgitante, es buena-excelente si se comparan las variables en 3 grados (Kappa 0,81 para el orificio regurgitante efectivo y 0,72 para el volumen regurgitante), aumentando al correlacionar las variables en 4 grados (Kappa 0,86 para el ORE y 0,77 para el VR).

La vena contracta presenta una concordancia buena con la angiografía, Kappa 0,64. (Gráfico 63 de la tesis).

La concordancia de la angiografía con el flujo de venas pulmonares es moderada a buena y similar con ambas venas 0,58.

Estos resultados se visualizan en las tablas 39 y 40 de la tesis.

4.6 EFICACIA DIAGNÓSTICA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS PARA DETECTAR IM SEVERA RESPECTO A OTRO MÉTODO TOMADO COMO REFERENCIA.

El Kappa ponderado se visualiza en tablas de contingencia en donde, las celdillas de acuerdo total (situadas en la diagonal que va desde arriba a la izquierda hasta abajo a la derecha) tienen un peso de 0, mientras que las celdillas de los ángulos opuestos tienen la máxima ponderación. (Apartado 7.1. del capítulo IV resultados)

Ante la imposibilidad de comparar los métodos con un “gold standard” aceptado, hemos obtenido los índices estadísticos enfrentando los diferentes métodos con:

- Cada uno de los otros tomado como referencia. (Apartado 7.2.1 del capítulo IV resultados).
- Un método promediado, que es el resultado del promedio de severidad de los 4 métodos diagnósticos principales (el orificio regurgitante, la vena contracta, el flujo de venas pulmonares y la angiografía), considerando severo un índice mayor de 2,49.

	SENSIBILIDAD	ESPECIFICIDAD	CP+
ORE ETT	100%	94% (88-100)	17,67
VC ETE	67% (43-90)	96% (91-100)	17,67
FVPI ETE	93% (81-100)	92% (85-99)	12,37
ANGIOGRAFÍA	67% (43-90)	100%	

Tabla 57. Sensibilidad, especificidad y cociente de probabilidad positivo para detectar IM severa de los 4 métodos principales tomando el método promediado como referencia. ORE ETT, orificio regurgitante efectivo por Eco transtorácico; VC ETE, vena contracta por Eco transesofágico, FVPI ETE flujo de vena pulmonar izquierda por Eco transesofágico.

De estos resultados se puede concluir que el orificio regurgitante efectivo es el método más sensible para detectar insuficiencia mitral severa, manteniendo a la vez un alto grado de especificidad, la angiografía es el más específico, y la vena contracta el más específico de los métodos ecocardiográficos, el flujo de venas pulmonares posee valores de sensibilidad y especificidad intermedios. Es decir, si la angiografía y la vena contracta clasifican como severa una insuficiencia mitral, hay una altísima probabilidad de que así lo sea, y sin embargo, si lo que se busca es que no se escapen al diagnóstico insuficiencias severas, el ORE es el método de elección.

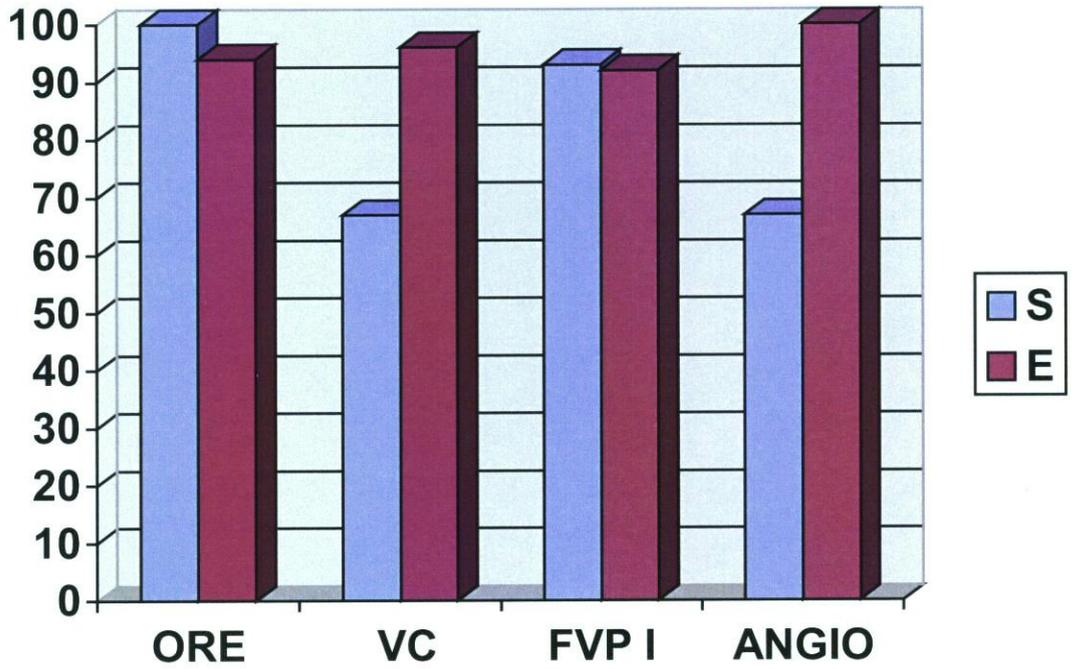


Gráfico 69. Histograma que representa la sensibilidad y especificidad del orificio regurgitante, vena contracta, flujo de vena pulmonar y angiografía respecto al método promediado. ORE, orificio regurgitante efectivo; VC, vena contracta; FVPI, flujo de vena pulmonar izquierda; Angio, angiografía.

CONCLUSIONES.

OBJETIVO PRINCIPAL. *Los diferentes métodos ecocardiográficos utilizados para valorar la severidad de la insuficiencia mitral, siguiendo los puntos de corte recomendados por las guías de la Sociedad Americana y Europea de Ecocardiografía, obtienen un grado de acuerdo bueno. El no alcanzar un grado de acuerdo excelente indica que los distintos métodos no son intercambiables y que en un pequeño, pero relevante número de casos, habrá desacuerdo entre ellos, lo que producirá incertidumbre en la toma de decisiones clínicas.*

OBJETIVOS SECUNDARIOS.

1A. Un método simplificado, como es la estimación del radio del PISA para un límite de Nyquist de 40 cm/s, obtiene una concordancia excelente con los métodos cuantitativos (orificio regurgitante y volumen regurgitante). La utilización de este método simplificado nos permite una evaluación rápida de la severidad de la insuficiencia mitral, tan fiable como el orificio regurgitante en la mayoría de los casos.

1B. La estimación de la severidad de la insuficiencia mitral por Ecografía transtorácica tiene una buena concordancia con la obtenida por Ecografía transesofágica, que llega a excelente cuando se comparan los mismos métodos. No es necesario realizar una Ecografía transesofágica para estimar la insuficiencia mitral, a no ser que la imagen por Ecografía transtorácica sea inadecuada.

1C. La estimación de la severidad de la insuficiencia mitral con angiografía, obtiene una concordancia buena al compararla con los métodos ecocardiográficos, llegando a excelente si se compara con el orificio regurgitante efectivo clasificado en cuatro grados de severidad. Estos datos indican que la estimación angiográfica de la insuficiencia mitral es tan válida como los mejores métodos ecocardiográficos.

