

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**Departamento de Pediatría**



**LA ECOCARDIOGRAFÍA TRANSESOFAGICA Y SU  
IMPACTO EN LA CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

Ana Pérez Martínez

Bajo la dirección del Doctor:

Ángel Nogales Espert

**Madrid, 2002**

**ISBN: 84-669-2108-7**

Universidad Complutense de Madrid  
Facultad de Medicina



***La Ecocardiografía Transesofágica  
y su Impacto en la Cardiología Pediátrica***

Tesis Doctoral

Ana Pérez Martínez

Madrid 2002

Director

Prof. D. Angel Nogales Espert

# ÍNDICE

	Páginas
<b>Índice</b> .....	<b>I</b>
ABREVIATURAS.....	V
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>VII</b>
Definiciones.....	VIII
a - Impacto	
b - Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica	
c - Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria	
d - Ecocardiografía Transesofágica Intervencionista	
<b>I.ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFOGICA</b> .....	<b>1</b>
<b>I.1 INTRODUCCION</b> .....	<b>2</b>
I.1A - General de los Ultrasonidos desde el esófago .....	3
I.1B - De los Ultrasonidos desde el esófago en los niños.....	4
a- Sonda monoplane	
b- Sonda biplana	
c- Sonda multiplana	
<b>I.2 MATERIAL</b> .....	<b>6</b>
I.2A - Pacientes.....	7
I.2B - Equipo.....	7
a - Ecocardiógrafo y Transductor.....	7
b - Cuidados de la sonda Transesofágica.....	9
c – Ubicación/Sala en que se realizan.....	9
<b>I.3 METODO</b> .....	<b>12</b>
<b>I.3A - Método</b> .....	<b>13</b>
a- Tipo de estudio	
b- Indicaciones	
c- Variables estudiadas	
d- Análisis estadístico	
e- Definiciones	
<b>I.3B - Preparación del Paciente</b> .....	<b>16</b>
<b>I.3C - Profilaxis</b> .....	<b>17</b>
<b>I.3D - Introducción de la Sonda</b> .....	<b>18</b>
a - En el paciente consciente	
b - En el paciente anestesiado	
c - En el niño mayor	
d - En el niño pequeño	
<b>I.3E - ¿Quién debe hacer el Ecocardiograma Transesofágico</b> .....	<b>20</b>
<b>I.3F - i- Examen del Corazón con Sonda Biplana</b> .....	<b>21</b>
a – Imágenes en el Plano Transversal.....	22
b – Imágenes en el Plano Longitudinal.....	26
c - Planos Transgástricos.....	28

ii- Protocolo del Examen Ecocardiográfico Transesofágico de una Cardiopatía Congénita.....	30
<b>I.4 INDICACIONES.....</b>	<b>34</b>
a - Generales	
b - Específicas	
<b>I.5 CONTRAINDICACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>I.6 COMPLICACIONES.....</b>	<b>37</b>
a - Respiratorias	
b - Infecciosas	
c - Hemorrágicas	
d - Circulatorias	
e - Otras	
<b>I.7 LIMITACIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>I.8 COSTE.....</b>	<b>40</b>
<b>I.9 FORMACION EN ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFAGICA.....</b>	<b>41</b>
I.9A- Anatomía del esófago.....	41
I.9B-Conocimientos necesarios para realizar Ecocardiografía Transesofágica	44
B1- De la Especialidad.....	44
B2- De la Técnica.....	45
I.9C- Requisitos para la formación del Ecocardiografista Pediátrico en Ecocardiografía Transesofágica.....	46
<b>I.10 RESULTADOS GENERALES.....</b>	<b>47</b>
1- Tipo y número de Ecocardiogramas Transesofágicos realizados.....	48
2- Datos demográficos .....	49
3- Estadística básica.....	49
4- Complicaciones.....	49
<b>II. ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFAGICA INTRAOPERATORIA.51</b>	
<b>II.A INTRODUCCION .....</b>	<b>52</b>
1- Objetivo de la ETE IO PREBYPASS.....	54
2- Objetivo de la ETE IO POSTBYPASS.....	54
3- Lesiones residuales frecuentes Postbypass.....	55
4- Criterios de gravedad de las lesiones residuales.....	57
5- Función Miocárdica.....	58
5.a- Función Sistólica del Ventrículo Izquierdo.....	58
5.b- Función diastólica del Ventrículo Izquierdo.....	63
5.c- Indicaciones específicas de la valoración de la Función Ventricular....	67
6- Coste-Efectividad.....	68
7- ¿Quién debe realizar la Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria?...68	
<b>II.B PACIENTES Y METODO.....</b>	<b>70</b>
1 - Pacientes.....	71
2 - Variables estudiadas.....	71
3 - Técnica específica para el ETE Intraoperatorio.....	72
4 - Definiciones:.....	74

4a- ETE Intraoperatorio Prebypass	
4b- ETE Intraoperatorio Postbypass	
4c- Impacto de la ETE Intraoperatoria	
4d- Reoperación	
4e- Complejidad de las Cardiopatías Congénitas	
4f- Concordancia clínico-quirúrgica	
5 - Análisis estadístico.....	76
<b>II.C. i- RESULTADOS PREBYPASS.....</b>	<b>77</b>
1 - Análisis estadístico.....	78
1a- Demografía: edad, peso, sexo (media, mediana y desviación estándar)	
2b- Patologías en las que se realizó ETE IO	
2c- Tipos de Cirugía en que se realizó ETE IO	
2d- Impacto	
2 - Discusión.....	81
3 - Conclusiones.....	83
<b>II.C.ii- RESULTADOS POSTBYPASS.....</b>	<b>84</b>
1)- Grupo I - Características de los Pacientes a los que se realizó ETE Intraoperatoria Postbypass .....	85
2)- Grupo II - Características de los Pacientes a los que NO se realizó ETE Intraoperatorio Postbypass.....	92
IIA - Pacientes a los que se hizo Circulación Extracorpórea .....	92
IIB - Pacientes a los que se hizo CEC excluidas las Comunicaciones Interauriculares .....	93
IIC - Pacientes con Patología compleja.....	94
IID- Patologías específicas: cirugías CON ETE IO vs. cirugías SIN ETE IO Postbypass	
i - Canal Aurículo-Ventricular.....	95
ii - Tetralogía de Fallot.....	96
3)- Evolución de los pacientes en que se hizo ETE Intraoperatoria Postbypass .....	99
3.1 - Entrada de nuevo en Bypass: <b>IMPACTO</b> .....	100
3.2 - No se entró en un segundo Bypass.....	106
4)- Mortalidad.....	109
5)- Complicaciones.....	109
<b>II.D. DISCUSION.....</b>	<b>111</b>
<b>II.E LIMITACIONES</b>	
1- De la técnica.....	117
2- Del estudio.....	118
<b>II.F RESUMEN .....</b>	<b>119</b>
<b>III – ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFAGICA DIAGNOSTICA.....</b>	<b>121</b>
<b>III.A INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>122</b>
<b>III.B PACIENTES Y METODO.....</b>	<b>126</b>
1- Pacientes: ambulatorio / ingresado.....	127
2- Definiciones: .....	129
a- Patrón Oro	
b- Concordancia Clínico-Quirúrgica	

*c- Impacto de la ETE Diagnóstica*

<b>III.C RESULTADOS</b> .....	132
1 - Todos los pacientes.....	133
Análisis estadístico básico	
a-Demografía: edad, peso, sexo (media, mediana y desviación estándar).133	
b- Patologías en las que se realizó ETE Diagnóstico.....	135
c- Patrón Oro de la ETE Diagnóstica.....	136
d- Impacto de la ETE Diagnóstica.....	139
e- Análisis comparativo: ETE Diagnóstico Con Impacto / ETE Diagnóstico Sin Impacto .....	140
2 - Pacientes Ambulatorios.....	142
Análisis estadístico básico.....	143
a-Demografía: edad, peso, sexo (media, mediana y desviación estándar)..143	
b- Patologías en las que se realizó ETE Diagnóstico. ....	144
c- Impacto.....	145
d- Complicaciones.....	146
<b>III.D DISCUSION</b> .....	147
<b>III.E LIMITACIONES</b> .....	150
<b>III.F RESUMEN</b> .....	152
<b>IV. ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFAGICA INTERVENCIONISTA</b> .154	
<b>IV.A INTRODUCCION</b> .....	155
<b>IV.B PACIENTES Y METODO</b> .....	163
1- Pacientes.....	164
2- Técnica específica para el ETE Intervencionista.....	165
<b>IV.C RESULTADOS</b> .....	166
Análisis estadístico	
a- Demografía: edad, peso, sexo (media, mediana y desviación estándar)	
b- Patologías en las que se realizó ETE Intervencionista	
c- Complicaciones	
<b>IV.D DISCUSION</b> .....	171
<b>IV.E RESUMEN</b> .....	175
<b>V. CONCLUSIONES FINALES</b> .....	176
<b>VI. BIBLIOGRAFIA</b> .....	180

## ABREVIATURAS UTILIZADAS EN ORDEN ALFABETICO

<b>A</b>	anterior
<b>AAo</b>	arco aórtico
<b>AL/LA</b>	anterolateral
<b>AnAo</b>	anillo aórtico
<b>ACD</b>	arteria coronaria derecha
<b>ACI</b>	arteria coronaria izquierda
<b>AD</b>	aurícula derecha
<b>ADA</b>	arteria descendente anterior
<b>ADF</b>	área diastólica final
<b>AI</b>	aurícula izquierda
<b>AHA</b>	american heart association
<b>Ao</b>	aorta
<b>AoD</b>	aorta descendente
<b>AP</b>	arteria pulmonar
<b>APD</b>	arteria pulmonar derecha
<b>API</b>	arteria pulmonar izquierda
<b>ASF</b>	área sistólica final
<b>Az</b>	ázigos
<b>BAVC</b>	bloqueo aurículo-ventricular completo
<b>BT</b>	Blalock-Taussig
<b>CA</b>	cámara accesoria
<b>CAVC</b>	canal aurículo-ventricular completo
<b>ccTGA</b>	transposición de los grandes vasos congénitamente corregida
<b>CEC</b>	circulación extracorpórea
<b>CIA</b>	comunicación interauricular
<b>CIV</b>	comunicación interventricular
<b>CO</b>	gasto cardiaco
<b>4C</b>	cuatro cámaras
<b>Cx</b>	circunfleja
<b>D</b>	diagnóstica
<b>DAP</b>	ductus arteriosus persistente
<b>DdVI</b>	diámetro diastólico del ventrículo izquierdo
<b>DsVI</b>	diámetro sistólico del ventrículo izquierdo
<b>DSVD</b>	doble salida del ventrículo derecho
<b>DVPAT</b>	drenaje venoso pulmonar anómalo total
<b>E Ao</b>	estenosis aórtica
<b>Eco</b>	ecocardiograma
<b>E-max</b>	elastancia
<b>EM</b>	estenosis mitral
<b>EA/EAo</b>	estenosis aórtica
<b>ECMO</b>	oxigenación con membrana extracorpórea
<i>et al.</i>	y colaboradores
<b>ETE</b>	ecocardiografía transesofágica
<b>ETE D</b>	ecocardiografía transesofágica diagnóstica
<b>ETE INTERV</b>	ecocardiografía transesofágica intervencionista
<b>ETE IO</b>	ecocardiografía transesofágica intraoperatoria
<b>Fac</b>	fracción de acortamiento
<b>FAC</b>	área fraccional
<b>FC</b>	frecuencia cardiaca
<b>FE</b>	fracción de eyección
<b>Haz</b>	hemiázigos
<b>Hg</b>	mercurio
<b>HTA</b>	hipertensión arterial
<b>HTP</b>	hipertensión pulmonar
<b>I</b>	inferior

<b>IA/IAo</b>	insuficiencia aórtica
<b>IM</b>	insuficiencia mitral
<b>INTERV</b>	intervencionista
<b>IO</b>	intraoperatoria/intraoperatorio
<b>IP</b>	insuficiencia pulmonar
<b>IT</b>	insuficiencia tricúspide
<b>L</b>	lateral
<b>L-TGA</b>	transposición congénitamente corregida
<b>Modo M</b>	modo monodimensional
<b>O2</b>	oxígeno
<b>OD</b>	orejuela derecha
<b>OI</b>	orejuela izquierda
<b>OP</b>	ostium Primum
<b>OS</b>	ostium Secundum
<b>P</b>	posterior
<b>SA</b>	septo anterior / anteroseptal
<b>SC</b>	seno coronario
<b>SI</b>	septo íntegro / septo inferior
<b>SP</b>	septo posterior / posteroseptal
<b>SV</b>	seno venoso
<b>SVIH</b>	síndrome del ventrículo izquierdo hipoplásico
<b>T-B</b>	Taussig-Bing
<b>T.Fallot</b>	tetralogía de Fallot
<b>TGA</b>	transposición de las grandes arterias
<b>TOF</b>	tetralogía de Fallot
<b>TSVD</b>	tracto de salida del ventrículo derecho
<b>TSVI</b>	tracto de salida del ventrículo izquierdo
<b>TVI</b>	tiempo de velocidad integral
<b>UCI</b>	unidad de cuidados intensivos
<b>VAo</b>	válvula aórtica
<b>VCI</b>	vena cava inferior
<b>VCS</b>	vena cava superior
<b>VD</b>	ventrículo derecho
<b>VI</b>	ventrículo izquierdo
<b>VM</b>	válvula mitral
<b>VP</b>	válvula pulmonar
<b>VT</b>	válvula tricúspide
<b>VV PP</b>	venas pulmonares
<b>VPD</b>	vena pulmonar derecha
<b>VPI</b>	vena pulmonar izquierda
<b>vs.</b>	<i>versus</i>
<b>VU</b>	ventrículo único
<b>WMSI</b>	índice movimiento segmentario de la pared

## OBJETIVO

El propósito de esta Tesis es valorar el *impacto* que ha supuesto en la Cardiología Pediátrica, la introducción de la Ecocardiografía Transesofágica en el estudio morfológico y funcional de las distintas cardiopatías congénitas y adquiridas, con referencia exclusiva a los exámenes ecocardiográficos realizados con fines diagnósticos y a los que nos permiten realizar técnicas intervencionistas.

Estos exámenes se llevan a cabo, mediante:

- Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria (Pre y Postbypass)
- Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica
- Ecocardiografía Transesofágica Intervencionista.

## Definiciones

### **Impacto**

Por Impacto se entenderá todo cambio producido en la actitud terapéutica, médica o quirúrgica, como consecuencia de un hallazgo ecocardiográfico nuevo, sospechado o no sospechado.

### ***Ecocardiograma Transesofágico Intraoperatorio***

Es aquel que realizamos en el Quirófano, antes de la Cirugía o con el paciente todavía en bomba o inmediatamente después de salir de la misma, para definir mejor la anatomía de la lesión o para valorar el resultado inmediato de una intervención quirúrgica, informar al cirujano acerca de la contractilidad del ventrículo izquierdo o derecho y/o monitorizar la función ventricular y el efecto de las drogas sobre la misma

### ***Ecocardiograma Transesofágico Diagnóstico***

Es aquel que tiene como objetivo diagnosticar una anomalía morfológica o funcional que no ha podido ponerse de manifiesto con el ecocardiograma transtorácico ya sea por insuficiencia técnica, mala ventana ultrasónica o superior sensibilidad de la ecocardiografía transesofágica y llevamos a cabo en los Laboratorios de Ecocardiografía o Hemodinámica, en la Unidad de Cuidados Intensivos o en Quirófano antes de entrar en circulación extracorpórea.

### ***Ecocardiograma Transesofágico Intervencionista***

Es aquel que se lleva a cabo durante la realización de técnicas intervencionistas que precisan el apoyo de la fluoroscopia y que se hace, en combinación con ella o exclusivamente con Ultrasonidos, en el laboratorio de Hemodinámica, en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos o en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.



# **I. Ecocardiografía Transesofágica**

## ***1.1 Introducción:***

### ***De los Ultrasonidos desde el Esófago***

El desarrollo del ultrasonido aplicado a la medicina y más concretamente a la cardiología, empezó a partir de la 2ª mitad del siglo XX por el trabajo conjunto y entusiasta de científicos, ingenieros, técnicos y médicos junto con la inestimable colaboración de la Industria y la Universidad.

Fue en mayo de 1.953 cuando se aplicó por primera vez un transductor sobre la pared torácica y se vieron los primeros ecos de las estructuras cardiacas en movimiento <sup>1,2,3,4,5</sup>.

La peculiar situación del corazón dentro del tórax, casi totalmente rodeado por estructuras óseas y aéreas que dificultan la penetración del ultrasonido, hace que existan ventanas ultrasónicas limitadas desde la región precordial. En los neonatos y niños pequeños, la existencia de la zona subcostal y supraesternal abre nuevas ventanas que los ecocardiografistas pediátricos sabemos aprovechar. En los adultos y en los niños mayores, así como en algunos tipos de patología, estas áreas se muestran insuficientes, motivo por el cual se buscaron otras zonas de acceso que permitieran examinar mejor el corazón.

Los esfuerzos iniciales de la mayoría de los investigadores, se dirigieron hacia el desarrollo ultrasónico para obtener imágenes intravasculares. Así en 1.960, Cieszynski montó un transductor de un solo elemento sobre un catéter y lo introdujo por la vena yugular. De esta manera obtuvo imágenes del interior del corazón en perros <sup>5</sup>.

La idea de utilizar el esófago para obtener imágenes del corazón y los grandes vasos también comenzaron con los trabajos de este mismo autor, Cieszynski. El hecho de que el esófago sea una estructura inmediatamente retrocardiaca, sin nada que se interponga entre él y el corazón, hace que la calidad de imágenes que proporciona sea óptima.

El primer estudio transesofágico en el humano, fue realizado por Ebina en 1.964, siendo mejorado posteriormente por Frazin en 1.974 <sup>6</sup>. Se trataba sólo de imágenes de modo-M, monodimensionales. La primera investigación cardiaca con ultrasonido, vía esofágica, utilizando un gastroscopio fue comunicada por Side y Gosling en 1.971 utilizando un transductor con dos elementos montado sobre un gastroscopio rígido; con ello obtuvo información con Doppler-continuo de la velocidad del flujo cardiaco. Posteriormente,

Eggleton construyó un catéter con cuatro elementos en su punta produciendo imágenes bidimensionales. En 1.975, Daigle *et al* describieron los primeros registros con Doppler-pulsado desde dentro del esófago. El problema que se planteó en estos momentos y por lo que el desarrollo de esta técnica se estancó, fue que los gastroscopios eran rígidos, los pacientes tenían muchas dificultades para tragar el transductor y estaban conscientes (de ahí que fueran los anestesistas los primeros en introducir esta técnica en los quirófanos) y no existía un sistema que permitiera la adquisición de imágenes en tiempo real con buena resolución.

No fue hasta 1.978, cuando el Dr Hisanaga publicó en Japón, la primera experiencia personal con Ecocardiografía Transesofágica bidimensional <sup>7</sup>. El dispositivo que construyó consistía en un solo elemento que rotaba dentro de un balón relleno de aceite, montado sobre la punta de un gastroscopio. Un año más tarde, Hisanaga *et al*. describieron un escáner mecánico lineal que servía para la realización de estudios ecocardiográficos transesofágicos. El transductor de un solo elemento, se movía paralelo al eje largo del gastroscopio y se obtenían de 8-20 imágenes por segundo.

La introducción de los escáneres electrónicos, marcó la siguiente y más importante etapa durante la cual se fueron desarrollando técnicamente tanto los transductores que se empleaban, como la nueva tecnología del Doppler-pulsado y Doppler-color, siendo el afloramiento clínico de dicha técnica, a finales de los 80 <sup>8</sup>. A partir de entonces se produce una rápida expansión de la Ecocardiografía Transesofágica, lo que a su vez facilita el desarrollo tecnológico, mejorando nuestra capacidad diagnóstica día a día. Los avances producidos en los últimos años con el desarrollo del doppler continuo, la miniaturización de las sondas hasta 6-7 mm facilitando su uso pediátrico, la aparición de las sondas biplanas que utilizan dos transductores ortogonales o las sondas multiplanas rotatorias que permiten obtener una secuencia de planos en giros de hasta 180°, han contribuido a una más extensa utilización de esta técnica tanto con fines diagnósticos como intervencionistas <sup>9,10,11</sup>.

La incorporación de esta técnica a la población pediátrica ha sido bastante lenta; por un lado por el problema del tamaño de los transductores y por otro porque realmente, en los niños, la calidad de la información que ofrece la ecocardiografía transtorácica convencional en la mayoría de los casos es muy alta. Si a esto añadimos que en los

quirófanos se realizaba ecocardiografía epicárdica, teníamos las necesidades casi cubiertas y no demandábamos con la necesaria premura el desarrollo de la tecnología para que se pudiera aplicar a los niños <sup>11,12,13,14</sup>.

Sin embargo, los continuos avances en la disminución del tamaño de los transductores, el auge del cateterismo intervencionista y la cada vez más numerosa población de adolescentes y adultos jóvenes con cardiopatías congénitas operadas, han ido aumentando cada vez más el interés de esta técnica en la Cardiología Pediátrica <sup>15,16</sup>.

Así la primera sonda transesofágica que se utilizó en los niños (1.989) consistía en un transductor con un único plano de 28 elementos y 5 MHz, montado sobre un gastroscopio que medía 6.8 mm de diámetro: *sonda monopлана*. Posteriormente fue construido un transductor distinto, con un plano longitudinal de elementos colocados verticalmente, viéndose que aportaba más información en muchas cardiopatías congénitas: *sonda biplana* <sup>16,17,18</sup>. Se sabía que la *sonda multiplana* (proporciona imágenes de todos los planos desde 0° a 180°) que se había desarrollado con éxito en la población adulta (1.992), iba a tardar en introducirse en la pediátrica. Y así ha sido. Por un lado porque el tamaño de los transductores era y son más grandes (la primera en aparecer en el mercado, el diámetro externo de la punta medía 10,5 mm) y, por ello, no se pueden utilizar en el neonato, ni lactante pequeño (suele introducirse sin problemas en niños que pesen alrededor de 5 Kg); y por otro, muy pocas casas comerciales han desarrollado esta tecnología para la edad pediátrica por lo que no ha habido competencia ni estímulo para avanzar en su implantación <sup>18, 19, 20, 21</sup>.

## ***1.2 Material:***

***Pacientes***

***Equipo***

## **Pacientes**

Neonatos, lactantes, niños y adolescentes hasta los 16 años con Cardiopatía Congénita o adquirida, diagnosticados y tratados en la Unidad Pediátrica del Corazón del Hospital Universitario Materno-Infantil Doce de Octubre

## **Periodo de tiempo del estudio**

Desde Enero de 1.998 a Diciembre de 2001.

## **Equipo**

Los estudios han sido realizados con *Ecocardiógrafos* Acuson, plataforma 128XP y plataforma ASPEN™ dotados con formato de imagen bidimensional Vector, formato RES con buena resolución; imagen Bidimensional, Doppler-pulsado, Doppler-continuo, Doppler-color y modo-M. Memoria para captura digital de imágenes tanto estáticas como dinámicas, cine-loop, y de barrido, strip-cine, para captura retrospectiva y revisión (Figura 1y 2)



*Figura 1. Ecocardiógrafo*



*Figura 2. Ecocardiógrafo: detalle*

La sonda transesofágica V705B microCASE consiste en un gastroscopio flexible convencional al que se ha incorporado en la punta un transductor. La sonda es biplana, con 32 cristales en el plano transverso (el distal) y 32 en el plano longitudinal (el proximal). El tamaño de la punta es de 9.5 mm x 8,7 mm.; tiene tecnología multiHertz para seleccionar 7.0 MHz ó 5.0 MHz y así aumentar la resolución de las imágenes y tener mayor penetración en el Doppler-color. Trabaja en Modo-M, 2D, Modo M-color, 2D-color, Doppler-pulsado y Doppler-continuo simultáneo. Está dotada de un sofisticado sistema para sensor temperatura y poder continuar utilizándole por ejemplo en el recalentamiento de los enfermos durante el bypass intraoperatorio o en los enfermos febriles. El formato de la imagen es vectorial. La sonda posee 2 mandos de control (Figura 3) uno, el externo, para flexionar la punta anteriormente hasta 120° o posteriormente hasta 90° y otro, el interno, que permite proporcionar a la punta movimientos laterales, derecha e izquierda, de hasta 90°. Así mismo, el transductor puede ser rotado 360°. La longitud de la sección articulada de la sonda es de 33 mm y el diámetro de la vaina de 7.5 mm, siendo su longitud de 87 cm con marcas separadas de 5 en 5 cm y numeradas cada 10 cm. (Figura 3 y 4). El cambio de un plano a otro se realiza mediante un botón situado en el propio Ecocardiógrafo.

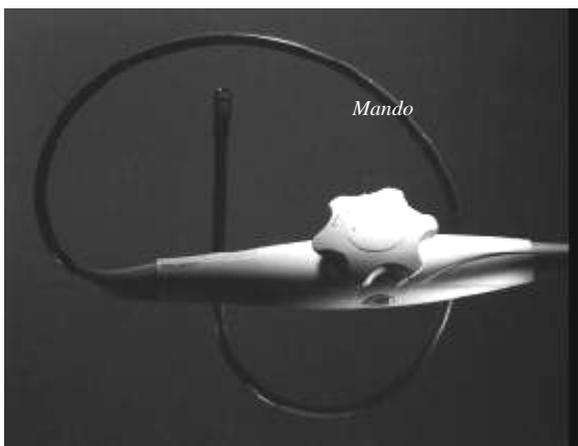


Figura 3 - Sonda Transesofágica Pediátrica

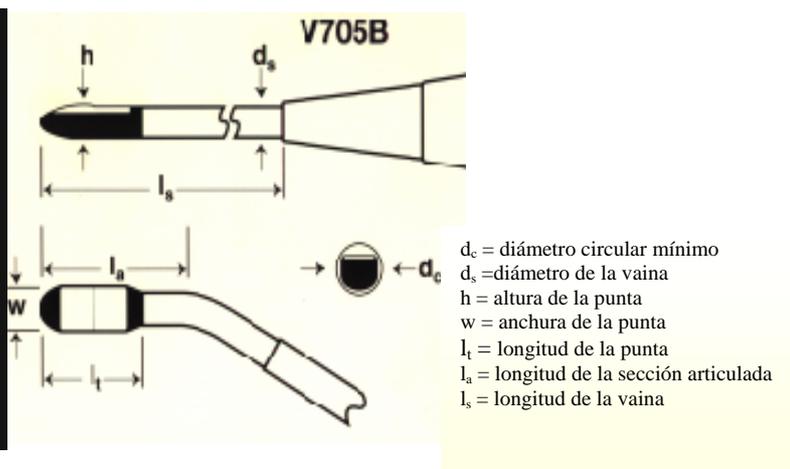


Figura 4. Medidas del transductor

## Cuidados de la Sonda

Antes de cada examen, la sonda es cuidadosamente inspeccionada en orden a detectar cualquier pequeña fractura o deterioro; a continuación se chequean los movimientos mediante giros con los dos mandos de control; así mismo se comprueba que la sonda está conectada adecuadamente al ecocardiógrafo.

Antes de introducir la sonda, se coloca en la punta y a lo largo de la vaina, una delgada capa de gel o lubricante, que se extiende con una gasa estéril para distribuirle uniformemente.

Después de realizar cada procedimiento, la sonda se limpia con agua y jabón para quitar la saliva y secreciones que hayan quedado, y, posteriormente, se introduce en un recipiente *ad hoc* que contiene una solución desinfectante de glutaraldehído al 3% (Cidex, Johnson & Johnson) durante, al menos 20 minutos (de 20 minutos a 3 horas). Pasado este tiempo, se saca del recipiente, se aclara con abundante agua del grifo y se deja secar al aire o con una compresa estéril<sup>12</sup>. Figura 5



Figura 5 – Cuidados de la sonda. Cubeta con desinfectante

Cuando la sonda no esté siendo utilizada, o para su transporte a las distintas salas, se debe guardar cuidadosamente en un maletín especial en el que la sonda no esté flexionada o en posiciones anómalas que puedan deteriorarla. En algunos laboratorios, la mantienen recta, colgada de un gancho especial adosado en la pared, mientras no haya que transportarla o utilizarla<sup>22,23</sup>

## Ubicación

El Ecocardiograma Transesofágico (ETE), se realiza dónde se necesite ya que se puede desplazar tanto el ecocardiógrafo como la sonda. Sólo los ETE diagnósticos de pacientes ambulatorios, precisan hacerlos en el propio Laboratorio de Ecocardiografía<sup>24</sup>

o en la Unidad de Cuidados Intensivos.

**El ETE Diagnóstico** se lleva a cabo fundamentalmente en el Laboratorio de Ecocardiografía, en donde se debe disponer de tomas de Oxígeno y de vacío, así como posibilidad de monitorizar la Saturación de Oxígeno mediante pulsioximetría (*Ohmeda Biox 3740 Pulse Oximeter*), la Frecuencia Cardíaca y la Tensión Arterial que medimos con un aparato Dinamap<sup>TM</sup> (*Critikon Vital Signs Monitor 8.100*) disponiendo de varios manguitos de diámetros de 5.8 a 25 centímetros, para adaptarlos según las edades de los pacientes; el ECG se monitoriza en la pantalla del Ecocardiógrafo. Se ha de disponer de un Carro de Parada Pediátrico perfectamente equipado según las recomendaciones del International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) revisado y actualizado diariamente<sup>25,26</sup>. El ETE diagnóstico también se realiza en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos o Neonatales, en el Laboratorio de Hemodinámica y en el Quirófano (prebypass, delante del cirujano) ya que todas estas áreas están perfectamente dotadas para ello. Tabla I

**Tabla-I**

<b>Equipamiento para la realización de un Ecocardiograma Transesofágico</b>	
Personal	Médico Cardiólogo Ecocardiografista Enfermera Auxiliar
Cuidados del paciente	Monitor de FC, Saturación de Oxígeno, Tensión Arterial Toma de Oxígeno Toma de vacío Monitorización del ECG Carro de parada incluyendo tubos endotraqueales de distintos tamaños, drogas, sueros
Ecocardiógrafo	
Sonda Transesofágica	
Equipo de limpieza de la sonda	Cubeta con glutaraldehído al 3 % para esterilizar la sonda Mordedor de varios tamaños Gel Lubricante Guantes

**El ETE Intraoperatorio** se realiza siempre en el Quirófano destinado en el Hospital Infantil 12 de Octubre a la cirugía de las Cardiopatías Congénitas o Adquiridas, excepción hecha de los grandes Prematuros en los que el cierre quirúrgico de los Ductus Arteriosus se llevan a cabo en la propia Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.

**El ETE Intervencionista** se realiza en la Sala de Hemodinámica del Hospital 12 de Octubre, en donde se hacen los cateterismos pediátricos. Técnicas intervencionistas terapéuticas tales como Pericardiocentesis, colocación de Marcapasos temporal o la Atrioseptostomía con balón con técnica de Rashkind, se hacen en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos o Neonatales, donde esté ingresado el niño.

### ***1.3 Método***

## Tipo de estudio

Estudio retrospectivo

## Indicaciones

Se realizó Ecocardiografía Transesofágica a aquellos pacientes diagnosticados de cardiopatía congénita o adquirida en la Unidad de Cardiología Pediátrica del Hospital Universitario Doce de Octubre, que cumplían las indicaciones generales y específicas propuestas por la Sociedad Americana de Ecocardiografía<sup>14, 39, 45, 46, 48, 49, 50</sup>

Los Ecocardiogramas Transesofágicos Intraoperatorios se realizaron a requerimiento del cirujano.

## Variables estudiadas

En todos los pacientes, se recogen:

Datos comunes a las distintas modalidades de Ecocardiografía Transesofágica realizadas:

- edad, peso, sexo, diagnóstico ecocardiográfico transtorácico, diagnóstico ecocardiográfico transesofágico, Impacto y complicaciones.

Datos específicos, según el tipo de examen:

- Patrón Oro y evolución en los ETE Diagnóstico (incluidos los Prebypass) Paciente Ambulatorio o Ingresado, lugar en el que se ha realizado el examen ecocardiográfico, en los ETE Diagnóstico.
- Tipo de intervención (con Circulación Extracorpórea o no), grado de complejidad de la cirugía y técnica quirúrgica que se realizó, en los ETE Intraoperatorios

- En los ETE Postbypass, se estudian dos grupos de poblaciones. Grupo I: pacientes operados de Cirugía Cardíaca a los que **Sí** se les ha realizado ETE Intraoperatoria Postbypass; Grupo II: Pacientes operados de Cirugía Cardíaca a los que **No** se les ha realizado ETE Intraoperatoria Postbypass. Se estudian y comparan distintas variables: edad, peso, tipo de Cirugía (con Circulación Extracorpórea (CEC) o Cerrada), Cirugía Correctora o Paliativa, Complejidad de la Cirugía, Tiempo de CEC, Tiempo de Clampaje Aórtico, Tiempo de Ventilación Mecánica, Estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), Estancia Postoperatoria, Reoperación precoz, Mortalidad Hospitalaria.

Dentro de ambos grupos, en un intento de homogeneizar las poblaciones a comparar, se estudian distintos subgrupos de pacientes: A)- Pacientes a los que **No** se les ha realizado ETE Intraoperatoria Postbypass y se les ha intervenido con Circulación Extracorpórea B)- Pacientes a los que **No** se les ha realizado ETE Intraoperatoria Postbypass y se les ha intervenido con Circulación Extracorpórea excluyendo las Comunicaciones Interauriculares. C)- Pacientes con máxima complejidad de la cirugía, Categoría C; D)- Pacientes intervenidos de la misma patología: Canal Aurículo-ventricular o Tetralogía de Fallot. (ver más adelante)

- En los ETE Intervencionistas, se recoge el tipo de Intervención realizada, si se hizo con sólo los Ultrasonidos o además con fluoroscopia

### **Análisis estadístico**

Se realiza un estudio estadístico básico (media, mediana, desviación estándar, rango) y comparativo (sólo en los estudios Postbypass) mediante el test de Fischer, t no pareada para el análisis de variables cuantitativas, y la Chi cuadrado para el análisis de variables cualitativas. Una  $p < 0.05$  se consideró significativa.

## **Definiciones**

### **Impacto**

Por Impacto se entenderá todo **cambio** producido en la actitud terapéutica, médica o quirúrgica, como consecuencia de un hallazgo ecocardiográfico nuevo, sospechado o no sospechado.

### ***Ecocardiograma Transesofágico Intraoperatorio***

Es aquel que realizamos en el Quirófano, antes de la Cirugía o con el paciente todavía en bomba o inmediatamente después de salir de la misma, para definir mejor la anatomía de la lesión o para valorar el resultado inmediato de una intervención quirúrgica, informar al cirujano acerca de la contractilidad del ventrículo izquierdo o derecho y/o monitorizar la función ventricular y el efecto de las drogas sobre la misma

### ***Ecocardiograma Transesofágico Diagnóstico***

Es aquel que tiene como objetivo diagnosticar una anomalía morfológica o funcional que no ha podido ponerse de manifiesto con el ecocardiograma transtorácico ya sea por insuficiencia técnica, mala ventana ultrasónica o superior sensibilidad de la ecocardiografía transesofágica y llevamos a cabo en los Laboratorios de Ecocardiografía o Hemodinámica, en la Unidad de Cuidados Intensivos o en Quirófano antes de entrar en circulación extracorpórea.

### ***Ecocardiograma Transesofágico Intervencionista***

Es aquel que se lleva a cabo durante la realización de técnicas intervencionistas que precisan el apoyo de la fluoroscopia y que se hace, en combinación con ella o exclusivamente con Ultrasonidos, en el laboratorio de Hemodinámica, en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos o en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.

## Preparación del Paciente

El paciente debe estar en ayunas al menos 4 horas antes del procedimiento

Se hará una breve historia para descartar alergias, patología esofágica o problemas de la coagulación

Hay que informar y dar una explicación detallada y cuidadosa del procedimiento a los niños mayores para reclamar su colaboración y a los padres para obtener el Consentimiento Informado.

Se monitorizará la Tensión Arterial, el ECG

continuo y la Saturación de Oxígeno con pulsoxímetro, anotando los datos en situación basal <sup>12,31,32</sup>. Se canaliza una vía intravenosa periférica necesaria para la sedación y por si se produce alguna complicación que precise medicación intravenosa. Tabla II

**Tabla II - Preparación del paciente**

Ayunas $\geq$ 4 horas
Breve H.Clínica: alergias, patología esofágica, trastornos de la coagulación
Explicación del procedimiento padres/niño
Consentimiento informado
Monitorización: FC, ECG, TA, Saturación de O <sub>2</sub>
Vía Intravenosa
Posición del paciente: decúbito lateral izquierdo/decúbito supino

Si el paciente está consciente, se administra Midazolán I.V. a 0,1– 0,3 mg/Kg/dosis, que se repite en caso necesario. Con ello se logra una disminución de la ansiedad del paciente así como una amnesia que mejora, en gran medida, la tolerancia del

procedimiento. Además es importante animar y tranquilizar al paciente con la voz, dirigiéndonos a él amablemente, explicándole los pasos que se dan y lo que se está haciendo. A veces, si el disconfort es importante, se añade alguna dosis de Fentanilo, a 0.1 mg/Kg/dosis <sup>33</sup>.

**Tabla-III - Medicación**

Midazolán 0.1 – 0.3 mg/Kg/dosis
Fentanilo 0.1 mg/Kg/dosis
Propofol 1-3 mg/Kg -> 4-12 mgKg/h, perfusion
Anexate 0.2 – 0.3 mg/dosis

Tabla III. No utilizamos agentes

anticolinérgicos para disminuir la salivación.

Al final del procedimiento, y si se ha utilizado Midazolán, se revierten sus efectos con Anexate, a 0.2 – 0.3 mg / dosis.

Cuando se realiza la Ecocardiografía Transesofágica durante procedimientos intervencionistas en la sala de Hemodinámica, los pacientes están anestesiados e intubados o no, según la edad y la patología. La anestesia se realiza con Propofol a dosis de 1-3 mg/Kg inicialmente para luego continuar con 4-12 mg/kg/hora, en perfusión. En la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) Pediátricos o Neonatológicos, los intervencionismos se realizan con el paciente intubado o no y, según la edad, dormidos con Midazolán (dosis de 0.5 mg/Kg bolo inicial y luego 2 microgramos/Kg/min intravenosos) o Propofol<sup>33, 34</sup>.

En el Quirófano, los exámenes prebypass se realizan en la fase de inducción de la Anestesia, con el paciente intubado y mientras le cogen las distintas vías para la monitorización. En este caso, y si el niño pesa más de 5-10 Kg, se deja la sonda introducida en el estómago durante todo el acto operatorio. Los exámenes postbypass, se hacen con el niño completamente anestesiado. La dificultad en este caso estriba en que, si no se ha hecho el estudio prebypass y por tanto no se ha dejado la sonda ya colocada en el estómago, la introducción de la misma conlleva sus problemas por la posición del paciente en la mesa de quirófano y los paños que le cubren. El anestesista que ha colocado el tubo endotraqueal es el que suele introducir la sonda transesofágica

## **Profilaxis**

Aunque algunos estudios sugieren que existe un riesgo significativo de bacteriemia durante el procedimiento de la Ecocardiografía Transesofágica<sup>35, 36</sup>, la incidencia real parece ser muy baja y, actualmente, la American Heart Association y la American Society Echocardiography no recomiendan administrar rutinariamente profilaxis antiendocarditis bacteriana, por lo que nosotros no la realizamos<sup>37, 38, 39</sup>. Quizá sería conveniente realizar la profilaxis antiendocarditis en aquellos pacientes portadores de válvula protésica, fístula de Blalock-Taussig modificado o una historia de endocarditis bacteriana previa<sup>40</sup>. Hay que tener en cuenta que es habitual la práctica de realizar

profilaxis antibiótica en todos los pacientes sometidos a cirugía cardíaca o cateterismo intervencionista.

## Introducción de la Sonda

Es una maniobra potencialmente peligrosa que precisa del conocimiento, experiencia y habilidad del que la realiza. En general, es más fácil en el paciente inconsciente que en el consciente. En Cardiología Pediátrica, todos los pacientes están inconscientes salvo niños mayores, de 13-14 años, muy colaboradores y que aceptan voluntariamente llevar a cabo la prueba despiertos tras intensas explicaciones del procedimiento. Es poco frecuente y suele hacerse sólo en los ecocardiogramas diagnósticos<sup>31,32</sup>



Figura 6. Introducción de la sonda Transesofágica ayudándose de los dedos. El examinador deprime la lengua con uno o dos dedos e introduce el transductor avanzándolo hacia la orofaringe

**En el paciente anestesiado**, el riesgo de introducir la sonda en la tráquea es mínimo, sobre todo porque el paciente suele estar intubado endotraquealmente. A veces, en los niños muy pequeños, puede haber un problema de espacio con los dos tubos. El niño está en supino y con la cabeza ligeramente flexionada. La sonda deberemos introducirla por uno de los lados de la boca, con cuidado de no desplazar el tubo endotraqueal que debe estar firmemente sujeto. Es raro que tengamos que sacar/remover sondas nasogástricas o termómetros porque interfieran con el transductor transesofágico.