1D. Un orificio regurgitante efectivo mayor de 0,4 cm² es la determinación más sensible para detectar insuficiencia mitral severa, con un alto grado de especificidad; mientras que un valor de la vena contracta mayor de 0,7 cm es la más específica de los métodos ecocardiográficos. Un flujo de vena pulmonar sistólico invertido, aunque sensible y específico, no es tan sensible como el orificio regurgitante efectivo ni tan específico como la vena contracta. La angiografía presentó la mayor especificidad para detectar insuficiencia mitral severa pero con menor sensibilidad que los métodos ecocardiográficos. Estos datos se deben de tener en cuenta a la hora de tomar decisiones en la práctica clínica, en casos de discrepancia en la estimación por los distintos métodos.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Lieng H. Ling, M.B., B.S., Maurice Enriquez-Sarano, M.D., James B. Seward, M.D., A. Jamil Tajik, M.D., Hartzell V. Schaff, M.D., Kent R. Bailey, Ph.D., and Robert L. Frye, M.D. Clinical Outcome of Mitral Regurgitation Due to Flail Leaflet. *N. Engl J Med* 1996;335:1417-1423.
2. Wilson MG, Lim WN. The natural history of rheumatic heart disease in the third, fourth, and fifth decades of life. I. Prognosis with special reference to survivorship. *Circulation* 1957;16:700-712.
3. Munoz S, Gallardo J, Diaz-Gorriñ JR, Medina O. Influence of surgery on the natural history of rheumatic mitral and aortic valve disease. *Am J Cardiol* 1975;35:234-242.
4. DePace NL, Mintz GS, Ren JF, et al. Natural history of the flail mitral leaflet syndrome: a serial 2-dimensional echocardiographic study. *Am J Cardiol* 1983;52:789-795.
5. Hammermeister KE, Fisher L, Kennedy W, Samuels S, Dodge HT. Prediction of late survival in patients with mitral valve disease from clinical, hemodynamic, and quantitative angiographic variables. *Circulation* 1978;57:341-349.
6. Delahaye JP, Gare JP, Viguier E, Delahaye F, De Gevigney G, Milon H. Natural history of severe mitral regurgitation. *Eur Heart J* 1991;12:Suppl B:5-9.
7. XII POSTGRADUATE COURSE ON CARDIOLOGY. A. Jamil Tajik, B.K. Khandheria, A. Bayés de Luna, J. Cinca.
8. Burwash IG, Blackmore GL, Koilpillai CJ. Usefulness of left atrial and left ventricular chamber sizes as predictors of the severity of mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1992;70:774-779.
9. Vaziri SM, Larson MG, Benjamin EJ, Levy D. Echocardiographic predictors of nonrheumatic atrial fibrillation: the Framingham Heart Study. *Circulation* 1994;89:724-730.
10. Kolibash AJ Jr, Kilman JW, Bush CA, Ryan JM, Fontana ME, Wooley CF. Evidence for progression from mild to severe mitral regurgitation in mitral valve prolapse. *Am J Cardiol* 1986;58:762-767.
11. Francesco Grigioni MD*, Maurice Enriquez-Sarano MD, FACC *, Lieng H. Ling MD*, Kent R. Bailey PhD†, James B. Seward MD, FACC*, A. Jamil Tajik MD, FACC* and Robert L. Frye MD, FACC* Sudden death in mitral regurgitation due to flail leaflet , *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 34, Issue 7, December 1999, Pages 2086-2087.

12. Maurice Enriquez-Sarano, M.D., Jean-François Avierinos, M.D., David Messika-Zeitoun, M.D., Delphine Detaint, M.D., Maryann Capps, R.D.C.S., Vuyisile Nkomo, M.D., Christopher Scott, M.S., Hartzell V. Schaff, M.D., and A. Jamil Tajik, M.D. Quantitative Determinants of the Outcome of Asymptomatic Mitral Regurgitation. *N Engl J Med* 2005 352:875-883.
13. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, et al. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2003;16:777-802.
14. Ling LH, Enriquez-Sarano M, Seward JB, et al. Early surgery in patients with mitral regurgitation due to flail leaflets: a long-term outcome study. *Circulation* 1997;96:1819-1825.
15. Tribouilloy CM, Enriquez-Sarano M, Schaff HV, et al. Impact of preoperative symptoms on survival after surgical correction of organic mitral regurgitation: rationale for optimizing surgical indications. *Circulation* 1999;99:400-405.
16. Selzer A, Katayama F. Mitral regurgitation: clinical patterns, pathophysiology and natural history. *Medicine (Baltimore)* 1972;51:337-366.
17. Gray R, Helfant R. Timing of surgery for valvular heart disease. *Cardiovasc Clin.* 1990;21:209-215.
18. Enriquez-Sarano M, Tajik AJ, Schaff HV, Orszulak TA, Bailey KR, Frye RL. Echocardiographic prediction of survival after surgical correction of organic mitral regurgitation. *Circulation.* 1994;90:830-837.
19. Enriquez-Sarano M, Tajik AJ, Schaff HV, Orszulak TA, McGoon MD, Bailey KR, Frye RL. Echocardiographic prediction of left ventricular function after correction of mitral regurgitation: results and clinical implications. *J Am Coll Cardiol.* 1994;24:1536-1543.
20. Crawford MH, Soucek J, Oprian CA, Miller DC, Rahimtoola S, Giacomini JC, Sethi G, Hammermeister KE, on behalf of Participants in the Department of Veterans Affairs Cooperative Study on Valvular Heart Disease. Determinants of survival and left ventricular performance after mitral valve replacement. *Circulation.* 1990;81:1173-1181.
21. Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Tajik AJ, Bailey KR, Frye RL. Valve repair improves the outcome of surgery for mitral regurgitation: a multivariate analysis. *Circulation.* 1995;91:1022-1028.
22. Enriquez-Sarano M, Schaff HV, Orszulak TA, Bailey KR, Tajik AJ, Frye RL. Congestive heart failure after surgical correction of mitral regurgitation: a long-term study. *Circulation.* 1995;92:2496-2503.
23. Acar J, Michel PL, Luxereau P, Vahanian A, Cormier B. Indications for surgery in mitral regurgitation. *Eur Heart J.* 1991;12(B):52-54.

24. Carpentier A, Chauvaud S, Fabiani JN, Deloche A, Relland J, Lessana A, D'Allaines C, Blondeau P, Piwnicka A, Dubost C. Reconstructive surgery of mitral valve incompetence: ten-year appraisal. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1980;79:338-348.
25. Orszulak TA, Schaff HV, Danielson GK, Piehler JM, Pluth JR, Frye RL, McGoon DC, Elveback LR. Mitral regurgitation due to ruptured chordae tendineae: early and late results of valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1985;89:491-498.
26. Loop FD, Cosgrove DM, Stewart WJ. Mitral valve repair for mitral insufficiency. *Eur Heart J.* 1991;12(suppl B):30-33.
27. Perier P, Deloche A, Chauvaud S, Fabiani JN, Rossant P, Bessou JP, Relland J, Bourezak H, Gomez F, Blondeau P, D'Allaines C, Carpentier A. Comparative evaluation of mitral valve repair and replacement with Starr, Björk, and porcine valve prostheses. *Circulation.* 1984;70(suppl1):I-187-I-192.
28. Hochreiter C, Niles N, Devereux RB, Kligfield P, Borer JS. Mitral regurgitation: relationship of noninvasive descriptors of right and left ventricular performance to clinical and hemodynamic findings and to prognosis in medically and surgically treated patients. *Circulation.* 1986;73:900-912.
29. Horstkotte D, Loogen F, Kleikamp G, Schulte HD, Trampisch HJ, Bircks W. Der Einfluss des prothetischen Herzklappenersatzes auf den natürlichen Verlauf von isolierten Mitral- und Aortenklappenfehlern sowie Mehrklappenerkrankungen: klinische Ergebnisse bei 783 Patienten bis zu 8 Jahren nach Implantation von Björk-Shiley-Kippscheibenprothesen. *Z Kardiol.* 1983;72:494-503.
30. Chua YL, Schaff HV, Orszulak TA, Morris JJ. Outcome of mitral valve repair in patients with preoperative atrial fibrillation: should the maze procedure be combined with mitral valvuloplasty? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1994;107:408-415.
31. Fernández J, Joyce DH, Hirschfeld KJ, Chen C, Yang SS, Laub GW, Adkins MS, Anderson WA, Mackenzie JW, McGrath LB. Valve-related events and valve-related mortality in 340 mitral valve repairs: a late phase follow-up study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1993;7:263-270.
32. L. Hellgren, P. Kvidal, L.-G. Horte, U.-B. Krusemo, and E. Stahle Survival After Mitral Valve Replacement: Rationale for surgery before occurrence of severe symptoms. *Ann. Thorac. Surg.*, October 1, 2004; 78(4): 1241 - 1247.
33. M. Enriquez-Sarano. Timing of mitral valve surgery *Heart*, January 1, 2002; 87(1): 79 - 85.
34. R. C. Schlant. Timing of Surgery for Patients With Nonischemic Severe Mitral Regurgitation *Circulation*, January 26, 1999; 99(3): 338 - 339.

35. J.-F. Avierinos, B. J. Gersh, L. J. Melton III, K. R. Bailey, C. Shub, R. A. Nishimura, A. J. Tajik, and M. Enriquez-Sarano. Natural History of Asymptomatic Mitral Valve Prolapse in the Community *Circulation*, September 10, 2002; 106(11): 1355 – 1361.
36. Yoshida K, Yoshikawa J, Shakudo M, et al. Color Doppler evaluation of valvular regurgitation in normal subjects. *Circulation* 1988;78:840–7.
37. Biava G, Delfino M, Lagana B, et al. Prevalence of valvular regurgitation in structurally normal hearts: a colour-Doppler study. *Coronary Artery Disease* 1997;8:559–63.
38. ARTHUR e. Weyman. *Principles and Practice of Echocardiography*. Second edition.
39. Wann LS, Weyman AE, Feigenbaum H, et al: Determination of mitral valve area by cross-sectional echocardiography. *Ann Intern Med* 1978; 88:337.
40. Gillinov AM, Wieryp PN, Blackstone EH, et al: Is repair preferable to replacement for ischemic mitral regurgitation? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 122:1125.
41. T Irvine¹, X K Li², D J Sahn² and A Kenny¹ Assessment of mitral regurgitation *Heart* 2002; 88: iv11-iv19.
42. Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, et al severity of mitral regurgitation by real-time two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 1986;7:82–8.
43. Spain MG, Smith MD, Grayburn PA, et al. Quantitative assessment of mitral regurgitation by Doppler color flow imaging: angiographic and hemodynamic correlations. *J Am Coll Cardiol* 1989;13:585–90.
44. Helmcke F, Nanda NC, Hsiung MC, et al. Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal planes. *Circulation* 1987;75:175–83.
45. Chen C, Thomas JD, Anconia J, et al. Impact of impinging wall jet on color Doppler quantification of mitral regurgitation. *Circulation* 1991;84:712–20.
46. Shiota T, Jones M, Teien D, et al. Color Doppler regurgitant jet area for evaluating eccentric mitral regurgitation: an animal study with quantified mitral regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:813–19.

47. Sahn DJ. Instrumentation and physical factors related to visualization of stenotic and regurgitant jets by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:1354–65.
48. Utsunomiya T, Patel D, Doshi R, et al. Can signal intensity of the continuous wave Doppler regurgitant jet estimate severity of mitral regurgitation? *Am Heart J* 1992;123:166–71.
49. Kamp O, Huitink H, van Eenige MJ, et al. Value of pulmonary venous flow characteristics in the assessment of severity of native mitral valve regurgitation: an angiographic correlated study. *J Am Soc Echocardiogr* 1992;5:239–6.
50. Teien DE, Jones M, Shiota T, et al. Doppler evaluation of severity of mitral regurgitation: relation to pulmonary venous blood flow patterns in an animal study. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:264–8.
51. F. Bukachi, A. Waldenström, S. Mörner, P. Lindqvist, M.Y. Henein and E. Kazzam. Pulmonary venous flow reversal and its relationship to atrial mechanical function in normal subjects – Umeå General Population Heart Study *European Journal of Echocardiography*, Volume 6, Issue March 2005, Pages 107-116.
52. Tomotsugu Tabata, James D. Thomas and Allan L. Klein Pulmonary venous flow by doppler echocardiography: revisited 12 years later. *Review article Journal of the American College of Cardiology*, Volume 41, Issue 8, 16 April 2003, Pages 1243-1250.
53. Tajik, Doppler assessment of pulmonary venous flow in healthy subjects and in patients with heart disease. *J Am Soc Echocardiogr* 4 (1991), pp. 379–392.
54. R. Castello, A.C. Pearson, P. Lenzen and A.J. Labovitz, Effect of mitral regurgitation on pulmonary venous velocities derived from transesophageal echocardiography color guided pulsed Doppler imaging. *J Am Coll Cardiol* 17 (1991), pp. 1499–1506.
55. A.L. Klein, W.J. Stewart, J. Bartlett et al., Effects of mitral regurgitation on pulmonary venous flow and left atrial pressure: an intraoperative transesophageal echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 20 (1992), pp. 1345–1352.
56. A.L. Klein, T.P. Obarski, W.J. Stewart et al., Transesophageal Doppler echocardiography of pulmonary venous flow: a new marker of mitral regurgitation severity. *J Am Coll Cardiol* 18 (1991), pp. 518–526.
57. Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Zehr KJ, Bailey KR, Tajik AJ. Ischemic mitral regurgitation: long-term outcome and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. *Circulation* 2001;103:1759-1764.

58. R.M. Fuchs, R.R. Heuser, F.C. Yin and J.A. Brinker, *Limitations of pulmonary wedge V waves in diagnosing mitral regurgitation. Am J Cardiol* 49 (1982), pp. 849–854.
59. Shelley A. Hall, MD; M. Elizabeth Brickner, MD; *Assessment of Mitral Regurgitation Severity by Doppler Color Flow Mapping of the Vena Contracta. Circulation.* 1997;95:636-642.
60. A. Iuchi, T. Oki, N. Fukuda et al., *Changes in transmitral and pulmonary venous flow velocity patterns after cardioversion of atrial fibrillation. Am Heart J* 131 (1996), pp. 270–275.
61. W.D. Ren, P. Visentin, G.L. Nicolosi et al., *Effect of atrial fibrillation on pulmonary venous flow patterns: transesophageal pulsed Doppler echocardiographic study. Eur Heart J* 14 (1993), pp. 1320–1327.
62. A. Passafini, T. Shiota, M. Depp et al., *Factors influencing pulmonary venous flow velocity patterns in mitral regurgitation: an in vitro study. J Am Coll Cardiol* 26 (1995), pp. 1333–1339.
63. A.L. Klein, A.S. Bailey, G.I. Cohen et al., *Importance of sampling both pulmonary veins in grading mitral regurgitation by transesophageal echocardiography. J Am Soc Echocardiogr* 6 (1993), pp. 115–123.
64. E.P. Pieper, I.M. Hellemans, H.P. Hamer et al., *Value of systolic pulmonary venous flow reversal and color Doppler jet measurements assessed with transesophageal echocardiography in recognizing severe pure mitral regurgitation. Am J Cardiol* 78 (1996), pp. 444–450.
65. M. Pu, B.P. Griffin, P.M. Vandervoort et al., *The value of assessing pulmonary venous flow velocity for predicting severity of mitral regurgitation: a quantitative assessment integrating left ventricular function. J Am Soc Echocardiogr* 12 (1999), pp. 736–743.
66. A.L. Klein, D.J. Burstow, A.J. Tajik, P.K. Zachariah, K.R. Bailey and J.B. Seward, *Effects of age on left ventricular dimensions and filling dynamics in 117 normal persons. Mayo Clin Proc* 69 (1994), pp. 212–224.
67. G. Keren, M. Milner, J. Lindsay, Jr. and S. Goldstein, *Load dependence of left atrial and ventricular filling dynamics by transthoracic and transesophageal Doppler echocardiography. Am J Card Imaging* 10 (1996), pp. 108–116.
68. R. Castello, M. Vaughn, F.A. Dressler et al., *Relation between pulmonary venous flow and pulmonary wedge pressure: influence of cardiac output. Am Heart J* 130 (1995), pp. 127–134.