Debido a que el paciente está inconsciente y no puede quejarse de dolor, hay que extremar las precauciones para asegurar el paso correcto de la sonda al esófago, sin presionar, ni forzar. El esfínter esofágico superior suele relajarse en la anestesia general y por tanto no se encuentra la resistencia que notamos en el paciente consciente

**En el paciente consciente,** anestesiarnos la orofaringe con objeto de suprimir el reflejo nauseoso. Solemos hacerlo con un aerosol tópico de Lidocaína al 1%, realizando 2 ó 3 pulsos con intervalos de unos 5 minutos. Para introducir la sonda, colocamos al paciente en decúbito lateral izquierdo, con la cabeza ligeramente flexionada. Utilizamos siempre un mordedor a través del cual introducimos la sonda a la que hemos aplicado un gel lubricante en su porción distal.

**En el niño pequeño** la introducción de la sonda suele hacerse con la cabeza ligeramente flexionada, ayudándose de los dedos de la mano izquierda índice y anular para presionar suavemente la lengua hacia abajo y así liberar la orofaringe; esto permitirá avanzar el transductor que es empujado levemente, sin forzar. La punta del transductor se mantendrá liberada del freno para permitirle moverse. Los dedos de la mano sirven de guía para que la punta del transductor, que estará ligeramente flexionada, se dirija hacia el orificio del esófago en la porción posterior de la lengua.. Avanzamos despacio, tratando de no perder la línea media, hasta que lo introducimos a lo largo del esófago y hasta el estómago.

La longitud dependerá del tamaño del paciente. En los niños pequeños, sin dientes o profundamente anestesiados (intraoperatorios y en algunos intervencionismos) no utilizamos el mordedor. Figura 6

**En el niño mayor** la posición del cuerpo es en decúbito supino y/o lateral izquierdo (figura 7); la introducción de la sonda suele hacerse colocando en primer lugar el mordedor entre los dientes y

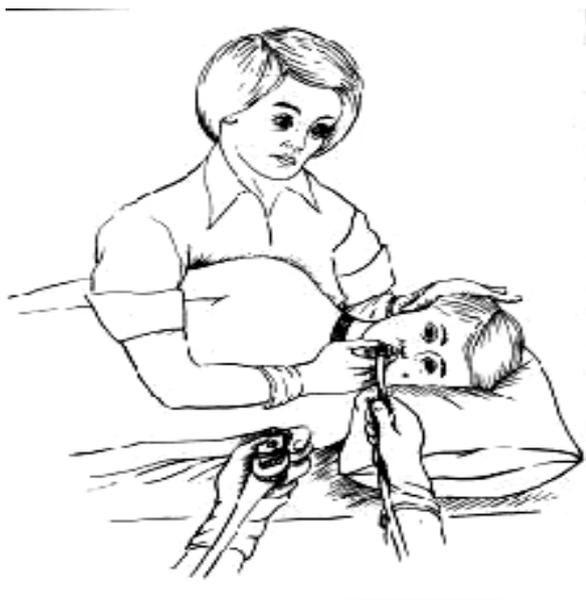


Figura 7. Introducción de la sonda a través del mordedor y sin ayudarse de los dedos. La punta del transductor se flexiona ligeramente y se avanza hacia la orofaringe

avanzando la punta de la sonda entremedias, sobre la lengua, manteniendo la línea media. Con la otra mano, movemos el mando de control para mantener la punta de la sonda ligeramente flexionada y así poder deslizarla sobre la parte posterior de la lengua e introducirla en el orificio del esófago. Si el paciente estuviera consciente, se le mandaría tragar mientras se mantiene una ligera presión sobre el transductor, animándole con la voz a realizar la maniobra porque inmediatamente notaremos una pérdida de la resistencia que nos indicará que estamos ya en el interior del esófago. Es muy importante no forzar la introducción de la sonda. Si encontramos la menor resistencia, debemos retirarla e intentarlo de nuevo, sin perder la línea media y/o ayudándonos con los dedos, como indicamos anteriormente.

### **¿Quién debe hacer la Ecocardiografía Transesofágica?**

En nuestro caso siempre es el Cardiólogo Pediátrico. Sin embargo, en otros centros es un médico anestesista. Lo importante no es quién sino que el ecocardiografista esté verdaderamente capacitado <sup>27, 28, 29, 30</sup>. En este sentido, el cardiólogo es el que mejor puede responder a las expectativas creadas ya que conoce bien la anatomía de las distintas cardiopatías congénitas y la función cardíaca.

Así mismo se debe disponer de una enfermera responsable de la monitorización del paciente y una auxiliar de enfermería.

## Técnica

### Examen Cardiológico mediante Ecocardiografía Transesofágica con Sonda Biplana

Se realiza siguiendo las recomendaciones establecidas para la Ecocardiografía Transesofágica por la Asociación Europea y Americana de Ecocardiografía<sup>39</sup>.

El estudio ecocardiográfico se lleva a cabo utilizando una *metodología* consistente en una *secuencia* determinada de las distintas posiciones del transductor para recoger imágenes desde todos los planos posibles que permitan un estudio completo Figura 8.

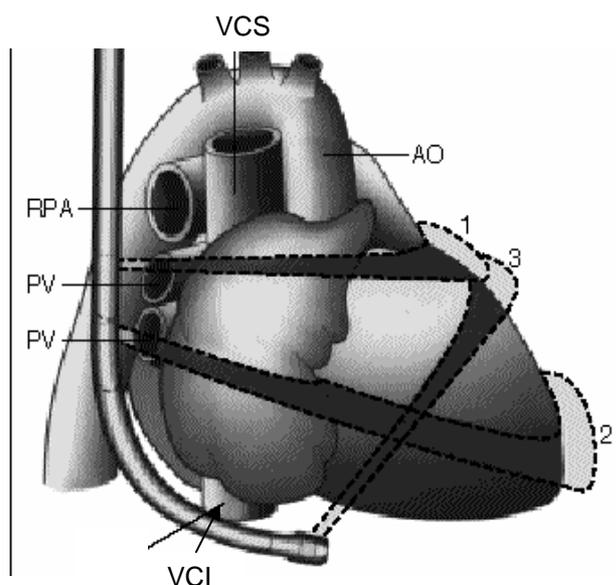


Figura 8 - Imagen de los tres planos básicos del corazón que pueden ser obtenidos con la sonda transesofágica desde el esófago y el estómago.

- Posición 1 - permite obtener el eje corto del corazón
- Posición 2 - permite obtener una proyección de 4-cámaras
- Posición 3 - transgástrico, se obtiene un eje corto de ambos ventrículos

Sin duda, habrá veces en que haya que dirigirse directamente al objetivo del examen para acortar al máximo el procedimiento ya sea por la gravedad del proceso (por ejemplo excluir un trombo) o por el estado general del paciente. Algunos grupos abogan porque se vaya siempre directamente al objeto del estudio, pero se ha visto que se detectan hasta un 10 % de hallazgos no sospechados haciendo una metodología sistemática completa. Por ello, en general, se recomienda realizar el estudio lo más completo posible.

Se puede comenzar desde dos sitios distintos:

- Introduciendo la sonda directamente hasta el estómago, obteniendo allí el eje corto de los ventrículos, y secuencialmente ir retirando el transductor,

examinando las distintas secciones desde el ápex a la base. Es la más utilizada en niños.

- Introduciendo la sonda hasta la parte alta del esófago, corresponde a la base del corazón, y, descendiendo, progresar hasta los planos transgástricos.

Lo importante es no pasar continuamente de un sitio a otro, ya que produce molestias y puede lesionar la mucosa.

La imagen ecocardiográfica que aparece en la pantalla del ecocardiógrafo es un vector, cuyo ángulo nos indica la posición del transductor. La escuela europea siempre ha dispuesto las imágenes sobre la pantalla del Ecocardiógrafo de manera que las estructuras posteriores se sitúen en la parte superior de la misma, en el ángulo del vector, mientras que las anteriores se sitúan en la parte inferior de la pantalla. El lado izquierdo del paciente y las estructuras superiores, se corresponden con el lado derecho de la pantalla y viceversa, el lado derecho del paciente y las estructuras inferiores con el lado izquierdo de la pantalla. Seward et al. cambian esta orientación para que las imágenes se parezcan más a las que se ven desde planos precordiales<sup>41</sup>. La *posición estándar* del transductor se corresponde con la situación del mismo en el esófago medio, posterior a la aurícula izquierda.

## **Imágenes en el PLANO TRANSVERSAL**

Se introduce la sonda dentro del esófago, y se avanza el transductor hasta situarle en la porción media del mismo, justo detrás de la Aurícula Izquierda (en los niños esta distancia es variable, según el tamaño del paciente, mientras que en el adulto se sitúa a unos 25-30 cm desde los dientes incisivos). Con una ligera retirada y anteflexión del transductor, se van obteniendo secuencialmente una serie de planos que se detallan a continuación<sup>32,42</sup>. (Figura 9 A,B,C,D,E)

### **1-Plano de las Arterias Pulmonares**

Con el transductor situado justo al nivel de la bifurcación de la tráquea, se visualiza la Arteria Pulmonar a la izquierda de la Aorta Ascendente proximal que se sitúa centralmente (Figura 8A). La bifurcación del tronco pulmonar se ve en la parte superior de la pantalla; con una ligera rotación del transductor desde esta posición, se visualiza el origen de ambas arterias pulmonares derecha e izquierda. La Arteria Pulmonar derecha se verá en casi todo su trayecto; anteriormente a ella, se sitúa la Vena Cava Superior. Debido a la posición del bronquio principal izquierdo, no se puede visualizar la porción distal de la Arteria Pulmonar Izquierda. Avanzando el transductor ligeramente, se verá la Vena Cava Superior, la Aorta ascendente proximal, la Aurícula Izquierda y la orejuela izquierda.

### **2-Plano de la Válvula Aórtica**

Avanzando un poco más, desde la posición anterior, se verá la *Aorta* en su posición habitual, encastrada entre ambas válvulas Auriculo-Ventriculares; por detrás de ella, la porción superior de la *Aurícula Izquierda* y, por delante, la porción distal *del tracto de salida del Ventrículo Derecho* y la *Válvula Pulmonar* (Figura 8B). Con una ligera rotación horaria, se verá a la izquierda de la Aorta, *la orejuela izquierda* y *la vena pulmonar superior izquierda* que están separadas entre sí por un reborde muscular. Si se continua rotando el transductor, se visualizará la *Aorta descendente* en un corte transversal. A la derecha de la Válvula Aórtica se verán la *Vena Cava Superior* y la porción proximal de la *Aorta ascendente*. Posteriormente a la entrada de la Vena Cava Superior en la Aurícula Derecha, se puede ver el segmento distal de la *vena pulmonar superior derecha* y su conexión con la Aurícula Izquierda.

### **3- Plano del Tracto de salida del Ventrículo Izquierdo**

Continuando avanzando el transductor, se obtiene un corte transversal *del tracto de salida del Ventrículo Izquierdo*. La *cúspide no coronariana* de la Válvula Aórtica se puede visualizar con movimientos de introducir y retirar el transductor. Por delante,

anteriormente, veremos la *trabécula septomarginalis* en el tracto de salida del Ventrículo Derecho y la porción de entrada del tabique interventricular muscular. Por detrás, posteriormente, se visualiza la Aurícula Izquierda y la Aurícula Derecha. Figura 8C

#### **4- Plano del Tabique Interauricular**

Un mínimo avance del transductor desde la posición previa, permite visualizar la parte central del Tabique Interauricular: *la fosa oval*. Por delante se visualiza la valva anterior de la *Válvula Mitral* y a la derecha del tracto de salida del Ventrículo Izquierdo, *la porción membranosa del tabique atrioventricular*. También podemos ver el *aparato subvalvular de la Válvula Tricúspide*.

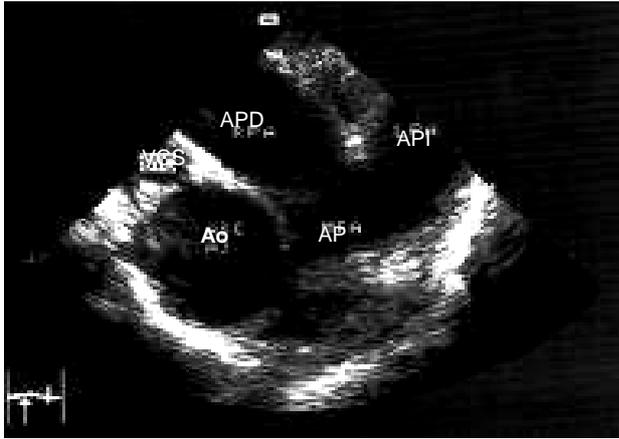
#### **5- Plano de la Unión Aurículoventricular**

Es el plano transesofágico al que nos referimos cuando hablamos del 4-Cámaras, pero no es en realidad un 4-Cámaras como en los planos precordiales; se trata de un eje corto en el que al Ventrículo Izquierdo se le corta mucho más arriba y anterior que por el ápex. Se suele visualizar *la porción inferior del tabique interauricular, la fosa oval y, anteriormente, el septum primum muscular*. En la Aurícula Derecha, se puede ver la válvula de Eustaquio de la Vena Cava Inferior y, apicalmente, la porción membranosa del *septo de entrada ventricular*. Igualmente se verán las *valvas septales de ambas válvulas Aurículo-Ventriculares y sus cuerdas tendinosas*. Dependiendo del tamaño de las cavidades cardiacas, se visualizará más o menos cantidad de las mismas, del tabique interventricular muscular y más posterior y a la izquierda, el lugar *de entrada de la vena pulmonar inferior izquierda en la Aurícula Izquierda*. También es un plano en donde se visualiza la entrada de la vena pulmonar inferior derecha a la Aurícula Izquierda. Figura 8D

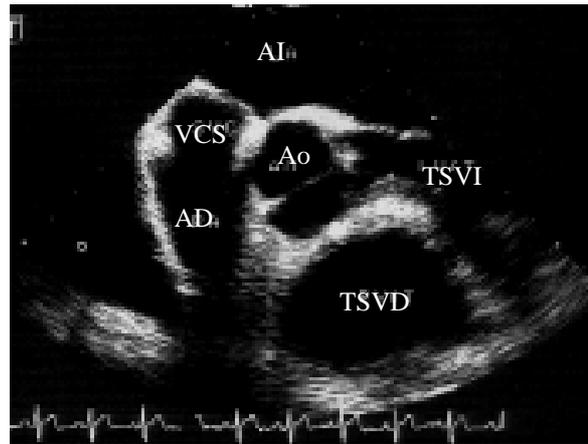
#### **6- Plano del suelo de las aurículas**

Desde una posición del transductor cercano a la porción más proximal del esófago, se visualiza *el suelo de las aurículas y la entrada de la Vena Cava Inferior en la Aurícula Derecha*. Igualmente veremos el *seno coronario* desembocando en la Aurícula Derecha.

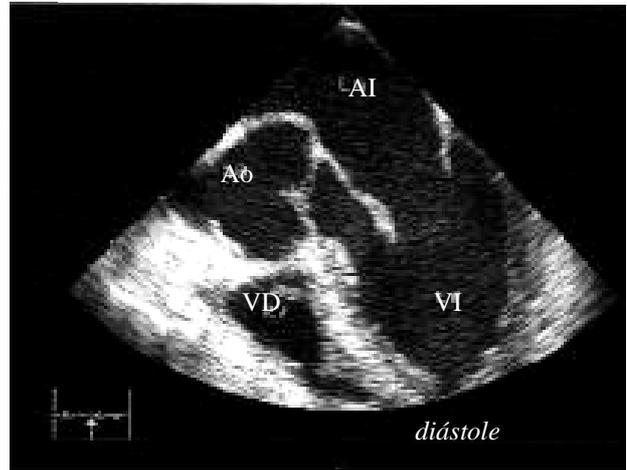
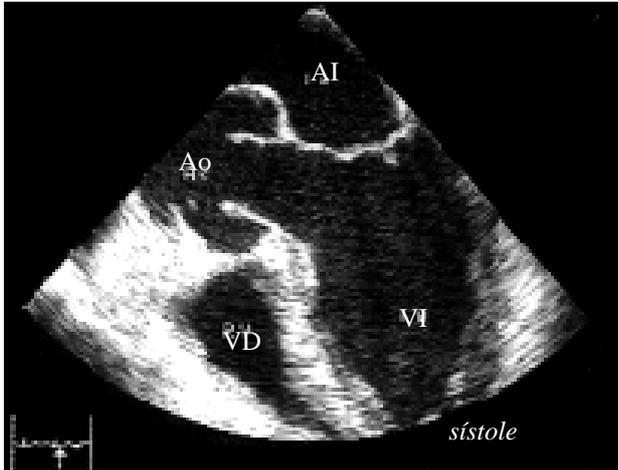
Figura 9.- IMÁGENES DESDE EL PLANO TRANSVERSO



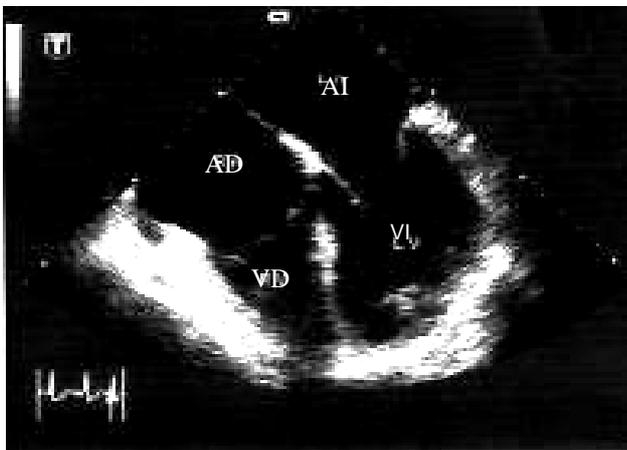
A- Plano transverso al nivel de las arterias pulmonares. Ao - aorta; AP - arteria pulmonar; API - arteria pulmonar izquierda; APD - arteria pulmonar derecha



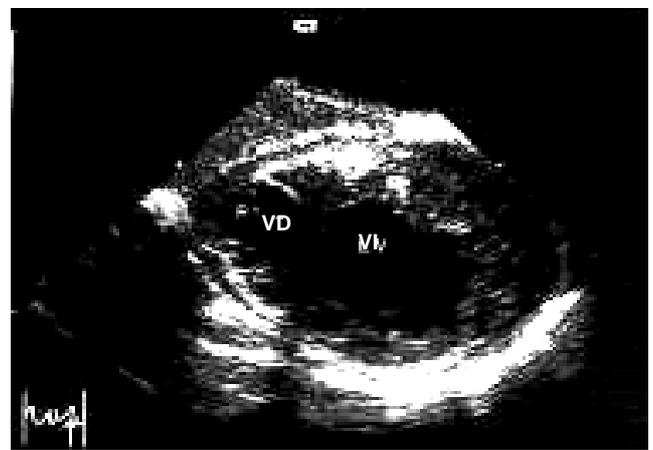
B- Eje corto a nivel de la válvula aórtica y de la unión de la VCS En la AD. AD-aurícula dcha; AI-aurícula izda.; TSVD-tracto de Salida del ventrículo dcho.; TSVI- tracto de salida del ventrículo izdo. VCS-vena cava superior.



C- Eje corto plano del tracto de salida del ventrículo izquierdo. Apertura y cierre de las válvulas aórtica y mitral en sístole y diástole. Ao - Aorta; AD - aurícula derecha; AI - aurícula izquierda; VD - ventrículo derecho; VI - ventrículo izquierdo



D- Plano transverso de la unión auriculoventricular. AD - aurícula derecha; AI - aurícula izquierda; VD - ventrículo derecho; VI - ventrículo izquierdo



E- Plano transverso gástrico. Eje corto del Ventrículo Izquierdo justo por debajo de los músculos papilares. VD- ventrículo derecho; VI- ventrículo izquierdo.

## Imágenes en el PLANO LONGITUDINAL

Con el transductor situado en posición estándar se obtendrá una secuencia de imágenes con sólo rotarle mínimamente de derecha a izquierda y avanzando y retirando levemente<sup>32, 42</sup>. Así se obtiene: (Figura 10 A,B,C,D)

### 1-Plano del eje de cavas

En el que se visualizará a la izquierda de la pantalla la porción supracardiaca de la *Vena Cava Superior* y su conexión con la Aurícula Derecha. Figura 10 A. Posterior a la Vena Cava Superior y, en eje corto, podemos ver la Arteria Pulmonar derecha. Anteriormente veremos la *orejuela derecha* y la Aurícula Derecha; posteriormente, y en el ángulo del vector, podemos visualizar la Aurícula Izquierda seccionada. Este plano corta el *Tabique Interauricular al nivel de la Fosa Oval* que podremos ver como una zona adelgazada del tabique. Si avanzamos el transductor ligeramente, visualizaremos la *Vena Cava Inferior entrando en la Aurícula Derecha y la válvula de Eustaquio*.

### 2- Plano de la Aorta ascendente

Una ligera rotación del plano anterior mostrará la *Aorta ascendente*; este plano corta la porción lateral de la *Válvula Tricúspide*, mostrando las valvas anterosuperior e inferior de la misma, así como una porción del Ventrículo Derecho. Figura 10B. En algunos pacientes, una mínima rotación permite visualizar la *Arteria Coronaria Derecha* proximal saliendo de la Aorta y una posterior angulación lateral de la punta del transductor, mostrará la *Válvula Aórtica* cortada transversalmente, lo que permitirá visualizar *las tres valvas* de la misma. Es el plano donde mejor se ve el verdadero orificio aórtico.

### **3- Plano del Tracto de Salida del Ventrículo Derecho**

Una rotación y angulación derecha desde el plano anterior abrirán la cavidad ventricular derecha y *su tracto de salida*. Estas estructuras se sitúan en la parte más lejana de donde tenemos la sonda, en la parte inferior de la pantalla. Y así, a la derecha del ecocardiografista se visualiza la *Válvula y el Tronco Pulmonar*, centralmente la raíz aórtica seccionada oblicuamente y a la izquierda, *la cúspide coronariana derecha de la Válvula Aórtica*. También, a veces, podemos ver la Válvula Tricúspide y la porción superior del tabique interauricular. Figura 10 C,D

### **4- Plano del Tabique Interventricular**

Con el transductor en posición neutra y utilizando rotación antihoraria, se podrá visualizar el *tabique interventricular*. Este plano corta el tabique oblicuamente y por eso muestra la apariencia de estar muy engrosado (Figura 10F). *El seno coronario y la comisura posteromedial de la Válvula Mitral* se ven en eje corto.

### **5- Plano del Ventrículo Izquierdo**

Partiendo del plano anterior, una rotación del transductor mostrará el Ventrículo Izquierdo en su eje largo por lo que se podrá ver el *verdadero ápex ventricular*. Igualmente se verá con nitidez, la *Válvula Mitral* y los *músculos papilares*. En la parte superior visualizaremos la orejuela izquierda y la rama pulmonar izquierda, en eje corto. Las *venas pulmonares izquierdas* se verán situadas posteriormente a la *orejuela*. .  
Figura 10 E

## PLANOS TRANSGASTRICOS <sup>43, 44</sup>

### Eje corto

Avanzando el transductor hacia el estómago, se obtiene el eje corto de los ventrículos. Desde aquí, las zonas inferiores de los ventrículos, se sitúan en la porción superior de la pantalla, de ahí que el músculo papilar postero-medial de la Válvula Mitral, se vea por encima del músculo papilar antero-medial. El aparato subvalvular de la Válvula Mitral se puede estudiar con todo detalle, mientras que el de la tricúspide no se visualiza. Si se flexiona anteriormente al máximo, y, a la vez, rotamos y retiramos simultáneamente el transductor, se pueden ver imágenes semejantes a las que vemos desde planos subxifoideos, sobre todo en lo que se refiere al *tracto de salida del ventrículo izquierdo* que además queda bastante bien alineado con el haz de Doppler, por lo que se pueden medir gradientes fiables.

### Eje longitudinal

Desde el estómago, y en el plano longitudinal, se visualiza la porción intrahepática de la Vena Cava Inferior y su unión con la Aurícula Derecha, así como el tracto de entrada y de salida del Ventrículo Derecho, el ápex del Ventrículo Izquierdo y la Válvula Mitral con su aparato subvalvular las cuerdas y los músculos papilares, aunque no es fácil de obtener esta última vista. Figura 11 A,B

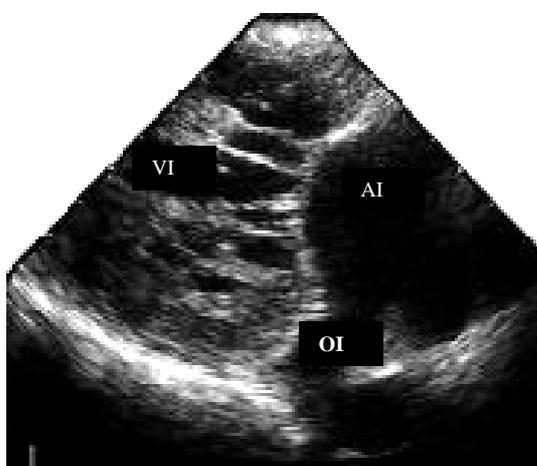
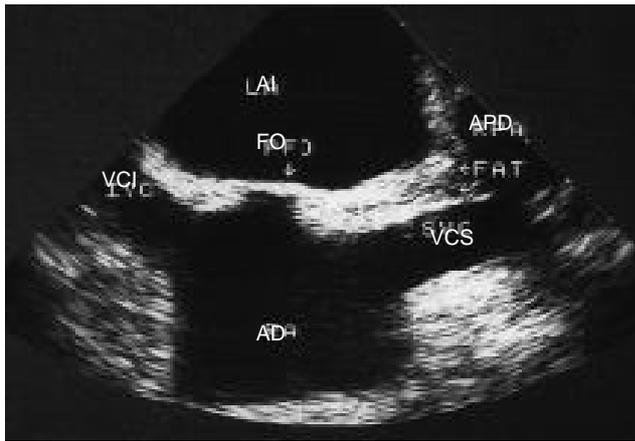


Figura 11. A.- Plano longitudinal transgástrico Válvula Mitral, cuerdas y músculos papilares. VI- ventrículo izquierdo; AI- aurícula izquierda; OI- orejuela izquierda

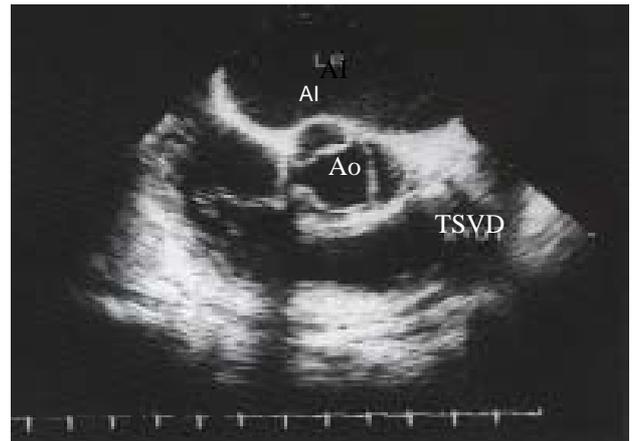


Figura 11. B.- Plano longitudinal transgástrico. Apex del Ventrículo Izquierdo

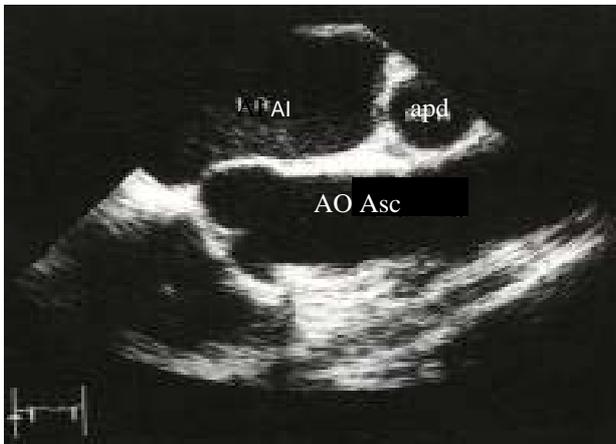
Figura 10.- IMÁGENES DESDE EL PLANO LONGITUDINAL



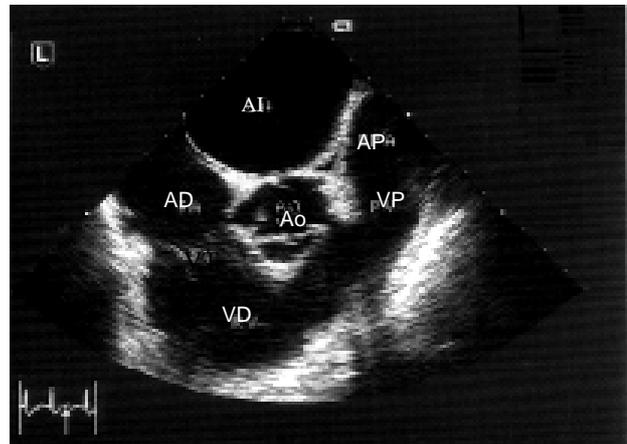
A- Plano longitudinal, eje de cavas. AD-aurícula derecha; AI-aurícula izquierda; APD - arteria pulmonar derecha; FO - foramen oval; VCS- vena cava superior; VCI - vena cava inferior



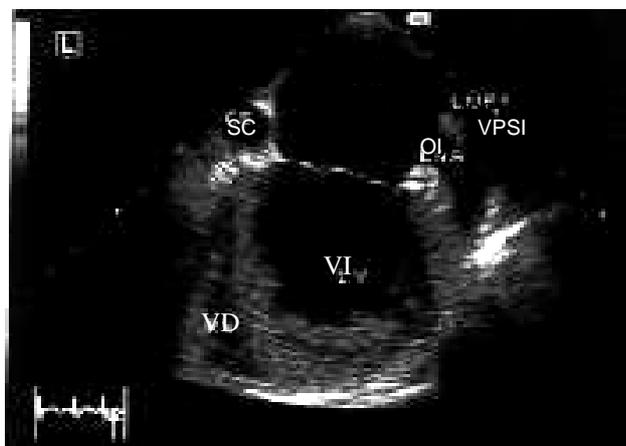
B- Eje corto al nivel de la válvula aórtica y de la unión de la VCS en la AD. AD-aurícula derecha; AI-aurícula izquierda; TSVD-tracto de salida del ventrículo derecho; TSVI- tracto de salida del ventrículo izquierdo.



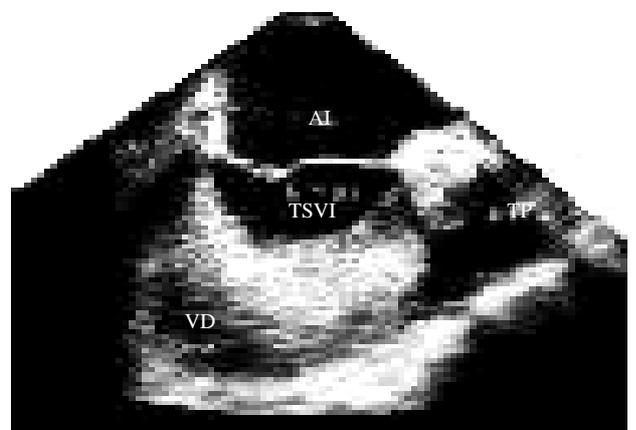
C- Plano longitudinal, eje largo de Aorta ascendente AoAsc - aorta ascendente; apd- arteria pulmonar derecha; AI - aurícula izquierda.



D- Plano longitudinal, imagen del tracto de salida de salida del ventrículo derecho. Ao - Aorta; AD - aurícula derecha; AI - aurícula izquierda; VD - ventrículo derecho; VI - ventrículo izquierdo



E- Plano longitudinal, imagen del ápex del ventrículo izquierdo. AI - aurícula izquierda; OI - orejuela izquierda; VI - ventrículo izquierdo; VPSI - vena pulmonar superior izquierda



F- Plano longitudinal, imagen del septo interventricular. TS VI -Tracto de salida del ventrículo izquierdo. AI-aurícula izquierda; VD- ventrículo derecho; TP- tronco pulmonar

## PROTOCOLO del Examen Ecocardiográfico Transesofágico de una Cardiopatía Congénita

Para valorar una cardiopatía congénita, se debe hacer un análisis segmentario del corazón que ayudará a diagnosticar las malformaciones cardíacas por complejas que sean<sup>31,32</sup>. Así se describirá en primer lugar:

### *a- Posición del ápex*

Desde una proyección de 4-Cámaras, en el plano transverso, valoraremos si está a la izquierda (*levocardia*), a la derecha (*dextrocardia*) o en el medio (*mesocardia*).

### *b- Conexiones venosas*

Avanzando el transductor y con una ligera rotación horaria, se visualizará el *hígado* cerca del hiato esofágico, *el segmento infradiafragmático de la vena cava inferior* y, retirando el transductor, veremos el *drenaje de las venas hepáticas*. La porción distal de la *Vena Cava Inferior* se debe seguir hasta su entrada en la *Aurícula Derecha*. Una posterior retirada del transductor, desde el plano transversal, nos permitirá visualizar la entrada de la *Vena Cava Superior a la Aurícula Derecha*; posterior a ella la *vena pulmonar superior derecha*, avanzando el transductor y con una rotación horaria, veremos la *vena pulmonar inferior derecha* cerca de la entrada a la *Aurícula Izquierda*. Con una rotación horaria de 90° del transductor, veremos el drenaje de la *vena pulmonar inferior izquierda* y con retirada del mismo, de la *vena pulmonar superior izquierda* así como de la orejuela izquierda. El Doppler-color, permitirá una rápida identificación de su drenaje en la *Aurícula Izquierda* (Figura 11).

### *c- Conexión aurículo-ventricular*

Una vez identificadas las conexiones venosas, el *situs* auricular se debe, además, definir por la morfología y localización de las *orejuelas*. La *orejuela morfológicamente derecha* debe situarse a la derecha, en el *situs auricular solitus*; la morfológicamente izquierda se situará a la izquierda. Desde planos transversales altos, la orejuela derecha quedará *anterior y superior* por lo que se debe angular la punta para poder visualizarla enteramente.

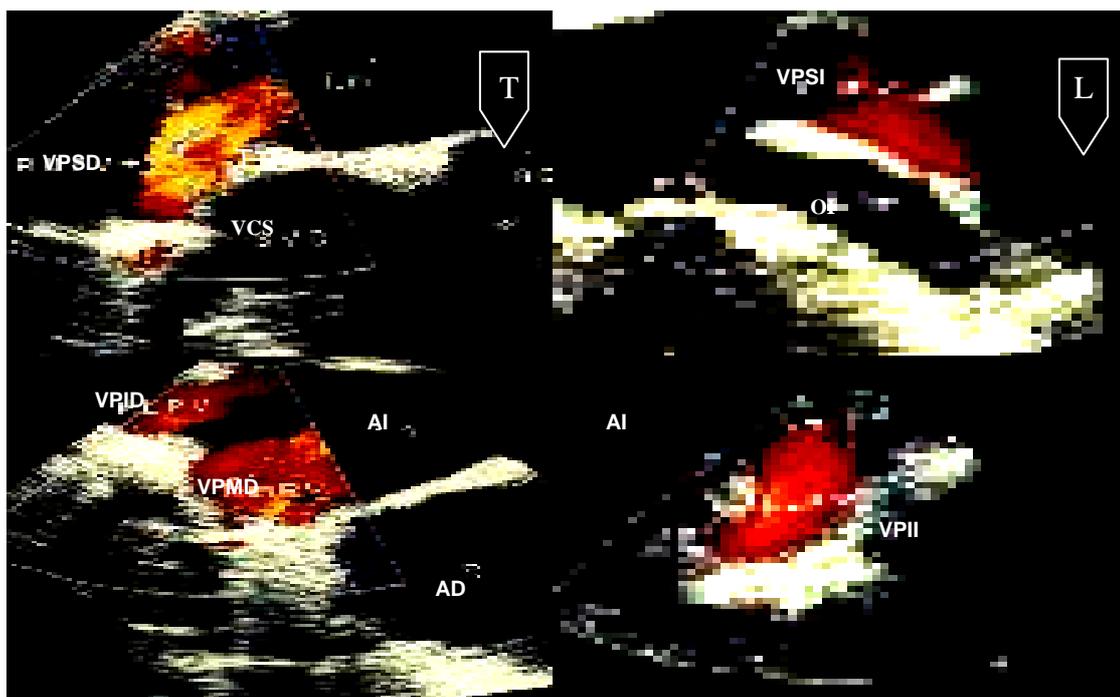


Figura 11- Con una combinación de los planos transverso y longitudinal, pueden visualizarse perfectamente las cuatro venas pulmonares drenando en la Aurícula Izquierda. AI- aurícula izquierda; AD- aurícula derecha; VPID- vena pulmonar inferior derecha; VPID- vena pulmonar inferior izquierda; VPMD- vena pulmonar media derecha; VPSD- vena pulmonar superior derecha; VPSI- vena pulmonar superior izquierda.. T- plano transversal; L- plano longitudinal.

Con las aurículas identificadas, pasaremos a la identificación de los ventrículos. Esto se hace por la *inserción de las válvulas auriculo-ventriculares*. La Válvula Tricúspide se inserta más cerca del ápex que la Válvula Mitral. Un plano transversal 4Cámaras nos permitirá visualizarlo fácilmente.

#### *d- Conexión ventrículo-arterial*

El ecocardiograma transesofágico no es la herramienta diagnóstica de elección, dada la dificultad de visualizar simultáneamente los vasos arteriales y las cámaras ventriculares. Se precisa alternar planos transversales altos con longitudinales, avanzando y retirando el transductor para visualizar la relación de los vasos arteriales con los ventrículos.

*e- Valoración de las lesiones individualizadas: la Ecocardiografía Transesofágica en el diagnóstico inicial o primario de las cardiopatías congénitas (Tabla IV)*

- . Retorno venoso normal y anómalo
- . Morfología de las aurículas: normal y patológicas
- . Defectos del Tabique interauricular
- . Anomalías de la unión aurículoventricular
- . Anomalías congénitas de las Válvulas Aurículoventriculares
- . Defectos del Tabique interventricular
- . Tracto de salida derecho y arterias pulmonares
- . Tracto de salida izquierdo y la válvula Aórtica
- . Anomalías de la unión ventrículo-arterial
- . Arterias coronarias y la aorta torácica

**Tabla IV -Valoración de las Cardiopatías Congénitas mediante Ecocardiografía Transesofágica**

<b>Planos estándar</b>	<b>Estructuras cardiacas visualizadas</b>	<b>Cardiopatía visualizada - ejemplo-</b>
<b>Planos transgástricos</b>	<b>Morfología ventricular Relaciones de los ventrículos Función ventricular Aparato subvalvular Mitral Vena Cava inferior Venas suprahepáticas Válvulas Aurículo-Ventriculares</b>	<b>Dominancia ventricular Ventrículos supero/inferior  Válvula Mitral en paracaídas Interrupción de la VCI Drenaje individual Orificio de las válvulas AV común</b>
<b>Esófago inferior</b>	<b>Seno Coronario  Septo de entrada muscular  Válvula Tricúspide  Vista del corazón en 4-Cámaras</b>	<b>Seno Coronario sin techo Seno Coronario dilatado CIV musculares del septo de entrada Malformación de Ebstein Atresia Tricúspide Inserción de las válvulas AV Defectos del septo atrioventricular Comunicaciones Interventriculares perimembranasas</b>
<b>Vistas de la Aurícula Izquierda</b>	<b>Válvula Mitral  Tabique Interauricular  Venas Pulmonares Cavidades auriculares  Tracto de salida del VI</b>	<b>Insuficiencia valvular Endocarditis F Oval Patente Defectos de la Fosa Oval Conexiones anómalas Situación de las aurículas Parches intraauriculares Cor triatriatum Membranas Cabalgamiento de las Arterias</b>
<b>Esófago medio</b>	<b>Tabique Interauricular  Unión Aurículo-Ventricular Vena Cava Superior Válvula Aórtica Tracto de salida del VD Tronco pulmonar  Arterias pulmonares</b>	<b>Defectos tipo Seno Venoso Yuxtaposición de orejuelas Transposición/Malposición Drenajes anómalos Estenosis valvular aórtica Estenosis Infundibular Ductus Arterioso Persistente Estenosis supravalvular Fístulas paliativas Estenosis periféricas</b>
<b>Aorta Torácica</b>	<b>Arco aórtico Aorta descendente</b>	<b>Coartación de Aorta Colaterales</b>

Tomada de Stümper y Sutherland: *The standard examination protocol. En Transesophageal Echocardiography in Congenital Heart disease, 1.994.*

VI-ventrículo izquierdo; VD- ventrículo derecho; AV- aurículo-ventricular; VCI- vena cava inferior  
Nota: Se debe realizar un análisis segmentario del corazón, previo al estudio de una lesión específica

## **I.4 INDICACIONES** <sup>14, 39, 45, 46, 48, 49, 50</sup>

### **a- Generales**

1 - Cualquier paciente con cardiopatía congénita o adquirida que precise información diagnóstica significativa que no pueda ser obtenida por ecocardiografía transtorácica.