69. B.D. Hoit, Y. Shao, M. Gabel and R.A. Walsh, Influence of loading conditions and contractile state on pulmonary venous flow: validation of Doppler velocimetry. *Circulation* 86 (1992), pp. 651–659.
70. S. Akita, N. Ohte, T. Hashimoto, K. Kobayashi and H. Narita, Effects of volume loading on pulmonary venous flow patterns in dogs with normal left ventricular function. *Angiology* 46 (1995), pp. 393–399.
71. F. Gentile, A. Mantero, A. Lippolis et al., Pulmonary venous flow velocity patterns in 143 normal subjects aged 20 to 80 years old: an echo 2D color Doppler cooperative study. *Eur Heart J* 18(1997), pp.148-164.
72. Grayburn PA, Fehske W, Omran H, et al. Multiplane transesophageal echocardiographic assessment of mitral regurgitation by Doppler color flow mapping of the vena contracta. *Am J Cardiol* 1994;74:912–17.
73. Fehske W, Omran H, Manz M, et al. Color-coded Doppler imaging of the vena contracta as a basis for quantification of pure mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1994;73:268–74.
74. Heinle SK, Hall SA, Brickner ME, et al. Comparison of vena contracta width by multiplane transesophageal echocardiography with quantitative Doppler assessment of mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1998;81:175–9.
75. Zhou X, Jones M, Shiota T, et al. Vena contracta imaged by Doppler color flow mapping predicts the severity of eccentric mitral regurgitation better than color jet area: a chronic animal study. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1393–8.
76. Ali M. Kizilbash, DuWayne L. Willett, M. Elizabeth Brickner, Sheila K. Heinle and Paul A. Grayburn. Effects of afterload reduction on vena contracta width in mitral regurgitation *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 32, Issue 2, August 1998, Pages 427-431.
77. Thomas Buck, Björn Plicht, Peter Hunold, Ronald A. Mucci, Raimund Erbel and Robert A. Levine Broad-beam spectral Doppler sonification of the vena contracta using matrix-array technology: A new solution for semi-automated quantification of mitral regurgitant flow volume and orifice area *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 45, Issue 5, 1 March 2005, Pages 770-779.
78. Recusani F, Bargiggia GS, Yoganathan AP, et al. A new method for quantification of regurgitant flow rate using color Doppler flow imaging of the flow convergence region proximal to a discrete orifice. An *in vitro* study. *Circulation* 1991;83:594–604.
79. Rivera JM, Vandervoort PM, Thoreau DH, et al. Quantification of mitral regurgitation with the proximal flow convergence method: a clinical study. *Am Heart J* 1992;124:1289–96.

80. Rivera JM, Mele D, Vandervoort PM, et al. Effective regurgitant orifice area in tricuspid regurgitation: clinical implementation and follow-up study. *Am Heart J* 1994;128:927-33.
81. Sitges M, Jones M, Shiota T, et al. Interaliasing distance of the flow convergence surface for determining mitral regurgitant volume: a validation study in a chronic animal model. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:1195-202.
82. Pu M, Vandervoort PM, Griffin BP, et al. Quantification of mitral regurgitation by the proximal convergence method using transesophageal echocardiography. Clinical validation of a geometric correction for proximal flow constraint. *Circulation* 1995;92:2169-77.
83. Pu M, Prior DL, Fan X, et al. Calculation of mitral regurgitant orifice area with use of a simplified proximal convergence method: initial clinical application. *J Am Soc Echocardiogr* 2001;14:180-5.
84. Quinones MA, Otto CM, Stoddard M, et al. Recommendations for quantification of Doppler echocardiography: a report from the Doppler quantification task force of the nomenclature and standards committee of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:167-84.
85. Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Seward JB, et al. Quantitative Doppler assessment of valvular regurgitation. *Circulation* 1993;87:841-8.
86. Dujardin KS, Enriquez-Sarano M, Bailey KR, et al. Grading of mitral regurgitation by quantitative Doppler echocardiography: calibration by left ventricular angiography in routine clinical practice. *Circulation* 1997;96:3409-15.
87. Hozumi T, Yoshida K, Akasaka T, et al. Automated assessment of mitral regurgitant volume and regurgitant fraction by a newly developed digital color Doppler velocity profile integration method. *Am J Cardiol* 1997;80:1325-30.
88. Sun JP, Yang XS, Qin JX, et al. Quantification of mitral regurgitation by automated cardiac output measurement: experimental and clinical validation. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1074-82.
89. R. Castello, P. Lenzen, F. Aguirre and A.J. Labovitz, Quantitation of mitral regurgitation by TEE with Doppler color-flow mapping: correlation with cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* 19 (1992), pp. 1516-1521.
90. O. Kamp, J.W. Dijkstra, H. Huitink, M.J. Van, C.J. Werter, J.P. Roos and C.A. Visser, Transesophageal color flow Doppler mapping in the assessment of native mitral valvular regurgitation: comparison with left ventricular angiography. *J Am Soc Echocardiogr* 4 (1991), pp. 598-606.

91. Min Pu, James D. Thomas, Pieter M. Vandervoort, William J. Stewart, Delos M. Cosgrove and Brian P. Griffin Comparison of quantitative and semiquantitative methods for assessing mitral regurgitation by transesophageal echocardiography • ARTICLE *The American Journal of Cardiology*, Volume 87, Issue 1, 1 January 2001, Pages66-70.
92. Maurice Enriquez-Sarano, William K. Freeman, Christophe M. Tribouilloy, Thomas A. Orszulak, Bijoy K. Khandheria, James B. Seward, Kent R. Bailey and A. Jamil Tajik Functional anatomy of mitral regurgitation: Accuracy and outcome implications of transesophageal echocardiography • ARTICLE *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 34, Issue 4, October 1999, Pages 1129-1136.
93. L.H. Ling, M. Enriquez-Sarano, J.B. Seward et al., Early surgery in patients with mitral regurgitation due to flail leaflets: a long-term outcome study. *Circulation* 96 (1997), pp. 1819–1825.
94. R.O. Bonow, B. Carabello, A.C. de Leon, Jr et al., Guidelines for the management of patients with valvular heart disease: executive summary. *Circulation* 98 (1998), pp. 1949–1984.
95. I.M. Hellemans, E.G. Pieper, A.C.J. Ravelli et al., Prediction of surgical strategy in mitral valve regurgitation based on echocardiography. *Am J Cardiol* 79 (1997), pp. 334–338.
96. G.L. Kay, A. Aoki, P. Zubiato, C.A. Prejean, Jr, J.M. Ruggio and J.H. Kay, Probability of valve repair for pure mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 108 (1994), pp. 871–879.
97. B.K. Khandheria, J.B. Seward and A.J. Tajik, Transesophageal echocardiography. *Mayo Clin Proc* 69 (1994), pp. 856–863.
98. E.P. Pieper, I.M. Hellemans, H.P. Hamer et al., Additional value of biplane transesophageal echocardiography in assessing the genesis of mitral regurgitation and the feasibility of valve repair. *Am J Cardiol* 75 (1995), pp. 489–493.
99. N.B. Schiller, E. Foster and R.F. Redberg, Transesophageal echocardiography in the evaluation of mitral regurgitation. The twenty-four signs of severe mitral regurgitation. *Cardiol Clin* 11 (1993), pp. 399–408.
100. Sakai T, Okita Y, Ueda Y, et al Distance between mitral annulus and papillary muscles: anatomic study in normal human hearts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 636.

101. Eustachio Agricola, Michele Oppizzi, Francesco Maisano, Tiziana Bove, Michele De Bonis, Lucia Toracca and Ottavio Alfieri, *Detection of mechanisms of immediate failure by transesophageal echocardiography in quadrangular resection mitral valve repair technique for severe mitral regurgitation*. • *The American Journal of Cardiology*, Volume 91, Issue 2, 15 January 2003, Pages 175-179.
102. A.M. Gillinov, D.M. Cosgrove, B.W. Lytle, P.C. Taylor, R.B. Stewart, P.M. MecCarthy, N.G. Smedira, D.D. Muehrke, C. Apperson-Hansen and F.D. Loop, *Reoperation for failure of mitral valve repair*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 113 (1997), pp. 467-475.
103. J. Fernandez, D.H. Joyce, K. Hirschfeld, C. Chen, G.W. Laub, M.S. Adkins, W.A. Anderson, J.W. Mackenzie and L.B. McGrath, *Factors affecting mitral reoperation in 317 survivors after mitral valve reconstruction*. *Ann Thorac Surg* 54 (1992), pp. 440-448.
104. R.J. Cerfoglio, T.A. Orszulak, J.R. Pluth, W.S. Harmsen and H.V. Schaff, *Reoperation after valve repair for mitral regurgitation: early and intermediate results*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 111 (1996), pp. 1177-1184.
105. J. Fix, L. Isada, D. Cosgrove, D.P. Miller, R. Savage, J. Blum and W. Stewart, *Do patients with less than "echo-perfect" results from mitral valve repair by intraoperative echocardiography have a different outcome?*. *Circulation* 88 suppl II (1993), pp. II-39-II-48.
106. S.L. Reichert, C.A. Visser, A.C. Mouljijn, M.J. Suttorp, R.B. vd Brink, J.J. Koolen, W. Jaarsma, F. Vermeulen and A.J. Dunning, *Intraoperative transesophageal color-coded Doppler echocardiography for evaluation of residual regurgitation after mitral valve repair*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 100 (1990), pp. 756-761.
107. T.H. Marwick, W.J. Stewart, P.J. Currie and D.M. Cosgrove, *Mechanisms of failure of mitral valve repair: an echocardiographic study*. *Am Heart J* 122 (1991), pp. 149-156.
108. W.K. Freeman, H.V. Schaff, B.K. Khandheria, J.K. Oh, T.A. Orszulak, M.D. Abel, J.B. Seward and J. Tajik, *Intraoperative evaluation of mitral valve regurgitation and repair by transesophageal echocardiography: incidence and significance of systolic anterior motion*. *J Am Coll Cardiol* 20 (1992), pp. 599-609.
109. J.S. Shanewise, A.T. Cheung, S. Aronson, W.J. Stewart, R.L. Weiss, J.B. Mark, R.M. Savage, P. Sears-Rogan, J.P. Mathew, M.A. Quinones, M.K. Cahalan and J.S. Savino, *ASE/SCA guidelines for performing a comprehensive intraoperative multiplane transesophageal echocardiography examination: recommendations of the American Society of Echocardiography Council for Intraoperative Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force for Certification in*

Perioperative Transesophageal Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 12 (1999), pp. 884–900.

110. J.F. Seccombe and H.V. Schaff, *Mitral valve repair: current techniques and indications. In: K.L. Franco and E.D. Verrier, Editors, Advanced Therapy in Cardiac Surgery, BC Decker, Hamilton (1999), pp. 220–231.*

111. De Castro S, Yao J, Pandian NG. *Three-dimensional echocardiography: clinical relevance and application. Am J Cardiol* 1998;81:96G-102.

112. Roelandt JR, Yao J, Kasprzak JD. *Three-dimensional echocardiography. Curr Opin Cardiol* 1998;13:386-396.

113. Roelandt JR. *Three-dimensional echocardiography: new views from old windows. Br Heart J* 1995;74:4-6.

114. Levine RA, Weyman AE, Handschumacher MD. *Three-dimensional echocardiography: techniques and applications. Am J Cardiol* 1992;69:121H-130H.

115. Irvine T, Derrick G, Morris D, et al. *Three-dimensional echocardiographic reconstruction of mitral valve color Doppler flow events. Am J Cardiol* 1990;84:1103-1106.

116. Smith SW, Henry G, Pavy HG, et al. *High-speed ultrasound volumetric imaging system—Part I: transducer design and beam steering. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Contr* 1991;38:100-108.

117. Von Ramm OT, Smith SW, Pavy HG. *High-speed ultrasound volumetric imaging system—Part II: parallel processing and image display. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Contr* 1991;38:109-115.

118. Nosir YF, Stoker J, Kasprzak JD, et al. *Paraplane analysis from precordial three-dimensional echocardiographic data sets for rapid and accurate quantification of left ventricular volume and function: a comparison with magnetic resonance imaging. Am Heart J* 1999;137:134-143.

119. Pini R, Giannazzo G, Di Bari M, et al. *Transthoracic three-dimensional echocardiographic reconstruction of left and right ventricles: in vitro validation and 3D;comparison with magnetic resonance imaging. Am Heart J* 1997;133:221-229.

120. T Irvine, X N Li, R Rusk, D Lennon, D J Sahn, A Kenny *Three dimensional colour Doppler echocardiography for the characterisation and quantification of cardiac flow events. Heart* 2000;84(Suppl 2):ii2-ii6 (November).

121. Yao J, Masani ND, Cao QL, et al. Clinical application of transthoracic volume-rendered three-dimensional echocardiography in the assessment of mitral regurgitation. *Am J Cardiol* 1998;82:189-196.
122. Mori Y, Shiota T, Jones M, et al. Three-dimensional reconstruction of the color Doppler-imaged vena contracta for quantifying aortic regurgitation. Studies in a chronic animal model. *Circulation* 1999;99:1611-1617.
123. Shiota T, Sinclair B, Ishii M, et al. Three-dimensional reconstruction of color Doppler flow convergence regions and regurgitant jets: an in vitro quantitative study. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:1511-1518.
124. Shiota T, Jones M, Delabays A, et al. Direct measurement of three-dimensionally reconstructed flow convergence surface area and regurgitant flow in aortic regurgitation: in vitro and chronic animal model studies. *Circulation* 1997;96:3687-3695.
125. Yoganathan AP, Cape EG, Sung HW, et al. Review of hydrodynamic principles for the cardiologist: applications to the study of blood flow and jets by imaging techniques. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:1344-1353.
126. Stein PD, Sabbah HN. Nature of flow in large arteries. *Monogr Atheroscler* 1990;15:54-62.
127. Robson SC, Murray A, Peart I, et al. Reproducibility of cardiac output measurement by cross sectional and Doppler echocardiography. *Br Heart J* 1988;59:680-684.
128. Ascah KJ, Stewart WJ, Levine RA, et al. Doppler-echocardiographic assessment of cardiac output. *Radiol Clin North Am* 1985;23:659-670.
129. Lee W, Rokey R, Cotton DB. Noninvasive maternal stroke volume and cardiac output determinations by pulsed Doppler echocardiography. *Am J ObstetGynecol* 1988;158:505-510.
130. A. Delabays, X. Jeanrenaud, P. -G. Chassot, L. K. Von Segesser and L. Kappenberger. Localization and quantification of mitral valve prolapse using three-dimensional echocardiography *European Journal of Echocardiography*, Volume5, Issue6, December2004, Pages422-429.
131. Anita Macnab, Nicholas P. Jenkins, Benjamin J. M. Bridgewater, Timothy L. Hooper, Donna L. Greenhalgh, Mark R. Patrick and Simon G. Ray. Three-dimensional echocardiography is superior to multiplane transoesophageal echo in the assessment of regurgitant mitral valve morphology •ARTICLE *European Journal of Echocardiography*, Volume 5, Issue3, June2004, Pages212-222.