2 - Para monitorización y guía de procedimientos quirúrgicos cardiovasculares cuando hay riesgo de cortocircuito residual, insuficiencia valvular, obstrucción o disfunción miocárdica.

3 - En los cateterismos intervencionistas o durante la ablación por radiofrecuencia, como guía para colocar un dispositivo o un catéter, en pacientes con cardiopatía congénita

4 - Para estudio de pacientes con parche intraauricular, presión venosa central elevada, dilatación auricular importante, aumento de cianosis o arritmia, en los que existe preocupación por la posible formación de trombos.

5 - Pacientes con dispositivos intravasculares colocados hace mucho tiempo en los que existe sospecha de trombo o vegetación.

6 - Pacientes con prótesis valvulares, en quienes se sospecha trombo o vegetación.

7 - Pacientes con sospecha de endocarditis y mala ventana ultrasónica

### **b- Específicas** <sup>14, 45</sup>

#### **I – Diagnóstico** <sup>51-58</sup>

- . Anomalías del retorno venoso sistémico y pulmonar
- . Defectos del tabique interauricular
- . Anomalías de la unión AV y de las válvulas aurículo-ventriculares
- . Defectos del tabique interventricular subarteriales doblemente relacionados
- . Obstrucciones complejas del tracto de salida del ventrículo izquierdo

- . Estenosis de las arterias pulmonares
- . Ductus Arteriosus Persistente
- . Disección/aneurismas de la Aorta ascendente en el Síndrome de Marfán
- . Valoración de la insuficiencia de las válvulas AV y semilunares
- . Valoración de la función de las prótesis valvulares
- . Sospecha de émbolos de origen cardíaco (incluido post-Fontán)
- . Valoración de la función ventricular
- . Valoración de la presencia de verrugas en las sospechas de endocarditis

## II – Evaluación Intraoperatoria y Monitorización<sup>59-73</sup>

- . Defectos del tabique interauricular tipo seno venoso
- . Cirugía de los defectos del tabique interventricular doblemente relacionados, subarteriales, membranosos, múltiples o musculares.
- . Defectos del tabique atrioventricular
- . Plastia de las válvulas Auriculo-Ventriculares
- . Tetralogía de Fallot
- . Cirugía de los tractos de salida derecho e izquierdo
- . Cirugía del switch arterial
- . Cirugía de Mustard o Senning
- . Cortocircuitos cavo-pulmonares y procedimientos tipo Fontán
- . Conductos ventrículo-pulmonares
- . *Monitorización continua\**
- . *Diagnóstico y tratamiento de las complicaciones del postoperatorio inmediato\**

## III – La ETE en los Cateterismos intervencionistas<sup>17, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80</sup>

- . Septostomía auricular con balón
- . Biopsia muscular cardíaca
- . Cierre de los tabiques interauricular e interventricular
- . Punción transeptal del tabique interauricular

- . Dilatación con catéter balón de estenosis venosas postprocedimientos de Mustard o Senning
- . Valvuloplastia con balón de las válvulas aórtica, pulmonar o mitral
- . Angioplastia con balón de la arteria pulmonar o la aorta
- . Posición del catéter de ablación de vías anómalas
- . *Exclusión de complicaciones inmediatas\**
- . *Valoración inmediata de los resultados / cambios hemodinámicos\**
- . *Asistencia en las cirugías mínimamente invasivas\**

#### **IV – Seguimiento**

- . De las operaciones de Mustard, Senning, Jatene o tipo Fontan.
- . De las plastias o prótesis de las válvulas A-V
- . Sospecha de lesiones auriculares residuales o adquiridas

#### **V – Cuidados Intensivos<sup>81-83\*</sup>**

- . *Monitorización de la función ventricular*
- . *Valoración de la retirada del dispositivo de asistencia ventricular*
- . *Taponamiento cardiaco*

*\* No constan en las Indicaciones de la ASE del año 1.992 y han sido añadidas por actualizar las indicaciones*

## **I.5 CONTRAINDICACIONES**

No existe una lista de contraindicaciones emanada de la Sociedad Europea o Americana de Ecocardiografía. Cada centro desarrolla sus propios criterios. Existen sin embargo una serie de patologías que para todos los grupos constituyen **contraindicaciones absolutas**<sup>32</sup> Tabla V:

- 1- Patología severa de la columna cervical
- 2- Patología esofágica severa: Obstrucciones, Fístulas, Perforaciones, Divertículos
- 3- Trastornos severos de la coagulación

**Contraindicaciones relativas:**

- 1- Cirugía reciente gastroesofágica
- 2- Hemorragia gastroesofágica reciente
- 3- Patología inflamatoria cervical
- 4- Pacientes que han recibido radioterapia mediastínica<sup>31</sup>
- 5- Pacientes < 3 Kg (según el tamaño de la sonda de que se disponga)

**Tabla V - Contraindicaciones de la ETE**

Absolutas	Relativas
Patología severa de la columna cervical Patología severa del esófago Trastornos severos de la coagulación	Cirugía gastroesofágica reciente Hemorragia gastroesofágica Patología inflamatoria cervical Pacientes con radioterapia mediastínica Pacientes < 3 Kg (según tamaño de la sonda de que se disponga)

## I.6 COMPLICACIONES

La tasa de complicaciones actuales de la Ecocardiografía Transesofágica (ETE) en niños, es semejante a la del adulto. En las primeras series que se comunicaron, se situaban alrededor del 1-2 % y eran fundamentalmente hemorragias y/o arritmias<sup>84, 85, 86, 87</sup>. No se ha comunicado ninguna muerte en pediatría. En los primeros años de los 90, se documentaron bacteriemias transitorias hasta en un 6-7 % de los casos. De ahí, que la American Heart Association recomendara la realización de profilaxis antibiótica, antiendocarditis bacteriana, como se venía haciendo en todas las endoscopias. Posteriormente se ha visto que esta incidencia se ha reducido prácticamente a cero y es excepcional que algún grupo la siga realizando en el momento actual.

La complicación que más se reseña por todos los grupos es la imposibilidad de sondear a determinados niños, sobre todo neonatos pequeños y neonatos con Síndrome de Down. En los Ecocardiogramas Intraoperatorios, las extubaciones accidentales, interferencias con la ventilación<sup>88</sup>, disminución de la saturación de Oxígeno<sup>89</sup> por pequeñas compresiones sobre el tubo endotraqueal especialmente en niños pequeños por debajo de 5 Kg, son las más frecuentes pero son rápidamente detectadas por las alarmas del ventilador. Tabla VI

Tabla- VI

Recientemente, Greene *et al.* han comunicado un trabajo en el que advierten sobre la leve lesión que se produce en la mucosa del esófago durante la ecocardiografía transesofágica intraoperatoria, sobre todo en niños por debajo de 10 Kg<sup>90</sup>. Desgraciado ha sido el caso descrito por Muhiudeen en el que se produjo una perforación del esófago en un neonato<sup>91</sup> Fisher *et al.*, han notificado un excepcional caso de toxicidad en un adulto por metahemoglobinemia desencadenada por la benzocaína tópica dada para anestesiarse la orofaringe<sup>92</sup>.

COMPLICACIONES	
Respiratorias	Extubaciones accidentales Compresión tubo endotraqueal Obstrucción de la vía aérea
Infecciosas	Endocarditis bacteriana, no actualmente
Hemorrágicas	Lesión de la mucosa esofágica
Circulatorias	Compresión vascular ↓ Saturación de O <sub>2</sub>
Tóxicas	Metahemoglobinemia

En los últimos años, Stevenson ha comunicado la incidencia de complicaciones en 1.650 niños en los que realizó ecocardiografía transesofágica. Observó que 1534 ecocardiogramas fueron intraoperatorios<sup>85</sup>. Complicaciones se produjeron en un 3.2 %; en el 0.8 % no pudo insertar el transductor. En un 1 % ocurrió obstrucción de la vía aérea, extubación traqueal inadvertida en un 0,5 %, compresión vascular en un 0.6 % y otras, en 0.2 %. No encontró hemorragias o arritmias significativas, ni mortalidad. Obstrucción de la vía aérea y fallo en la inserción de la sonda fue más frecuente en los niños con menor peso.

## **I.7 LIMITACIONES DE LA ECOCARDIOGRAFÍA TRANSESOFÁGICA EN NIÑOS**

La ETE es un procedimiento semiinvasivo, por lo que es necesario estar seguro de que el riesgo y el malestar, independientemente de lo pequeño y leve que pueda ser, justifique su realización. Es importante no hacer una ETE sin una indicación clara.

Durante la ETE, se pueden encontrar dificultades en la obtención de imágenes. Existe una limitación de los planos a realizar, sobre todo si se dispone de uno o dos planos que es casi lo habitual en niños. Es necesario estar preparado para estas limitaciones, y beneficiarse de la parte de la ETT que pueda servir de ayuda en una valoración general.

La falta de habilidad para la alineación con el chorro ha impedido, a menudo, la valoración por la ETE de las velocidades máximas del flujo. Esto es fundamentalmente así en los chorros de los tractos de salida ventriculares derecho e izquierdo.

### **Limitaciones de la ETE Diagnóstica**

A pesar de ser una excelente herramienta diagnóstica, tiene sus limitaciones.

- El aire de los bronquios limita la visualización de las arterias pulmonares, sobre todo la izquierda, así como otras estructuras venosas.
- Los planos de que se dispone son más limitados que en el estudio transtorácico y esto hace que, por ejemplo, no se pueda valorar adecuadamente volúmenes ventriculares.
- El plano de 4-Cámaras, como se reseñó anteriormente, no corta apicalmente el corazón por lo que lesiones del ápex cardiaco, sobre todo Comunicaciones

- Interventriculares musculares apicales, no son visibles por ecografía transesofágica<sup>32</sup>
- Las estructuras anteriores o material protésico que hace sombra, son muy mal visualizadas mediante esta técnica.
- La limitación de planos es responsable de la mala alineación del haz de Doppler en los tractos de salida de ambos ventrículos, sobre todo el derecho

## **I.8 COSTE**

Como en cualquier procedimiento nuevo, se debe considerar el coste, la formación y el personal.

Debido a que los fabricantes de los equipos de ultrasonido disponen de sondas para efectuar la ETE pediátrica, el incremento del coste depende fundamentalmente de la sonda de ETE. Actualmente, el coste de las sondas se sitúa alrededor de los 30.000 euros. Si se estudia la población infantil en general, dado el rango de tamaño y peso, se necesitaría, además, una sonda de ETE de adultos

Los análisis de coste-efectividad llevados a cabo en centros anglosajones, demuestran que para la ETE intraoperatoria, el impacto, en término de ahorro de costes, fue sustancial.

La experiencia con ETE en niños demuestra un gran número de aplicaciones útiles.

Los grandes centros deberían disponer de ETE, ofreciendo así una gama completa de diagnóstico y cuidados quirúrgicos para los niños con cardiopatía<sup>93, 94, 95, 96</sup>.

## **I.9 FORMACION EN ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFOGICA**

No hay duda de que la complejidad de la técnica y la importancia de un conocimiento profundo de la misma así como de la patología que se quiere estudiar, hacen imprescindible un aprendizaje específico y exhaustivo. La Sociedad Americana de Ecocardiografía ha publicado unas líneas maestras para realizarle <sup>97</sup>

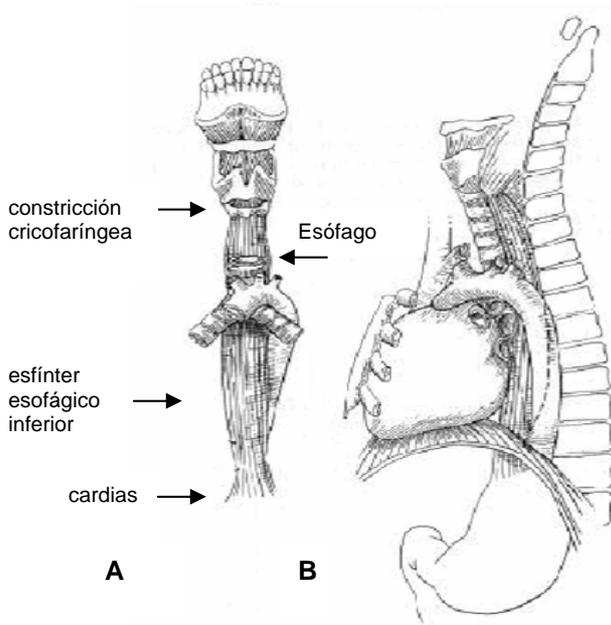
Quién debe hacer el ecocardiograma transesofágico<sup>27</sup> no es la cuestión ya que no hay debate: un ecocardiografista formado. Y esta formación debe ser concienzuda y completa, empezando por la introducción de la sonda.

La maestría para introducir la sonda en el esófago donde mejor se aprende es al lado de un gastroenterólogo experto en procedimientos endoscópicos. El conocimiento de la anatomía de la orofaringe y del esófago junto con la fisiología de la deglución, es un requisito necesario para comenzar la formación de cómo realizar una Ecocardiografía Transesofágica<sup>29</sup>.

### **Anatomía del esófago**

El esófago es un tubo muscular situado a lo largo del mediastino posterior entre la orofaringe por arriba y el estómago en la parte inferior Figura 12. El esófago comienza en el cuello al nivel de la sexta vértebra cervical y del borde inferior del cartílago cricoides y se continua hacia abajo a la unión esofagogástrica justo a nivel del diafragma y de la undécima vértebra torácica.

La longitud del esófago varía desde los 10 cm que se tiene al nacimiento hasta 24-28 cm en la edad adulta; su diámetro varía desde los 5 mm al nacimiento hasta los 26 mm del adulto<sup>98</sup>. La luz del esófago tiende a ensancharse hacia la mitad inferior siendo la porción más ancha justo la que se sitúa a nivel del diafragma.



*Figura 12. A. Visualización esquemática de los estrechamientos que hay a lo largo de la longitud del esófago: a) estenosis cricofaríngea; b) estenosis aórtica y c) estenosis diafragmática. B. Relación del esófago con el corazón y la aorta torácica y el cayado aórtico.*

El esófago no es uniforme a lo largo de su longitud, sino que tiene tres estrechamientos: a- en su origen, el músculo cricofaríngeo rodea el orificio (estenosis cricofaríngea); b- a nivel del arco aórtico o del bronquio principal izquierdo (estenosis aórtica) y c- en la porción distal, estenosis diafragmática, próximo al cardias. La estenosis o constricción cricofaríngea es la más estrecha de ahí que sea donde más dificultad se tiene para pasar la sonda y, por tanto, donde más cuidado se debe tener.

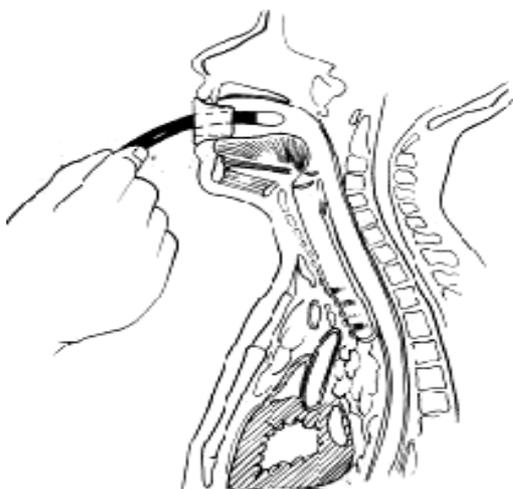
Existen dos esfínteres: el esofágico superior al nivel de la estenosis cricofaríngea, y el esfínter inferior al nivel del diafragma. En el paciente consciente, a veces se puede notar una ligera dificultad para avanzar el transductor pero sólo se precisa una leve presión del mismo o decir al paciente que trague para vencerla.

#### FISIOLOGIA DE LA DEGLUCION

El conocimiento de la fisiología de la deglución permitirá saber cuándo se debe avanzar el transductor y cuándo no, con los mínimos riesgos. Una máxima fácil de entender es avanzar la sonda durante la fase de relajación peristáltica que se sigue de la onda de

contracción peristáltica haciendo fácil la introducción y sin producir molestias al paciente<sup>31</sup>.

La deglución se divide en tres fases: bucal, faríngea y esofágica. Durante la *fase bucal* la cara anterior de la lengua se eleva contra la superficie del paladar duro. La lengua se retrae y deprime, desplazando el bolo alimenticio hacia la faringe. La *fase faríngea* empieza cuando el bolo alimenticio se pone en contacto entre los pilares anteriores, las amígdalas, el paladar blando, la base de la lengua y la pared posterior de la faringe. Al llegar a esta zona, se produce un reflejo involuntario de un segundo de duración. Los músculos faríngeos inician una contracción sobre la faringe propulsando el bolo alimenticio hacia el esófago. Al mismo tiempo, el paladar blando presiona contra la pared posterior faríngea cerrando la nasofaringe, a la vez que la epiglotis se aproxima hacia la laringe protegiendo el paso de cualquier sustancia hacia la vía aérea. La fase esofágica comienza con la relajación del esfínter superior y el inicio de las ondas peristálticas primarias que atraviesan todo el esófago. El acto de deglutir, una vez que se inicia la onda peristáltica primaria, es independiente de la inervación extrínseca.



*Figura 13. Introducción del transductor a través del mordedor que se ha colocado entre los dientes.*

## FORMACION DEL MEDICO ECOCARDIOGRAFISTA

<i>Componente</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Duración</i>	<i>Nº de casos</i> <i>(aproximados)</i>
<b>Ecocardiografía general, nivel II</b>	Capacidad de realización e interpretación	6 meses ó equivalente	300
<b>Intubaciones esofágicas</b>	Introducción del Transductor	Variable	25
<b>Exámenes ETE</b>	Especialidad en realización e interpretación de ETE	Variable	50
<b>Educación continuada</b>	Mantenimiento de la competencia	Anual	50 - 75

Recomendaciones del Comité para la Formación de Médicos Ecocardiografistas de la ASE (*J Am Soc Echocardiogr* 1.992;5:187-94)

## CONOCIMIENTOS NECESARIOS PARA REALIZAR ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFAGICA <sup>97-105</sup>

### *De la Especialidad*

1. De las Indicaciones, Contraindicaciones y Riesgos
2. Diagnósticos Diferenciales en cada caso clínico
3. Conocimiento de los principios físicos de la formación de la imagen ecocardiográfica y de las medidas del flujo sanguíneo
4. Familiaridad con el equipo de ultrasonido y con los controles que nos pueden ayudar a proporcionar una buena calidad de imagen
5. Conocimiento de la anatomía normal del aparato cardiovascular tal y como se visualiza en los distintos planos ecocardiográficos.
6. Conocimiento anatómico de las distintas cardiopatías congénitas y adquiridas
7. Conocimiento de la fisiología y hemodinámica normal del sistema cardiovascular

8. Conocimiento de la fisiopatología y de la hemodinámica de las distintas cardiopatías congénitas o adquiridas
9. Comprensión de las distintas técnicas ecocardiográficas transtorácicas y transesofágicas, incluyendo cuando utilizar una u otra en patologías específicas
10. Capacitación/capacidad para distinguir un estudio ecocardiográfico adecuado de un inadecuado tanto en lo que respecta a los datos como a las imágenes.
11. Conocimiento de otros métodos diagnósticos para el sistema cardiovascular que puedan correlacionarse con el ecocardiograma transesofágico
12. Capacitación/capacidad para informar de los resultados del examen al paciente, a la familia y a otros profesionales de la salud, así como a redactar un informe médico

### ***B-De la Técnica***

- 1- Habilidad para realizar un examen ecocardiográfico completo utilizando todas las modalidades ecocardiográficas necesarias para el caso
- 2- Habilidad y seguridad en introducir la sonda dentro del esófago y el estómago, manipulándola para obtener las mejores imágenes y los datos de Doppler
- 3- Conocimiento del equipo, de los controles que nos pueden ayudar a mejorar la calidad de las imágenes obtenidas
- 4- Conocimiento para valorar la función y la anatomía de las distintas estructuras cardiacas desde todos los planos que permitan reconocer lo normal de lo patológico así como reconocer los artefactos que se puedan producir
- 5- Conocimiento para realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de los datos ecocardiográficos
- 6- Conocimiento para escribir un informe coherente de los hallazgos ecocardiográficos y de sus implicaciones clínicas.

**Requisitos para la formación del Ecocardiografista Transesofágico Pediátrico<sup>67</sup>:**

- A- Realización e interpretación de al menos 400 Ecocardiogramas transtorácicos, la mitad de los cuales en pacientes < 1 año
- B- 25 a 30 inserciones supervisadas de la sonda transesofágica, la mayoría de las cuales deben ser en menores de 2 años.
- C- De 30 a 50 exámenes ecocardiográficos transesofágicos supervisados
- D- Mantenimiento de la actividad y de la competencia realizando al menos, 50 exámenes ecocardiográficos transesofágicos al año.

Importante la posición de la ASE en cuanto a la acreditación y formación de los ecocardiografistas (tanto médicos como técnicos)

No existían datos de que el cumplimiento de estos requisitos tuviera influencia en el pronóstico del paciente hasta que Stevenson lo ha demostrado<sup>105</sup>



## ***I.10 Resultados Globales***

De enero de 1998 a Diciembre de 2001, se hicieron un total de 347 ecocardiogramas transesofágicos a 194 varones y 153 hembras (relación V/H = 1.26 / 1). El tipo de Ecocardiogramas Transesofágicos realizados fue: Diagnósticos 82 (23.63 %), Intervencionistas 80 (23.05 %) e Intraoperatorios 185 (53.31 %); de éstos, 147 (79.46 %) fueron Postbypass y 38 (20.54 %) Prebypass. Tabla VIII, IX, X

**Tabla VIII- Ecocardiogramas Transesofágicos**

Tipo	Número	(%)
Diagnósticas	82	23.63
Intervencionistas	80	23.05
Intraoperatorias	185	53.60
Total	347	

**Tabla IX - Ecocardiografías Transesofágicas Intraoperatorias**

Realizadas	Número	(%)
Prebypass	38	(20.54)
Postbypass	147	(79.46)
Total	185	

**Tabla X**

Sexo
Varones: 194
Hembras: 153
Relación V/H → 1.26/1

En la Figura 14, podemos ver su distribución en los distintos años

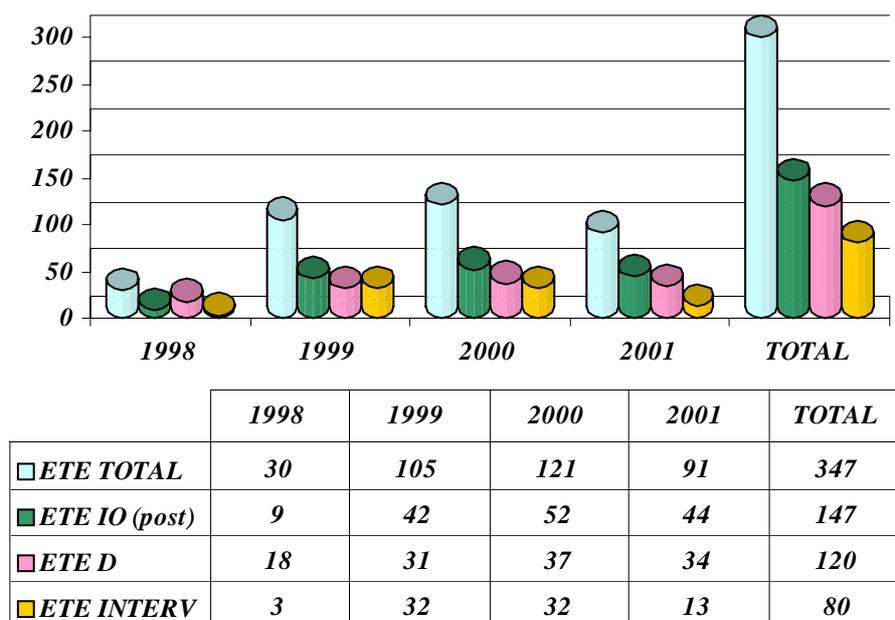


Figura 14- Distribución de los Ecocardiogramas Transesofágicos realizados

La inserción de la sonda transesofágica fue posible en 341 de los 347 pacientes (98.27 %). Anestesia general se utilizó en 291 (83.86 %) y sedación con Midazolán ± Hidrato de Cloral en 56 (16.13 %).

Los procedimientos diagnósticos se llevaron a cabo en distintas salas, siendo la más frecuente la Sala de Hemodinámica (53.33 %), seguida del Quirófano (31.66 %). En el Laboratorio de Ecocardiografía y en la Unidad de cuidados Intensivos, fue similar 7.5 %

**Tabla XI - Ecocardiografías Transesofágicas Diagnósticas**

Ubicación	Número	(%)
Quirófano	38	(31.66)
Laboratorio Hemodinámica	64	(53.33)
Laboratorio Ecocardiografía	9	(7.5)
Unidad Cuidados Intensivos	9	(7.5)
<b>Total</b>	<b>120</b>	

La edad media de los pacientes fue de 41.86 meses (3.48 años) y el Peso de 13.66 Kg, situándose la mediana en 18.4 meses (1.5 años) y 10 Kg, respectivamente. Tabla XII.

**Tabla XII – Datos demográficos**

	Peso (Kg)	Edad (meses)
<b>Media</b>	13.66	41.86
<b>Mediana</b>	10	18.4
<b>Desviación estándar</b>	11.31	47.42
<b>Rango</b>	2.5 – 56	0 – 196.66

## Complicaciones

Hubo complicaciones en 13 pacientes, lo que supone un 3.74 %. De éstas, el 83.33 % tuvieron lugar en el Quirófano, y no sólo porque los ETE Intraoperatorios constituyen el mayor número de casos, sino, sobre todo porque son los pacientes de menor edad y peso, como veremos más adelante. Tabla XIII

Tabla XIII - Complicaciones de la Ecocardiografía Transesofágica

	Número	Porcentaje	Ubicación	Características
<b>No inserción de la sonda</b>	5	1.44 %	4 Quirófano 1 UVI Neonatal	≤3Kg --- 2 Síndrome de Down --- 2 Peso 2.900gr; Rashkind (se insertó la sonda en Q)
<b>Extubación accidental</b>	2	0.57 %	2 Quirófano	< 4 Kg
<b>Compresión del tubo endotraqueal</b>	4	1.14 %	4 Quirófano	No impidió el examen; se recolocó el transductor
<b>Parada respiratoria*</b>	1	0,285 %	1 UVI Pediátrica	Sedación (Midazolán/Propofol); no intubación endotraqueal
<b>TOTAL</b>				
<b>Excluyendo</b>	12	3,46 %		
<b>“No inserción de la sonda/compresión tubo”</b>	3	0.86 %		

\*Se trataba de un paciente mayor, 12 años, con hipertrofia adenoidea importante, al que se sedó sin intubación endotraqueal

De estas complicaciones, en 6 casos no se pudo insertar la sonda y en cuatro hubo compresión del tubo endotraqueal que se resolvió inmediatamente recolocando la sonda. Esto hace que las complicaciones se reduzcan verdaderamente a 3, lo que supone un 0.86 %, demostrando que se trata de una técnica *segura* a pesar de su condición de semiinvasiva.

## **II. Ecocardiografía Transesofágica**

### **Intraoperatoria**

## ***II. ETE Intraoperatoria:***

### ***II.A Introducción***

Las cardiopatías congénitas se vienen operando desde hace unos 40 - 50 años. En los últimos años, los avances de la Circulación Extracorpórea, la Cardioplegia, las nuevas técnicas quirúrgicas, etc. han hecho que cada vez se operen cardiopatías más complejas y a pacientes más pequeños. Y todo esto con una mortalidad operatoria baja. Sin embargo, es muy frecuente encontrarse en el seguimiento postoperatorio con lesiones residuales hemodinámicamente significativas. Y si bien algunas de estas lesiones son adquiridas, otras se deben a una corrección subóptima. De ahí que se hayan estudiado distintas técnicas con objeto de disminuir esta morbilidad <sup>74</sup>.

En un principio, y aún hoy en muchos centros, para excluir obstrucciones significativas o cortocircuitos residuales, se recurría a la determinación de presiones u oximetrías en las distintas cámaras cardiacas. Sin embargo, existe muy poca evidencia de la sensibilidad y seguridad de monitorizar estas técnicas <sup>105,106,107,108,109</sup>.

Hacia la segunda mitad de los años 80, para valorar los resultados quirúrgicos inmediatos dentro del propio quirófano se disponía de la Ecocardiografía epicárdica intraoperatoria. Sin embargo su utilización no ha aportado datos esenciales a la cirugía de las cardiopatías congénitas y las complicaciones derivadas de su uso eran lo suficientemente importantes (arritmias, infecciones, etc) como para que su aceptación por los diferentes grupos no haya sido muy amplia <sup>110</sup>.

La introducción de la ecocardiografía desde el esófago, con todo su potencial técnico Doppler-color, Doppler-continuo y Doppler-pulsado junto con la alta resolución de imágenes que ofrece, hicieron que enseguida se extendiera su uso, sobre todo porque presentaba dos grandes ventajas con respecto a la ecocardiografía epicárdica: la no invasión del campo quirúrgico y la no interferencia con el cirujano ni con el procedimiento <sup>111,113,114,115,116</sup>. (Tabla XIV)

**Tabla XIV - Ventajas y desventajas de la ETE frente a la Epicárdica**

<b>Ecocardiografía EPICARDICA</b>	<b>Ecocardiografía Transesofágica</b>
Múltiples planos posibles	Planos más limitados
Se puede realizar en todos los niños	Difícil en niños < 2,8 Kg
Invade el campo operatorio	No
Interfiere con el cirujano	Interfiere con el anestesista
Mayor posibilidades de desencadenar arritmias	No arritmogénico
Posible interferencia con cables de marcapasos	Posible interferencia con vías

## **Objetivo de la ETE IO**

El objetivo de la Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria es doble:

a)- Por un lado, los exámenes Precirugía o *Prebypass* deben proporcionar al cirujano información morfológica y funcional que le ayuden a realizar una cirugía mejor y con menores riesgos. Así, los estudios *Prebypass* sirven para

- Valorar el diagnóstico preoperatorio e indicar, en algunos casos, el mecanismo subyacente de una determinada patología que puede ayudar al cirujano a decidir **el abordaje** de la malformación y **la técnica** quirúrgica a realizar.
- Obtener datos morfológicos y/o funcionales basales con los que comparar el estudio *postbypass*

b)- Por otro, el objetivo de los exámenes realizados *postbypass* debe valorar el resultado inmediato de la cirugía contribuyendo a disminuir la morbilidad de los defectos residuales y la mortalidad postoperatoria. Así, los exámenes *postbypass*,

- Valorar el resultado inmediato de la cirugía:
  - Estimando el gradiente residual
  - Excluyendo cortocircuitos residuales significativos
  - Valorando el estado funcional de las válvulas
- Valorar la función ventricular
- Afianzan/refinan la información al cirujano respecto a la técnica, en algún aspecto concreto

En adultos, la Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria se utiliza actualmente para <sup>117</sup>

- valorar la función ventricular
- valorar la isquemia miocárdica
- valorar la patología válvular, plastia o prótesis

En los pacientes pediátricos la ETE Intraoperatoria se utiliza más ampliamente ya que todas las cardiopatías congénitas son potencialmente subsidiarias de lesiones residuales tras la cirugía; pero existen una serie de ellas en las que razonablemente se puede esperar un riesgo más alto para la presencia de lesiones residuales en el postoperatorio inmediato <sup>51,53,55,58,60,61,63,64,66,67,118</sup> .

Una valoración de estas cardiopatías en las que exista ese alto riesgo, contribuirá a cumplir con el objetivo de la ETE postbypass. Podemos además ayudarnos tanto de las técnicas de contraste (utilizando suero salino agitado o microburbujas) como de la medida de presiones en las distintas cavidades cardíacas para una valoración más correcta de las potenciales lesiones residuales <sup>108</sup> .

Los problemas que más frecuentemente se encuentran en el estudio del postoperatorio inmediato, nada más salir el paciente de bomba, y con las cánulas retiradas son:

- 1- Cortocircuitos residuales
- 2- Obstrucciones residuales de los tractos de salida derecho e izquierdo
- 3- Insuficiencias/estenosis valvulares
- 4- Afectación de la función miocárdica

La Ecocardiografía Transesofágica se ha mostrado como una técnica muy sensible para detectar y diagnosticar estas lesiones residuales. Estos problemas se pueden encontrar en múltiples patologías cardíacas congénitas, lo que amplía importantemente las indicaciones de utilización de la Ecocardiografía Transesofágica en la Cardiología Pediátrica. La Tabla XV muestra las principales patologías en las que está especialmente indicada la Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria Postbypass.

**Tabla XV - Lesiones más frecuentes postbypass**

CORTOCIRCUITOS	INSUFICIENCIAS VALVULARES	LESIONES OBSTRUCTIVAS	FUNCION VENTRICULAR
CIA OS	Insuficiencia aórtica (IAo)	Cor triatriatum	Switch arterial
CIA OP	Insuficiencia mitral (IM)	Obstrucciones complejas	S.VI Hipoplásico
CIA SV	Insuficiencia pulmonar (IP)	VD bicameral	Paliativas V.U.
Septectomía	Insuficiencia tricúspide (IT)	S.VI Hipoplásico	Coronaria Izda. Anómala
Cor triatriatum	Doble lesión aórtica (EAo + IAo)	Estenosis subaórtica	Otras anomalías coronarias
Canal AVC	Doble lesión mitral (EM + IM)	Estenosis valvular aórtica	Operación de Ross
Cirugía de Senning	IM/ IT	T. Fallot	Fontan
Cirugía de Mustard	T. Fallot operado + IP	Estenosis pulmonar	
CIV	Enfermedad de Ebstein	Conductos	
CIV compleja	Canal AV		
T Fallot			
Atresia Pulmonar/CIV			
Truncus			
TGA/CIV			

CIA OS - Comunicación Interauricular Ostium Secundum; OP - Ostium Primum; SV - Seno Venoso; AVC - Aurículo-Ventricular Completo; CIV - Comunicación Interventricular; T. Fallot - Tetralogía de Fallot; EAo - Estenosis aórtica; EM - Estenosis Mitral; VD - Ventrículo Derecho; S.VIH - Síndrome del Ventrículo Izquierdo Hipoplásico; V.U. - Ventrículo Unico; Izda. - Izquierda

Una vez diagnosticado el defecto residual, se debe valorar la **gravedad** o significación hemodinámica del hallazgo. Para ayudarnos en este punto, Rosenfeld, Sanders *et al.* establecieron unos criterios de severidad<sup>119</sup> que se exponen en la Tabla XVI .

Aún así, la información obtenida se ha de discutir y valorar con el cirujano para determinar si se puede mejorar quirúrgicamente la lesión detectada y por ello se debe entrar nuevamente en bypass o por el contrario la lesión no es significativa o no se puede mejorar y por tanto no debemos entrar en bomba. No todos los defectos detectados precisan una corrección inmediata. El cirujano y el cardiólogo valorarán conjuntamente la pericia y confianza que les merece el equipo de hemodinamistas de que se dispone, por si fuera factible, y con menor riesgo, el reparar esa lesión en el Laboratorio de Hemodinámica, incluso tratándose de una lesión residual significativa.

**Tabla XVI - Criterios de gravedad de las lesiones por ETE IO**

	<b>INSIGNIFICANTE</b>	<b>POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA</b>	<b>SIGNIFICATIVA</b>
<b>Obstrucción del tracto de salida del VD/VI</b>	<u>Eco</u> : no obstrucción por Doppler-color o gradiente < 20 mmHg <u>Hemodinámica</u> : Gradiente en retirada < 20 mmHg	<u>Eco</u> : Gradiente medio 20–40 mmHg <u>Hemodinámica</u> : Gradiente en retirada 20-40 mmHg	<u>Eco</u> : Gradiente medio > 40 mmHg <u>Hemodinámica</u> : Gradiente en retirada > 40 mmHg
<b>Comunicación Interventricular</b>	<u>Eco</u> : Ausente o mínimo cortocircuito basado en el jet visualizado en sístole por Doppler-color (anchura < 3 mm) <u>Hemodinámica</u> : Saturación de O2 en AP ≤ 80 %	<u>Eco</u> : Moderado cortocircuito basado en el jet visualizado en sístole por Doppler-color (anchura del jet 3-4 mm) <u>Hemodinámica</u> : Saturación de O2 en AP < 80 %	<u>Eco</u> : Gran cortocircuito basado en el jet visualizado en sístole por Doppler-color (anchura >4 mm) <u>Hemodinámica</u> : Saturación de O2 en AP > 80 %
<b>Insuficiencia Mitral o Aórtica</b>	<u>Eco</u> : Ausente o mínimo jet de regurgitación visualizado por Doppler-color al nivel de las valvas de la válvula (anchura < 2 mm)	<u>Eco</u> : Jet de regurgitación de 2-4 mm visualizado por Doppler-color al nivel de las valvas de la válvula	<u>Eco</u> : Jet de regurgitación > 4 mm visualizado por Doppler-color al nivel de las valvas de la válvula
<b>Estenosis Mitral</b>	<u>Eco</u> : Gradiente medio medido por doppler-pulsado o continuo < 5 mmHg	<u>Eco</u> : Gradiente medio medido por doppler-pulsado o continuo de 5 a 8 mmHg	<u>Eco</u> : Gradiente medio medido por doppler-pulsado o continuo > 8 mmHg

## **Función miocárdica**

La monitorización de la función ventricular durante la cirugía cardíaca, el reemplazamiento de volumen y la dosificación de los inotropos inmediatamente después del bypass cardiopulmonar, clásicamente se venía realizando viendo latir el corazón y valorando las presiones arterial y venosa que suelen estar monitorizadas continuamente

Con la Ecocardiografía Transesofágica se puede valorar continuamente la función ventricular en tiempo real mediante el Eco bidimensional (4C, llenado rápido, y eje corto ventricular) junto con el modo M. Las imágenes nos permiten una rápida identificación de una disfunción ventricular global o localizada y permite una estimación del volumen ventricular y el llenado ventricular. Como la monitorización es continua, se puede detectar precozmente cualquier anomalía en el llenado ventricular <sup>69,70,71</sup>.

El análisis cuantitativo de la misma, suele ser tedioso por su complejidad de cálculo y por la laboriosidad en las medidas. Ello hace que no sea de aplicación rutinaria en la ETE Intraoperatoria en donde las decisiones se deben tomar rápidamente, tras un diagnóstico también rápido.

Sin embargo, la toma de estas decisiones serán tanto más ajustadas y correctas, si la determinación del estado del miocardio ventricular es más fidedigna por haber evaluado mejor su función y los parámetros que se utilicen son reproducibles, seguros y rápidos de obtener.

Los parámetros que existen para la determinación de la función ventricular son:

### **A) - FUNCION SISTOLICA DEL VENTRICULO IZQUIERDO**

#### **I- Valoración de la Función Sistólica Global (análisis semicuantitativo)**

I.1)- Basado en la relación de los diferentes planos ecocardiográficos con los distintos segmentos miocárdicos irrigados por las arterias coronarias (análisis de 16 segmentos

según las recomendaciones de la American Society of Echocardiography)<sup>120,121</sup>.

Para monitorizar y valorar la función ventricular, Balaguru *et al.*<sup>122</sup> recomiendan la siguiente sistemática:

- Desde planos gástricos transversales y longitudinales, con un corte a nivel del músculo papilar medio, se visualizará y documentará el normal movimiento de la pared en todos sus segmentos mayores, como se observa en el diagrama de la Figura 15.
- A continuación, se dejará la sonda en el estómago, en un plano de eje corto de los ventrículos ya que es donde mejor se ven representados los territorios de las tres coronarias principales: la Arteria Coronaria Derecha (ACD), la Arteria Descendente Anterior (ADA) y la Arteria Circunfleja.
- Siguiendo el esquema de la Figura 16, en donde están representados esquemáticamente los 16 segmentos que Schiller recomienda estudiar en el

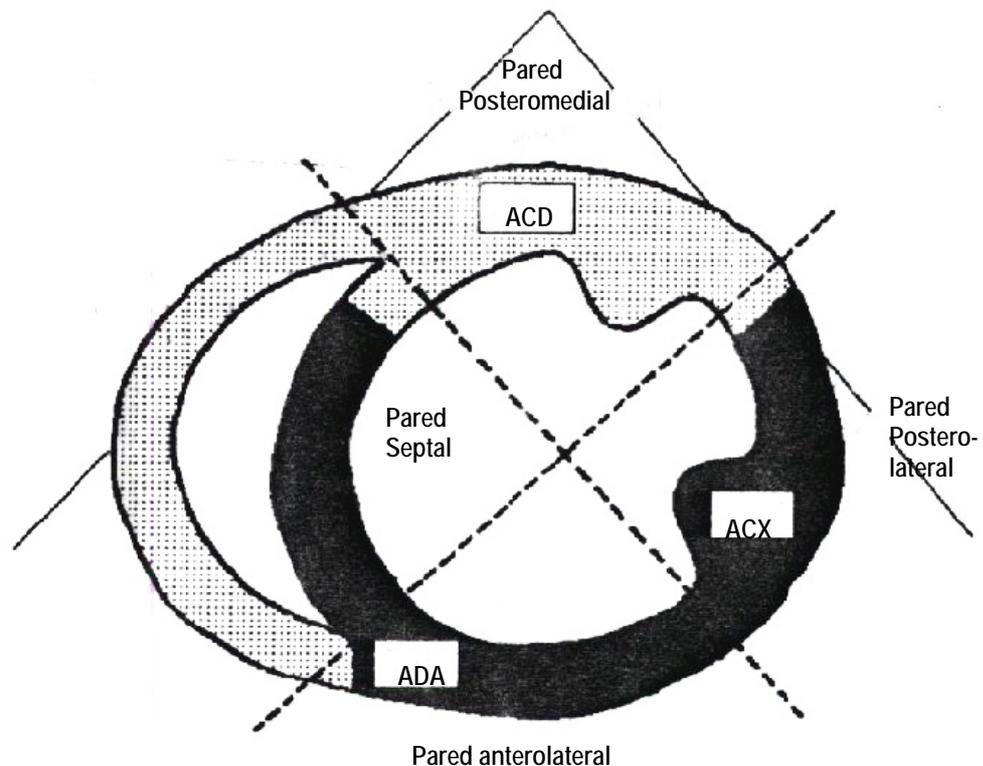
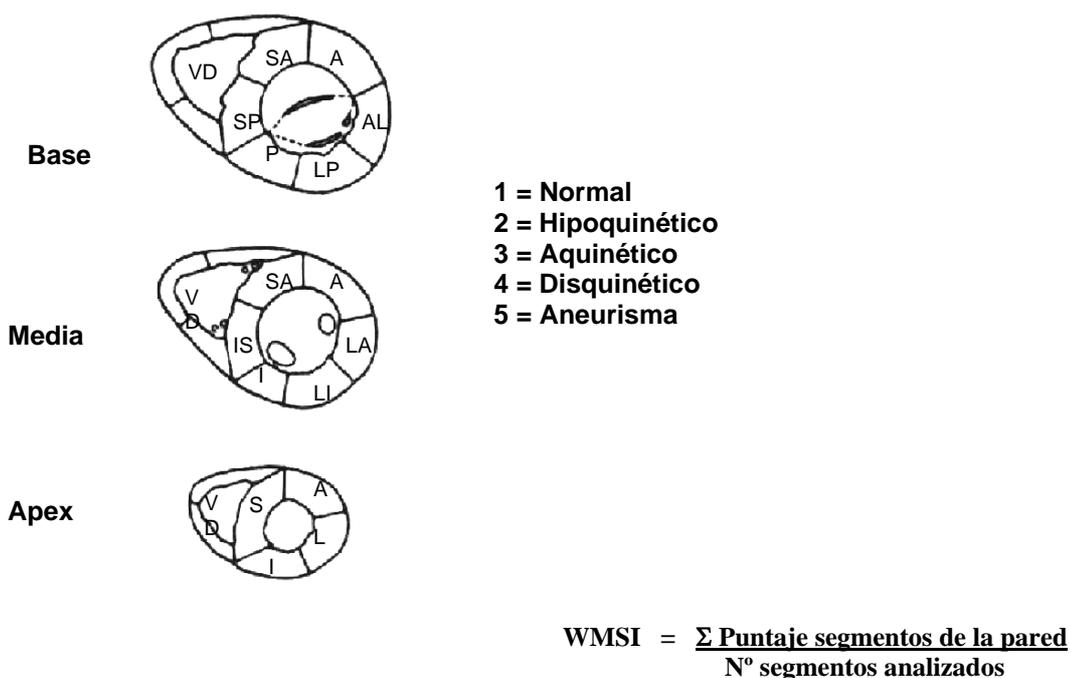


Figura 15 – Territorios de distribución de las Arterias Coronarias . Vista esquemática desde Plano transgástrico, eje corto, al nivel de los músculos papilares. ACD – Arteria Coronaria Derecha; ACX – Arteria Circunfleja; ADA – Arteria Descendente Anterior

análisis sistemático de la movilidad segmentaria de la pared <sup>123</sup>, trazamos dos hipotéticas líneas ortogonales a través de las uniones anterior y posterior del tabique interventricular con la pared libre del ventrículo izquierdo. Los cuadrantes obtenidos, se identifican como posteromedial, posterolateral, anterolateral y pared septal del ventrículo izquierdo. El movimiento de la pared se dice que es patológico, cuando existe aquinesia, hipoquinesia o disquinesia.

Para una valoración semicuantitativa del movimiento de la pared, se ha derivado lo que se conoce como Índice de puntuación del movimiento de la pared (WMSI) Figura 16.



*Figura 16 – Recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía para el estudio de la Función Ventricular mediante el análisis de los 16 segmentos. A – anterior; I – inferior; L – lateral; P – posterior; S – septo. AL/LA – anterolateral; SA – septo anterior/anteroseptal; SI – septo inferior; SP – septo posterior / posteroseptal. Modificado por NB Schiller et al. J Am Soc Echocardiogr 1989;2:358-67. WMSI = Índice Movimiento Segmentario de la Pared*

En este análisis, el Ventrículo Izquierdo se divide en 16 segmentos. A cada segmento se le da una puntuación: 1 – normal; 2 - hipoquinesia; 3 – aquinesia; 4 – disquinesia y 5 – aneurisma. La suma de las puntuaciones de cada segmento, se divide por el número de segmentos visualizados. Según la propuesta de la Sociedad Americana de Ecocardiografía, una puntuación  $\geq 2.0$  indica pobre contractilidad y baja fracción de eyección, mientras que una puntuación  $\leq 1.5$  nos describe un ventrículo casi normal.

En los niños hay que saber que la cirugía del cierre de una Comunicación Interventricular, produce movimiento paradójico u anómalo del septo, que no debe equivocarnos; también las anomalías de la conducción secundaria a un bloqueo de rama, un marcapasos ventricular o la falta de volumen de llenado, nos pueden producir alteraciones de la movilidad de la pared cardiaca. Importante valorar el engrosamiento de la pared en sístole, que no se produce en la isquemia, para ayudarnos a distinguir lo patológico de lo funcional. Se necesitan más estudios y experiencia.

#### I.2)- Medidas de valoración indirecta de la función del Ventrículo Izquierdo (VI).

. Modo-M : Distancia onda E Mitral - Septo [influenciada por el volumen del VI y el Gasto Cardíaco (CO)]. Es mayor en los ventrículos dilatados y con pobre contractilidad.

. 2-D : Medición del ángulo que forman, en un plano apical 4-C, la valva septal de la Mitral en diástole y el septo interventricular.

#### I.3)- Movimiento del anillo mitral en sístole

## **II- Valoración cuantitativa de la Función sistólica Global <sup>124</sup>.**

En eje corto, a nivel medioventricular. Medir Fracción de Acortamiento (Fac) midiendo áreas en 2D o midiendo diámetros en modo-M, aplicando la fórmula:

$$\text{Fac} = \frac{\text{ADF} - \text{ASF}}{\text{ADF}} \qquad \text{Fac} = \frac{\text{DdVI} - \text{DsVI}}{\text{DdVI}}$$

*(En donde ADF es el área diastólica final; ASF es el área sistólica final; DdVI es el diámetro diastólico del VI; DsVI es el diámetro sistólico del VI).*

Estas medidas nos proporcionan un índice relativo de la precarga del corazón y un índice de la función sistólica global. Si existieran múltiples anomalías del movimiento de la pared, podrían determinarse estas medidas a tres niveles: basal, medioventricular y apical, y calcular los cambios del área fraccional (FAC). Estos valores pueden cambiar espectacularmente en el curso de la cirugía cardíaca.

### **III- Contractilidad miocárdica intrínseca** <sup>125</sup>

III.1)- Son las medidas más frecuentemente utilizadas en la práctica clínica: Fracción de acortamiento (Fac), Fracción de Eyección (FE) y Gasto Cardíaco (CO). Sin embargo estas medidas son muy dependientes de las condiciones de carga del Ventrículo Izquierdo, de tal manera que una disminución de la Fracción de Eyección puede ser debida a una disminución de la contractilidad, a un aumento de la postcarga o a una disminución de la precarga.

III.2)- La relación entre la presión sistólica final y el volumen también miden la contractilidad miocárdica, debido a la relación lineal que existe entre ambos. La pendiente de esta relación lineal se llama E-max o Elastancia máxima, y representa el grado de contracción miocárdica <sup>126</sup>.

Se ha propuesto que el ETE pueda proporcionar una medida indirecta del E-max mediante la medición de presiones sistólicas finales y sus volúmenes relativos a diferentes precargas.

### **IV- Gasto cardíaco (CO)**

Podemos medirlo por Ecocardiografía -Doppler.

Mediremos el tiempo de velocidad integral (TVI) del flujo a través de la válvula aórtica. El área del orificio o el diámetro del anillo aórtico (An Ao)

$TVI \times A_{Ao} = \text{Volumen Sistólico}$

$\text{Volumen Sistólico} \times \text{Frecuencia Cardíaca (FC)} = \text{CO (Volumen minuto o Gasto Cardíaco)}$

Es difícil medir la velocidad de flujo en el Tracto de Salida del VI por ETE porque el haz de Doppler no es muy paralelo. Debemos tratar de conseguirlo desde planos transgástricos en proyecciones que nos alineen lo más correctamente posible el haz de Doppler con el tracto de salida del Ventrículo izquierdo.

Algunos autores han utilizado para medir el CO, el flujo del tracto de salida del Ventrículo derecho <sup>127</sup>.

Otros autores lo hacen a partir del anillo de la Válvula Mitral <sup>128</sup>. Todas estas determinaciones asumen una serie de supuestos que no son reales como que los anillos o los tractos de salida ventriculares son iguales y circulares en sístole y en diástole; se asume que el flujo es laminar a través de la VM, etc. A pesar de todo ello, las medidas del CO se correlacionan bien con las obtenidas mediante termodilución. Este método no es aplicable si existe Insuficiencia Mitral o Estenosis Mitral. Si existe fibrilación auricular, se deben medir al menos 10 ciclos.

## **B) - FUNCION DIASTOLICA DEL VENTRICULO IZQUIERDO**

124,125,126,129,130,131,132,133

**La Función Diastólica** del corazón es una secuencia compleja de varios acontecimientos interrelacionados: relajación del ventrículo, succión diastólica, efecto coronario eréctil, fuerzas elásticas del miocardio, restricción del pericardio, contribución auricular...

Clásicamente se divide en cuatro fases:

- fase de relajación isovolumétrica
- fase de llenado rápido
- fase de llenado lento
- fase de contracción auricular

pero ellas solas no explican la diástole dada las interrelaciones que mantiene con numerosos otros factores .

La *relajación* comprende una gran parte de la segunda mitad de la eyección, la relajación isovolumétrica y la fase rápida del llenado

El *llenado diastólico* es el periodo en el que el ventrículo se llena con sangre procedente de la aurícula izda (desde el comienzo de la apertura de la Válvula Mitral (VM) hasta su cierre)<sup>134</sup>.

Los dos factores principales determinantes del llenado ventricular izquierdo son:

- 1- la relajación ventricular
- 2- la compliance o distensibilidad de la cámara

1-La **relajación ventricular** es un proceso complejo dependiente de energía durante el cual los elementos contráctiles son desactivados y las miofibrillas retornan a la longitud inicial previa a la contracción, produciéndose una disminución de la presión en el ventrículo izquierdo.

2-La **distensibilidad o compliance** de la cavidad describe las propiedades pasivas del ventrículo izquierdo (VI) durante el paso de la sangre de la Aurícula Izquierda (AI) al VI a través de la Válvula Mitral. Durante este periodo ocurren complejas interacciones incluyendo el efecto continuado de la relajación ventricular, el efecto de succión diastólico, el llenado pasivo, la restricción pericárdica y la interacción del ventrículo con las fuerzas viscoelástica del miocardio. Estos cambios de volumen relacionados con los cambios de presión se utilizan, en clínica, para medir la compliance del ventrículo; esta relación es una curva con forma exponencial "curva de presión-volumen diastólicos" cuyo desplazamiento hacia arriba nos indica una disminución de la distensibilidad por aumento de la rigidez del miocardio o por aumento de la restricción del pericardio <sup>126,134,135</sup>.

## **B.1- Llenado diastólico del VI**

B.1.1- Las curvas de velocidad del **flujo de la Válvula Mitral (VM)** se miden colocando el volumen de muestra en la punta de separación de las valvas de la mitral cuando se abren en el VI. La velocidad de flujo a través de la mitral representa la relación instantánea de presión entre la AI y el VI. Durante la relajación miocárdica, la disminución de la presión en el VI por debajo de la presión en la aurícula izquierda, abre la VM y se produce el paso de sangre desde la AI al VI generándose una aceleración en la curva de velocidad del flujo mitral. Esto sucede durante el primer tercio de la diástole. Conforme pasa el flujo, la presión en el VI aumenta hasta alcanzar o exceder la de la AI, resultando en una deceleración de la velocidad del flujo mitral. Durante la mesodiástole, las presiones en la AI y en el VI se igualan. Por último, con la contracción auricular, la presión en la AI aumenta por encima de la del VI y la sangre reacelera su velocidad a través de la VM. Para su utilización clínica, podemos medir sencillamente la velocidad de la curva de flujo (onda E y onda A) y el tiempo de deceleración <sup>133</sup>.

Los cambios que ocurren en estas curvas durante las diferentes condiciones de carga del corazón vienen regidos por la relación entre las presiones en AI y VI. Si la precarga es alta, la presión en la AI es alta cuando se abre la VM. El resultado es una rápida aceleración inicial y un pico alto de la velocidad de la onda E. A continuación, la presión en el VI aumenta rápidamente durante la protodiástole produciéndose una deceleración rápida de la velocidad del flujo de la VM cuando la presión en el VI iguala o excede a la de la AI. De ahí que el aumento de la precarga del corazón, produce un aumento de la velocidad de la onda E y un acortamiento del tiempo de deceleración. Contrariamente, una reducción en la precarga, produce una disminución de la presión en la AI cuando se abre la Mitral y un mas lento aumento de la presión en el VI durante la fase de llenado rápido. El resultado es una disminución del pico de velocidad de la onda E y una prolongación del tiempo de deceleración.

Debido a los muchos factores que hemos dicho intervienen en el llenado ventricular, la interpretación de los datos derivados de la curva de velocidad del flujo a través de la VM son difíciles de interpretar en un momento dado. Sin embargo, el análisis

secuencial de estas curvas en un paciente a lo largo de una operación, es de gran valor. Un aumento de la velocidad de la onda E y un acortamiento del tiempo de deceleración indicarán un aumento de la precarga del corazón y más altas presiones de llenado de la AI. Contrariamente, una disminución del pico de velocidad de la onda E y una prolongación del tiempo de aceleración con preservación de la relación E/A, indica unas más bajas presiones de llenado auriculares. Si la velocidad de la E está disminuida, el tiempo de deceleración prolongado y la velocidad de la A es más alta, el problema será debido bien a un aumento de la postcarga o una prolongación de la relajación, como sucede en la isquemia.

Los valores normales de la relación E/A son ligeramente mayor de 1 y el tiempo de deceleración de alrededor de 200 milisegundos <sup>133</sup>.

### **B.1.2- Velocidades del flujo de las venas pulmonares <sup>130</sup>**

El flujo de las venas pulmonares puede ser valorado a partir de la vena pulmonar superior izquierda que es muy fácilmente visible por Ecocardiografía Transesofágica en un eje corto basal en el que el haz de Doppler se sitúa paralelo a la dirección del flujo. La morfología normal del flujo pulmonar consiste en una onda de flujo sistólico hacia delante, otra de flujo diastólico también hacia delante y otra de flujo revertido que se debe a la contracción de la aurícula izquierda. El flujo sistólico anterógrado está influenciado por la distensibilidad de la aurícula, la relajación auricular, la presión media auricular, el descenso del anillo mitral hacia el ápex del VI y la contracción del VD. El flujo diastólico anterógrado se produce en el momento en que se abre la mitral. El flujo retrógrado se produce también en diástole y se debe a la contracción auricular. Dado que la relajación ventricular se completa durante la contracción auricular, la razón entre el flujo ventricular anterógrado y el retrógrado será un indicador indirecto de la distensibilidad ventricular

## Indicaciones de la valoración de la función miocárdica

En los adultos, en los que la cardiopatía isquémica es la enfermedad cardiológica por excelencia, se ha hecho una práctica estándar monitorizar con Ecocardiografía Transesofágica la función miocárdica, para valorar la isquemia miocárdica, incluso en cirugías no cardiacas <sup>117</sup>

En niños no ha sido muy utilizada hasta ahora y ni siquiera es una de las indicaciones recomendadas por la Sociedad Americana de Ecocardiografía (ASE) <sup>45,46,47</sup>.

Sin embargo, en la población pediátrica, se realizan actualmente numerosos tipos de cirugía que actúan directa o indirectamente sobre las arterias coronarias (Cirugía tipo Jatene o Switch arterial, Coronaria izquierda anómala, Operación de Ross, Bypass coronario en la Enfermedad de Kawasaki, etc.) que hacen necesaria la monitorización continua y la detección precoz de las anomalías de la contractilidad segmentaria del miocardio <sup>122</sup> Tabla XVII.

Otra indicación de monitorización sería las cada vez más frecuentes cirugías con técnicas mínimamente invasivas en niños. Tal monitorización daría un mayor margen de seguridad al procedimiento quirúrgico

Tabla XVII - Indicaciones específicas de la Función Ventricular

<b>Patología Isquémica en el niño</b>	
Coronaria izquierda anómala	Se sabe por numerosos estudios en animales y en adultos humanos <sup>73,136,137</sup> que la anomalía del movimiento segmentario de la pared miocárdica constituye el signo más precoz y sensible de la isquemia miocárdica, incluso más sensible que los cambios electrocardiográficos. Esta correlación no se ha encontrado en niños, aunque datos preliminares de estudios recientes, muestran una correlación entre niveles de Troponina
Cirugía tipo Jatene (Switch arterial)	
Operación de Ross	
Bypass coronario en la E. de Kawasaki	
Cirugías con técnicas mínimamente invasivas	

significativamente elevados en el postoperatorio inmediato del Switch arterial y un prolongado ingreso hospitalario en niños que han tenido contractilidad segmentaria anómala durante la cirugía de la Transposición de las Grandes Arterias <sup>138</sup>.

La visualización directa del miocardio permite el análisis del tamaño de la cavidad, el grosor de la pared, el movimiento regional de la misma y la función contráctil del ventrículo

### **Coste-Efectividad**

No existen muchos estudios acerca del coste que supone la realización de la ETE Intraoperatoria. Siwik, Ungerleider y Ramamoorthy <sup>93,139,140,141</sup> han publicado sus datos y, en general, concluyen que probablemente no debería hacerse de una manera rutinaria a todos los pacientes, pero sí es claro que el coste de una Reoperación es mucho mayor que la realización del ETE Intraoperatorio y la entrada en un segundo bypass. Por otro lado, si no se ha de entrar de nuevo en bomba pero sí se ha realizado la Ecocardiografía, el número de pruebas a realizar en la Unidad de Cuidados Intensivos en el Postoperatorio inmediato es menor.

### **¿Quién debe realizar e interpretar la Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria?**

La pregunta sólo se plantea a la hora de realizar los ecocardiogramas intraoperatorios que es donde concurren tres posibles aspirantes: el anestésista, el cirujano y el cardiólogo ecocardiografista. La respuesta sería genérica y vale para todos los casos: quien más experiencia tenga en la técnica y quien más conozca acerca de lo que se puede hacer para mejorar o paliar el supuesto hallazgo residual. En nuestro caso siempre es el Cardiólogo Pediátrico ya que es el que mejor puede responder a las expectativas creadas porque conoce bien la anatomía de las distintas cardiopatías congénitas y la función cardiaca y, además, sólo está pendiente de la realización e interpretación del examen ecocardiográfico y no de la situación hemodinámica/anestésica del enfermo.

Sin embargo, en otros centros es un médico anestesista sólo o, lo que es más frecuente, asistido por un cardiólogo pediátrico <sup>142,143</sup> Lo importante no es quién sino que el ecocardiografista esté verdaderamente capacitado <sup>27,28,29,30</sup> Eso sí, la valoración y sobre todo la decisión de entrar o no nuevamente en circulación extracorpórea, la llevará a cabo conjuntamente con el cirujano, que es el que mejor conoce las posibilidades que existen de corregir el hallazgo ecocardiográfico, valorando los riesgos que conllevan una segunda entrada en bomba. No es suficiente decir que existe una lesión residual; es importante saber si es o no significativa y si se va a beneficiar de un segundo bypass.



## ***II. ETE Intraoperatoria:***

### ***II.B Pacientes y Método***

## **Pacientes**

Se incluyen todos los niños diagnosticados de Cardiopatía en la Unidad Pediátrica del Corazón del Hospital Universitario Materno-Infantil 12 de Octubre e intervenidos de la misma en el Quirófano disponible a tal efecto en el Departamento de Pediatría de dicho Hospital, a los que se les realizó Ecocardiograma Transesofágico Intraoperatorio.

## **Periodo de tiempo del estudio**

Desde Enero de 1.998 a Diciembre de 2001

## **Metodología**

### **Variables estudiadas**

#### ***i-Ecocardiografía Transesofágica Prebypass***

Se estudian las características demográficas (edad, peso, sexo), el diagnóstico ecocardiográfico transtorácico, la patología que presentaban, el diagnóstico por Ecocardiografía Transesofágica, la técnica quirúrgica a realizar, la complejidad de la cirugía, el tipo de cirugía con CEC o Cerrada, la concordancia del diagnóstico ecocardiográfico transesofágico con la cirugía (Patrón Oro) y el impacto, si lo hubo.

#### ***ii-Ecocardiografía Transesofágica Postbypass***

Se establecen dos grupos de poblaciones. Grupo I: pacientes operados de Cirugía Cardíaca a los que se les ha realizado ETE Intraoperatoria Postbypass; Grupo II:

Pacientes operados de Cirugía Cardíaca a los que no se les ha realizado ETE Intraoperatoria Postbypass. Se estudian y comparan distintas variables: edad, peso, tipo de Cirugía (CEC, Cerrada), Cirugía Correctora o Paliativa, Complejidad de la Cirugía, Tiempo de CEC, Tiempo de Clampaje Aórtico, Tiempo de Ventilación Mecánica, Estancia en UCI, Estancia Postoperatoria, Reoperación precoz, Mortalidad Hospitalaria.

Dentro de ambos grupos, en un intento de homogeneizar las poblaciones a comparar, se estudian distintos subgrupos de pacientes:

A)- Pacientes a los que se les ha intervenido con Circulación Extracorpórea

B)- Pacientes a los que se les ha intervenido con Circulación Extracorpórea excluyendo las Comunicaciones Interauriculares.

C)- Pacientes con máxima complejidad de la cirugía, Categoría C

D)- Pacientes intervenidos de la misma patología: Canal Aurículo-ventricular o Tetralogía de Fallot.

## **Técnica**

### *Ecocardiografía Transesofágica Prebypass*

Los estudios Prebypass se realizaron insertando el transductor dentro del esófago después de la inducción de la anestesia general con halotano, mantenida con opiáceos (fentanilo o morfina) administrados intravenosamente por el anestesista

La parálisis muscular se mantiene con Vecuronium o Pancuronium.

El niño está intubado endotraquealmente y, mientras, se le están cogiendo las distintas vías arteriales y venosas para monitorización según el tipo de cirugía a realizar.

Por protocolo de la Cirugía,  
se realiza *profilaxis*  
*antibiótica*

**Tabla XVIII – Profilaxis Antibiótica**

Neonatos	Vancomicina: 10-15 mg/Kg/dosis cada 6 horas IV Gentamicina: 5 – 7.5 mg/Kg/día cada 12 horas, IV ó IM
Lactantes y Niños mayores	Cefazolina: 20-25 mg/Kg/dosis cada 6 horas IV

antiestafilocócica:

Neonatos: Vancomicina y  
Gentamicina; Lactantes y

Niños mayores: Cefazolina (Tabla-XVIII). Se realiza el estudio Prebypass y, posteriormente, se avanza la sonda hasta el estómago y se mantiene durante toda la cirugía (inicialmente si el niño pesaba más de 10 Kg, pero después se disminuyó a 5 Kg el mínimo de peso para mantener el transductor insertado)

### ***Ecocardiografía Transesofágica Postbypass***

Si el examen ecocardiográfico sólo se hace ***Postbypass***, la sonda se introduce cuando el niño está todavía en bomba, realizándose una primera valoración de la integridad o no de las líneas de suturas, parches, conductos, etc. Mediante el Doppler-color, se valora la existencia o no de cortocircuitos residuales y la presencia o no de flujos turbulentos que orientan hacia la posibilidad de una obstrucción. Es importante manejar bien los mapas de color, la velocidad del flujo y las varianzas con objeto de no obtener imágenes espúreas que puedan llevar a cometer un error en la valoración. Posteriormente, una vez que se desconecta al niño de la máquina de circulación extracorpórea, se hace el estudio más detallado de los gradientes, ayudándose incluso de la toma de presiones en los distintos vasos y cavidades si se precisara.

La sonda la introduce indistintamente el cardiólogo o el anestesista. Se lleva a cabo desde el lugar que ocupa habitualmente el anestesista con el que se interfiere importantemente. Cuando es preciso, se introduce bajo visión directa ayudado por un laringoscopio, sobre todo en los niños de menor peso. Se empuja hasta el estómago, en donde inicialmente se valora el estado de la función ventricular de una manera rápida, para a continuación, empezar a desplegar la visualización de los distintos planos y así

poder valorar morfología, función, cortocircuitos y gradientes, según requiera la patología a estudiar.

El examen se realiza lo más completo posible. Todos los estudios incluyen imágenes bidimensionales, Doppler-color, Doppler-pulsado y Doppler-continuo. A veces se utiliza contraste (suero salino fisiológico agitado) para mejor visualizar los cortocircuitos residuales, o se complementa la valoración de gradientes con determinación de presiones en las distintas cámaras cardíacas. Otras veces, lo que interesa exclusivamente es la valoración de la función ventricular, monitorizándola durante largos periodos, desde una posición gástrica en eje corto. La exhaustividad del procedimiento se deja a la discrecionalidad del ecocardiografista y del cirujano, que valoran la necesidad en cada circunstancia.

El transductor se retira del esófago después de que se haya revertido la anticoagulación del bypass cardiopulmonar con Protamina.

Todos los estudios fueron recogidos en cintas de video VHS y/o discos magneto-ópticos grabados desde el propio ecocardiógrafo cuando se dispuso de esta tecnología.

## **Definiciones**

*Ecocardiografía Transesofágica Prebypass* es aquella que se realiza en el Quirófano antes de la entrada en bypass cardiopulmonar.

*Ecocardiografía Transesofágica Postbypass* es aquella que se realiza en Quirófano durante o inmediatamente después de la salida de la Circulación Extracorpórea.

*Impacto del ETE Intraoperatorio* todo cambio producido en la actitud quirúrgica planificada (Prebypass) o nueva entrada en bypass para reparar una lesión residual, como consecuencia de la detección de un hallazgo ecocardiográfico nuevo, sospechado o no sospechado.

**Reoperación:** intervención **no prevista**, realizada en quirófano o en la sala de hemodinámica, dentro de los **tres meses** siguientes a la cirugía primaria.

### **Complejidad de la Cirugía**

La complejidad de la Cirugía de las Cardiopatías Congénitas valora

- El diagnóstico y los cuidados Preoperatorios
- El tratamiento Intraoperatorio
- Los cuidados Postoperatorios

**Tabla XIX - Categorías por complejidad**

Categoría	Tipo de Cirugía
A	Cierre de Comunicación Interauricular Cierre de ductus Arteriosus Banding Fístula sistémico-pulmonar Coartación de Aorta Cirugía cerrada, en general Valvulotomía cerrada Septectomía Interauricular
B	Estenosis Subaórtica por membrana Comunicación Interventricular Canal Aurículo-Ventricular Tetralogía de Fallot Hipoplasia distal del Arco Aórtico Anastomosis Cavopulmonar bidireccional Valvulotomías abiertas Infundibulectomías Anuloplastia Reoperaciones
C	CEC en neonatos Truncus Arteriosus Switch arterial Ventrículo izquierdo Hipoplásico Drenaje venoso pulmonar anómalo total Prótesis valvular Conductos VD-AP Conducto VI-Aorta Ventana Aorto-Pulmonar Fontan

Abreviaturas: VD – Ventrículo Derecho; AP – Arteria Pulmonar;  
VI – Ventrículo Izquierdo

*Modificado de Jenkins et al.*

*Concordancia clínico-quirúrgica:* cuando el diagnóstico prequirúrgico realizado con los hallazgos de la Ecocardiografía Transesofágica coincidieron con los hallazgos en la cirugía.

## **5- Análisis estadístico**

Se realiza un estudio estadístico básico (media, mediana, desviación estándar, error estándar, rango, coeficiente de variabilidad) y comparativo (sólo en los estudios Postbypass) mediante el test de Fischer, t no pareada para el análisis de variables cuantitativas, y la Chi cuadrado para el análisis de variables cualitativas. Una  $p < 0.05$  se consideró significativa.



## ***II. Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria***

### ***II.C.i Resultados Prebypass***

De los 185 Ecocardiogramas Intraoperatorios, 38 fueron realizados antes de entrar en bypass, lo que supone el 20.54 %.

**Tabla XX**

	Edad	Peso	
Promedio	48,10	20,65	17 eran varones y 21 hembras (Relación H/V
Mediana	22,9	10,5	→1.23), con una edad media de 48,1 meses ±
DS	52,18	20,29	52.18 (rango de 1.07 – 196.37) y una mediana
Mínimo	1,07	3,48	situada en los 22.9 meses. El peso medio fue de
Máximo	196,37	47	20.65 Kg ± 20.29 (rango de 3.48 – 47 Kg) y la
			mediana de 10.5 Kg. Tablas XX y XXI

**Tabla XXI – Comparación ETE Postbypass**

	ETE Prebypass	ETE Postbypass	Significación Estadística
Edad			
Promedio	48.10 meses	23.90 meses	NS
Mediana	22.90 meses	7.5 meses	
Peso			
Promedio	20.65 kg	9.35 kg	NS
Mediana	10.50 kg	6.20 kg	

Las **patologías** más frecuentes a las que se realizó Ecocardiograma Transesofágico

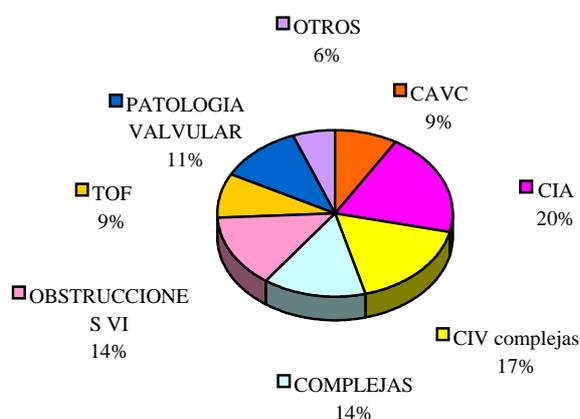


Figura 16 – Patologías más frecuentes

Prebypass fueron, como se ve en la tabla XXII y la figura 16, las Comunicaciones Interauriculares con un 20 %, las Comunicaciones Interventriculares complejas con el 17 %, las obstrucciones del Ventrículo izdo con el 14

%, Patología valvular severa (fundamentalmente Aórtica y/o Mitral) el 11 %, Obstrucciones del lado derecho 9 %, Canales auriculo-ventriculares 9 %, Cardiopatías complejas 14 % y otras un 3 %

**Tabla XXII- Patologías en las que se realizó ETE Prebypass**

Comunicaciones Interauriculares	20 %
Comunicaciones Interventriculares complejas	17 %
Obstrucciones de Ventrículo Izquierdo	14 %
Complejas (DSVD, TAUSSIG-BING, L-TGA+IT,etc)	14 %
Patología valvular severa (Insuf Aórtica, IM,etc.)	11 %
Canal Auriculo-Ventricular	9 %
Obstrucciones del lado dcho (T. Fallot, VD bicameral, etc.)	9 %
Otros	3 %

*Las técnicas quirúrgicas* que se realizaron posteriormente fueron las más frecuentes, la Plastia de las válvulas Aurículo-Ventriculares, las Resecciones en el tracto de salida del ventrículo izquierdo, el Cierre de cortocircuitos, etc. como se ve en la Tabla XXIII

**Tabla XXIII – Procedimientos realizados**

Plastia de las Válvulas AV	13	28.88 %
Resecciones subaórticas	11	24.44 %
Cierre de CIV	8	17.77 %
Tetralogía de Fallot (cierre CIV + resección obstrucción TSVD)	3	6.66 %
Operación de Ross	2	4.44 %
Cierre de CIA	3	6.66 %
Plastia de Arteria Pulmonar	2	4.44 %
Switch + cierre CIV (Taussing-Bing + Mustard previo + Coronaria derecha única)	1	2.22 %
Otros	2	4.44 %

**La complejidad de la patología** que se operó se distribuye así (Figura 17):

Baja - A = 17.15 %  
Media - B = 22.85 %  
Alta - C = 60 %

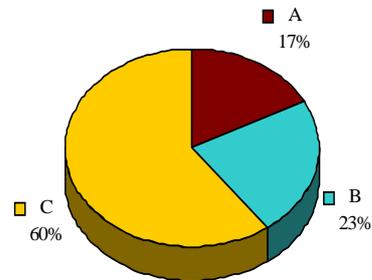


Figura 17

El **tipo de Cirugía** llevado a cabo fue con CEC = 94.28 %, Cerradas = 5.72 % (2 casos de plastia de la Arteria Pulmonar para asegurar la ausencia de cortocircuito residual y evitar riesgos de embolización gaseosa y 2 casos con Ventrículo Unico, en los que no se precisó hacer septectomía).

El **Patrón Oro** en estos casos fue siempre la Cirugía y, por tanto, se dispuso de él en el 100 %.

Hubo **concordancia clínico-quirúrgica** prácticamente en todos los casos

*Impacto* se produjo en 6 casos, 15.79 % . Tabla XXIV

**Tabla XXIV – Impacto de la ETE Prebypass**

Caso	Diagnóstico Eco Transtorácico	Hallazgo Eco Transesofágico	Cambio de estrategia/tratamiento	Prueba de Oro
<b>1</b> <b>ASJ</b>	Estenosis subaórtica por rodete	Estenosis subaórtica por membrana completa	Resección de la membrana anclada en el lado de la continuidad fibrosa mitroaórtica	Cirugía
<b>2</b> <b>MN</b>	Insuficiencia Mitral Severa; no coaptación de valvas	IM severa por hipoplasia de la valva posterior; trombo en AI	Anuloplastia + Plastia de la valva posterior y el aparato subvalvular	Cirugía
<b>3</b> <b>EBH</b>	Insuficiencia Mitral Severa	Insuficiencia Mitral Severa por el cleft	Cierre del cleft	Cirugía
<b>4</b> <b>RCS</b>	Insuficiencia Mitral Severa	IM severa: 1 jet severo comisura posterior, 2 jets valva anterior y central	Plastia de la válvula con sutura del cleft	Cirugía
<b>5</b> <b>SLG</b>	Reoperación: TIA no bien valorado precirugía con ETT	Tabique interauricular íntegro	Plastia de la Arteria Pulmonar No CEC para cerrar la CIA	Cirugía
<b>6</b> <b>IS</b>	Compleja. TIA no valorado precirugía	Tabique interauricular íntegro	Plastia de AP No CEC para cerrar la CIA	Cirugía

## Discusión

Los exámenes Precirugía fueron importantes por la información que aportaron al cirujano “in situ” ya que se realizaron en el quirófano, con el cirujano delante, para proporcionarle datos acerca del mecanismo de producción de una insuficiencia valvular o una obstrucción en el lado izquierdo, localizando el chorro regurgitante o la membrana o tejido accesorio causante de la obstrucción <sup>145,146</sup>

Sólo una quinta parte de las Ecocardiografías Transesofágicas Intraoperatorias son Prebypass. Es claro que la indicación de hacerlo fue totalmente individualizada y no formando parte de una sistemática o Protocolo <sup>116, 145</sup>

Los pacientes a los que se les hizo ETE Prebypass son de mayor edad y Peso que los Postbypass

Llama la atención el gran número de valoraciones del tabique interauricular que se hicieron prebypass, 20 %, si bien hay que decir que se hacen en el contexto de patologías con Ventrículo Unico en los que, como se sabe, es muy importante que exista un buen drenaje de las venas pulmonares en el ventrículo principal. De ahí que se hagan esfuerzos dirigidos a una completa y correcta valoración del tamaño de la Comunicación Interauricular. También se incluyen aquí, pacientes a los que se quiere descartar la existencia de cortocircuito a cualquier nivel para evitar embolia gaseosa en cirugías con Extracorpórea pero con el corazón latiendo.

El resto de las patologías a las que se hizo ETE Prebypass son aquellas en las que la información que ofrece es muy superior al Ecocardiograma Transtorácico, sobre todo en lo que se refiere al mecanismo de producción subyacente <sup>146</sup>

Por los resultados quirúrgicos, no es fácil establecer si hubo o no impacto; en los 6 casos que aquí detectamos, fue claro que el hallazgo obtenido por eco transesofágico decidió/modificó la estrategia quirúrgica que se llevó a cabo, contribuyendo así a realizar una reparación más adecuada.

Hubo *concordancia clínico-quirúrgica* prácticamente en todos los casos: no se encontraron en la cirugía anomalías significativas que no hubieran sido detectadas preoperatoriamente <sup>116</sup>.

## **Resumen ETE Prebypass**

- 1- La información que los hallazgos ecocardiográficos objetivados por el ecocardiograma transesofágico Prebypass aportaron al cirujano, sirvió para delinear mejor la anatomía de la malformación y conocer el mecanismo de producción de la lesión.
- 2- Las indicaciones más frecuentes fueron la valoración del Tabique Interauricular, las Obstrucciones del Tracto de salida del Ventrículo Izquierdo, la patología valvular y las Cardiopatías Complejas..
- 3- En nuestra casuística, se produjo un cambio en la estrategia quirúrgica prevista en el 15.79 %.
- 4- El Patrón Oro fue naturalmente los hallazgos en la Cirugía
- 5- Hubo concordancia clínico-quirúrgica en prácticamente el 100 % de los casos.



## ***II. Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria***

### ***II.C.ii. Resultados POSTBYPASS***

De los 185 Ecocardiogramas Transesofágicos Intraoperatorios realizados, 147 fueron *Postbypass* (79.45 %).

Durante este periodo, se realizaron 633 Cirugías Cardiacas de las que 412 fueron con Circulación Extracorpórea (CEC) (65.08 %). Las 185 Ecocardiografías Transesofágicas Intraoperatorias suponen el 29.22 % de las Cirugías Cardiacas en general y el 44.90 % de las realizadas con Extracorpórea (Tabla XXV).

**Tabla XXV**

CIRUGIAS TOTALES	633	
CEC	412	65.08 %
ETE IO total	185	
ETE IO POSTBYPASS	147	79.45 %
ETE IO PREBYPASS	38	20.55 %
ETE IO / CIRUGIA	185/633	34.29.22 %
ETE IO / CEC	185/412	44.90 %
ETE IO POSTBYPASS / CIRUGIAS TOTALES	147/633	23.22 %
ETE IO POSTBYPASS / CEC	147/412	35.67 %

Las ETE Intraoperatorias *Postbypass* se realizaron en el 35.67 % de las Cirugías con Circulación Extracorpórea y en el 64.75 % de las cirugías con Extracorpórea excluyendo las Comunicaciones Interauriculares. (Tabla XXVI).

**Tabla XXVI**

	TOTALES	NO ETE	SI ETE IO	ETE POSTBYPASS	ETE PREBYPASS
Cirugías	633	448	185 (29.22 %)	147 (23.22 %)	38 (6.00 %)
. CEC	412	227	185 (44.90 %)	147 (35.67 %)	9.22 %
. CEC - CIAs	227	180		147 (64.75 %)	16.74 %

Con respecto al total de Ecocardiogramas Transesofágicos realizados, los *Postbypass* suponen el 42.36 %.

### Grupo I- Características de los pacientes a los que se realizó ETE Intraoperatorio Postbypass

Se insertó la sonda al 97.28 % de los pacientes. No se pudo insertar en 4. Los ecocardiogramas fueron realizados a 84 Varones y 63 Hembras (Relación V/H -> 1.34/1)

Tabla XXVII

La edad media fue de  $24.10 \pm 41.11$  meses (rango de 0.17 – 196.4) y el Peso medio de  $9.35 \pm 9.04$ ; la mediana para la edad es de 7.5 meses y para el peso de 6.2 Kg Tabla XXVII.

	Edad	Peso
Promedio	24.10	9.35
Mediana	7.5	6.2
DS	41.11	9.04
Mínimo	0.17	2.5
Máximo	196,4	52

El 25.55 % de los pacientes en los que se realizó ETE IO postbypass eran menores de 3 meses y pesaban menos de 4 Kg; el 65 % de los mismos eran  $\leq 12$  meses y el 78.90 % pesaban  $\leq 10$  Kg. Figuras 18 y 19.