132. Aleksandra Lange, Przemysław Palka, J. Elisabeth Donnelly and Darryl J. Burstow. Quantification of mitral regurgitation orifice area by 3-dimensional echocardiography: comparison with effective regurgitant orifice area by PISA method and proximal regurgitant jet diameter. *International Journal of Cardiology*, Volume 86, Issue 1, November 2002, Pages 87-98.
133. Christian S. Breburda, Brian P. Griffin, Min Pu, Leonardo Rodriguez, Delos M. Cosgrove III and James D. Thomas. Three-dimensional echocardiographic planimetry of maximal regurgitant orifice area in myxomatous mitral regurgitation: intraoperative comparison with proximal flow convergence. *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 32, Issue 2, August 1998, Pages 432-437.
134. A. Salustri, A.E. Becker, L. van Herwerden, W.B. Vletter, F.J. Ten Cate and J.R. Roelandt, Three-dimensional echocardiography of normal and pathologic mitral valve: a comparison with two-dimensional transoesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 27 (1996), pp. 1502-1510.
135. K. Grewal, M. Malkowski, C. Kramer, S. Dianzumba and N. Reichel, Multiplane transoesophageal echocardiographic identification of the involved scallop in patients with flail mitral valve leaflet: intraoperative correlation. *J Am Soc Echocardiogr* 11 (1998), pp. 966-971.
136. R.A. Levine, M.D. Handschumacher, A.J. Sanfilippo, A.A. Hagege, P. Harrigan, J.E. Marshall et al., Three-dimensional echocardiographic reconstruction of the mitral valve, with implications for the diagnosis of mitral valve prolapse. *Circulation* 80 (1989), pp. 589-598.
137. Fenster MS, Feldman MD: Mitral regurgitation: an overview. *Curr Probl Cardiol* 1995; 20:193.
138. Grossman W: Profiles in valvular heart disease, in Baim DS, Grossman W (eds): *Cardiac Catheterization, Angiography and Intervention*, 5th ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1996; p 735.
139. Ross RS, Criley JM: Contrast radiography in mitral regurgitation. *Prog Cardiovasc Dis* 1962; 5:195.
140. Grossman W, Baim DS: *Cardiac Catheterization Angiography and Intervention*, 4th ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1991; p 563.
141. Eric Lim, Ziad Ali, Clifford Barlow. The utility of the ACC/AHA guidelines for screening angiography in patients undergoing surgical repair for mitral regurgitation. *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 39, Supplement 2, 6 March 2002, page 422.

142. J. L. Moya, M. P. Catalán, A. García-Lledó, J. Pey, F. Barcia and E. Asín
A Semiquantitative Method based on Proximal Convergence Zone to Estimate the Severity of the Mitral Regurgitation: Design and Clinical Application
•*European Journal of Echocardiography*, Volume 2, Issue 3, September 2001, Pages 163-169.
143. Jos J.M. Westenberg, Joost Doornbos, Michel I.M. Versteegh, Jeroen J. Bax, Rob J. van der Geest, Albert de Roos, Robert A.E. Dion and Johan H.C. Reiber .
Accurate quantitation of regurgitant volume with MRI in patients selected for mitral valve repair. European Journal of Cardio-Thoracic Surgery
Volume 27, Issue 3 , March 2005, Pages 462-467.
144. R.J. Van der Geest and J.H.C. Reiber, *Quantification in cardiac MRI, J Magn Reson Imaging* 10 (1999), pp. 602-608.
145. Hundley WG, Li HF, Willard JE, et al: *Magnetic resonance imaging assessment of the severity of mitral regurgitation. Circulation* 1995; 92:1151.
146. L. Wigström, T. Ebbers, A. Fyrenius, M. Karlsson, J. Engvall, B. Wranne and A.F. Bolger, *Particle trace visualization of intracardiac flow using time-resolved 3D phase contrast MRI, Magn Reson Med* 41 (1999), pp. 793-799.
147. T. Komoda, R. Hetzer, C. Uyama, H. Siniawski, H. Maeta, U.P. Rosendahl and K. Ozaki, *Mitral annular function assessed by 3D imaging for mitral valve surgery, J Heart Valve Dis* 3 (1994), pp. 483-490.
148. H.W.M. Kayser, B.C. Stoel, E.E. van der Wall, R.J. van der Geest and A. de Roos, *MR velocity mapping of tricuspid flow: correction for through-plane motion, J Magn Reson Imaging* 7 (1997), pp. 669-673.
149. S. Kozerke, M.B. Scheidegger, E.M. Pedersen and P. Boesiger, *Heart motion adapted cine phase-contrast flow measurements through the aortic valve, Magn Reson Med* 42 (1999), pp. 970-978.
150. D. J. Pennell, U. P. Sechtem, C. B. Higgins, W. J. Manning, G. M. Pohost, F. E. Rademakers, A. C. van Rossum, L. J. Shaw, and E. K. Yucel
Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): Consensus Panel report. Eur. Heart J., November 1, 2004; 25(21): 1940-1965.
151. J.F. Glockner, D. L Johnston, and K. P McGee. *Evaluation of Cardiac Valvular Disease with MR Imaging: Qualitative and Quantitative Techniques. RadioGraphics*, January 1, 2003; 23(1): e9 - 9.
- 152 *MRI Performs Well in Assessing Mitral Regurgitation Journal Watch Cardiology*, November 1, 1995; 1995(1101): 11 .
153. Jimenez Borreguero LJ, Kilner PJ, Underwood SR. *Cuantificación de flujo con resonancia magnética por el método del área de isovelocidad proximal a un orificio. Estudio in vitro. Rev.Esp.Cardiol* 1996;49(Supl III):79.

154. N.J. Pelc, M.A. Bernstein, A. Shimakawa and G.H. Glover, Encoding strategies for three-direction phase-contrast MR imaging of flow, *J Magn Reson Imaging* 1 (1991), pp. 405–413.
155. J.J.M. Westenberg, M.G. Danilouchkine, J. Doornbos, J.J. Bax, R.J. van der Geest, G. Labadie, H.J. Lamb, M.I.M. Versteegh, A. de Roos and J.H.C. Reiber, Accurate and reproducible mitral valvular blood flow measurement with three-directional velocity-encoded magnetic resonance imaging, *J Cardiovasc Magn Reson* 6 (2004), pp. 767.
156. Fann JJ, Ingels NB Jr, Miller DC. Pathophysiology of Mitral Valve Disease. *Cardiac Surgery in the Adult*. New York: McGraw-Hill, 2003:901931.
157. Ranganathan N, Lam JH, Wigle ED, et al: Morphology of the human mitral valve, II: the valve leaflets. *Circulation* 1970; 41:459.
158. Anderson RH, Wilcox BR: The anatomy of the mitral valve, in Wells FC, Shapiro LM (eds): *Mitral Valve Disease*. Oxford, England, Butterworth-Heinemann, 1996; p 4.
159. Williams TH: Mitral and tricuspid valve innervation. *Br Heart J* 1964; 26:105.
160. Filip DA, Radu A, Simionescu M: Interstitial cells of the heart valves possess characteristics similar to smooth muscle cells. *Circ Res* 1986; 59:310.
161. Marron K, Yacoub MH, Polak JM, et al: Innervation of human atrioventricular and arterial valves. *Circulation* 1996; 94:368.
162. Curtis MB, Priola DV: Mechanical properties of the canine mitral valve: effects of autonomic stimulation. *Am J Physiol* 1992; 262 (1 pt 2):H56.
163. Anderson RH: The disposition and innervation of atrioventricular ring specialized tissue in rats and rabbits. *J Anat* 1972; 113:197.
164. Lam JHC, Ranganathan N, Wigle ED, et al: Morphology of the human mitral valve, I: chordae tendineae: a new classification. *Circulation* 1970; 41:449.
165. Voci P, Bilotta F, Caretta Q, et al: Papillary muscle perfusion pattern: a hypothesis for ischemic papillary muscle dysfunction. *Circulation* 1995; 91:1714.
166. Sakai T, Okita Y, Ueda Y, et al: Distance between mitral annulus and papillary muscles: anatomic study in normal human hearts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118:636.
167. Cooper T, Sonnenblick EH, Priola DV, et al: An intrinsic neuromuscular basis for mitral valve motion, in Brewer LA (ed): *Prosthetic Heart Valves*. Springfield, IL, Charles C Thomas, 1969; Ch. 2.