A destacar como el 21.2 % eran menores o iguales a 1 mes y el 13.28 % pesaban igual o menos de 3 Kg

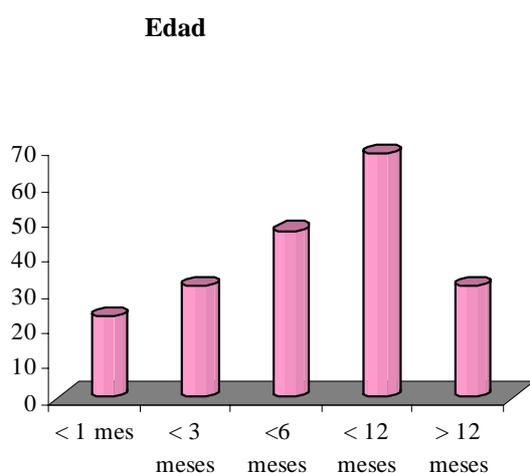


Figura 18

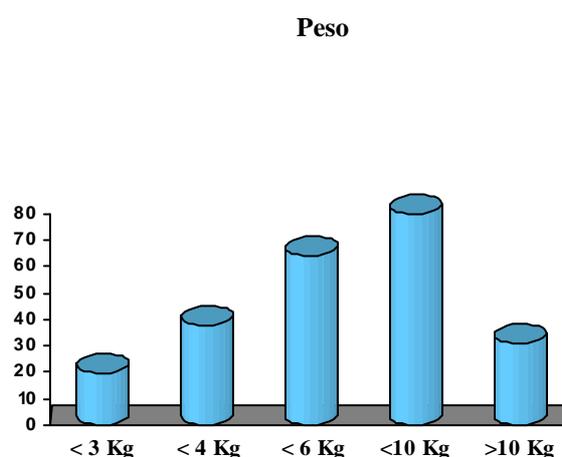


Figura 19

Las **patologías** en las que se realizó ETE *post o intrabypass* fueron las que se pueden ver en la Tabla - XXVIII

**Tabla XXVIII - Patologías en las que se realizó ETE Postbypass**

PATOLOGIAS	Nº	%
Canal Auriculo-Ventricular	25	18.25 %
T Fallot	22	16.06 %
TGA	15	10.95 %
Comunicaciones Interventriculares	12	8.76 %
Obstrucciones de Ventrículo Izquierdo	11	8.03 %
Ventrículo Unico	9	6.57 %
Patología valvular severa (Insuf Aórtica, IM, EM, etc.)	9	6.57 %
CIV/ Obstrucción TSVI	7	5.11 %
Drenaje Venoso Pulmonar Anómalo	5	3.65 %
CIV / Obstrucción TSVD	5	3.65 %
Truncus	3	2.19 %
DSVD: Taussig-Bing	3	2.19 %
Atresia Pulmonar con Septo Integro	3	2.19 %
Otros ( ccTGA, Heterotaxia, Coronaria anómala, Túnel aórtico, Ventana AO/P, etc.)	9	6.57 %

Las más frecuentes son los Canales Aurículo-Ventriculares, seguidos de las Tetralogías de Fallot, Comunicaciones Interventriculares, Atresias Pulmonares, Ventrículos Derechos Bicamerales, Estenosis Subaórticas, Insuficiencia de la válvula Mitral o Aórtica, etc.

Desde un punto de vista ecocardiográfico (Tabla XXIX), el estudio de **lesiones residuales** postoperatorias encontradas, se puede agrupar por la existencia de:

**Tabla – XXIX Lesiones residuales**

- Cortocircuito, asociado o no a Obstrucción de los Tractos de salida o a Valvulopatía
- Obstrucción del Tracto de salida derecho
- Obstrucción del Tracto de salida Izquierdo
- Obstrucción Venas pulmonares
- Valvulopatía aislada
- Función Ventricular
- Otras

PATOLOGIAS	Nº	%
Cortocircuito / Obstrucción TSVD	29	21.2
Cortocircuito / Valvulopatía	27	19.70
Cortocircuito	14	10.22
Cortocircuito / Obstrucción TSVI	7	5.11
Cortocircuito / Función	7	5.11
Función Ventricular	16	11.68
Obstrucción TSVI	11	8.02
Valvulopatía	7	6.57
Obstrucción Venas Pulmonares	6	4.38
Obstrucción TSVD	5	3.65
Otras	6	4.38

En un afán de síntesis, las lesiones residuales postoperatorias encontradas las agrupamos en las cinco categorías que se pueden ver en la Tabla XXX<sup>119</sup>.

**Tabla - XXX - Agrupación de las distintas lesiones residuales**

	NÚMERO	PORCENTAJE
I - Cortocircuitos residuales	83	44 %
II - Obstrucciones Tracto de Salida del VD	23	12 %
III - Obstrucciones lado izquierdo	18	6 %
IV - Valvulopatías	44	23 %
V - Función ventricular	28	15 %

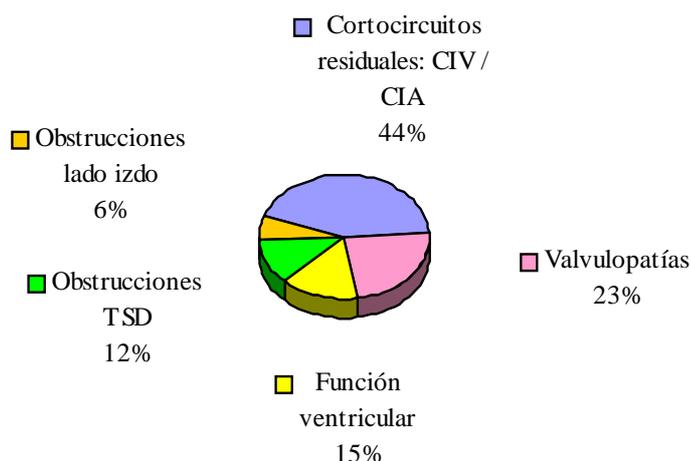


Figura 20 - Distribución de las patologías agrupadas en las que se realizó ETE Intraoperatoria

Los *procedimientos realizados* se muestran en la Tabla XXXI, Figura 21. A veces, en el mismo niño, se han realizado más de un procedimiento, de ahí que la suma de los mismos sea superior al número de pacientes.

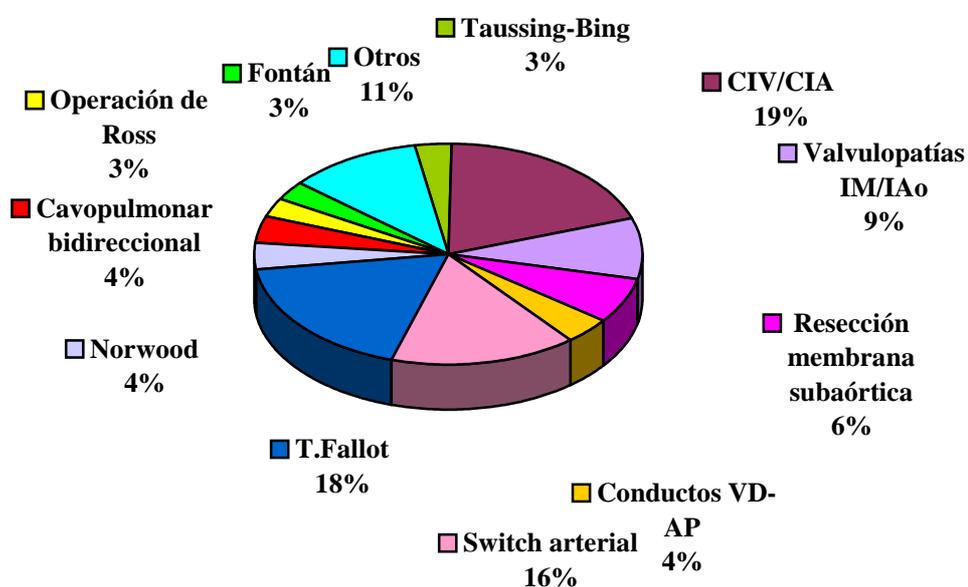


Figura 21- Tipo de Cirugía

**Tabla XXXI - Técnicas quirúrgicas realizadas**

Plastia de las Válvulas AV	28.88 %
Cierre de CIV/CIA	14.77 %
Tetralogía de Fallot (cierre CIV + resección obstrucción TSVD)	13.66 %
Switch arterial	12 %
Valvulopatías	7 %
Resecciones de membrana subaórticas	5 %
Norwood	3 %
Conductos VD-AP	3 %
Cavopulmonar bidireccional	3 %
Plastia de Arteria Pulmonar	3 %
Operación de Ross	2.22 %
Switch + cierre CIV complejas (Taussing-Bing + Mustard previo + Coronaria dcha única)	2.22 %
Conductos VV CC – APD (Fontán Extra e intracardiaco)	2.2 %
Otros	8.59%

El *tipo de Cirugía* llevado a cabo fue con CEC en el 98.54 % y Cerrada en el 1.46 % .  
Correctora en el 89 % y Paliativa en el 11 %.

La *complejidad de la patología* que se operó fue máxima, C, en el 56.94 %, intermedia, B, en el 34.31 % y menor, A, en el 8.76 %.

El resto de las características de esta población se puede ver en la tabla XXXII

**Tabla XXXII – Datos de la Población con Ecocardiografía  
Transesofágica Intraoperatoria *Postbypass***

<b>Edad (media)</b>	<b>24.10 meses</b>
<b>Peso (medio)</b>	<b>9.35 kilogramos</b>
<b>Tipo de Operación 1</b>	
<b>CEC</b>	<b>98.54 %</b>
<b>Cerrada</b>	<b>1.46 %</b>
<b>Tipo de Operación 2</b>	
<b>Correctora</b>	<b>89.00 %</b>
<b>Paliativa</b>	<b>11.00 %</b>
<b>Complejidad</b>	
<b>C</b>	<b>56.94 %</b>
<b>B</b>	<b>34.31 %</b>
<b>A</b>	<b>8.75 %</b>
<b>Tiempo de CEC</b>	<b>178.63 minutos</b>
<b>Tiempo de clampaje Aórtico</b>	<b>99.79 minutos</b>
<b>Tiempo Ventilación mecánica</b>	<b>85.592 horas</b>
<b>Estancia UCI</b>	<b>6.315 días</b>
<b>Estancia Postoperatoria</b>	<b>13.282 días</b>
<b>Reoperación precoz</b>	<b>10.95 %</b>
<b>Mortalidad Hospitalaria</b>	<b>8.76 %</b>

## Análisis de los Resultados

### **Grupo IIA.- Pacientes con Circulación Extracorpórea y NO ETE Postbypass**

Se estudian las mismas variables anteriores en los pacientes intervenidos con Circulación Extracorpórea (se excluyen las cirugías cerradas) en los que NO se realizó ETE IO Postbypass, y se comparan (ver Tabla XXXIII)

Se incluyen 207 pacientes con una edad media de 31.41 meses y peso medio de 11.63 Kg

**Tabla XXXIII – Comparación Pacientes Intervenidos con CEC + Con/Sin ETE IO Postbypass**

CARACTERISTICAS A ESTUDIAR	ETE IO POSTBYPASS	NO ETE IO POSTBYPASS <u>CEC</u>	SIGNIFICACION ESTADISTICA
NÚMERO DE PACIENTES	145	207	
EDAD (MEDIA)	24.18 MESES	31.41 MESES	p = 0.105
Peso (medio)	9.42 kilogramos	11.627 kilogramos	P = 0.0477
Complejidad			
C	53.47 %	46.53 %	P = 0.0001
B	42.20 %	57.80 %	
A	13.48 %	86.52 %	
Tiempo de CEC	178.63 horas	115.551 horas	P = 0.0001
Tiempo de clampaje Aórtico	99.79 horas	57.203 horas	P = 0.0001
Tiempo Ventilación Mecánica	86.496 horas	47.495 horas	P = 0.0079
Estancia UCI	6.37 días	4.382 días	P = 0.0147
Estancia Postoperatoria	13.35 días	8 días	P = 0.0001
Reoperación precoz	11.11 %	2.42 %	P = 0.0008
Mortalidad Hospitalaria	8.89 %	6.76 %	P = 0.4685

Se observa que estas dos poblaciones no son homogéneas ya que existe diferencia estadísticamente significativa prácticamente en todas las variables estudiadas

**Grupo IIB.- Pacientes con CEC y NO ETE Postbypass excluyendo las Comunicaciones Interauriculares**

Se excluyen del grupo de pacientes con CEC y NO ETE Postbypass, aquellos pacientes cuyo diagnóstico fue Comunicación Interauricular con el fin de intentar homogeneizar las poblaciones. Tabla XXXIV. Se estudian y comparan las mismas variables

Se incluyen 164 pacientes con una edad media de 25.36 meses y 9.76 Kg.

**Tabla XXXIV – Comparación Pacientes Intervenido con CEC/excepto CIA+ Con/Sin ETE IO Postbypass**

CARACTERISTICAS A ESTUDIAR	ETE IO POSTBYPASS	NO ETE IO POSTBYPASS <u>CEC - CIA</u>	SIGNIFICACION ESTADISTICA
NÚMERO DE PACIENTES	147	164	
EDAD (MEDIA)	24.18 MESES	25.36 MESES	p = 0.7917
Peso (medio)	9.416 kilogramos	9.766 kilogramos	P = 0.7452
<b>Complejidad</b>			
C	53.47 %	46.53 %	P = 0.003
B	42.59 %	57.41 %	
A	25.53 %	74.47 %	
Tiempo de CEC	178.63 horas	134.352 horas	P = 0.0001
Tiempo de clampaje Aórtico	99.79 horas	69.281 horas	P = 0.0001
Tiempo Ventilación Mecánica	86.496 horas	59.722 horas	P = 0.1015
Estancia UCI	6.315 días	5.242 días	P = 0.2096
Estancia Postoperatoria	13.282 días	9.222 días	P = 0.0073
Reoperación precoz	11.11 %	3.05 %	P = 0.0055
Mortalidad Hospitalaria	8.89 %	8.54 %	P = 0.9143

Los resultados que se obtienen muestran que no existe diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la edad, peso, tiempo de ventilación mecánica, estancia en UCI y Mortalidad hospitalaria, demostrando que estas dos poblaciones son más homogéneas pero sí en cuanto a Complejidad de la Patología y Cirugía (Tiempo de CEC, Tiempo de Clampaje aórtico, Categoría C) y a la tasa de Reoperaciones.

### Grupo IIC.- Pacientes con patologías complejas, pertenecientes a la Categoría C

Se agrupan una serie de pacientes que tienen la misma complejidad – Categoría C – y se comparan aquellos en los que SI se realizó ETE IO Postbypass y aquellos en los que NO. Tabla XXXV

Se estudian 78 pacientes, con una edad media de 22.3 meses, peso medio de 8.49 Kg, y patologías muy severas como TGA, Fallot severo, Síndrome de Heterotaxia, Truncus, Ventrículo Unico, Taussig-Bing, Obstrucciones en serie del corazón izquierdo, Ventrículo izquierdo hipoplásico, Túnel Aorto-Pulmonar, Drenaje venoso anómalo total, Coronaria izquierda anómala, Atresia Pulmonar con septo íntegro y con CIV, Canal Aurículoventricular total, etc.

**Tabla XXXV**

CARACTERISTICAS A ESTUDIAR	ETE IO POSTBYPASS GRUPO C	NO ETE IO POSTBYPASS <u>CEC GRUPO C</u>	SIGNIFICACION ESTADISTICA
Nº DE PACIENTES	78	76	
EDAD (MEDIA)	22.3 MESES	8.076 MESES	p = 0.0163
Peso (medio)	8.49 kilogramos	5.118 kilogramos	P = 0.0076
Tiempo de CEC	208.055 horas	194.224 horas	P = 0.3897
Tiempo de clampaje Aórtico	111.465 horas	93.491 horas	P = 0.0604
Tiempo Ventilación Mecánica	128.914 horas	118.462 horas	P = 0.7214
Estancia UCI	8.797 días	9.676días	P = 0.5755
Estancia Postoperatoria	18.438 días	13.5 días	P = 0.0696
Reoperación precoz	17.95 %	6.58 %	P = 0.032
Mortalidad Hospitalaria	12.82 %	19.74 %	P = 0.3446

Se observa que la edad y el Peso de los pacientes a los que SI se les ha realizado ETE IO Postbypass, es estadísticamente significativamente mayor que aquellos a los que NO se les ha realizado ETE IO Postbypass así como las Reoperaciones

El tiempo de Ventilación mecánica, la Estancia en UCI, la Estancia Postoperatoria y la Mortalidad Hospitalaria no son significativas estadísticamente.

**Grupo IID.- Grupo de pacientes CON y SIN ETE IO Postbypass y con**

**i- Canal Auriculoventricular.**

Se estudian 25 pacientes diagnosticados de Canal Auriculoventricular, con una edad media de 11.921 meses y un peso medio de 6.76 Kg. Incluyen tanto defectos parciales como totales del septo atrioventricular. El Ecocardiograma Transesofágica valora al menos, la presencia o no de cortocircuitos residuales a nivel auricular y/o ventricular y la presencia de regurgitación sobre todo de la válvula auriculo-ventricular izquierda y, en menor grado, la derecha; así mismo estudia la función ventricular izquierda y la presencia o no de estenosis del tracto de salida izquierdo. Tabla XXXVI

**Tabla XXXVI- Canal AV CON/SIN ETE IO Postbypass**

CARACTERISTICAS A ESTUDIAR	ETE IO POSTBYPASS CANAL AV	NO ETE IO POSTBYPASS CANAL AV	SIGNIFICACION ESTADISTICA
Nº PACIENTES	25	16	
EDAD (MEDIA)	11.921 MESES	33.97 MESES	p = 0.0049
Peso (medio)	6.76 kilogramos	11.70 kilogramos	P = 0.0088
Tiempo de CEC	197.292 horas	114.562 horas	P = 0.0002
Tiempo de clampaje Aórtico	125.292 horas	67.312 horas	P = 0.0001
Tiempo Ventilación Mecánica	124.217 horas	47.133 horas	P = 0.1903
Estancia UCI	7.857 días	3.188 días	P = 0.1166
Estancia Postoperatoria	17.6 días	7.188 días	P = 0.0823
Reoperación precoz	20.00 %	6.25 %	P = 0.2243
Reoperación tardía	0 %	12.5 %	P = 0.05
Mortalidad Hospitalaria	8 %	0 %	P = 0.6768

Se observa que los pacientes que tenían defecto del Septo Atrioventricular a los que se hizo ETE IO Postbypass, son más pequeños de edad y de menor peso y precisan de

tiempos de CEC y Clampaje aórtico sensiblemente mayores. También, en nuestra casuística, la tasa de Reoperación tardía fue estadísticamente significativa.

Sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tiempo de Ventilación Mecánica, la Estancia en UCI, la Estancia Postoperatoria, la tasa de Reoperaciones precoz y tardía, así como la Mortalidad Hospitalaria.

**ii- Tetralogía de Fallot.**

Se estudian 21 pacientes diagnosticados de Tetralogía de Fallot con una edad media de 10.35 meses y Peso medio de 7.66 Kg. El ecocardiograma investigó, al menos, la presencia o no de cortocircuito residual, la presencia de otros cortocircuitos, el gradiente en el tracto de salida del ventrículo derecho, el grado de insuficiencia de la válvula pulmonar y la función ventricular tanto izquierda como derecha. Tabla XXXVII

**Tabla XXXVII**

CARACTERISTICAS A ESTUDIAR	ETE IO POSTBYPASS T. FALLOT	NO ETE IO POSTBYPASS T. FALLOT	SIGNIFICACION ESTADISTICA
Nº PACIENTES	21	13	
EDAD (MEDIA)	10.35 MESES	17.2 MESES	p = 0.0613
Peso (medio)	7.66 kilogramos	8.39 kilogramos	P = 0.3974
Tiempo de CEC	174.81 horas	159.54 horas	P = .418
Tiempo de clampaje Aórtico	100.2 horas	86.333 horas	P = 0.312
Tiempo Ventilación mecánica	85 horas	106.25 horas	P = 0.7288
Estancia UCI	6.25 días	7.462 días	P = 0.6733
Estancia Postoperatoria	12.89 días	13.583 días	P = 0.8819
Reoperación precoz	9.52 %	0 %	P = 0.2514
Mortalidad Hospitalaria	0 %	0 %	

Se estudian y comparan todas las variables con las de aquellos pacientes operados de Tetralogía de Fallot en este mismo periodo pero a los que no se les hizo Ecocardiograma Transesofágico Intraoperatorio *Postbypass*.

En los resultados, observamos cómo no existen variables que sean estadísticamente significativas cuando comparamos estos dos grupos de pacientes.

***ETE Intraoperatoria Postbypass  
Evolución***

## Evolución de los Pacientes

### a - CON ETE Intraoperatorio Postbypass

De los 147 casos en que se realizó ETE IO *Post o Intrabypass*, en (11) un 7.48 % se decidió entrar de nuevo en bypass cardiopulmonar para mejorar el resultado inicial, *Impacto*, y en el 92.52 % no.

a- En 11 casos, 7.48 %, se entró de nuevo en bypass cardiopulmonar para reparar la

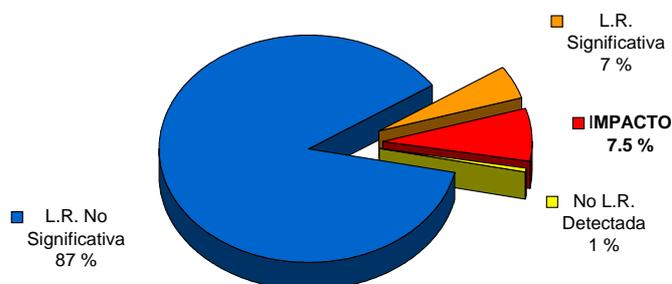


Figura 22 – Evolución

lesión residual que se juzgó ser significativa, severa, y el cirujano podía hacer algo más.

Tabla XXXVIII – Diagnóstico de las lesiones residuales *postbypass*

En el 72.72 % de los pacientes 8/11, el retorno al bypass se hizo sólo con el ETE como medio diagnóstico. En los casos en los que se detectó gradiente

ETE sólo	8	72.72 %
ETE + Presiones (VD/AP)	3	27.28 %

residual significativo en el tracto de salida del Ventrículo Derecho, tres, se tomaron presiones para confirmar / valorar la gravedad de los hallazgos.

## Características de los pacientes *CON impacto*

La edad media de los pacientes en los que hubo que volver a entrar en bypass fue de 26.07 (rango de 0.23 – 136) y el peso medio de 11.37 (rango de 3.2 – 52); la mediana para la edad se sitúa en 7.93 meses y para el peso en 6 Kg.

Comparando con los ETE sin Impacto (Tabla XXXIX) vemos que no existen diferencias estadísticamente significativas

**Tabla XXXIX – Características de los pacientes**

	<b>ETE IO CON IMPACTO</b>	<b>ETE IO SIN IMPACTO</b>	<b>SIGNIFICACION ESTADISTICA</b>
EDAD	Media: 26.07 meses <b>Mediana: 7.93 meses</b> Desviación estándar: 45.32 Rango: 0.23 – 136 meses	Media: 25.25 meses Mediana: 7.5 meses Desviación estándar: 42.2 Rango: (0.2 - 196.37) meses	NS NS
PESO	Media: 11.37 Kg <b>Mediana: 6 Kg</b> Desviación estándar: 14 Rango: 3.2 – 52 Kg	Media: 9 Kg Mediana: 6 Kg Desviación estándar: 9.2 Rango: (2.7 – 52) Kg	NS NS
SEXO	Varones: 8 Hembras: 3 Varones / Hembras → 2.66	Varones:66 Hembras:49 Varones / Hembras → 1.34	

El diagnóstico, procedimiento inicial y hallazgos ecocardiográficos postbypass, de los pacientes en los que hubo Impacto se describen en la Tabla XL.

**TABLA XL – Hallazgos Postbypass de la Ecocardiografía Transesofágica con Impacto Significativo**

Caso	Diagnóstico	Procedimiento inicial	Hallazgo ETE no sospechado	Estrategia Inmediata	Evolución
1 MML 1998	I-TGA + Estenosis subpulmonar en parte por protrusión septo membranoso	Intento de Resección y ampliación del Tracto de Salida	Gradiente muy significativo	Resección del septo membranoso + cierre de la CIV	I Satisfactoria
2 CDY 1999	Estenosis aórtica Valvular severa + CIV + DAP	Valvulotomía ineficaz	Gradiente muy significativo + IM severa	Mayor apertura de la válvula Ao	I Satisfactoria
3 GQG 1999	TGA + SI	Swicht arterial + cierre de la CIA postRashkind	Mala función ventricular + Shunt a nivel ventricular	Cierre de la CIV no diagnosticada	I Satisfactoria
4 MMA 1999	Ventrículo Unico + Banding	Cavopulmonar + CIA restrictiva	Aumento Pr AI Septectomía	CIA amplia Buen resultado	I Satisfactoria
5 VGM 2000	VD bicameral + CIV	Resección de la banda + parche de cierre de la CIV	Gradiente moderadamente significativo en VD	Resección de otras banda anómalas	I Satisfactoria
6 FJMS 203271 2000	TGA+CIV+Coronaria Unica + Mustard + HTP (cirugía previa)	Desmante del Mustard + Swicht arterial + cierre CIV	Persiste shunt significativo a nivel ventricular	Revisión del parche de la CIV	IV Exitus
7 RCS 2000	CIV msr + EM severa	Parche de cierre de la CIV + Apertura VM	EM + IM severa	Plastia de la IM	II Problema residual
8 VCC 2000	Estenosis subaórtica x membrana	Resección de la membrana	Perforación de la VM	Punto en la VM	I Satisfactoria
9 CSD 202275 2000	Tetralogía de Fallot + Fístula BT	Vía transauricular Resección infundíbulo + cierre de la CIV	Obstrucción significativa en el TSVD	Ampliación del tracto de salida por resección de bandas musculares	I Satisfactoria
10 JASG 2001	FALLOT	Transventricular + Cierre de CIV + Parche ampliación TSVD	CIV residual no significativa + Gradiente muy significativo en el anillo	Punto en la CIV + parche transanular BAVC	II Reoperación
11 ASC	CIA OP + IM severa	Cierre de CIA + Cierre del cleft + IM severa	Plastia de la VM	IM moderada	II Problema residual

Abreviaturas: BAVC – Bloqueo Aurículo-Ventricular Completo; BT – Blalock-Taussig; CIA – Comunicación Interauricular; CIV – Comunicación Interventricular; DAP – Ductus Arteriosus persistente; EM – Estenosis Mitral; HTP – Hipertensión Pulmonar; IM – Insuficiencia Mitral; OP – Ostium Primum; TSVD – Tracto de salida del Ventrículo Derecho; TGA – Transposición de las Grandes Arterias; VM – Válvula Mitral

\* En números romanos, la Codificación de los impactos según Stevenson

En 10 pacientes, se consiguió completa o aceptable mejoría, 91 %. En un caso, no se pudo reparar adecuadamente y el paciente no salió de bomba.

Siguiendo la propuesta de Stevenson, podemos Codificar los casos con Impacto tal como se expone a continuación:

#### CODIFICACION DE LOS CASOS CON IMPACTO

I – No secuelas, problema resuelto ----- 63.63 %

II- Buen pronóstico: mejoría del problema; algún problema residual --- 27.27 %

III- Problema resuelto, el paciente murió ----- 0 %

IV- Problema no resuelto, el paciente murió ----- 9.1 %

**Tabla XLI**

<b>CODIFICACION</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
I - No secuelas, problema resuelto	7/11	63.63 %
II - Buen pronóstico: mejoría del problema, Algún problema residual	3/11	27.27 %
III - Problema resuelto, el paciente murió	0/11	0.0 %
IV – Problema no resuelto, el paciente murió	1/11	9.1 %

### Codificación de los casos de Impacto

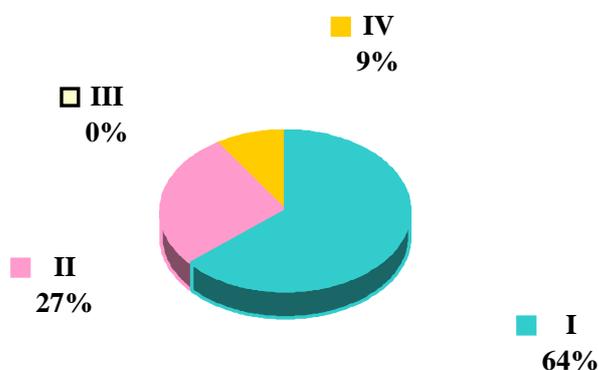


Figura 23 – Codificación de los casos Con Impacto

En estos 11 casos hubo una Reoperación (9.1 %) y uno que necesitó ECMO

- un paciente con Tetralogía de Fallot, se entró en bypass por presentar un gradiente residual significativo, pero no se le diagnosticó una Comunicación Interventricular muscular apical, que le fue cerrada 2 meses más tarde, con un dispositivo implantado mediante cateterismo intervencionista.
- el paciente que precisó de ECMO y falleció posteriormente, presentaba una malformación de Taussing-Bing que fue intervenida en otro centro, realizándole una Cirugía de Mustard, cierre de la Comunicación Interventricular 5-6 meses más tarde (quedando con un cortocircuito residual importante), Arteria Coronaria Unica e Hipertensión Pulmonar. *El ETE diagnosticó la lesión: shunt residual significativo pero el paciente no salió de bomba, ni de la ECMO*

### Curva de aprendizaje

Podemos observar en la Tabla XLII, cómo el Impacto es menor con el paso de los años.

Se sabe, y todos los autores así lo reconocen, que existe una curva de aprendizaje por la que pasan todos los grupos. En nuestro caso, es clara la tendencia a disminuir el número de pacientes que deben ser reintervenidos en el mismo acto quirúrgico. Sin embargo, no existen diferencias estadísticamente significativas en el número de Impactos entre el año que comenzamos a aplicar esta técnica y el del momento de cerrar este trabajo. Figura 24, Tabla XLIII

**Tabla XLII – Curva de aprendizaje**

	TOTAL	1998	1999	2000	2001
ETE IO postbypass	147	9	42	52	44
Impacto	11	1 (9.1 %)	3 (27.27 %)	5 (45.45 %)	2 (18.18 %)
Impacto / ETE IO	7.48 %	11.11 %	7.14 %	9.61 %	4.54 %

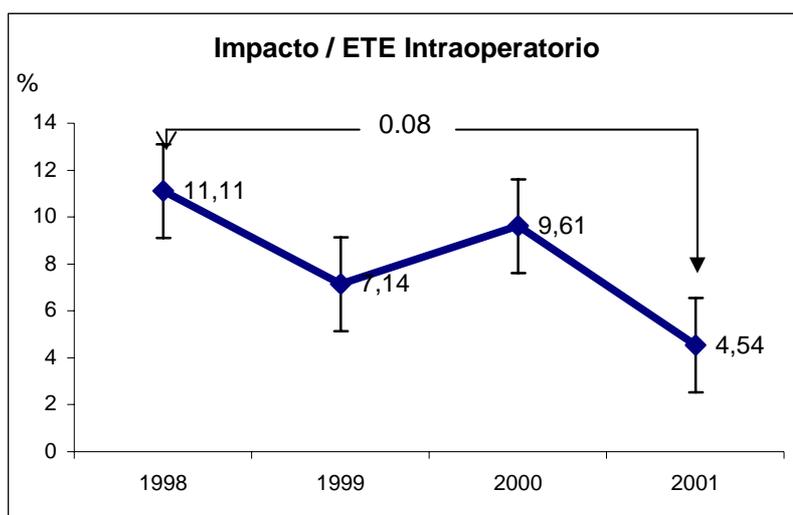


Figura 24 – Curva de aprendizaje

**Tabla XLIII**

	<b>1.998</b>	<b>2.001</b>	<b>SIGNIFICACION ESTADISTICA</b>
<b>IMPACTO</b>	11.11 %	4.54 %	0.08

***b- Pacientes con ETE Intraoperatorio Postbypass, pero NO precisaron entrar en bomba:***

136/147 (92,51 %), ( Figura 25)

b.1)- No se diagnosticó lesión residual o se juzgó NO SIGNIFICATIVA en el 85.29 % (116/136). La evolución posterior de estos casos fue

- Buena / Aceptable ----- 92.24 % (107)
- Reoperaciones ----- 2.59 % (3)
  - . Estenosis VCS-APD en un Glenn, dilatado a las 48 horas postcirugía
  - . Estenosis supravalvular post-switch
  - . 1 Cierre de CIA
- Exitus ----- 1 (0.86 %)
  - Canal AV completo con Hipertensión Pulmonar en niño Down > 1 año
- Mortalidad no relacionada con el ETE----- 5 (4.31 %)
  - 2 Causas Extracardiacas
  - 2 Extrahospitalarias
  - 1 Cardíaca no relacionada con el ETE (fallo de crecimiento del anillo aórtico en una inducción de crecimiento del VI)

b.2)- Se diagnosticó lesión residual y se juzgó POCO SIGNIFICATIVA en el 8.82 % (12/136). La evolución posterior de estos casos fue:

- Buena / Aceptable ----- 75 % (9)
- Reoperación ----- 16.66 % (2)
- Exitus ----- 8.33 % (1)

. 2 Dehiscencias de sutura

. Dehiscencia de sutura de plastia mitral y prótesis

b.3)- Se diagnosticó lesión residual, se juzgó SIGNIFICATIVA, pero no se entró de nuevo en bypass en el 5.14 % (7/136). La evolución posterior fue:

- Buena / Aceptable ----- 2 (28.57%)

. 2 Tetralogías de Fallot que salieron con presiones en Ventrículo Derecho sistémicas o suprasistémicas y que evolucionaron perfectamente

- Reoperaciones ----- 2 (28.57%)

.Una CIA restrictiva que se operó 24 horas más tarde

.Una IM severa a la que se hizo plastia de la Mitral + anillo y 3 días después se le puso una Prótesis

- Exitus ----- 3 (42.85%)

. 3 ECMOs que no salieron de bomba, ni de la ECMO

b.4)- NO SE DIAGNOSTICO lesión residual o NO SE DETECTO Y EXISTIA en el 0.73 % (1/136)

- Reoperación -----1

.Una CIV residual que fue intervenida 2 meses más tarde

**Tabla XLIV - Evolución de los pacientes con ETE IO Postbypass Sin Impacto**

ETE IO Postbypass		136
<i>Sin Impacto</i>		
Satisfactoria	118	86.76 %
Reoperaciones	8	5.88 %
Exitus/ETE	2	1.5 %
Exitus NC	8	5.88 %

En conjunto, la Evolución de los pacientes a los que se hizo ETE Intraoperatorio Postbypass y no se entró de nuevo en bomba fue la que se observa en la Tabla XLIV:

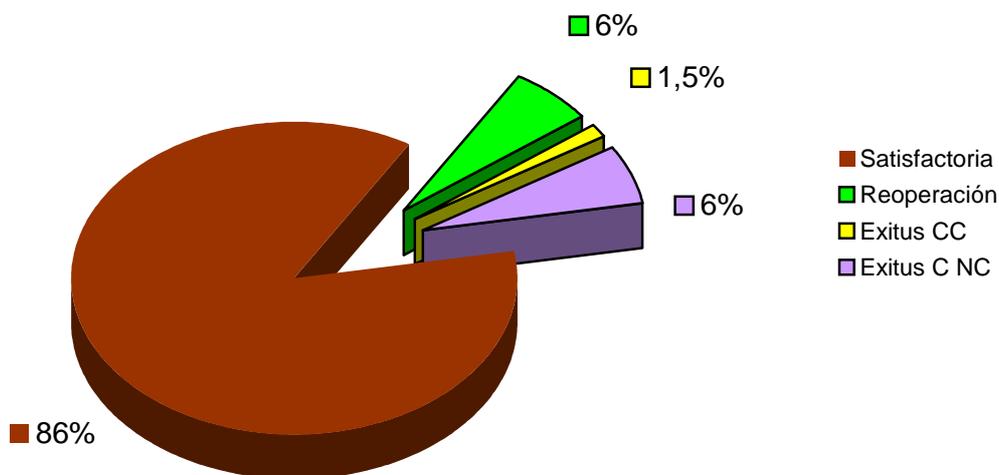


Figura 25 - Evolución pacientes con ETE Postbypass SIN impacto

La **mortalidad** en los pacientes en los que NO se hizo ETE Intraoperatorio fue del 10.27 %. No existe significación estadística.

Tabla XLV

MORTALIDAD TOTAL PACIENTES CON ETE IO	MORTALIDAD PACIENTES SIN ETE IO	SIGNIFICACION ESTADISTICA
7.48 %	10.27 %	NS

### Complicaciones del ETE IO

La mayoría de las complicaciones en nuestros casos fueron en los ETE Intraoperatorios, como cabría esperar dado que son los pacientes más pequeños y el número de ecocardiogramas mayor<sup>146</sup> (Tabla XLVI).

- No se pudo introducir la sonda --- 4 pacientes, siendo 2 pacientes  $\leq$  de 3 Kg y con Síndrome de Down
- Extubación fortuita del tubo endotraqueal --- 2
- Compresión del tubo endotraqueal --- 4

Como puede observarse son poco relevantes ya que la compresión del tubo endotraqueal no impide hacer el examen previa recolocación del mismo, y, en los casos de extubación accidental, al estar los paciente en Circulación Extracorpórea, pudo reintubárseles sin problemas. Excluyendo los pacientes a los que no se pudo insertar la sonda y a los que se les recolocó el tubo endotraqueal tras la compresión, las complicaciones se reducen a 1.36 % y están en consonancia con la cifra de los distintos autores<sup>84,85,106,110,146,149,150</sup>.

**Tabla XLVI - Complicaciones del ETE IO**

	<b>Número</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Características</b>
<b>No inserción de la sonda</b>	4	2.72 %	≤3Kg --- 2 Síndrome de Down --- 2
<b>Extubación accidental</b>	2	1,36 %	< 4 Kg
<b>Compresión del tubo endotraqueal</b>	4	2.72 %	No impidió el examen; se recolocó el transductor
<b>TOTAL</b>	10	6.80 %	
<b>Excluyendo “No inserción + Compresión tubo”</b>	<b>2</b>	<b>1.36 %</b>	



## ***II. ETE Intraoperatoria Postbypass***

### ***II.D Discusión***

Se realizó Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria en el 44.90 % de las Cirugías que precisaron Circulación Extracorpórea y en el 64.75 %, si excluimos las Comunicaciones Interauriculares. Estas cifras son similares a las que tienen en otros grandes centros en que se realiza esta técnica y que oscila, en general, entre 35-45 %<sup>40, 106,107, 116,117.</sup>

Las Ecocardiografías Transesofágicas *Postbypass* llevadas a cabo en nuestra Unidad suponen el 35.67 % con relación a las Cirugías con Circulación Extracorpórea. Ambas, Intraoperatorias (53.31 %) y *Postbypass* (42.36 %), suponen el mayor número de ecocardiografías realizadas en relación con los otros tipos de estudios: Diagnósticos e Intervencionistas.

A pesar de las limitaciones que todavía se tiene con el tamaño de los transductores, la sonda se pudo introducir en el 97.28 % de los pacientes.

No existen trabajos en la literatura en los que se haya empleado la metodología que se ha utilizado en esta Tesis, de ahí que nuestra discusión se circunscriba principalmente a nuestros propios resultados, comparándolos con la literatura cuando existen.

### ***Grupo I***

Cuando se estudia la población a la que se ha realizado Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria *Postbypass*, lo primero que llama la atención es la mediana de la edad y del peso: 7.5 meses y 6.2 Kg, respectivamente, siendo un 25,55 % de los pacientes menores de 3 meses y con un peso menor o igual a 4 Kg y el 78.90 % menores de 10 Kg. Son sin duda los pacientes más pequeños comparados con aquellos a los que se les realizan exámenes con fines diagnósticos y/o intervencionistas<sup>106,107,116</sup>.

Las patologías más frecuentes en las que se hace Ecocardiografía *postbypass*, son los Canales Aurículo-Ventriculares y las Tetralogías de Fallot que constituyen más de un tercio del total (34.31 %). Esto es fácil de deducir, dado que las ecocardiografías no se realizan de un modo rutinario a todas las patologías y a todos los pacientes, si no que son indicaciones selectivas y, en las patologías citadas, concurren las potenciales

lesiones residuales más frecuentes y que más se pueden beneficiar del examen Postbypass: cortocircuito, insuficiencia valvular y gradiente en el tracto de salida<sup>58,60,61</sup>. La Transposición de las Grandes Arterias (TGA) con o sin cortocircuito, es la tercera patología más frecuente. Esto se explica porque la translocación de las arterias coronarias que conlleva la cirugía del *Switch* arterial que se realiza en el periodo neonatal, constituye la principal potencial “cardiopatía isquémica” que se ve en la edad pediátrica. La realización del Ecocardiograma Transesofágico para valorar la función del ventrículo izquierdo que se ha transformado en el ventrículo sistémico bruscamente, es de gran ayuda para el cirujano y también para el anestesista, en orden a ajustar las drogas necesarias<sup>64,68,107,122,136,138</sup>.

Las técnicas quirúrgicas en las que más se utilizó el ETE Intraoperatorio *Postbypass* están en absoluta consonancia con las patologías descritas anteriormente: cierre de cortocircuitos tanto a nivel ventricular como auricular, liberación de los tractos de salida mediante la resección de bandas, membranas, etc., corrección anatómica de la transposición de los grandes vasos con técnica de Jatene o *Switch* arterial, plastias valvulares, etc.

El 98.54 % de los ETE IO *Postbypass* se hicieron en cirugías abiertas que precisaron de Circulación Extracorpórea y el 56.94 %, se realizaron en patologías que eran de la máxima complejidad, Categoría C, y sólo un 8.76 % a las de menor complejidad, categoría A. Esto coincide con el hecho de tener tiempos de CEC y de Clampaje Aórticos largos así como tiempos de ventilación mecánica y estancia en UCI también largos. También coincide con otros autores ya que se tiene la convicción, no suficientemente demostrada, de que las cardiopatías complejas se benefician importantemente de esta técnica<sup>40,107,116,139,143</sup>.

**Grupo IIA-** Cuando comparamos los pacientes operados con Cirugía Extracorpórea (desde el principio se excluyeron las Cirugías cerradas) en los que SI se hizo ETE Intraoperatorio (IO) *Postbypass* con los que NO se hizo ETE IO *Postbypass*, observamos que:

1- Las poblaciones que estudiamos no son homogéneas ya que todas las variables estudiadas son distintas y con significación estadística:

- los pacientes a los que se realiza ETE IO *Postbypass* son de menor peso que aquellos a los que No
- la patología que padecen es más severa (> Complejidad C)
- la complejidad de la Cirugía a realizar es mayor (>Tiempo de CEC y Clampaje aórtico)

2- El Postoperatorio inmediato es más tormentoso/difícil en los pacientes a los que se les hace ETE IO *Postbypass* (mayor Tiempo de Ventilación Mecánica, mayor Estancia en UCI)

**Grupo IIB-** Cuando de la población anterior (pacientes con CEC) se ***excluyen los pacientes con cirugía de Comunicación Interauricular***, los grupos resultan más homogéneos (edad, peso, tiempo de ventilación mecánica, estancia en UCI) aunque las patologías siguen siendo más complejas en las que se hace ETE IO *Postbypass*.

A pesar de ser más complejas (mayor número de pacientes con categoría C, mayor duración de la Extracorpórea y del clampaje aórtico), se observa que el Tiempo de Ventilación Mecánica y la estancia en UCI, son similares, sin diferencias estadísticamente significativas por lo que se podría afirmar que la Ecocardiografía Transesofágica *Postbypass* al asegurar/confirmar la idoneidad de la reparación llevada a cabo, influye en que el Postoperatorio inmediato curse con poca o ninguna incidencia.

**IIC-** Cuando se compararon pacientes con el ***mismo grado de complejidad*** de sus patologías se observó que aquellos a los que se les realizó Ecocardiografía Transesofágica *Postbypass* eran mayores en edad y peso que a los que no se les hizo

ETE. La explicación a estos hallazgos no es fácil de encontrar, salvo que en los diagnósticos de los pacientes a los que NO se les hizo ETE *Postbypass* hay mayor número de TGA y Ventriculos Izquierdos Hipoplásicos que se intervienen en los primeros días de vida que en el grupo de pacientes a los que SI se les hizo ETE *Postbypass*. Al ser neonatos, se tiene más dificultad, en general, para introducirles la sonda. Por otro lado, las Reoperaciones precoces han sido más frecuentes en los pacientes a los que se realizó ETE, algo no esperado. Probablemente, sin la ETE *Postbypass* la tasa de Reoperaciones hubiera sido mayor.

IID- Cuando se compararon dos poblaciones con la misma patología,

IIDi- **Canal Aurículo-Ventricular**, parcial o completo, se observó que los pacientes a los que SI se hizo Ecocardiograma Transesofágico *Postbypass* eran más pequeños de edad y peso muy significativamente, además de precisar de tiempos más prolongados de Circulación Extracorpórea y Clampaje Aórtico. En esta patología, se observa claramente la **influencia positiva** que ha podido tener la realización de la prueba dado que el Postoperatorio inmediato, la tasa de Reoperación inmediata y la Mortalidad Hospitalaria son semejantes en ambos grupos, sin diferencias significativas. En esta patología, la exclusión o detección de cortocircuito residual significativo mediante la Ecocardiografía Transesofágica es fiable con una gran sensibilidad y especificidad. En la valoración de la válvula AV izquierda, la sensibilidad para detectar insuficiencia valvular es del 100 %, pero no para predecir la evolución de la misma. Sin embargo, en nuestra casuística, la necesidad de Reoperación tardía en los pacientes a los que se les hizo Ecocardiografía Transesofágica, fue menor con una diferencia estadísticamente significativa<sup>55,56,60,61,65,152,153,154</sup>.

IIDii- No se han encontrado estos hallazgos, cuando la patología estudiada fue **la Tetralogía de Fallot**, probablemente porque el número de pacientes de ambos grupos es muy pequeño y el espectro de la enfermedad amplio. Sin embargo, la Tetralogía de Fallot es otra de las patologías que potencialmente más se beneficia de esta técnica ya que se puede detectar/excluir la presencia de cortocircuito residual y si existe o no obstrucción significativa en el tracto de salida derecho, con las limitaciones que se tienen por no alinearse bien el haz de Doppler con las sondas biplanas y porque no predice el riesgo de

estenosis de las ramas pulmonares<sup>65,155,156</sup>. Hay que decir, sin embargo, que no todos los gradientes que se recojan en el tracto de salida de cirugías de Fallot realizadas por vía transauricular deben ser revisados con una segunda entrada en *bypass*. Muchos pueden ser debidos a obstrucciones dinámicas y así lo hemos podido constatar nosotros en dos pacientes que salieron del quirófano con presiones en el Ventrículo Derecho iguales o superiores a las sistémicas y, sin embargo, evolucionaron favorablemente en los primeros días postoperatorios, bajando progresivamente las mismas<sup>155</sup>.

El 87.5 % de los estudios *Postbypass* no mostraron defecto residual o fue poco significativo. El número de casos en los que se decidió entrar de nuevo en *bypass* fue del 7.48 %, cifra similar a la de otros grandes centros en los que también se realiza esta técnica (Sanders, Stevenson, Mavroudis, Muhiudeen, etc.)Tabla XLVII. La tendencia a disminuir el número de casos de entrada en *re-bypass* conforme aumenta la experiencia es clara en nuestro grupo como lo es también en la literatura (Sanders, Stevenson ).

**Tabla XLVII - Impacto**

	IMPACTO	AÑO
Stevenson	7.35 → 6.6 %	1995
Sanders	8.5% → 3-4 %	1995
Ungerleider	7.5 %	1998
Muhiudeen	7 %	1998
Mavroudis	9.29 %	2000
UPC/IPC	9.48 %	1998-2000
UPC/IPC	4.54 %	2001

En los once casos en que se entró de nuevo en bomba, se juzgó que la lesión residual era severa y el cirujano podía mejorar claramente el resultado, como así fue en el 90.90 % (10/11 casos) en los que se evitó, al menos, un postoperatorio difícil cuando no una Reoperación más tardía y/o el exitus. Sólo un paciente tuvo que ser reoperado y de una lesión no diagnosticada ni pre, ni intraoperatoriamente (Fallot con CIV muscular apical no diagnosticada).

En nuestro trabajo, no hemos encontrado datos en las poblaciones estudiadas, que permitan deducir que esta técnica influye favorablemente en disminuir el número de Reoperaciones inmediatas. No sabemos si hubiera sido mayor sin esta técnica. Es evidente que faltan en la literatura estudios que demuestren las “a priori” potencialidades de esta prueba (Sanders<sup>116</sup>).

Se deben hacer más trabajos que demuestren la validez de la ETE Intraoperatoria en las distintas patologías a más largo plazo (Mortalidad tardía).

Las *complicaciones* fueron más frecuentes, casi únicas, en las Ecocardiografías Intraoperatorias, como cabría esperar ya que son los pacientes más pequeños y el número de ecocardiogramas que se realizan mayor. Todos los grupos refieren estos mismos hallazgos (Stevenson, Sahn, Portland) y el porcentaje de complicaciones (alrededor del 4,5 %). Si se exceptúan los pacientes a los que no se pudo introducir la sonda y aquellos que tuvieron compresión del tubo endotraqueal y que pudo realizársele el estudio con sólo remover un poco el transductor, se deduce que las complicaciones reales que se tuvieron en los Ecocardiogramas Transesofágicos *Postbypass* fueron muy poco frecuentes (1.36 %) por lo que se confirma que se trata de una técnica segura<sup>150</sup>.

## II.E Limitaciones

### a) De la técnica

- Dificultades para valorar gradientes en los tractos de salida por no alinearse el haz de Doppler
- Dificultades para visualizar la Arteria Pulmonar Izquierda, por interposición del aire del bronquio izquierdo y Comunicaciones Interventriculares musculares apicales.
- Difícil valorar correctamente la severidad de las lesiones residuales encontradas dada las condiciones hemodinámicas de los niños en bypass o recién salidos del mismo.

b) Del estudio

- Se trata de un estudio retrospectivo en el que el ETE IO fue realizado a una población de pacientes consecutivos, no sistematizados, a requerimiento del cirujano, bien porque sospechara una lesión residual por la dificultad técnica de la reparación, bien porque el paciente presentara problemas hemodinámicos a la salida de bomba o bien porque se valorara la patología que presentaba el niño como de riesgo para lesiones residuales. No se hizo de una manera sistemática a todas las cirugías, ni a todas las patologías de riesgo.

Si bien estas limitaciones son claras por un lado a la hora de interpretar los resultados, por otro se ajustan al debate que actualmente existe entre los distintos grupos a favor y en contra de que se haga de una manera rutinaria el Ecocardiograma Transesofágico Intraoperatorio a todos los pacientes y a todas las patologías<sup>93,94,140,151</sup>. Prestigiosas instituciones con muy baja mortalidad quirúrgica (Children's Hospital, Boston y San Francisco), no utilizan la Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria de una manera *indiscriminada* a todos los niños y a todas las patologías pero sí está presente en sus quirófanos de una manera *rutinaria*.

## **II.F Resumen ETE *Postbypass***

1. Los pacientes a los que se les realizó ETE Intraoperatorio Postbypass, fueron los más pequeños de edad y peso, habiéndose realizado un 21 % en neonatos.
2. La valoración de Cortocircuito residual asociado a obstrucción o valvulopatía constituyó casi dos tercios (61.34 %) de todos los ecocardiogramas *postbypass* realizados.
3. La ETE detectó/diagnosticó las lesiones residuales valvulares; sin embargo no predijo adecuadamente la severidad de las mismas. De igual forma, detectó la obstrucción en los tractos de salida, pero no siempre pudo predecir la severidad del gradiente, necesitando actuaciones complementarias (medir presiones en las distintas cavidades cardiacas)
4. La monitorización con ETE de la isquemia miocárdica fue importante en los niños en los que se llevó a cabo procedimientos quirúrgicos de las arterias coronarias directa o indirectamente
5. La valoración de la contractilidad ventricular se mostró de gran ayuda para el anestesista en orden a ajustar las drogas
6. El hecho de asegurar/confirmar la idoneidad de la cirugía llevada a cabo influyó en el postoperatorio inmediato, haciéndole menos dificultoso.
7. Los hallazgos del ETE Postbypass obligaron a entrar de nuevo en bypass en un 7.48 %.
8. En nuestra casuística, la necesidad de Reoperación tardía en los pacientes con Canal Aurículoventricular, a los que se les hizo Ecocardiografía Transesofágica, fue menor con una diferencia estadísticamente significativa

9. Las complicaciones inherentes a la técnica fueron más frecuentes con la Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria que con las otras modalidades.
  
10. Por nuestros datos, no se ha podido objetivar de una manera estadísticamente significativa, que influya en la disminución de la tasa de Reoperaciones tempranas, ni en la de Mortalidad



## **III. Ecocardiografía Transesofágica**

### **Diagnóstica**

### ***III.A Introducción***

Aunque el paciente pediátrico tiene una ventana precordial acústica muy superior al paciente adulto existen múltiples situaciones en las que la ecocardiografía transtorácica, se muestra insuficiente para llevar a cabo un estudio ecocardiográfico completo<sup>14,40,42,146,157,158,159</sup>. Esto es especialmente evidente en:

1. los pacientes pediátricos de mayor edad
2. los pacientes operados porque las adherencias impiden el paso del ultrasonido<sup>161,162</sup>.
3. el postoperatorio inmediato de la cirugía cardiaca porque la monitorización exhaustiva que conlleva, las vendas, tubos, cables, etc., apenas dejan espacio libre en el área precordial.
4. en algunas patologías en las que el ETE se muestra claramente superior a la ecocardiografía transtorácica<sup>16,66,96,145,162,163</sup> al visualizar mejor:

*4a- las estructuras cardiacas posteriores:* mejor delineación del tabique interauricular, de las orejuelas y, en general, de toda la aurícula con lo que conlleva una mejor valoración de la anatomía y de las posibles fuentes de embolismo, y esto tanto en pacientes operados (Mustard, Senning, etc) como en no operados (situs, cor triatriatum, tabique interauricular etc.)<sup>52</sup>.

*4b- las anomalías en la anatomía y en el drenaje de las venas pulmonares y sistémicas*<sup>51,54</sup>.

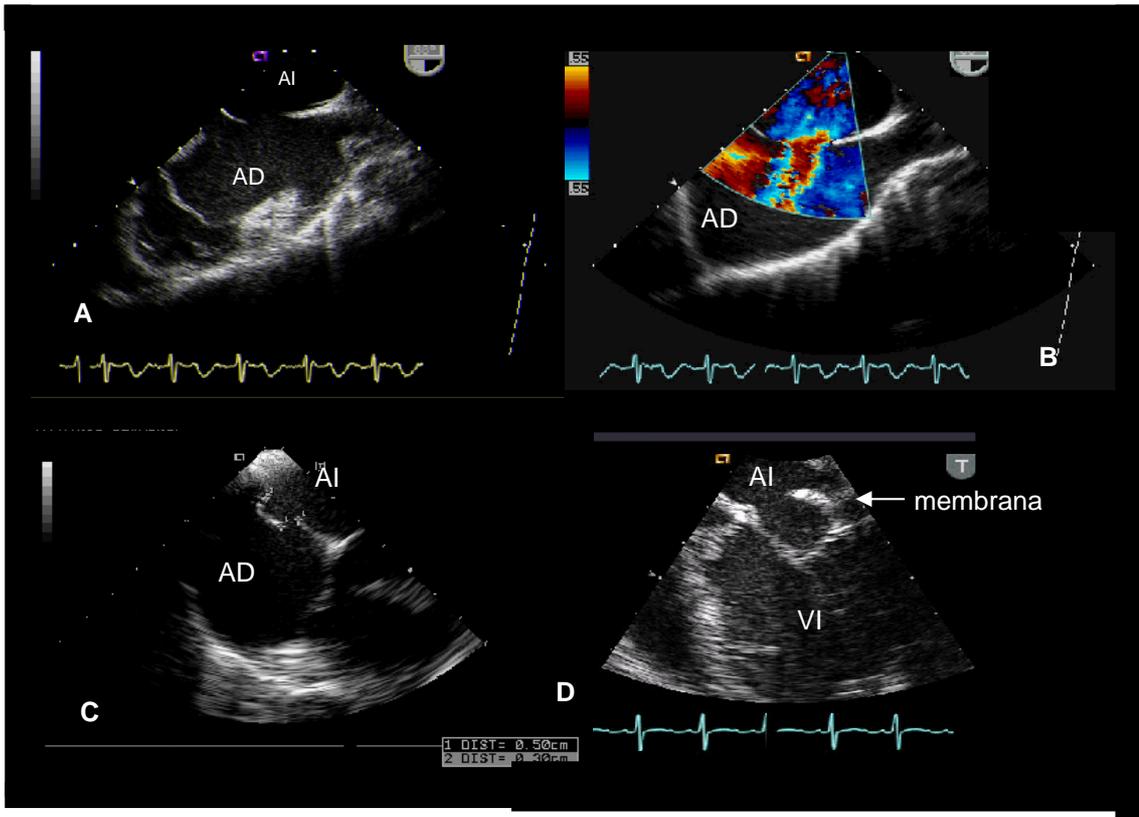
*4c- la unión aurículo-ventricular y las valvas auriculoventriculares,* son perfectamente evaluadas con la Ecocardiografía Transesofágica, así como el aparato subvalvular con el anclaje de las válvulas auriculoventriculares, las distintas patogenias de los mecanismos de producción de las regurgitaciones o insuficiencias valvulares, etc.<sup>55,56,153,154</sup>.

*4d- el tracto de salida del ventrículo izquierdo* lo que permite evaluar y valorar el mecanismo por el que se esté produciendo una obstrucción

subaórtica. La información anatómica del tracto de salida del ventrículo derecho también es bien visualizado anatómicamente, pero el haz de Doppler no se alinea bien por lo que funcionalmente no se ofrece datos fidedignos<sup>27,35,146,164</sup> .

*4e- muy interesante la información que se obtiene en presencia de fístula coronaria o de anomalía de la porción proximal de las arterias coronarias<sup>165</sup> .*

## VALORACION DEL TABIQUE INTERAURICULAR



*Patología del Tabique Interauricular: A y B – Comunicación Interauricular tipo Ostium Secundum; C- Aneurisma multiperforado del Tabique Interauricular; D – Cor Triatriatum*



*A- Aurícula Izquierda Aneurismática por Insuficiencia Mitral; B - Trombo en AI*

### ***III.B Pacientes y Método***

Se incluyen en el estudio, pacientes de 0 a 16 años con cardiopatía congénita o adquirida, en los que el estudio ultrasónico transtorácico se mostró insuficiente para realizar un diagnóstico correcto anatómico, fisiológico o patogénico, según las indicaciones de el ASE, AHA y SEC <sup>14,45,46,47,48,49,50,162</sup> que se recogen en la Tabla XLVIII .

#### Tabla XLVIII

---

#### Indicaciones específicas del ETE Diagnóstico

---

- . Anomalías del retorno venoso sistémico y pulmonar
- . Defectos del tabique interauricular
- . Anomalías de la unión AV y de las válvulas auriculo-ventriculares
- . Defectos del tabique interventricular subarteriales doblemente relacionados
- . Obstrucciones complejas del tracto de salida del ventrículo izquierdo
- . Estenosis de las arterias pulmonares
- . Ductus Arteriosus Persistente
- . Disección/aneurismas de la Aorta ascendente en el Síndrome de Marfán
- . Valoración de la insuficiencia de las válvulas AV y semilunares
- . Valoración de la función de las prótesis valvulares
- . Sospecha de émbolos de origen cardiaco (incluido post-Fontán)
- . Valoración de la función ventricular
- . Valoración de la presencia de verrugas en las sospechas de endocarditis

---

*Recomendaciones de la ASE, AHA, SEC*

*ASE: American Society Echocardiography*

*AHA: American Heart Association*

*SEC: Sociedad Española de Cardiología*

Los parámetros estudiados en la población general fueron: Datos demográficos (edad, peso, sexo), lugar en el que se realizó el examen ecocardiográfico (Ubicación), Patologías en las que se realizó el ETE, Diagnóstico por Ecocardiografía Transtorácica, Diagnóstico por Ecocardiografía Transesofágica, Patrón Oro, Correlación ETE Diagnóstico/Patrón Oro, Impacto del ETE Diagnóstico, Complicaciones.

Los Parámetros estudiados en los pacientes Ambulatorios son todos los anteriores, añadiendo Anestesia/Sedación, Intubación Endotraqueal, Alta a domicilio o no.

Los ecocardiogramas se realizaron en distintas salas, trasladando el Ecocardiógrafo

donde fuera necesario, según la situación del niño.

## **Procedimiento**

Los pacientes se monitorizaron con ECG continuo, Saturación de O<sub>2</sub> continua por pulsioximetría, TA con manguito o intraarterial (en los ETE diagnósticos prebypass), Frecuencia Cardíaca y Frecuencia Respiratoria.

Se sitúa al paciente en decúbito lateral izquierdo, en los exámenes ambulatorios o en los pacientes que sólo recibieron sedación, y en decúbito supino, en los que se les dio anestesia general (*ver páginas 16,17*).

La sedación se llevó a cabo con Propofol, en los pacientes a los que se les hizo anestesia general. La sedación profunda en los pacientes ambulatorios se realizó con Midazolán y Dolantina intravenosos y Lidocaína en spray, mediante 2-3 “*paff*” en la orofaringe administrados cada 10 minutos<sup>33,34,166</sup>.

No se hizo Profilaxis antiendocarditis bacteriana, salvo en las Prebypass como parte del protocolo quirúrgico.

Interesa reseñar que en los pacientes *ambulatorios* se llevó a cabo el estudio con sedación profunda y sin intubar endotraquealmente la mayoría. Al finalizar la prueba, fueron dados de alta a su domicilio, salvo complicaciones.

El procedimiento comienza introduciendo la sonda lubricada en la punta con un gel de tetracaína. La sonda se debe dejar libre de movimientos para que pueda flexionarse según avanza por la orofaringe y hasta el esófago. A continuación se procede como se describió previamente (*ver páginas 18,19*). Una vez introducida la sonda, se realiza el estudio lo más completo posible según la patología de que se tratara<sup>43,44</sup>.

Los diagnósticos obtenidos por esta técnica se compararon con el Patrón Oro de que se disponía<sup>117,167</sup>.

**Definiciones**

**A- Patrón Oro (“Gold Standard”)**

Se conoce como Patrón Oro aquella prueba que sirve para determinar el diagnóstico de una manera segura y fidedigna y es aceptada universalmente. En Cardiología Pediátrica, el Patrón Oro por excelencia suele ser el Cateterismo Cardíaco y, como en cualquier otra especialidad, la Anatomía Patológica. Sin embargo, en nuestro trabajo, hemos admitido también los hallazgos anatómicos en la Cirugía.

El hecho de considerar los hallazgos en la Cirugía como Patrón Oro se basa en que, actualmente, el número de pacientes con cardiopatía congénita que se diagnostican sólo por ecocardiografía y van directamente a Cirugía, es cada vez mayor <sup>167</sup> .

Y así, en la Tabla XLIX se puede ver cómo el número de cateterismos diagnósticos que se realizaron en la Unidad Pediátrica del Corazón (UPC) es menor que el de cateterismos intervencionistas y eso a pesar de que la complejidad de las cirugías que se llevaron a cabo fue aumentando

**Tabla XLIX - Tipo y Porcentaje de Cateterismos realizados (UPC)**

	<b>1.998</b>	<b>1.999</b>	<b>2.000</b>	<b>2.001</b>
<b>Cateterismos Diagnósticos</b>	64 %	41.4 %	41 %	32 %
<b>Cateterismos Intervencionistas</b>	36 %	58.57 %	59 %	68 %
<b>Complejidad de las cirugías Categoría C</b>	10 %	39 %	43 %	46 %

**Tabla L - Cateterismos vs. Ecocardiogramas diagnósticos previos a Cirugía**

En nuestra UPC, el número de Cateterismos que se realizan en pacientes a los que no se les ha sometido a ningún tipo de cirugía está en torno al 20 % (Tabla L).

	1.998	1999	2000	2001
<b>Cirugías con Cateterismo previo</b>	13.39 %	19.74 %	21.16 %	13 %
<b>Cirugías sólo con Ecocardiograma previo</b>	86.61 %	80.26 %	78.84 %	87%

La correlación hallazgos en el ecocardiograma / hallazgos anatómicos en la Cirugía, se considera un indicador de calidad asistencial en cualquier Servicio de Cardiología y Cirugía Pediátricos puntero (En la Tabla LI y LII y la Figura 27 podemos ver el porcentaje y tipo de cardiopatías que fueron a cirugía sólo con Ecocardiografía en nuestra Unidad de Cardiología Pediátrica y la concordancia clínico-quirúrgica que hubo en esos pacientes).

Cardiopatías que fueron a Cirugía con Ecocardiograma sólo (UPC)

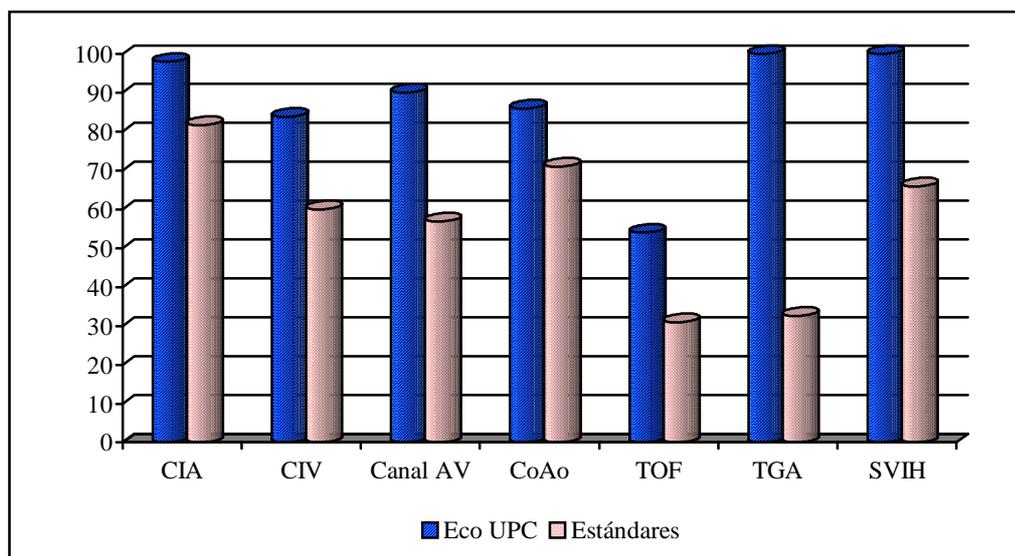


Figura 27 - Estándares disponibles: Estudio Multicéntrico Society Thoracic Surgery: 8.148 pacientes

Tabla LI

Concordancia Clínico-Quirúrgica en nuestra Unidad: Definición y Resultados

Definición:  $\frac{\text{nº de pacientes en los que se detectan hallazgos relevantes no previstos}}{\text{Nº pacientes operados}}$  130

Estandares aplicados: los propios: < 10 % (no existen estándares conocidos por lo que, por consenso en la Unidad de Cardiología Pediátrica se aplicaron estándares inferiores al 10 %)

***B- Impacto en la Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica***

Todo cambio producido en la actitud terapéutica, médica o quirúrgica, como consecuencia de un hallazgo ecocardiográfico no diagnosticado previamente con la Ecocardiografía Transtorácica

Todos los estudios fueron recogidos en cintas de video VHS y/o discos magneto-ópticos grabados desde el propio Ecocardiógrafo cuando se dispuso de esta tecnología.



### ***III. Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica***

#### ***III.C Resultados***

Entre enero de 1.998 y Diciembre del 2001, se realizaron 120 Ecocardiogramas Transesofágicos Diagnósticos que constituyen el 34.17 % de todos los Ecocardiogramas Transesofágicos realizados. Tabla LIII.

**Tabla LIII**  
**Ecocardiogramas Transesofágicos realizados**

<b>TIPO</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Diagnósticas	120	34.58
Intervencionistas	80	23.05
Intraoperatorias Postbypass	147	42.36
Total	347	100.00

La sonda pudo ser insertada en el 100 % de los pacientes. De estos, 65 fueron varones y 55 hembras con una relación V/H de 1.17/1. La edad media fue de 58.48 meses con un rango de 0.2 – 175.73 y el peso medio de 18.68 Kg, rango de 2.7 – 56, siendo la mediana para la edad de 54.24 meses y para el peso de 15.7 Kg (Tabla LIV)

**Tabla LIV - Datos demográficos ETE Diagnóstico**

	<b>Edad (meses)</b>	<b>Peso (Kg)</b>
Media	58.48	18.68
Mediana	54.24	15.7
Desviación Estándar	44.34	11.95
Rango	0.2 – 175.73	2.7 – 56
Sexo (V / H)	1.17 / 1	

Comparando estos datos con los de los ETE Intraoperatorio, observamos que tanto la edad como el peso son mayores, pero no existe significación estadística. Tabla LV

**Tabla LV - Datos demográficos comparativos**

	ETE TOTAL	ETE D	ETE IO	SIGNIFICACION ESTADISTICA
EDAD (meses)				
Media	41.86	58.48	25.87	NS
Mediana	18.4	54.24	6.87	
PESO (Kg)				
Media	13.66	18.68	9.28	NS
Mediana	10.00	15.7	6.00	

**Ubicación.**

Los ETE diagnóstico se realizaron en distintas salas. Así, el 53.33 % se hicieron en la Sala de Hemodinámica, el 31.66 % en el Quirófano, un 7.5 % en el Laboratorio de Ecocardiografía y también un 7.5 % en la Unidad de Cuidados Intensivos. Tabla LVI.

**Tabla LVI - Ecocardiografías Transesofágicas Diagnósticas**

Ubicación	Número	Porcentaje (%)
Quirófano	38	31.66
Laboratorio Hemodinámica	64	53.33
Laboratorio Ecocardiografía	9	7.5
Unidad Cuidados Intensivos	9	7.5
<b>Total</b>	<b>120</b>	

Las Ecocardiografías Transesofágicas realizadas en Quirófano fueron Prebypass y nos hemos referido a ellas al estudiar las Ecocardiografías

Transesofágicas Intraoperatorias (páginas 52, 70,77) a donde remitimos al lector.

### Cardiopatías congénitas en las que se realizó ETE Diagnóstico

En más de la mitad de los pacientes, el 55 %, la Ecografía Transesofágica se llevó a cabo para valoración del Tabique Interauricular. Tabla LVII. En un 80 % se diagnosticó la presencia de un defecto del septo, un 10 % tenía un Aneurisma de la Fosa Oval perforado o no y en otro 9 % no se detectó patología.

La obstrucción de los tractos de salida ventriculares fue la siguiente patología en frecuencia evaluada, 11 %, sobre todo la del tracto de salida del ventrículo izquierdo (71.42 %).

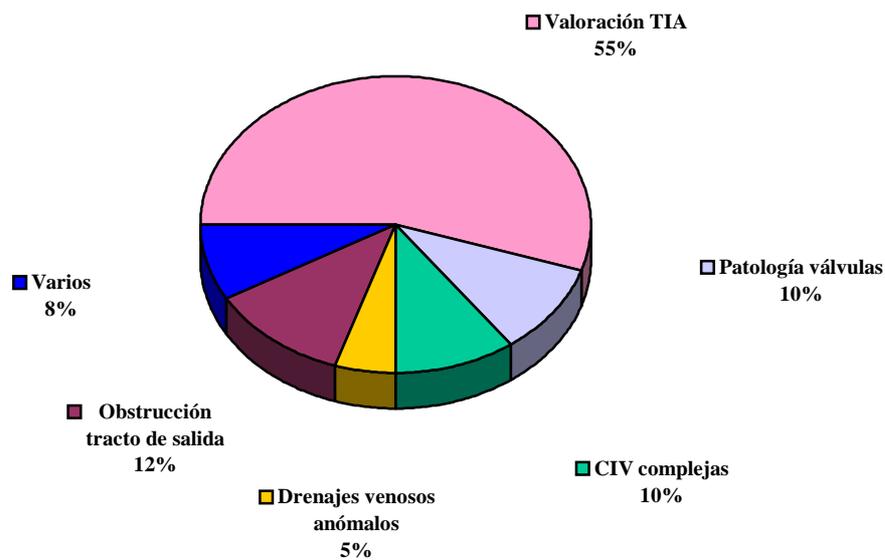


Figura 28 – Patologías a las que se hizo ETE Diagnóstico

Otras indicaciones fueron: a) Patología valvular 11 %, sobre todo de la Válvula Aurículo-Ventricular izquierda que constituyó el 83 % de la misma. b) Defectos interventriculares complejos, 10 % y c) Drenajes venosos pulmonares anómalos, 5 %.

Un 8.33 % lo constituyen una serie de patologías cardiacas complejas pre y postoperatorias, en las que la Ecocardiografía Transesofágica se muestra superior o de

gran ayuda a la Ecocardiografía Transtorácica (ETT) (ccTGA, Síndrome de Heterotaxia, Taussig-Bing, Coronaria izquierda anómala, Fontán, Mustard, Endofibrosis miocárdica).

**Tabla LVII - Patologías en que se realizó ETE Diagnostico**

<b>Patologías</b>	<b>Nº casos</b>	<b>Porcentaje</b>
Del TIA	66	55 %
- CIA OS	53	80.30 %
- Aneurisma FO	7	10.60 %
- TIA íntegro	6	9.1%
Obstrucciones Tractos de salida	14	11.66 %
- Del Ventrículo Izquierdo	10	71.42 %
- Del Ventrículo Derecho	4	
De las Válvulas	12	10 %
- Insuficiencia Mitral	10	83.33 %
- Estenosis Mitral	1	
- Insuficiencia V. Aórtica	1	
Comunicaciones Interventriculares complejas	12	10 %
Drenajes Venosos Anómalos	6	5.00 %
Varios	10	8.33 %

**Comparación de los Diagnósticos realizados por Ecocardiografía Transesofágica con el Patrón Oro**

Los diagnósticos realizados tras los exámenes con Ecocardiografía Transesofágica fueron comparados con el Patrón oro. Se dispuso de Patrón Oro en el 92.65 % de todos los casos. No se dispuso en el 7.35 % restante. Tabla LVIII. El porcentaje de prueba de referencia fue muy similar para el cateterismo y la cirugía.

**Tabla LVIII – Patrón Oro / ETE Diagnóstico**

<b>Sí Patrón Oro</b>	92.65 %
<b>Cateterismo</b>	45.87 %
<b>Cirugía</b>	44.95 %
<b>Anatomía Patológica</b>	1.85 %
<b>No Patrón Oro</b>	7.35 %

La correlación entre el ETE Diagnóstico y el Patrón Oro fue del 100 %.

Los Ecocardiogramas Transesofágicos Diagnósticos en los que no se encontró ningún hallazgo nuevo, es decir, en los que no hubo Impacto, se dispuso de Patrón Oro en el 96.77 %. Tabla LIX

**Tabla LIX - Patrón Oro / ETE Diagnóstico Sin Impacto**

<b>Sí Patrón Oro</b>	96.77 %	
<b>Cateterismo</b>	52	54.45 %
<b>Cirugía</b>	40	40 %
<b>Anatomía Patológica</b>	2	2.22 %
<b>No Patrón Oro</b>	3	3.33 %

No existe diferencia estadísticamente significativa, como observamos en la Tabla LX.

**Tabla LX - Comparación**

	<b>ETE Diagnóstico Sin Impacto</b>	<b>ETE Diagnóstico Total</b>	<b>Significación Estadística</b>
<b>Patrón Oro</b>	96.77 %	92.65 %	NS
<b>No Patrón Oro</b>	3.33 %	7.35 %	NS

La correlación entre los hallazgos obtenidos por Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica *Sin Impacto* y los obtenidos con el Patrón Oro fue del 100 %

## El Impacto de la Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica

El Impacto de la Ecocardiografía Transesofágica realizada con fines diagnósticos Prebypass, han sido expuestas anteriormente (*página 81*). No obstante, aquí vamos a referirnos tanto a las Ecocardiografías realizadas en el Laboratorio de Hemodinámica o Ecocardiografía, como a las realizadas en el Quirófano, de una manera global.

En nuestra casuística, de las 120 Ecocardiografías Transesofágicas Diagnósticas realizadas, en 23 casos, se ha podido objetivar Impacto, 19.16 %. (LXI, LXII)

**Tabla LXI**

Impacto de la ETE Diagnóstica		Patrón Oro	
23/120	19.16 %	19/23	82.60 %

De estos 23 casos, se disponía de Patrón Oro (Cateterismo, Cirugía o/y Anatomía Patológica), en 19 (82.6 %): 4 Cateterismos, 15 Cirugías. Tabla LXIII. El otro 17.40 % no dispone de Prueba de referencia.

**Tabla LXIII**

Sí Patrón Oro	Número	Porcentaje
Cateterismo	4	21.05 %
Cirugía	15	78.95 %
Anatomía Patológica	0	0
No Patrón Oro	4	17.40 %

Comparando la existencia de Patrón Oro de referencia entre las Ecocardiografías Transesofágicas con fines diagnósticos con y sin impacto, se observa que el Cateterismo constituyó la prueba por excelencia en los casos *Sin Impacto*, mientras que la Cirugía lo fue en los *Con Impacto*. (LXIV)

**Tabla LXIV - Comparación del Patrón Oro en las ETE Diagnósticas con y sin Impacto**

<b>Patrón Oro</b>	<b>ETE Diagnóstico</b>		<b>ETE Diagnóstico</b>	
	<b>Sin Impacto</b>		<b>Con impacto</b>	
<b>Total</b>	94	96.. 90 %	19	82.60 %
<b>Cateterismo</b>	52	55.31 %	4	21 %
<b>Cirugía</b>	40	42.55 %	15	79 %
<b>Anatomía Patológica</b>	2	2.27 %	0	
<b>Evolución</b>	3	3.40 %	4	17.40 %

**TABLA LXII - Impacto de la Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica (23/120 → 19.16)**

<i>Caso</i>	<i>Diagnóstico Eco Transtorácico</i>	<i>Hallazgo Eco Transesofágico</i>	<i>Cambio de estrategia/tratamiento</i>	<i>Patrón Oro</i>
<b>1 RER</b>	Estenosis aórtica valvular. Sospecha E. supraavalvular	Se descarta Estenosis aórtica supraavalvular	Dilatación válvula aórtica mediante cateterismo; no cirugía	Cateterismo
<b>2 LJLE</b>	Estenosis subaórtica por rodete	Estenosis subaórtica tipo túnel	Tratamiento médico, no quirúrgico hasta mayor edad	Cateterismo
<b>3 ASB</b>	Comunicación Interauricular tipo fosa oval	Tabique Interauricular íntegro	No cirugía	Evolución
<b>4 ADD</b>	Comunicación Interauricular tipo fosa oval	Tabique Interauricular íntegro muy adelgazado	No cirugía	Evolución
<b>5 GHJ</b>	AP+SI+Valvectomía + Fístula + CIA	CIA sin bordes suficientes para cierre con dispositivo	Cierre quirúrgico de la CIA	Cirugía
<b>6 ASJ</b>	Estenosis subaórtica por rodete	Estenosis subaórtica x membrana completa	Resección de la membrana anclada en el lado de la continuidad fibrosa mitroaórtica	Cirugía
<b>7 MN</b>	Insuficiencia Mitral Severa; no coaptación de valvas	IM severa por hipoplasia de la valva posterior; trombo en AI	Anuloplastia + Plastia de la valva posterior y el aparato subvalvular	Cirugía
<b>8 EBH</b>	Insuficiencia Mitral Severa	Insuficiencia Mitral Severa por el cleft	Cierre del cleft	Cirugía
<b>9 RCS</b>	Insuficiencia Mitral Severa	IM severa: 1 jet severo comisura posterior, 2 jets valva anterior y central	Plastia de la válvula con sutura del cleft	Cirugía
<b>10 CDD</b>	Comunicación Interauricular Tipo Ostium Secundum	No bordes suficientes para anclar el dispositivo Amplatzer	Cierre quirúrgico de la CIA	Cirugía
<b>11 MDJC</b>	Comunicación Interauricular Tipo Ostium Secundum	CIA FO aneurismática y multiperforada ; no bordes suficientes para cerrar con dispositivo	Cierre quirúrgico de la CIA	Cirugía
<b>12 RML</b>	Comunicación Interauricular Tipo Ostium Secundum	Comunicación Interauricular Tipo Ostium Primum	Cierre quirúrgico de la CIA	Cirugía
<b>13 AHG</b>	Imagen quística en el Tabique Interauricular	Aneurisma del TIA / Fosa Oval no perforado. No quiste	No Cirugía	Evolución
<b>14 HCZ</b>	Cavidades dchas muy dilatadas; sospecha de CIA ± DVPAP	Se descarta CIA y DVPAP. Hipertensión Pulmonar 2ª a obstrucción vías altas	Adenoidectomía + Tratamiento médico	Evolución
<b>15 PPY</b>	CIA OS	CIA OS con bordes < 5 mm	Cierre Quirúrgico	Cirugía
<b>16 MDJC</b>	CIA Tipo Fosa Oval	CIA Tipo Fosa Oval multiperforada con bordes muy límites	Cierre Quirúrgico	Cirugía
<b>17 CPM</b>	CIA OS	Tabique interauricular íntegro	No dispositivo Amplatzer; no cierre quirúrgico de la CIA	Cateterismo
<b>18 PAC</b>	CIA OS	CIA OS alta con bordes insuficientes	Cierre Quirúrgico	Cirugía
<b>19 CDD</b>	CIA OS	CIA OS con borde inferior < 5 mm	Cierre Quirúrgico	Cirugía
<b>20 SLG</b>	Reoperación: TIA no bien valorado precirugía con ETT	Tabique interauricular íntegro	No CEC para cerrarle	Cateterismo
<b>21 IS</b>	Compleja. TIA no valorado precirugía	Tabique interauricular íntegro	No CEC para cerrarle	Cirugía
<b>22 MFG</b>	CIA OS	CIA Seno Venoso + DVPAP	Cierre Quirúrgico	Cirugía
<b>23 APD</b>	CIA OS	CIA OS con borde inferior < 5 mm	Cierre Quirúrgico	Cirugía



## ***Resultados Pacientes Ambulatorios***

Dada la necesidad de Anestesia o sedación profunda, la inmensa mayoría de los exámenes se llevaron a cabo en pacientes ingresados. No obstante, un 14.16 % corresponde a pacientes ambulatorios (17/120) cosa poco habitual en los pacientes pediátricos.