168. Police C, Piton M, Filly K, et al: Mitral and aortic valve orifice area in normal subjects and in patients with congestive cardiomyopathy: determination by two-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol* 1982; 49:1191.
169. Ormiston JA, Shah PM, Tei C, Wong M: Size and motion of the mitral valve annulus in man, II: abnormalities in mitral valve prolapse. *Circulation* 1982; 65:713.
170. Keren G, Sonnenblick EH, LeJemtel TH: Mitral annulus motion: relation to pulmonary venous and transmitral flows in normal subjects and in patients with dilated cardiomyopathy. *Circulation* 1988; 78:621.
171. Kinmonth JB: The movements of the annulus of the mitral valve. *J Cardiovasc Surg* 1963; 4:427.
172. Perloff JK, Roberts WC: The mitral apparatus: functional anatomy of mitral regurgitation. *Circulation* 1972; 46:227.
173. Covallesky VA, Ross J, Chandrasekaran, et al: Detection of diastolic atrioventricular valvular regurgitation by M-mode color Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1989; 64:809.
174. Barlow JB, Pocock WA: Mitral valve prolapse, the specific billowing mitral leaflet syndrome, or an insignificant non-ejection systolic click. *Am Heart J* 1979; 97:277.
175. Abrams J: Mitral valve prolapse: a plea for unanimity. *Am Heart J* 1976; 92:413.
176. Roberts WC, McIntosh CL, Wallace RB: Mechanisms of severe mitral regurgitation in mitral valve prolapse determined from analysis of operatively excised valves. *Am Heart J* 1987; 113:1316.
177. Procacci PM, Savran SV, Schreiter SL, et al: Prevalence of clinical mitral-valve prolapse in 1169 young women. *N Engl J Med* 1976; 294:1086.
178. Marchand P, Barlow JB, DuPlessis LA, et al: Mitral regurgitation with rupture of normal chordae tendineae. *Br Heart J* 1966; 28:746.
179. Roberts WC, Braunwald E, Morrow AG: Acute severe mitral regurgitation secondary to ruptured chordae tendineae. *Circulation* 1966; 33:58.
180. Gallagher PJ, Caves PK, Stinson EB: Pathological changes in spontaneous rupture of chordae tendineae. *Ann Chir Gynaecol* 1977; 66:135.

181. Braunwald. *Tratado de cardiología. Quinta Edición. Vol II.*
182. Olson LJ, Subramanian R, Ackermann DM, et al: *Surgical pathology of the mitral valve: a study of 812 cases spanning 21 years. Mayo Clin Proc* 1987; 62:22.
183. Burge DJ, DeHoratious RJ: *Acute rheumatic fever. Cardiovasc Clin* 1993; 23:3.
184. Emily L. Burkett and Ray E. Hershberger. *Clinical and genetic issues in familial dilated cardiomyopathy Journal of the American College of Cardiology, Volume 45, Issue 7, 5 April 2005, Pages 969-981.*
185. Camillo Autore, Paola Bernabò, Caterina Stella Barillà, Paolo Bruzzi and Paolo Spirito. *The prognostic importance of left ventricular outflow obstruction in hypertrophic cardiomyopathy varies in relation to the severity of symptoms Journal of the American College of Cardiology, Volume 45, Issue 7, 5 April 2005, Pages 1076-1080.*
186. Marzo KP, Herling IM: *Valvular disease in the elderly. Cardiovasc Clin* 1993; 23:175.
187. Korn D, DeSanctis RW, Sell S: *Massive calcification of the mitral annulus. N Engl J Med* 1962; 267:900.
188. Carpentier A: *Cardiac valve surgery: the French correction. J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86:323.
189. Hickey MS, Smith LR, Muhlbaier LH, et al: *Current prognosis of ischemic mitral regurgitation. Circulation* 1988; 78(suppl I): I-51.
190. Sharma SK, Seckler J, Israel DH, et al: *Clinical, angiographic and anatomic findings in acute severe ischemic mitral regurgitation. Am J Cardiol* 1992; 70:277.
191. Kishon Y, Oh JK, Schaff HV, et al: *Mitral valve operation in postinfarction rupture of a papillary muscle: immediate results and long-term follow-up in 22 patients. Mayo Clin Proc* 1992; 67:1023.
192. LeFeuvre C, Metzger JP, Lachurie ML, et al: *Treatment of severe mitral regurgitation caused by ischemic papillary muscle dysfunction: indications for coronary angioplasty. Am Heart J* 1992; 123:860.
193. Otsuji Y, Handschumacher MD, Liel-Cohen N, et al: *Mechanism of ischemic mitral regurgitation with segmental left ventricular dysfunction: three-dimensional echocardiographic studies in models of acute and chronic progressive regurgitation. J Am Coll Cardiol* 2001; 37:641.

194. Liel-Cohen N, Guerrero JL, Otsuji Y, et al: Design of a new surgical approach for ventricular remodeling to relieve ischemic mitral regurgitation. *Circulation* 2000; 101:2756.
195. Luther RR, Meyers SN: Acute mitral insufficiency secondary to ruptured chordae tendineae. *Arch Intern Med* 1974; 134:568.
196. Braunwald E: Mitral regurgitation: physiologic, clinical and surgical considerations. *N Engl J Med* 1969; 281:425.
197. Yiu SF, Enriquez-Sarano M, Tribouilloy C, et al: Determinants of the degree of functional mitral regurgitation in patients with systolic left ventricular dysfunction. *Circulation* 2000; 102:1400.
198. Yoran C, Yellin EL, Becker RM, et al: Dynamic aspects of acute mitral regurgitation: effects of ventricular volume, pressure and contractility on the effective regurgitant orifice area. *Circulation* 1979; 60:170.
199. Keren G, Laniado S, Sonnenblick EH, et al: Dynamics of functional mitral regurgitation during dobutamine therapy in patients with severe congestive heart failure: a Doppler echocardiographic study. *Am Heart J* 1989; 118:748.
200. Keren G, Katz S, Strom J, et al: Dynamic mitral regurgitation: an important determinant of the hemodynamic response to load alterations and inotropic therapy in severe heart failure. *Circulation* 1989; 80:306.
201. Ross J Jr: Adaptations of the left ventricle to chronic volume overload. *Circ Res* 1974; 34/35(suppl II):II-64.
202. Spinale FG, Ishihara K, Zile M, et al: Structural basis for changes in left ventricular function and geometry because of chronic mitral regurgitation and after correction of volume overload. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993; 106:1147.
203. Carabello BA, Nakano K, Corin W, et al: Left ventricular function in experimental volume overload hypertrophy. *Am J Physiol* 1989; 256:H974.
204. Sagawa K: The end-systolic pressure-volume relation of the ventricle: definition, modifications and clinical use. *Circulation* 1981; 63:1223.
205. Starling MR, Kirsh MM, Montgomery DG, et al: Impaired left ventricular contractile function in patients with long-term mitral regurgitation and normal ejection fraction. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22:239.
206. Brickner ME, Starling MR: Dissociation of end systole from end-ejection in patients with long-term mitral regurgitation. *Circulation* 1990; 81:1277.
207. Carabello BA: Mitral regurgitation, pt.1: basic pathophysiological principles. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 1998; 57:53.)