De estos 17 pacientes, 14 recibieron sedación profunda con Propofol o Midazolán más Dolantina, a las dosis ya reseñadas en la Tabla III, y no fueron intubados endotraquealmente. Asimismo, se les administró anestesia local, lidocaína en spray, en la garganta para disminuir el reflejo nauseoso. Tres pacientes fueron intubados y no recibieron anestesia local. Todos los pacientes, excepto uno, fueron dados de alta a su domicilio entre 2 y 4 horas de acabado el procedimiento.

**Tabla LXV-Datos demográficos Pacientes Ambulatorios**

	Edad (meses)	Peso (Kg)	
Media	93.24	25.96	La edad media de los pacientes ambulatorios fue de 93.24 meses con un rango de 15.9 a 175.7 y el peso de 25.96 Kg con un rango de 11 a 55 Kg. Tabla LXV
Mediana	94.63	21	
Desviación Estándar	38.74	13.08	
Rango	15.9 – 175.7	11 - 55	
Sexo (V / H)	2.2/1		

Si comparamos estos datos con los de los pacientes ingresados (Tabla LXVI) observamos que los pacientes ambulatorios son mayores que los ingresados con una diferencia no significativa desde el punto de vista estadístico.

**Tabla LXVI - Datos comparativos: Pacientes Ingresados vs. Pacientes ambulatorios**

	<b>Pacientes Ingresados</b>	<b>Pacientes Ambulatorios</b>	<b>Significación Estadística</b>
<b>Edad</b>			
<b>Media</b>	48.19	93.24	NS
<b>Mediana</b>	35.60	94.63	
<b>Peso</b>			
<b>Media</b>	15.33	25.96	
<b>Mediana</b>	13.60	21	

Sin embargo las patologías a las que se les hace Ecografía diagnóstica, son similares en uno y otro tipo de pacientes (Tabla LXVII).

**Tabla LXVII - Patologías en las que se realizó ETE D a pacientes Ambulatorios**

Valoración del Tabique Interauricular	13	73.47 %
. CIA	5	38.46 %
. Aneurisma TIA	4	30.76 %
. TIA íntegro	4	30.76 %
Drenajes venosos anómalos (+ CIA)	4	15.78 %
Obstrucciones TSVI	2	10.52 %
Otras	2	10.52 %

Patrón Oro se dispuso en el 64.70 % (11 casos), se descartó patología en el 23.52 % (4 casos)

## Impacto de la ETE Diagnostica en los Pacientes Ambulatorios

En los pacientes ambulatorios se objetivó Impacto en un 35.29 % (6/17 casos). Sólo se dispuso de Patrón Oro, Cateterismo, en dos casos confirmando el diagnóstico realizado mediante la Ecocardiografía Transesofágica en ambos. En los 4 restantes, dado que la Ecocardiografía Transesofágica descartó patología cardiaca, no se dispone de ningún Patrón Oro, salvo la evolución con un tiempo medio de seguimiento de 41.03 meses (rango de 20.63 a 61.43). Tabla LXVIII

**TABLA LXVIII – Impacto de la ETE en paciente Ambulatorios**

<i>Caso</i>	<i>Diagnóstico Eco Transtorácico</i>	<i>Hallazgo Eco Transesofágico</i>	<i>Cambio de estrategia/tratamiento.</i>	<i>de Patrón Oro</i>
<b>1 RER</b>	Estenosis aórtica Valvular. Sospecha E.SupraValvular	Se descarta Estenosis aórtica supraValvular	Dilatación válvula aórtica mediante Cateterismo; no cirugía	Cateterismo
<b>2 LJLE</b>	Estenosis subaórtica por rodete	Estenosis subaórtica tipo túnel	Tratamiento médico, no quirúrgico inmediato, hasta mayor edad. Distinta Cirugía	Cateterismo
<b>3 ASB</b>	Comunicación Interauricular tipo Fosa Oval	Tabique Interauricular íntegro, muy adelgazado	No cirugía	Evolución
<b>4 ADD</b>	Comunicación Interauricular tipo Fosa Oval	Tabique Interauricular íntegro, muy adelgazado	No cirugía	Evolución
<b>5 AHG</b>	Imagen quística en el Tabique Interauricular	Aneurisma del TIA / Fosa Oval no perforado. No quiste	No Cirugía	Evolución
<b>6 HCZ</b>	Cavidades dchas muy dilatadas; sospecha de CIA ± DVPAP	Se descarta CIA y DVPAP. Hipertensión Pulmonar 2ª a obstrucción vías altas	Adenoidectomía + Tratamiento médico	Evolución

CIA – comunicación Interauricular; DVPAP – Drenaje Venoso Pulmonar Anómalo Parcial; OS – Ostium Secundum; TIA – Tabique Interauricular.

### Impacto

6/17 → 35.29 %

## **Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica Prebypass**

En nuestra casuística, tres son las características que la definen:

- 1 – El lugar en que se realiza: el quirófano
- 2 - El momento: inmediatamente anterior a la cirugía, durante la inducción de la Anestesia y la monitorización invasiva del paciente
- 3 – La presencia del cirujano durante su realización

Las características y resultados de las 38 Ecocardiografías Transesofágicas Diagnósticas Prebypass realizadas, se han expuesto en el apartado anterior de las Ecocardiografías Transesofágicas Intraoperatorias. (*ver páginas 52,70, 77*)

## **Complicaciones**

En todos los Ecocardiograma Transesofágicos Diagnósticos que se realizaron, hubo una complicación (0.83 %): un paciente de 9 años que presentó una apnea cuando se le puso la sedación con Propofol. El paciente presentaba un cuadro crónico obstructivo de vías altas. Se suspendió ese día la prueba y, posteriormente se repitió, con el paciente intubado endotraquealmente. En ambas ocasiones, la Ecocardiografía se realizó en la Unidad de Cuidados Intensivos.

### ***IIID. Discusión***

La Ecocardiografía Transesofágica con fines diagnósticos constituyó más de un tercio de los exámenes transesofágicos realizados. La sonda se pudo introducir en todos los pacientes que presentaban una edad media de 58.48 meses (4.87 años), muy superior a la edad que presentaron los pacientes a los que se les realizó Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria postbypass (25.87 meses ó 2.15 años). Esto demuestra que es en los niños mayores donde más dudas o problemas de ventana tiene el ecotranstorácico.

Una de las grandes ventajas de la Ecocardiografía Transesofágica respecto a técnicas emergentes como la Ecocardiografía Tridimensional o la Resonancia Magnética es que el Ecocardiógrafo se puede desplazar, pudiéndose realizar la exploración en cualquier lugar en el que el niño esté (siempre que la Sala reúna las condiciones ya especificadas anteriormente). Son, sin embargo la Sala de Hemodinámica y el Quirófano, donde mayor número de procedimientos hemos realizado.

En nuestra casuística, la valoración del tabique interauricular ha sido la patología más investigada, constituyendo el 55 % de todos los exámenes realizados <sup>52</sup>. Hay que hacer notar que esto sucede en el contexto de conocer la existencia de la comunicación interauricular en la mayoría de los casos, pero necesitar valorar, si el cierre se llevará a cabo mediante cirugía o mediante un dispositivo, para lo cual el Ecocardiograma Transesofágico se muestra imprescindible, como se verá más adelante (ver El ETE en los intervencionismos). Importante resaltar cómo en un 5 % de los casos, se descartó patología cardíaca.

Un buen número de casos de estudio de la obstrucción de los tractos de salida o de la patología de las válvulas aurículo-ventriculares se realizan intentando determinar el *mecanismo* de la obstrucción o de la insuficiencia valvular o para valorar la *severidad* de la misma más que para el diagnóstico <sup>53,55,56,168</sup>. Esto sucede así en la mayoría de las grandes series publicadas <sup>14,42,66,96,117,157</sup>.

Importante destacar que en el apartado de “Varios”, están incluidas cardiopatías tan complejas como Síndromes de Heterotaxia, Taussig-Bing, Atresia Pulmonar, ccTGA,

Coronaria izquierda anómala, etc. difíciles de valorar adecuadamente sólo por Ecografía Transtorácica, incluyendo además cirugías, como el Fontán, en las que la Ecocardiografía Transesofágica se muestra claramente superior a la Transtorácica <sup>162</sup>.

Hay que hacer notar, sin embargo, el escaso número de exámenes que se han realizado en pacientes postquirúrgicos. La explicación no es otra que en la Unidad de Cardiología Pediátrica, el tiempo que se viene realizando Cirugía Cardíaca es de 10 años en total, siendo esta segunda etapa de sólo 5 años, no habiendo, por tanto, niños excesivamente mayores.

En nuestro trabajo, existió una excelente correlación entre los hallazgos ecocardiográficos y el Patrón Oro de referencia, lo que hacen de la Ecocardiografía Transesofágica, en nuestras manos, una herramienta diagnóstica **fiable** e invita a una mayor utilización de la misma

En un 7.35 % de los casos no se dispuso de Patrón Oro que confirmara los diagnósticos. Ello se debe a que en el 50 % de los casos se descartó patología cardíaca y, por tanto, no se siguieron realizando pruebas tan invasivas como el cateterismo o la Cirugía y el otro 50 % están pendientes de Cirugía (una ccTransposición de las Grandes Arterias con Estenosis subpulmonar y una Estenosis Subaórtica tipo túnel).

De los 23 casos (19.16 %) en los que se produjo impacto, se disponía de Patrón Oro (Cateterismo, Cirugía o/y Anatomía Patológica), en el 82.60 %: 4 Cateterismos, 15 Cirugías. Tablas LVIII Y LIX. El otro 8.70 % no dispone de Prueba de referencia por haberse descartado patología cardíaca o estar pendiente de Cirugía.

El Cateterismo constituyó el Patrón Oro por excelencia en más de la mitad de los casos *Sin Impacto*, mientras que la Cirugía lo fue en los *Con Impacto*. No se ha encontrado en la literatura esta referencia, por otro lado obligada, de comparar el diagnóstico definitivo con los hallazgos de la Ecocardiografía Transesofágica, a excepción de las ecocardiografías Intraoperatorias <sup>40,92,95106,117</sup>.

No hubo complicaciones en los pacientes ingresados, lo que nos habla de la **seguridad** de la técnica

### **Los pacientes ambulatorios**

Son mayores que los ingresados (7.77 años frente a 4.01 años) con una diferencia que no es estadísticamente significativa, pero que sí nos indica que en ellos es menor el riesgo que conlleva la introducción de la sonda en relación con los niños pequeños.

Es muy escasa la literatura que habla de este tipo de pacientes. Sutherland y Kavanaugh-McHugh son alguno de los autores que se refieren a ellos y sus resultados son similares a los aquí presentados<sup>40,157</sup>

Patrón Oro se dispuso en el 64.70 % (11 casos), se descartó patología en el 23.52 % (4 casos) y están pendiente de cirugía 2 casos.

En los pacientes ambulatorios se produjo Impacto en el 35.29 %.

Patrón Oro en los casos con Impacto, sólo se dispuso en 2 casos: el Cateterismo que confirmó el diagnóstico realizado mediante la Ecocardiografía Transesofágica. En los 4 restantes, dado que la Ecocardiografía Transesofágica descartó patología cardíaca, no se dispone de ningún Patrón Oro, salvo la evolución, con un tiempo medio de seguimiento de 51.03 meses (rango de 30.63 a 71.43).

En general, no hubo complicaciones en estos pacientes Ambulatorios excepto en uno que presentó una apnea y quedó ingresado 24 horas en observación (era portador de un cuadro obstructivo de vías aéreas superiores por adenoides hipertróficas). El resto de los pacientes ambulatorios fueron dados de alta entre las 2 y las 4 horas de terminado el procedimiento.

En el resto de los Ecocardiogramas Transesofágicos realizados no hubo ninguna complicación, situándose el cómputo total en un 0.83 % (1/120) lo que hace que se trate de una técnica segura.

### **III.E Limitaciones:**

A pesar de ser una excelente herramienta diagnóstica, tiene sus limitaciones.

a) de la técnica

- El aire de los bronquios limita la visualización de las arterias pulmonares, sobre todo la izquierda, así como otras estructuras venosas.
- Los planos de que se dispone son más limitados que en el estudio transtorácico y esto hace que, por ejemplo, no se pueda valorar adecuadamente volúmenes ventriculares.
- El plano de 4-Cámaras, como ya se ha señalado previamente, no corta apicalmente el corazón por lo que lesiones del ápex cardiaco, sobre todo Comunicaciones Interventriculares musculares apicales, pueden no ser visibles por ecografía transesofágica.
- Las estructuras anteriores o material protésico que hace sombra, son muy mal visualizadas mediante esta técnica.
- La limitación de planos es responsable de la mala alineación del haz de Doppler en los tractos de salida de ambos ventrículos, sobre todo el derecho. Las nuevas sondas multiplanas, paliarán importantemente este problema

b)- del estudio

- la necesidad de anestesia general y, por tanto, de un anestesista, limita importantemente en la práctica diaria, la posibilidad de realizar este tipo de exámenes en pacientes ambulatorios

### III.F Resumen de la ETE Diagnóstica

1- La Ecocardiografía Transesofágica nos fué muy útil para obtener información de la anatomía y/o función cardiaca que no pudo ser obtenida adecuadamente mediante ecocardiografía transtorácica

2- Las peores ventanas ultrasónicas las hemos encontrado en los niños mayores, de ahí que la Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica haya sido más frecuentemente realizada en estos niños.

3- La valoración del Tabique interauricular fue la patología más frecuente evaluada, seguida de la obstrucción de los tractos de salida ventriculares, de la patología de las Válvulas Aurículo-Ventriculares y de las Cardiopatías complejas. En nuestra casuística, la detección de trombos, el estudio por Endocarditis así como pacientes postquirúrgicos, no constituyeron una indicación prioritaria

4- Fue importante disponer de un Patrón Oro para poder valorar la fiabilidad de la técnica. El Cateterismo constituyó el Patrón Oro por excelencia en los casos de las ecocardiografías diagnósticas *Sin Impacto*, mientras que la Cirugía lo fué en las ecocardiografías *Con Impacto*.

5- En nuestra casuística, existió una excelente correlación entre los hallazgos ecocardiográficos y el Patrón Oro de referencia. Esta buena correlación demuestra que la Ecocardiografía Transesofágica es una técnica **fiable**.

6- El Impacto de la Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica ha conllevado un cambio en la estrategia de actuación muy relevante: en un 5 %, la Ecocardiografía Transesofágica Diagnóstica descartó patología cardiaca

7- Dado que se trata de una técnica semiinvasiva y la necesidad de anestesia general o sedación profunda, ha sido poco frecuente, 14.16 % de los ETE Diagnósticos, la realización de esta técnica en pacientes ambulatorios.

8- El escaso número de complicaciones que hemos tenido, hace de la Ecocardiografía Transesofágica una herramienta diagnóstica **segura**

9- La facilidad de desplazamiento del Ecocardiógrafo y de la sonda, han hecho que esta técnica nos haya ofrecido prestaciones superiores a otras técnicas de imagen emergentes (Resonancia Magnética, Ecografía Tridimensional, etc).



# **IV. Ecocardiografía Transesofágica en el Intervencionismo**

## ***IV. A Introducción***

La expansión en los últimos años de técnicas intervencionistas realizadas en las Salas de Cateterismos y aplicadas a las distintas cardiopatías congénitas<sup>80,172,173</sup> junto con la fiabilidad y seguridad que ha demostrado la Ecocardiografía Transesofágica, han hecho que la utilización conjunta de ambas, haya contribuido a que se desarrollen nuevas Intervenciones y al aumento progresivo de la utilización de la Ecocardiografía Transesofágica en los Cateterismos Intervencionistas<sup>17,40,74,75,77,78,79</sup>.

Muchos autores han sido los que han puesto de manifiesto los beneficios de la Ecocardiografía Transesofágica durante la realización de distintos *procedimientos intervencionistas*<sup>42,114,159</sup>.

**1 - La Atrioseptostomía** con balón mediante técnica de Rashkind en neonatos. Clásicamente se ha venido realizando mediante control fluoroscópico. Todavía hay muchos centros nacionales y extranjeros que siguen esta pauta. Desde la aparición de la Ecocardiografía bidimensional en los años 80 se empezó a monitorizar con Ultrasonido unas veces en combinación con la fluoroscopia, otras sólo bajo guía con Ultrasonidos mediante ecocardiografía transtorácica subcostal. En algunas circunstancias, la monitorización con ultrasonidos utilizando la vía transesofágica, reduce la potencial contaminación que puede producirse cuando se introduce el catéter balón por la vía umbilical, siempre que el peso del neonato sea  $\geq 3$  Kg y por tanto la introducción de la sonda no suponga riesgos añadidos no asumibles<sup>40</sup>.

**2 - La Biopsia endomiocárdica** indicada en el postransplante cardiaco y en pacientes con Miocardiopatías de origen desconocido. Se suelen realizar con control Ecocardiográfico Transesofágico sólo o en combinación con el control radiológico para disminuir la posibilidad de perforación del ventrículo derecho<sup>75</sup>. Figura 29

**3 - Cierre Transcutáneo de Comunicaciones Interauriculares con dispositivo**, ya sean nativas o tras cirugías de Fontán fenestrados. El cierre quirúrgico de la Comunicación Interauricular Ostium Secundum tiene una mortalidad actual inferior al 1%. Sin embargo, la morbilidad asociada a la esternotomía/toracotomía, el bypass cardiopulmonar, la monitorización invasiva en la Unidad de Cuidados Intensivos, el

tiempo de ingreso hospitalario, el Síndrome Postpericardiotomía, por no hablar del trauma psicológico que una operación del corazón conlleva, hace que se venga intentando, desde hace varios años, cerrar estos orificios con dispositivos. En los últimos 5-8 años, se ha vivido un auge muy importante en el desarrollo de distintos dispositivos para la implantación percutánea de los mismos<sup>78,174-85</sup>. La Ecocardiografía Transesofágica se hace imprescindible tanto para el correcto diagnóstico de la Comunicación Interauricular como para la perfecta medida de los bordes del tabique interauricular, la continua visualización del mismo durante el procedimiento, la monitorización del despliegue y posición del dispositivo, la distancia del mismo a la vena pulmonar superior derecha y a la válvula Mitral y la valoración del flujo a través de estas estructuras mediante el Doppler-color o el Doppler-pulsado. Suele utilizarse en combinación con la fluoroscopia, si bien la Ecocardiografía Transesofágica es claramente superior en la definición de los bordes y en la valoración de la posición del dispositivo, así como en su localización respecto a las otras estructuras cardiacas próximas. Figura 30

**4 - Cierre Transcutáneo de Comunicaciones Interventriculares musculares o residuales postcirugía con dispositivo.** Son igualmente monitorizados por Ecocardiografía Transesofágica, aunque en estos casos no es tan determinante sino que es más una ayuda inestimable al control fluoroscópico, por la información que nos proporciona en cuanto a la relación del dispositivo con otras estructuras (válvulas auriculo-ventriculares, Aorta, Pulmonar)<sup>77,186-90</sup>, guiando la posición de los distintos catéteres y diagnosticando de una manera inmediata las posibles complicaciones. Figura 31

**5 - Valvuloplastias aórticas y pulmonares.** Permite: una medición del anillo aórtico o pulmonar más exacta; la posición del balón a través de la válvula suele ser muy bien visualizada con la Ecocardiografía Transesofágica; durante la inflación del balón la monitorización de la función ventricular es muy estrecha; cuando la contractilidad ventricular se ve afectada, se procede a desinflar el balón que es nuevamente inflado cuando la contractilidad del correspondiente ventrículo es completamente normal.

Después de la dilatación valvular, la Ecocardiografía Transesofágica nos permite valorar inmediata las complicaciones posibles y los resultados inmediatos mediante la determinación del gradiente residual y la posible regurgitación valvular, utilizando el Doppler-color, pulsado y continuo <sup>40,74</sup>.

6 - Como monitorización de la introducción y colocación del catéter para llevar a cabo **Pericardiocentesis** en condiciones estériles

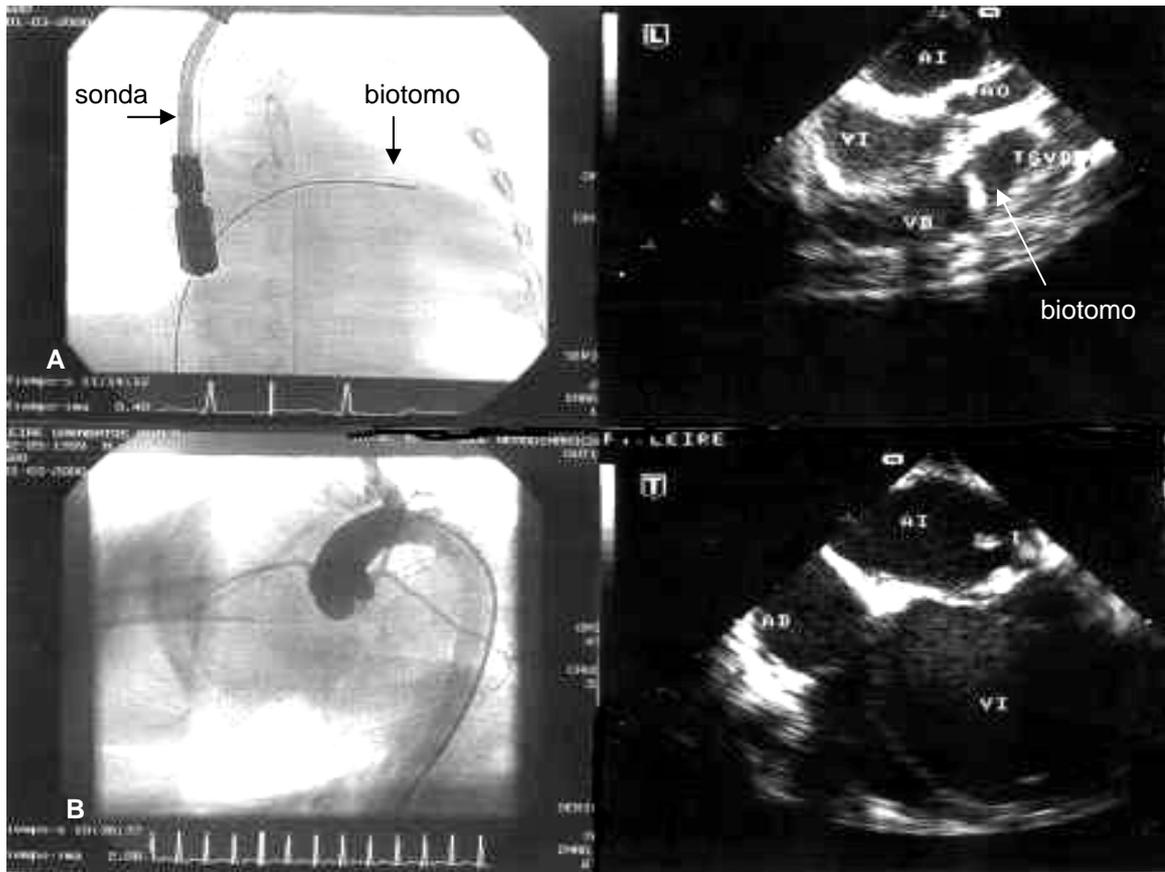
7 - Realización de **punciones Transeptales Interauriculares** con la aguja de Brockenbrough por la buena definición que nos da del septo interauricular, sobre todo si la Aurícula Izquierda es pequeña <sup>191</sup>.

8 – Se reconoce muy útil en la ayuda al electrofisiólogo durante la **ablación** de vías anómalas o el **estudio electrofisiológico**, en pacientes con cardiopatías complejas o cirugías de Mustard, Senning o Fontan al mostrarle la compleja anatomía con detalle<sup>40</sup>.

9 – Cada vez se van ampliando más las indicaciones, como en la colocación de Stents, la dilatación de Comunicaciones Interauriculares en pacientes con Ventrículo Izquierdo Hipoplásico o la dilatación de la fenestración realizada a un Fontán, etc. <sup>40,184</sup>

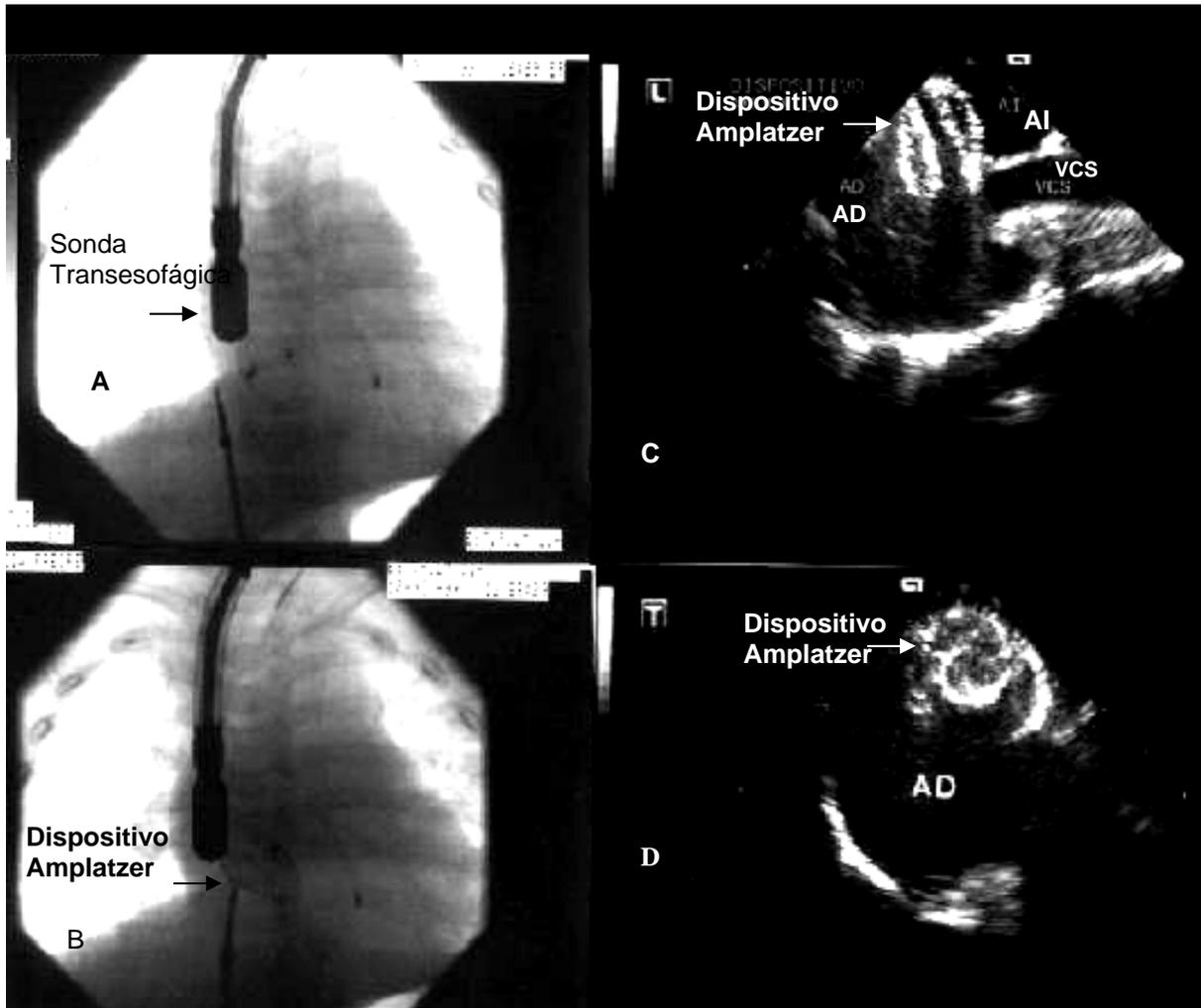
## IMÁGENES ECOCARDIOGRAFIA TRANSESOFAGICA INTERVENCIONISTA

### I- Biopsia Cardiaca



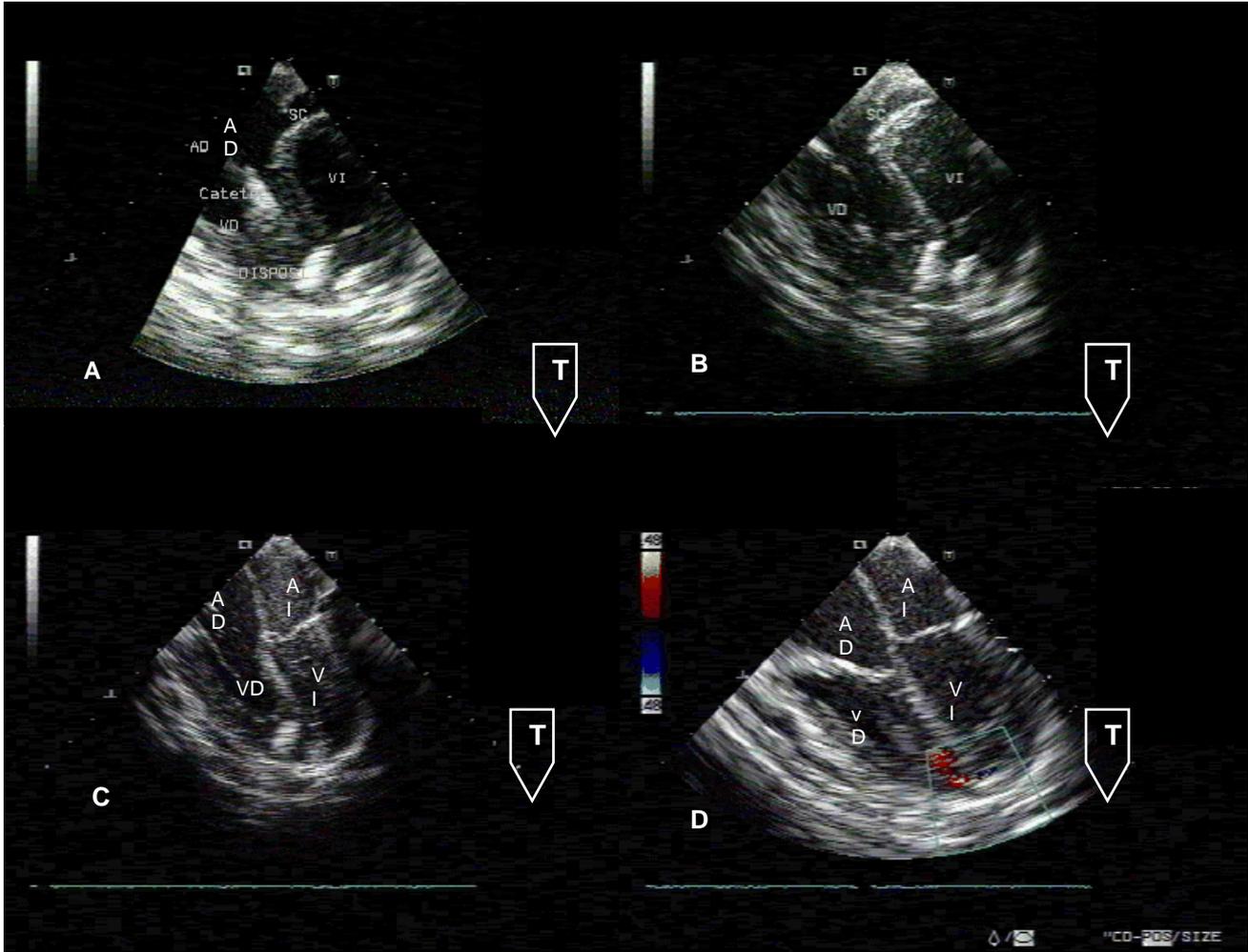
*Figura 29 - Biopsia Miocárdica. A- Imagen radiológica: Anteroposterior de tórax. Sonda Transesofágica y Biotomo. B. Aortograma con visualización de las arterias coronarias normales. C- Plano longitudinal: Biotomo en el tracto de salida del Ventrículo Derecho. D- Ecocardiograma: plano transversal 4-Cámaras: Ventrículo Izquierdo muy dilatado.*

## II- Cierre de Comunicación Interauricular con dispositivo Amplatzer



*Figura 30 – A y B – Imagen radiológica, anteroposterior de tórax: sonda Transesofágica monitorizando el despliegue del dispositivo Amplatzer . C y D - Dispositivo Amplatzer totalmente desplegado cerrando la Comunicación Interauricular*

III- Cierre de Comunicación interventricular



*Figura 31 - D - Transversal 4-Cámaras: Comunicación Interventricular muscular apical - A,B, C - Imágenes Ecocardiográficas con la sonda dentro del esófago. Plano transversal, proyección de 4-Cámaras: se visualiza bien el dispositivo de Amplatzer cerrando la Comunicación Interventricular. Está lejos de las Válvulas Aurículo-Ventriculares.*

Las **Indicaciones** son las recomendadas por las distintas Academias Americana y Europea, en constante expansión, y quedan reflejadas en la Tabla LXIX

**Tabla LXIX**

---

**Indicaciones de la Ecocardiografía Transesofágica  
en los Cateterismo Intervencionista<sup>14,45</sup>**

---

Septostomía auricular con balón mediante técnica de Rashkind  
Biopsia endomiocárdica  
Cierre de Comunicaciones Interauriculares con dispositivo ocluser  
Cierre de Comunicaciones Interventriculares con dispositivo ocluser  
Punción transeptal interauricular  
Guía de la posición del catéter balón  
Dilatación de obstrucciones venosas postMustard/Senning  
Valvuloplastia con balón Aórtica, Mitral o Pulmonar  
Angioplastia con balón Aórtica o Pulmonar  
Pericardiocentesis  
Guía de catéteres de ablación por radiofrecuencia

Exclusión de complicaciones inmediatas  
Valoración inmediata de los resultados / cambios hemodinámicos

Cierre de Ductus con dispositivo o coil<sup>192,193\*</sup>  
Embolización de Fístulas coronarias<sup>194</sup>  
Dilatación de Comunicaciones Interauriculares<sup>191 \*</sup>  
Monitorización durante toracoscopia video-asistida<sup>195 \*</sup>

---

*\*Indicaciones no recogidas por la ASA*

## ***IV.B Pacientes y Método***

Se realizó Ecocardiografía Transesofágica a 80 pacientes consecutivos, diagnosticados de Cardiopatía Congénita, en los que se llevó a cabo un Cateterismo Intervencionista en la Unidad Pediátrica del Corazón del Hospital Materno-Infantil Doce de Octubre.

Estos intervencionismos, se realizaron fundamentalmente en la Sala de Hemodinámica del Hospital Doce de Octubre, pero también en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales. La Sala de Hemodinámica dispone de tubo de rayos monopiano con arco.

El Ecocardiógrafo y la sonda utilizados son los descritos en la introducción general (*página 7*).

Se recogieron datos demográficos (edad, peso, sexo), diagnóstico, tipo de intervencionismo y complicaciones.

Todos los exámenes realizados en la Sala de Hemodinámica se hicieron bajo anestesia con Ketamina o Propofol. La indicación de intubación endotraqueal fue hecha por el anestesista, salvo en los Neonatos y lactantes menores de 3 meses que son intubados de rutina en los Cateterismos Intervencionistas. Los ecocardiogramas transesofágicos que se hicieron en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, se llevaron a cabo con los pacientes no intubados. En la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, sí se intubaron.

Se realizó Profilaxis antiendocarditis bacteriana a todos como parte del protocolo de los Cateterismos Intervencionistas con Cefalosporina a dosis de 100 mg/Kg. En neonatos, se utilizó Vancomicina y Gentamicina a las dosis reseñadas en la Tabla XVIII, página 73.

## **Técnica específica**

Todo cateterismo Intervencionista que se realice con Ecocardiografía Transesofágica bien como única técnica, bien como ayuda de la fluoroscopia, va precedido de un examen ecocardiográfico lo más completo posible.

El Ecocardiograma transesofágico realizado **previo** al procedimiento, en la propia sala de Hemodinámica, ayuda a perfilar el diagnóstico, valora mejor los detalles anatómicos de la lesión, su extensión, etc. de tal manera que contribuye a decidir si el paciente es un candidato idóneo o no para llevar a cabo el procedimiento deseado (ver Examen del corazón con sonda Transesofágica biplana, página 21-30)<sup>40,174</sup>.

**Durante** el procedimiento, la principal aportación de la ETE es la de valorar la anatomía y la función en tiempo real. Así:

- a- valora la posición del catéter o de la guía continuamente cuando se va a realizar una valvuloplastia
- b- valora inmediatamente la morfología de la válvula y de la pared aórticas durante la dilatación
- c- da una información detallada de la hemodinámica
- d- informa continuamente de la posición del dispositivo que se intenta colocar (cierre de Comunicación Interauricular, cierre de Comunicación Interventricular, etc.)
- e- diagnostica o descarta inmediatamente posibles complicaciones

**Después** del procedimiento, dos son las contribuciones más importantes: de un lado, informa del resultado del procedimiento, ahorrando contraste y radiación; de otro, diagnostica o descarta complicaciones de una manera inmediata<sup>40,172,174</sup>.

## ***IV. C Resultados***

De Enero de 1.998 a Diciembre de 2.001, se realizaron Ecocardiografías Transesofágicas a 80 pacientes consecutivos de 0 a 157 meses de edad, media de 59.17 meses, mediana de 41.63 meses (Tabla LXX) y Peso de 3.00 – 56 Kg, media de 18.46 Kg y mediana de 13.68, que fueron sometidos a Cateterismo Intervencionista en la Unidad Pediátrica del Corazón. 44 eran varones y 36 hembras (Relación V/H → 1,22 / 1). La sonda se pudo introducir en 79 de los 80 pacientes, 98.75 %.

**Tabla LXX - Datos demográficos ETE Intervencionista**

	Edad (meses)	Peso (Kg)
Media	59.17	18.46
Mediana	41.63	13.68
Desviación Estándar	48.68	12.2
Rango	0 – 157.63	3.00 – 56
Sexo (V / H)	1.22 / 1	

Los Ecocardiogramas Transesofágicos llevados a cabo durante el Intervencionismo, constituyen el 23.05 % del total de Ecocardiogramas Transesofágicos realizados (Tabla LXXI).

**Tabla LXXI**

	1998	1999	2000	2001	TOTAL
ETE IO (post)	9	42	52	33	136
ETE D	18	31	37	23	109
<b>ETE INTERV</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>13</b>	<b>80 (23.05 %)</b>
ETE TOTAL	30	105	121	63	319

Comparados con los pacientes a los que se les realizó ETE Diagnóstica y ETE intraoperatoria, se observa cómo no existe diferencia estadísticamente significativa, pero sí se evidencia que estos pacientes son de mayor edad que los pacientes a los que se les hace ETE Intraoperatorio. Tabla LXXII

**Tabla LXXII - Datos comparativos**

	ETE D	ETE TOTAL	ETE IO	ETE INTERV
<b>EDAD (meses)</b>				
Media	58.48	41.86	25.87	58.15
Mediana	54.24	18.4	6.87	44.63
<b>PESO (Kg)</b>				
Media	18.68	13.66	9.28	18.4
Mediana	15.7	10.00	6.00	16.2

Los procedimientos fueron realizados un 75.67 % en la Sala de Hemodinámica, un 23.08 % en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y un 1.25 % en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales. Tabla LXXIII

**Tabla LXXIII**

<b>Ubicación</b>	<b>Porcentaje</b>
Sala de Hemodinámica	75.67 %
Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos	23.08 %
Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales	1.25 %

**Tipo de Intervencionismos realizados con ETE**

Se realizaron 8 tipos de procedimientos distintos y un total de 80 Intervencionismos. El más frecuente fue el Cierre de Comunicaciones Interauriculares con dispositivo Amplatzer y supone el 55 % de todos los intervencionismos.

**Tabla LXXIV – Tipo de Intervencionismos**

	NUMERO	PORCENTAJE
CIERRE DE CIA con dispositivo Amplatzer	44	55 %
PERICARDIOCENTESIS	14	17.5 %
VALVULOPLASTIAS/AP SI	5	6.75 %
BIOPSIA	4	5.00 %
MARCAPASOS	3	3.75 %
CIERRE DE CIV Con dispositivo Amplatzer	2	2.5 %
RASHKIND	1	1.25 %
MONITORIZACIÓN	7	8.75 %

También la Ecocardiografía Transesofágica contribuyó a cerrar Comunicaciones Interventriculares musculares.