208. Carabello BA, Crawford FA Jr: Valvular heart disease. *N Eng J Med* 1997; 337:32.
209. Braunwald E, Awe WC: The syndrome of severe mitral regurgitation with normal left atrial pressure. *Circulation* 1963; 27:29.
210. Sasayama S, Takahashi M, Osakada G, et al: Dynamic geometry of the left atrium and left ventricle in acute mitral regurgitation. *Circulation* 1979; 60:177.
211. Senac, J.B.: *Traité de la structure du Coeur, de son action et de ses maladies*. Paris 1749.
212. Hall SA, Brickner ME, Willett DL, et al. Assessment of mitral regurgitation severity by Doppler color flow mapping of the vena contracta. *Circulation* 1997; 95:636-42.
213. Jaime Latour, Victor Abaira, Juan B Cabello. Métodos de investigación en cardiología clínica (IV). Las mediciones clínicas en cardiología: validez y errores de medición. *Rev Esp Cardiol* 1997; 50:117-128.
214. Thompson WD, Walter SD. A reappraisal of the kappa coefficient. *J Clin Epidemiol* 1988; 41: 949-958.
215. Maclure M, Willett WC. Misinterpretation and misuse of the kappa statistic. *Am J Epidemiol* 1987; 126: 161-169.
216. Walter SD. Measuring the reliability of clinical data: the case for using three observers. *Rev Epidemiol Sante Publique* 1984; 32: 206-211.
217. Feinstein AR, Cichetti DV. High agreement but low kappa: I. The problems of two paradoxes. *J Clin Epidemiol* 1990; 43: 543-549.
218. Cichetti DV, Feinstein AR. High agreement but low kappa: II. Resolving the paradoxes. *J Clin Epidemiol* 1990; 43: 543-549.
219. May SM. Modelling observer agreement - an alternative to kappa. *J Clin Epidemiol* 1994; 47: 1.315-1.324.
220. Bland JM, Altman DG. Measurement error proportional to mean. *BMJ* 1996; 313: 106-107.
221. Bland JM, Altman DG. Measurement error and correlation coefficients. *BMJ* 1996; 313: 41-42.
222. Bland JM, Altman DG. Measurement error. *BMJ* 1996; 312: 1.654.
223. Streiner DL, Norman GR. *Health measurement scales. A practical guide to their development and use* (2.^a ed.). Oxford: Oxford University Press, 1995.

224. Enriquez-Sarano M, Tajik AJ, Bailey KR, et al. Color flow imaging compared with quantitative Doppler assessment of severity of mitral regurgitation: influence of eccentricity of jet and mechanism of regurgitation [erratum appears in *J Am Coll Cardiol* 1993;22:342]. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:1211-19.
225. T Utsunomiya, T Ogawa and R Doshi, Doppler color flow 'proximal isovelocity surface area' method for estimating volume flow rate: effects of orifice shape and machine factors. *J Am Coll Cardiol* 17 (1991), pp. 1103-1111.
226. K Chao, V Moises, R Shandas and DJ Sahn, Surface adherence (The Coanda effect) reduces regurgitant jet size: Studies by color Doppler in an in-vitro model. *J Am Coll Cardiol* 15 (1990), p. 121A.
227. James D. Thomas, MD How Leaky Is That Mitral Valve?: Simplified Doppler Methods to Measure Regurgitant Orifice Area *Circulation*, February 4, 1997; 95(3): 548 - 550.
228. Giesler M.O.; Stauch M. Color Doppler determination of regurgitant flow: From proximal isovelocity surface areas to proximal velocity profiles: An in vitro study *ECHOCARDIOGRAPHY* Volume 9, Issue 1 , 1992, Pages 51-62.
229. Enriquez-Sarano M, Seward JB, Bailey KR, Tajik AJ. Effective regurgitant orifice area: a noninvasive Doppler development of an old hemodynamic concept. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:443-451.
230. MacIsaac AI, McDonald IG, Kirsner RL, Graham SA, Tanzer D. Left ventricular energy in mitral regurgitation: a preliminary report. *Aust N Z J Med* 1992;22:Suppl:532-540.
231. Vicente Miró Palau, Antonio Salvador, Adolfo Rincón De Arellano Clinical value of parameters derived by the application of the proximal isovelocity surface area method in the assessment of mitral regurgitation *International Journal of Cardiology*, Volume 68, Issue 2, 28 February 1999, Pages 209-216.
232. Jean-Luc Monin, Patrick Dehant, Cécile Roiron, Mehran Monchi, Functional Assessment of Mitral Regurgitation by Transthoracic Echocardiography Using Standardized Imaging Planes: Diagnostic Accuracy and Outcome Implications *Journal of the American College of Cardiology*, volume 46, issue 2, 19 July 2005, pages 302-309.
233. Enriquez-Sarano M, Seward JB, Bailey KR, Tajik AJ. Effective regurgitant orifice area: a noninvasive Doppler development of an old hemodynamic concept. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:443-451.
234. MacIsaac AI, McDonald IG, Kirsner RL, Graham SA, Tanzer D. Left ventricular energy in mitral regurgitation: a preliminary report. *Aust N Z J Med* 1992;22:Suppl:532-540.

235. Vicente Miró Palau, Antonio Salvador, Adolfo Rincón De Arellano
*Clinical value of parameters derived by the application of the proximal
isovelocity surface area method in the assessment of mitral regurgitation*
International Journal of Cardiology, Volume 68, Issue 2, 28 February 1999,
Pages 209-216.

236. Jean-Luc Monin, Patrick Dehant, Cécile Roiron, Mehran Monchi,
*Functional Assessment of Mitral Regurgitation by Transthoracic
Echocardiography Using Standardized Imaging Planes: Diagnostic Accuracy
and Outcome Implications* *Journal of the American College of Cardiology*,
volume 46, issue 2, 19 July 2005, pages 302-309.

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ
SERVICIO DE POSTGRADO

DILIGENCIA PARA HACER CONSTAR QUE EL
PRESENTE EJEMPLAR DE LA TESIS PRESENTADA
POR D.^{ña} Julia Darriba Pellán
CONSTA DE 264 PAGINAS Y HA SIDO ENTREGADA
CON FECHA 23 de septiembre 2005
A EFECTOS DE DEPOSITO DE TESIS.

EL FUNCIONARIO.



Reunido el Tribunal que suscribe en
el día de la fecha acordó otorgar
a la presente Tesis Doctoral la
calificación de SOBRESALIENTE CON
LAUDE POR UNANIMIDAD

Alcalá de Henares, 21 de DICEMBRE de 2005

EL PRESIDENTE



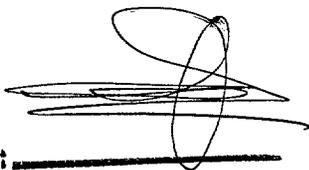
Fdo.: _____

EL SECRETARIO



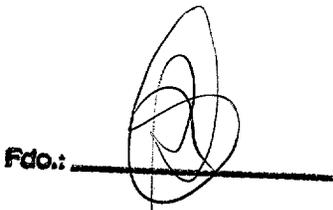
Fdo.: _____

EL VOCAL



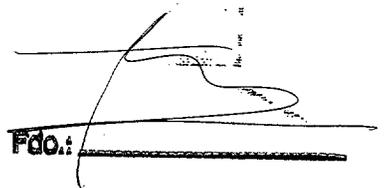
Fdo.: _____

EL VOCAL



Fdo.: _____

EL VOCAL



Fdo.: _____