El segundo procedimiento en orden de frecuencia fue la Pericardiocentesis que supuso un 17.5 %, después Valvuloplastias 6.75 %, las Biopsias 5 %, Marcapasos 3.75 % y Rashkind 1.25 %. En un 8.75 % sólo se hizo monitorización de la función ventricular y diagnóstico inmediato de complicaciones. Tabla LXXIV

## **Complicaciones**

No hubo ninguna complicación inherente a la técnica de la Ecocardiografía Transesofágica. Un neonato no pudo ser sondado (varón, 24 horas de vida, 2.900 gramos con Transposición de las Grandes Arterias al que se le iba a realizar una Septostomía con balón mediante técnica de Rashkind).

## ***IV. D Discusión***

La edad media de los pacientes a los que se realizó algún tipo de técnica intervencionista sólo o con ayuda de la Ecocardiografía Transesofágica fue de 59.17 meses (4.93 años) superior a la edad de las Ecocardiografías Transesofágicas realizadas intraoperatoriamente (25.87 meses ó 2.15 años)

La gran mayoría de los Intervencionismos se realizaron en la Sala de Hemodinámica, el 77.67 %, si bien, aquellos en los que utilizamos la Ecocardiografía Transesofágica en exclusiva para llevar a cabo el procedimiento, se hicieron donde el paciente estaba ingresado, dada la movilidad de los aparatos que actualmente existen y que suponen una gran ventaja respecto de las nuevas técnicas emergentes como la Ecocardiografía tridimensional o la Resonancia Magnética.

El Cierre de Comunicaciones Interauriculares con dispositivo Amplatzer es el intervencionismo que con más frecuencia realizamos en los últimos 3 años en nuestra Unidad. Se trata de una técnica muy esperada por los cardiólogos por las grandes ventajas que tiene respecto de la cirugía <sup>78,174-84</sup>. Nuestra Unidad fue uno de los primeros grupos en introducirla en nuestro país y supone, en la actualidad, más de la mitad de los Intervencionismos que realizamos, concretamente el 55 %. El papel de la Ecocardiografía Transesofágica es aquí imprescindible <sup>174</sup>

También la Ecocardiografía Transesofágica contribuyó a cerrar Comunicaciones Interventriculares musculares, siendo nuestro grupo el primero en España en cerrar un caso con un dispositivo de Amplatzer. El eco transesofágico no se mostró aquí tan imprescindible como en el cierre de las Comunicaciones Interauriculares. Sin embargo fué de una gran ayuda a la hora de guiar los catéteres dentro de los ventrículos, diagnosticar la relación del dispositivo, cuando se despliega, con las estructuras adyacentes sobre todo la Válvula Mitral, cuerdas, músculos papilares, etc <sup>77,186-90</sup>.

En las Valvuloplastias, además de afinar en las mediciones del anillo, nos ayudó a colocar el balón o la guía, a valorar la hemodinámica cuando está inflado el balón, a diagnosticar inmediatamente el resultado y las complicaciones que pudiéramos tener.

Aunque la Ecocardiografía Transesofágica puede utilizarse en un gran número de intervencionismos, debe sopesarse individualmente la relación beneficios/riesgos: necesidad de anestesia, intubación, prolongación de la prueba, coste, etc. En nuestra Unidad, técnicas tales como la Atrioseptostomía o la Pericardiocentesis, las realizamos bajo la guía de los Ultrasonidos, pero no obligatoriamente desde posiciones del transductor transesofágicas, de ahí que prácticamente no figuren los Rashkind en nuestra casuística

- la Atrioseptostomía con balón mediante técnica de Rashkind. Llevamos realizándola de una manera eficaz y segura desde hace más de 10 años mediante Ecocardiografía Transtorácica exclusivamente, en la propia Unidad Neonatal. Es cierto que, teóricamente, disminuye la probabilidad de infecciones, sobre todo si el procedimiento se hace desde la vena umbilical. Pero no es menos cierto que, en nuestra experiencia y en la de muchos otros centros, esta técnica la llevamos a cabo con ecocardiografía transtorácica, en neonatos gravemente comprometidos, cianóticos, sedados, con tubo endotraqueal, de una manera rápida y sin riesgos añadidos. Hay que señalar que los pacientes suelen ser neonatos con pesos normales (3 –3.500) o bajos (< 3.000 gr) en los que se tendría más dificultad para introducir la sonda <sup>40</sup>.
- La Pericardiocentesis o evacuación del líquido pericárdico. Aquí los niños suelen ser mayores, no existe dificultad para introducir la sonda transesofágica, pero el procedimiento se alarga, se necesita sedar más profundamente al paciente, etc. Nosotros realizamos la Pericardiocentesis bajo control ecocardiográfico, en general, por vía transtorácica y a veces, individualizando, por vía transesofágica.

Cada vez es más extensa la utilización de la Ecocardiografía Transesofágica y su aplicación en nuevas técnicas intervencionistas. Siempre debemos individualizar y valorar los beneficios y los riesgos.

Nosotros no hemos utilizado hasta ahora la Ecocardiografía Transesofágica en el cierre de los Ductus Arteriosus como sí lo han hecho otros autores<sup>40,192,193</sup>. No hay un motivo especial para este hecho, salvo el disponer hasta hace menos de 1 año, de un solo ecocardiógrafo y poco personal

A excepción de un neonato al que no se pudo introducir la sonda, no hubo ninguna complicación por lo que, una vez más se demuestra que se trata de una técnica segura.

## **Ventajas**

- Disminuye el tiempo de escopia
- Disminuye la cantidad de contraste a utilizar
- Valora en tiempo real, la anatomía y la hemodinámica durante el procedimiento
- Valora con inmediatez el resultado del intervencionismo
- Diagnostica inmediatamente las posibles complicaciones durante y después del intervencionismo

## **Limitaciones**

- Interfiere en la imagen fluoroscópica, cuando se realiza de una manera combinada
- Desde el punto de vista anatómico, tiene las mismas limitaciones que para el ETE Diagnóstico descritas previamente (*páginas 39, 117*).

#### **IV.E Resumen ETE Intervencionista**

- 1- El procedimiento intervencionista se llevó a cabo, en su mayor parte, en la Sala de Hemodinámica, pero cuando se utiliza exclusivamente el Ultrasonido, se realizó donde el paciente estaba ingresado
- 2- Proporcionó información fidedigna, extensa y detallada de la anatomía y función en tiempo real
- 3- Se mostró indispensable para valorar morfológicamente la Comunicación Interauricular, el diámetro y los bordes para seleccionar adecuadamente al paciente.
- 4- Permitió orientar y guiar la colocación del dispositivo de cierre de la Comunicación Interauricular por vía percutánea, valorando inmediatamente el resultado del procedimiento, lo que conlleva ahorrar cantidad de contraste y radiación.
- 5- Permitió la inmediata identificación de las complicaciones del procedimiento, si las hubo
- 6- La monitorización de los cateterismos intervencionistas mediante Ecocardiografía Transesofágica es un técnica **segura**, sin complicaciones, que no interfiere importantemente con el procedimiento
- 7- Creemos muy conveniente, por nuestra experiencia, incorporar esta técnica de una manera rutinaria en todos los cateterismos intervencionistas de más alto riesgo: Valvuloplastias Aórticas, Perforaciones de la Válvula Pulmonar en las Atresias Pulmonares con Septo íntegro, Angioplastias de las Coartaciones Nativas, Septectomías del Septo Interauricular con cuchilla, etc.



## **V. Conclusiones**

1. La ETE Intraoperatoria permitió valorar el resultado de la cirugía sin invadir el campo quirúrgico, ni interrumpir el procedimiento.
2. La ETE Intraoperatoria fue capaz de detectar/diagnosticar la ausencia o presencia de un defecto residual en un 99.32%, informó al cirujano acerca del estado de contractilidad y funcionalidad del Ventrículo Izquierdo en el 100% de los casos e incluso ayudó al anestesista que puso/quitó/disminuyó drogas según la información que se le ofreció
3. La valoración de cortocircuito residual asociado o no a gradiente en los tractos de salida o regurgitación valvular residual constituyó la principal indicación de examen postbypass en nuestra casuística (61.34%).
4. Los hallazgos de la ETE Intraoperatoria Prebypass modificaron o establecieron la estrategia de la cirugía a realizar, en un 15.79%; la ETE Postbypass obligó a entrar de nuevo en bypass en un 7.48 % .
5. En nuestra casuística, no hubo necesidad de *Reoperación tardía* en los pacientes con Canal Aurículo-ventricular a los que se les practicó Ecocardiografía Transesofágica, frente al 12.5 % que se necesitó en los pacientes a los que no se les realizó, diferencia que es estadísticamente significativa.

6. La ETE y la Ecocardiografía Transtorácica, en nuestro trabajo, fueron *complementarias*, permaneciendo esta última como la primera técnica de elección desde el punto de vista diagnóstico,
7. Sin embargo, la Ecocardiografía Transesofágica se mostró superior a la Transtorácica en algunas patologías porque valoró mejor la severidad y/o mecanismo de producción en la Insuficiencia Mitral y las obstrucciones del tracto de salida izquierdo y valoró mejor el tabique interauricular, en las Comunicaciones Interauriculares.
8. En nuestra casuística, los hallazgos mediante la ETE Diagnóstica mostraron una excelente correlación (100%) con el Patrón Oro (Cateterismo, Cirugía o Anatomía Patológica) de que se dispuso, lo que habla de la **fiabilidad** de la técnica.
9. La ETE Diagnóstica descartó patología cardíaca en un 4.87% de los casos y modificó/cambió la actitud terapéutica en un 19.16 %
10. La ETE se mostró *imprescindible* para realizar cierto tipo de intervenciones (como el cierre de los defectos interauriculares), y de *ayuda inestimable* en la mayoría, ya que proporcionó información detallada de la anatomía y función en tiempo real, orientó y guió la colocación de dispositivos y catéteres, valoró inmediatamente el resultado de los procedimientos realizados e identificó las complicaciones inherentes a los mismos.
11. Las complicaciones importantes de la ETE han sido escasas (0.83%) por lo que la técnica se considera **segura**

Tras el estudio que presentamos, creemos que en un futuro próximo, la minituarización cada vez mayor de las sondas<sup>196</sup> y el continuo desarrollo tecnológico, con imágenes tridimensionales ya muy logradas<sup>197,198,199,200,201,202</sup>, permitirán avanzar en la utilización de esta técnica en pacientes más pequeños y ampliar las indicaciones de la misma.

## **VI. Bibliografía**

1. WELLS PNT. History and development . En: Cardiac Ultrasound by Roelandt JRTC, Sutherland GR, Iliceto S, Linker DT. Churchill Livingstone. Edimbourg 1.993, Chapter 1, 13-7.
2. SUTHERLAND GR, ROELANDT JRTC, FRASER AG, ANDERSON RH . Introduction. En Cardiac Ultrasound by Roelandt JRTC, Sutherland GR, Iliceto S, Linker DT. Churchill Livingstone. Edimbourg, 1993, Chapter 2, 1-3.
3. LANCÉE CT, DE JONG N, GUSSENHOVEN WJ, TAAMS M, BOM N, BROMMERSMA P, ROELANDT JRTC. Technological Developments of Transesophageal Echocardiography in a Historical Perspective. En Transesophageal Echocardiography. Edited by Erbel R, Khanderia BK, Brennecke R, Meyer J, Seward JB, Tajik AJ. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1.989, Chapter 1, 3-12.
4. ERBEL R, GE J. Ecocardiografía Transesofágica: Situación actual y perspectivas futuras. En Ecocardiografía Transesofágica I. Monocardio 47,1.997:9-16.
5. CIESZYNSKI T. Intracardiac method for the investigation of structure of the heart with the aid of ultrasonic. Arch Immun Ter Dow 1.960,8:551-7.
6. FRAZIN L, TELANO JV, STEPHANIDES L, LOEB HS, KOPEL L, GUNNAR RM. Esophageal Echocardiography. Circulation 1.976,54:102-8.
7. HISANAGA K, HISANAGA A. A new real-time sector scanning system with esophageal and transthoracic wall methods. En White DN (Ed): Ultrasound in Medicine ,vol 4
8. SEWARD JB: Transesophageal Echocardiography. Past, Present and future. Little, Brown and Company, 1.994; Chapter 1:1-8.
9. ROELANDT JRTC: History, development, and technical features En: Transesophageal Echocardiography in Clinical Practice by Sutherland GR, Roelandt JRTC, Fraser AG, Anderson RH. Gower Medical Publishing.. London, 1.991, Chapter 2, 2.1-2.6.
10. SUTHERLAND GR, ROELANDT JRTC, FRASER AG, ANDERSON RH.: Introduction. En: Transesophageal Echocardiography in Clinical Practice. Gower Medical Publishing. London, 1.991:1.1-1.4.
11. FELTES TF.: Advances in Transesophageal Echocardiography: Impact of a Changing Technology on Children with Congenital Heart Disease. J Am Coll Cardiol 1.991;18:1515-6 (editorial)

12. FISHER EA, STAHL JA, BUDDJH, GOLDMAN ME.: Transesophageal Echocardiography: Procedures and Clinical Application. *J Am Coll Cardiol* 1.991;18:1333-48.
13. RITTER SB. Transesophageal Real-Time Echocardiography in Infants and Children with Congenital Heart Disease. *J Am Coll Cardiol* 1.991;18:569-80.
14. WEINTRAUB R, SHIOTA T, ELKADI T, GOLEBIOVSKI P, ZHANG J, ROTHMAN A, RITTER SB, SAHN DJ.: Transesophageal Echocardiography in Infants and Children with Congenital Heart Disease. *Circulation* 1.992;86:711-22.
15. SCOTT PJ, BLACKBURN ME, WHARTON GA, WILSON N, DICKINSON DF, GIBBS JL.: Transesophageal Echocardiography in neonates, infants and children: applicability and diagnostic value in everyday practice of a cardiothoracic unit. *Br Heart J*, 1.992;68:488-92.
16. GENTLES TL ROSENFELD HM SANDERS SP LAUSSEN PC BURKE RP VAN DER VELDE ME Pediatric biplane transesophageal echocardiography: preliminary experience. *Am Heart J* 1994;128:1225-33
17. DOUGLAS DE, FYFE DA.: Use of miniature biplane Transesophageal Echocardiography during pediatric atrial catheter intervencional procedures. *Am Heart J* 1.996;132:179-86.
18. O'LEARY PW, HAGLER DJ, SEWARD JB, TAJIK AJ, SCHAFFHV, PUGA FJ, DANIELSON GK. Biplane Intraoperative Transesophageal Echocardiography in Congenital Heart Disease. *Mayo Clinic Proc* 1995;70:317-26
19. HOFFMANN R, FLACHSKAMPF FA, HANRATH P. New peocedures in Transesophageal Echocardiography: multiplane transesophageal echocardiography and transesophageal stress echocardiography. *Herz* 1.993;18(5):269-77.
20. SLOTH E, HASENKAM JM, SORENSEN KE, PEDERSEN J, HJORTHOLM K, HANSEN OK, EGEBLAD H. Pediatric Multiplane Transesophageal Echocardiography in Congenital Heart Disease: New possibilities with a Miniaturized Probe. *J Am Soc Echocardiogr* 1.996;9:622-8.
21. SHIOTA T, LEWANDOWSKI R, PIEL JE, SMITH LS, LANCEE C, DJOA K, BOM N, COBANOGLU A, RICE M, SAHN DJ. Micromultiplane Tranesophageal Echocardiographic Probe for Intraoperative Study of Congenital Heart Disease Repair in Neonates, Infants, Children, and Adults. *Am J Cardiol* 1999;83:292-5.
22. STEVENSON JG, SORENSEN GK. Proper Probe Size for Pediatric Transesophageal Echocardiography. *Am J Cardiol* 1.993, 72:491-2.

23. MAYS JM, NICHOLS BA, KHANDHERIA BK. Organization of a Transesophageal Echocardiographic Laboratory and Role of the Sonographer-Assistant. Edited by Freeman WK, Seward JB, Khandheria BK, Tajik AJ. Little, Brown and Company London 1.994, 25-54.
24. SALTISSI S, BELDER MA de, NIHOYANNOPOULOS P.: Setting up a Transesophageal Echocardiography Service. *Br Heart J (Supplement)* 1.994;71:15-19.
25. Guidelines. Pediatric Basic Life Support. *Circulation*. 2000;102 (Suppl I):I-253-I-290
26. Guidelines. Pediatric Advanced Life Support. *Circulation*. 2000;102 (Suppl I):I-291-I-342.
27. FYFE DA. Intraoperative transesophageal echocardiography in children with congenital heart disease:how, not Who; *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12(11):1011-3
28. POTERACK. Who Uses Transesophageal Echocardiography in the Operating Room?. *Anesth Analg* 1995;80:454-8.
29. HODGINS L, KISSLO JA, MARK JB. Perioperative Transesophageal Echocardiography: The anesthesiologist as a Cardiac Diagnostician. *Anesth Analg* 1995;80:4-6
30. RUSSELL IM, SILVERMAN NH, MILLER-HANCE WM, BROOK, CASSORLA L, ROUINE-RAPP K, TACY T, CAHALAN MK. Intraoperative Transesophageal Echocardiography for Infants and Children Undergoing Congenital Heart Surgery: The role of the Anesthesiologist. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12(11):1009-14
31. KHANDHERIA BK, TAJIK AJ, FREEMAN WK. Transesophageal Echocardiographic Examination. *Technique, Training, and Safety*. Edited by Freeman WK, Seward JB, Khandheria BK, Tajik AJ. Little, Brown and Company London 1.994, 25-54.
32. STÜMPER O, SUTHERLAND GR. Transesophageal Echocardiography in Congenital Heart Disease *Technology and techniques*. Edited by Stümper O, Sutherland GR . Edward Arnold . 1994, 12-29.
33. HEARD CM, GUNNARSSON B, HEARD AM, WATSON E, ORIE JD, FLETCHER JE Anaesthetic technique for transoesophageal echocardiography in children. *Paediatr Anaesth* 2001 Mar;11(2):181-4

34. MARCUS B, STEWARD DJ, KHAN NR, SCOTT EB, GARDNER AJ, WONG PC. Outpatient Transesophageal Echocardiography with intravenous propofol anesthesia in children and adolescents. *J Am Soc Echocardiogr* 1993;6:205-9.
35. FOSTER E, KUSUMOTO FM, SOBOL SM. Streptococcal endocarditis temporally related to transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1990;3:424-7.
36. GEORGE G, ERBEL R, HENRICHS KJ. Positive blood cultures during transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol* 1990;65:1404-5.
37. STEKELBERG JM, KHANDHERIA KJ, ANHALT JP. Prospective evaluation of the risk of bacteriemia associated with transesophageal echocardiography. *Circulation* 1991;84:177-80.
38. NIKUTTA P, MANTEY-STIERS F, BECHT I. Risk of bacteriemia induced by transesophageal echocardiography: Analysis of 100 consecutive patients. *J Am Soc Echocardiogr* 1992;5:168-72.
39. ACC/AHA Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography: Executive Summary. A report of the American College of Cardiology /American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Clinical Application of Echocardiography). *JACC* 1.997,15:862-79.
40. KAVANAUGH-McHUGH A, TOBIAS JD, DOYLE T, HEITMILLER ES, MEAGHER C. Transesophageal Echocardiography in Pediatric Congenital Heart Disease. *Cardiology in Review* 2000;8(5):288-306.
41. SEWARD JB Transesophageal Echocardiographic Anatomy .En *Transesophageal Echocardiography*. Edited by Freeman WK, Seward JB, Khandheria BK, Tajik AJ. Little, Brown and Company London 1.994, Chapter 4:55-102.
42. LAM J, NEIROTTI RA, LUBBERS WJ, NAEFF MSJ, SCHULLER JL, MACARTNEY FJ, VISSER CA. Usefulness of Biplane Transesophageal Echocardiography in Neonates, Infants and children with congenital Heart Disease. *Am J Cardiol* 1993;72:699-706.
43. HOFFMAN P, STUMPER O, RYDELWSKA-SADOWSKA W, SUTHERLAND GR. Transgastric imaging: a valuable addition to the assessment of congenital heart disease by transverse plane transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1993; 6: 35–44
44. MUHIUDEEN IA, SILVERMAN NH, ANDERSON RH. Transesophageal transgastric echocardiography in infants and children: the subcostal view equivalent. *J Am Soc Echocardiogr* 1995; 8: 231–44

45. FYFE DA, RITTER SB, SNIDER AR, SILVERMAN NH, STEVENSON JG, SORENSEN GK, ENSING G, LUDOMIRSKY A, SAHN DJ, MURPHY D, HAGLER D, MARX GR. Guidelines for transesophageal echocardiography in children. *J Am Soc Echocardiogr* 1992;5:640-4.
46. Practice Guidelines for Perioperative Transesophageal Echocardiography. A report by the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography. *Anesthesiology* 1.996;84:986-1.006.
47. FYFE DA. Transesophageal Echocardiography Guidelines: Return to Bypass or to Bypass the Guidelines? *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12(5):343-4
48. GARCIA-FERNANDEZ MA, NAVÍA J. Ecocardiografía transesofágica intraoperatoria: ¿para qué?, ¿cómo?, ¿con quién?. *Rev Esp Cardiol*.2000;53:1325-28.
49. Grupo de Trabajo Conjunto de la Sección de Ecocardiografía y otras Técnicas de Imagen de la Sociedad Española de Cardiología y de la Sección de Cirugía de la Sociedad Española de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del dolor. Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria: recomendaciones para la formación del anestesiólogo en ETE Intraoperatorio. *Rev Esp Cardiol* 2000; 53:1380-83.
50. SHANEWISE JS, CHEUNG AT, ARONSON S, STEWARD WJ, WEISSRL, MARK JB, SAVAGE RM, SEARS-ROGAN P, MATHEW JP, QUIÑONES M, CAHALAN MK, SAVINO JS. ASE/SCA Guidelines for Performing a Comprehensive Intraoperative Multiplane Transesophageal Echocardiography Examination: Recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force for Certification in Perioperative Transesophageal Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:884-00.
51. STÜMPER O, VARGAS-BARRON J, RIJLAARSDAM M, ROMERO A, ROETLAND JRTC, HESS J, SUTHERLAND GR. Assessment of anomalous systemic and pulmonary venous connetions by Transesophageal Echocardiography in infants and children. *Br Heart J* 1991;66:411-8
52. MORIMOTO K, MATSUZAKI M, TOHMA Y, ONO S, TANAKA N, MICHISHIGE H, MURATA K, ANNO Y, KUSUKAWA K. Diagnosis and Quantitative evaluation of Secundum-Type Atrial Septal Defect by Transesophageal Doppler Echocardiography. *Am J Cardiol* 1990;66:85-91.
53. ALBOLIRAS ET, GOTTEINER NL, BERDUSSIS K, WEBB CL.: Transesophageal Echocardiographic Imaging for Congenital Lesions of the Left Ventricular Outflow Tract and the Aorta. *Echocardiography* 1.996;13:439-46.

54. CASTELLO R, PEARSON A, LENZEN P, LABOVITZ AJ. Evaluation of Pulmonary Venous Flow by Transesophageal Echocardiography in Subjects With a Normal Heart: Comparison With Transthoracic Echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1991;18:65-71.
55. HEINLE SK, HALL SA, BRICKNER ME, WILLETT D, GRAYBURN PA. Comparison of Vena Contracta Width by Multiplane Transesophageal Echocardiography With Quantitative Doppler Assessment of Mitral Regurgitation. *Am J Cardiol* 1998;81:175-9.
56. KIZILBASH AM, WILLETT D, BRICKNER ME, HEINLE SK, GRAYBURN PA. Effects of Afterload Reduction on Vena Contracta Width in Mitral Regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:427-31.
57. SHIMAMOTO H, KITO H, KAWAZOE K, FUJITA T, SHIMAMOTO Y.: Transesophageal Doppler Echocardiographic measurement of cardiac output by the mitral annulus method. *Br Heart J* 1992;68:510-5.
58. YANG S, NOVELLO R, NICOLSON S, STEVEN J, GAYNOR W, SPRAY TL, RYCHNIK J. Evaluation of Ventricular Septal Defect Repair Using Intraoperative Transesophageal Echocardiography: Frequency and Significance of Residual Defects in Infants and Children. *Echocardiography*, 2000;17:681-4.
59. FRASER AG. Transesophageal Echocardiography in Congenital Heart Disease. Edited by Stümper O and Sutherland GR. *Atrioventricular Valve Repair: the value of Intraoperative Echocardiography*. Edward Arnold. 1994, 5:215-33.
60. ROBERSON DA, MUHIUDEEN IA, SILVERMAN NH, TURLEY K, HAAS GS, CAHALAN MK.: Intraoperative Transesophageal Echocardiography of Atrioventricular Septal Defect. *J Am Coll Cardiol* 1991;18:537-45.
61. LEE H, MONTENEGRO LM, NICOLSON SC, GAYNOR JW, SPRAY TL, RYCHNIK J. Usefulness of Intraoperative Transesophageal Echocardiography in Predicting the Degree of Mitral Regurgitation Secondary to Atrioventricular Septal Defect in Children. *Am J Cardiol* 199;83:750-3.
62. ROBERSON DA, MUHIUDEEN IA, CAHALAN M, SILVERMAN NH, HAAS G, TURLEY K.: Intraoperative Transesophageal Echocardiography of Ventricular Septal Defect. *Echocardiography* 1991;8: 687-97.
63. TEE SDC, SHIOTA T, WEINTRAUB R, TEIEN DE, DENG Y, SAHN DJ, OMOTO R, KYO. Evaluation of ventricular septal defect by transesophageal echocardiography: Intraoperative

- assessment. *Am Heart J* 1994;127:585-92.
64. SHANKAR S, SREERAM N, BRAWN WJ, SETHIA B.: Intraoperative Ultrasonographic Troubleshooting After the Arterial Switch Operation. *Ann Thorac Surg* 1.997;63: 445-8.
  65. JOYCE JJ, HWANG EY, WILES HB, KLINE CH, BRADLEY SM, CRAWFORD FA. Reliability of intraoperative transesophageal echocardiography during Tetralogy of Fallot repair. *Echocardiography* 2000;17:319-2.
  66. STEVENSON JG, SORENSEN GK, GARTMAN DM, HALLDG, RITTENHOUSE EA. Left ventricular outflow tract obstruction: an indication for intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiography* 1993;6 (5):525-35.
  67. STEVENSON JG, SORENSEN GK, GARTMAN DM, HALLDG, RITTENHOUSE EA. Transesophageal echocardiography during repair of congenital cardiac defects: identification of residual problems necessitating reoperation. *J Am Soc Echocardiography* 1993;6 (4):356-65.
  68. QUAEGERBUR J, van DAELE M, STŠMPER O, SUTHERLAND GR.: Intraoperative ultrasonographic identification of coronary artery compression after an arterial switch procedure. *J Thorac Cardiovasc surg* 1.991;102:837-40.
  69. SUTTON DC; CAHALAN MK .Intraoperative assessment of left ventricular function with transesophageal echocardiography. *Cardiol Clin*: 1.993;11:389-98
  70. COHEN GI, PIETROLUNGO JF, THOMAS JD, KLEIN AL. A Practical Guide to assessment of Ventricular Diastolic function Using Doppler Echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:1753-60
  71. DEUTSCH HJ Reproducibility of assessment of left-ventricular function using intraoperative transesophageal echocardiography. *Thorac Cardiovasc Surg* 1990;41: 54-8
  72. VITARELLI A Evaluation of left and right ventricular function by transesophageal echocardiography. *Minerva Cardioangiol*,1993;41:547-58
  73. HEMER G, WEBWR T, TSCHERNICH H, WOLRAB C, ANDEL H, ZIMPFER M. Intraoperative myocardial ischemia and transesophageal echocardiography. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl*, 1997;111:274-6.
  74. STUMPER O, WITSENBURG M, SUTHERLAND GR, CROMME-DIJKHUIS A, GODMAN M, HESSJ.: Transesophageal Echocardiographic Monitoring of Intervention Cardiac Catheterization in

- Children. *J Am Coll Cardiol* 1.991;18:1506-14.
75. TUMBARELLO R, SANNA A, CARDU G, BANDE A, NAPOLEONE A, BINI R.: Usefulness of Transesophageal Echocardiography in the Pediatric Catheterization Laboratory. *Am J Cardiol* 1.993;71:1.321-1.325.
  76. FISHER EA, STAHL JA, BUDD JH, GOLDMAN ME.: Transesophageal Echocardiography: Procedures and Clinical Application. *J Am Coll Cardiol* 1.991;18:1.333-48
  77. VAN DER VELDE ME, SANDERS SP, KEANE JF, PERRY SB, LOCK JE. Transesophageal Echocardiographic Guidance of Transcatheter Ventricular Septal Defect Closure. *J Am Coll Cardiol* 1.994;23:1.660-5.
  78. HELLENDBRAND WE, FAHEY JT, MCGOWAN FX, WELTIN GG, KLEINMAN CS. Transesophageal Echocardiographic Guidance of Transcatheter Closure of Atrial Septal Defect. *Am J Cardiol* 1.990;66:207-13.
  79. RITTOO D, SUTHERLAND GR, CURRIE P, STARKEY IR, SHAW TR. The comparative value of transesophageal and transthoracic echocardiography before and after mitral balloon valvotomy: A prospective study. *Am Heart J*, 1.993;125:1094-105.
  80. VAN DER VELDE ME, PERRY SB. Transesophageal Echocardiography During Interventional Catheterization in Congenital Heart Disease. *Echocardiography* 1997;14:513-8.
  81. PUYBASSET L, SAADA M, CATOIRE P, BONNET F. Apport de l'échocardiographie transesophagienne en réanimation: evaluation prospective. *Ann Fr Anesth Reanim*, 1.993;12:17-21.
  82. BARZILAI B, DAVILA-ROMAN VG, EATON MH, ROSENBLOOM M, SPRAY TL, WAREING TH, COX JL, KOUCHOUKOS NT. Transesophageal Echocardiography predicts successful withdrawal of ventricular assist devices. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104:1410-6.
  83. SCHEININ SA, RADOVANCEVIC B, OTT DA, NIHILL MR, CABALKA A, FRAZIER OH. Postcardiotomy LeftVentricularAssistDevice Support and Transesophageal Echocardiography in a Child. *Ann Thorac Surg* 1993;55:529-31.
  84. DANIEL WG, ERBEL R, KASPER W. Safety of transesophageal echocardiography: a multicenter survey of 10.419 examinations. *Circulation* 1.991;83:817-21.
  85. STEVENSON JG. Incidence of Complications in Pediatric Transesophageal Echocardiography: Experience in 1650 Cases. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12(6):527-32

86. SHEIL ML, BAINES DB Intraoperative transoesophageal echocardiography for paediatric cardiac surgery--an audit of 200 cases. *Anaesth Intensive Care* 1999;27(6):591-5
87. ANDROPOULOS DB, STAYER SA, BENT ST, CAMPOS CJ, FRASER CD. The effects of transesophageal echocardiography on hemodynamic variables in small infants undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2000 Apr;14(2):133-5.
88. ANDROPOULOS DB, AYRES NA, STAYER SA, BENT ST, CAMPOS CJ, FRASER CD. The effect of transesophageal echocardiography on ventilation in small infants undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg* 2000 Jan;90(1):47-9
89. MACOR F, ZOTTAREL G, ANTONINI F, MIMO R, PAVAN R, CERVESATO E, NICOLOSI G, ZANUTTINI D. Modifications of Oxygen Saturation During Transesophageal Echocardiography. *Echocardiography* 1997; 14(3):261
90. GREENE MA, ALEXANDER JA, KNAUF DG, TALBERT J, LANGHMAN M, KAYS D, LEDBETTER D. Endoscopic evaluation of the esophagus in infants and children immediately following intraoperative use of transesophageal echocardiography. *Chest* 1999 Nov;116(5):1247-50.
91. MUHIUDEEN-RUSSELL IA, MILLER-HANCE WC, SILVERMAN NH. Unrecognized esophageal perforation in a neonate during transesophageal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2001 Jul;14(7):747-9
92. FISHER MA, HENRY D, GILLAM L, CHEN C. Toxic methemoglobinemia: a rare but serious complication of transesophageal echocardiography. *Can J Cardiol* 1998 Sep;14(9):1157-60
93. SIWIK ES, SPECTOR ML, PATEL CR, ZAHKA KG Costs and cost-effectiveness of routine Transesophageal Echocardiography in congenital heart diseases. *Am Heart J* 1999;138:771-6
94. BENSON MJ, CAHALAN MK. Cost-benefit analysis of transesophageal echocardiography in cardiac surgery. *Echocardiography.* 1995;12(2):171-83.
95. STEVENSON JG. Role of intraoperative transesophageal echocardiography during repair of congenital cardiac defects. *Acta Paediatr Suppl* 1995 Aug;410:23-33
96. STEVENSON JG. La Ecocardiografía Transesofágica en la edad infantil. *Rev Esp Cardiol* 1994;44:81-100.

97. PEARLMAN AS, GARDIN JM, MARTIN RP, et al. Guidelines for physician training in transesophageal echocardiography: recommendations of the American Society of Echocardiography Committee for Physician Training in Echocardiography . *J Am Soc Echocardiogr* 1.992;5:187-94.
98. HAASE FR, BRENNER A. Esophageal diameters at various ages. *Arch Otolaryngol* 1963;77:119-22.
99. SAVAGE RM, LICINA MG, KOCH CG, HEARN CJ, THOMAS JD, STARR NJ, STEWART WJ. Educational Program for Intraoperative Transesophageal Echocardiography. *Anesth Analg* 1995;81:399-403.
100. EHLER D, CARNEY DK, DEMPSEY AL, RIGLING R, KRAFT C, WITT SA, KIMBALL TR, SISK EJ, GEISER EA, GRESSER CD, WAGGONER A. American Society of Echocardiography Sonographer Training and Education Committee. Guidelines for cardiac sonographer education: recommendations of the American Society of Echocardiography Sonographer Training and Education Committee. *J Am Soc Echocardiogr* 2001 Jan;14(1):77-84
101. STEVENSON JG . Performance of intraoperative pediatric transesophageal echocardiography by anesthesiologists and echocardiographers: training and availability are more important than hats. *J Am Soc Echocardiogr*. 1999 Nov;12(11):1013-4
102. GARCIA-FERNANDEZ MA, NAVIA J. Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria: ¿para qué?, ¿cómo?, ¿con quién?. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:1325-8
103. Grupo de Trabajo Conjunto de la Sección de Ecocardiografía y otras Técnicas de Imagen de la Sociedad Española de Cardiología y de la Sección de Cirugía de la Sociedad Española de anestesiología, Reanimación y Terapéutica del dolor. Ecocardiografía Transesofágica Intraoperatoria: recomendaciones para la formación del anestesiólogo en ETE Intraoperatorio. *Rev Esp Cardiol* 2000;53: 1380-83.
104. MILLER JP, LAMBERT AS, SHAPIRO WA, RUSELL IA, SCHILLER NB, CAHALAN MK. The adequacy of basic intraoperative Transesophageal Echocardiography performed by experienced anesthesiologists. *Anesth Analg* 2001;92:1103-10.

## **ETE Intraoperatoria**

105. SHUTERLAND GR, QUAEGEBEUR J, VAN DAELEMERM, STUMPER O. Intraoperative Echocardiography in Congenital Heart Disease: an Overview. *Transesophageal Echocardiography*. Edited by Erbel et al. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1989, 306-16.
106. BENGUR AR, LI JS, HERLONG JR, JAGGERSJ, SANDERS SP, UNGERLEIDER RM. Intraoperative transesophageal echocardiography in congenital heart disease. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1998;10:255-64.
107. STEVENSON JG. Adherence to physician training guidelines for pediatric transesophageal echocardiography affects the outcome of patients undergoing repair of congenital cardiac defects. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12(3):165-72
108. STÜMPER O. Transesophageal Echocardiography in Congenital Heart Disease *Intraoperative monitoring of surgical repair*. Edited by Stümper O, Sutherland GR . Edward Arnold . 1994, 163-83.
109. MAVROUDIS C, REES A, SOLINGER R, ELBL F. The prognostic value of intraoperative pressure gradients in patients with congenital aortic stenosis. *Ann Thorac Surg* 1984;38:237-41.
110. MUHIUDEEN IA, ROBERSON DA, SILVERMAN NH, HAAS GS, TURLEY K, CAHALAN MK.: Intraoperative Echocardiography in Infants and Children With Congenital Cardiac Shunt Lesions: Transesophageal Versus Epicardial Echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:1687-95.
111. STUMPER OF, ELZENGA NJ, HESS J, SUTHERLAND GR. Transesophageal echocardiography in children with congenital heart disease: an initial experience. *J Am Coll Cardiol* 1990; 16: 433–41
112. RITTER SB. Transesophageal echocardiography in children: new peephole to the heart. *J Am Coll Cardiol* 1990; 16: 447–50
113. RITTER SB. Transesophageal real-time echocardiography in infants and children with congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 569–80
114. LAM J, NEIROTTI RA, NIJVELD A, et al. Transesophageal echocardiography in pediatric patients: preliminary results. *J Am Soc Echocardiogr* 1991; 4: 43–50
115. GUSSENHOVEN EJ, VAN HL, ROELANDT J, et al. Intraoperative two-dimensional echocardiography in congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1987; 9: 565–572

116. MUHIUDEEN-RUSSELL IA, MILLER-HANCE WC, SILVERMAN NH. Intraoperative Transesophageal Echocardiography for Pediatric Patients with Congenital Heart Disease. *Anesth Analg* 1998;87:1058-76
117. CHALIKI HP, CLICK RL, ABEL M. Comparison of intraoperative transesophageal echocardiographic examinations with the operative findings: prospective review of 1918 cases. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:237-40.
118. KOLEV N, BRASE R, SWANEVELDER J, OPPIZZI M, RIESGO MJ, van der MAATEN JMAA, ABIAD MG, GUARRACINO F, ZIMPFER M and the European Perioperative TOE Research Group. The influence of transesophageal echocardiography on intra-operative decision making. *A European multicentre study Anaesthesia* 1998;53:767-773.
119. ROSENFELD HM, GENTLES TL, WERNOVSKY G, LAUSSEN PC, JONAS RA, MAYER JE, COLAN SD, SANDERS SP, VAN DER VELDE ME. Utility of Intraoperative Transesophageal Echocardiography in the Assessment of Residual cardiac Defects. *Pediatric Cardiology* . 1998;19:346-51
120. ROUINE-RAPP K, IONESCU P, BALEA M, FOSTER E, CAHALAN MK. Detection of Intraoperative Segmental Wall-Motion Abnormalities by Transesophageal Echocardiography: The Incremental Value of Additional Cross Sections in the Transverse and Longitudinal Planes *Anesth Analg* 1.996;83:1141-8.
121. NISHIMURA RA, ABEL MD. In *Transesophageal Echocardiography*. Edited by Freeman wk, Seward JB, Khandheria BK, Tajik AJ. Evaluation of Left Ventricular Function by Transesophageal Echocardiography. Little, Brown and Company. 1.993, Chapter 7,153-65
122. BALAGURU D, AUSLENDER M, COLVIN SB, RUTKOWSKI M, ARTMAN M, PHOON CK. Intraoperative myocardial ischemia recognized by transesophageal echocardiography monitoring in the pediatric population: a report of 3 cases. *J Am Soc Echocardiography*.20003:615-8.
123. SCHILLER NB, SHAH PM, CRAWFORD M, DE MARIA A, DEVEREUX R, FEIGENBAUM H, *et al*. Recommendations for quantitation of left ventricle by two-dimensional echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1989;2:358-67.
124. TEI C, NISHIMURA RA, SEWARD JB, TAJIK AJ.: Noninvasive Doppler-Derived Myocardial Performance Index: Correlation with Simultaneous Measurements of Cardiac Catheterization Measurements. *J Am Soc Echocardiogr* 1.997;10:271-91.

125. RHODES J, FULTON DR, LEVINE JC, MARX GR.: Comparison Between the Mean dP/dt During Isovolumetric Contraction and Other Echocardiographic Indexes of Ventricular Systolic Function. *Echocardiography* 1.997;14:215-22.
126. RHODES J, MARX GR, TARDIF JC, ROMERO BA, ROBINSON A, ACAR P, PANDIAN, FULTON DR.: Evaluation of Ventricular dP/dt Before and After Open Heart Surgery Using Transesophageal Echocardiography. *Echocardiography* 1.997;14:215-22.
127. MASLOW A, COMUNALE ME, HAERING JM, WATKINS J.: Pulsed Wave Doppler Measurement of Cardiac Output from the Right Ventricular Outflow Tract. *Anesth Analg* 1.996;83:466-71.
128. SHIMAMOTO H, KITO H, KAWAZOE K, FUJITA T, SHIMAMOTO Y.: Transesophageal Doppler Echocardiographic measurement of cardiac output by the mitral annulus method. *Br Heart J* 1.992;68:510-5.
129. OH JK, APPLETON CP, HATLE LK, SEWARD JB, TAJIK AJ.: The Noninvasive Assessment of Left Ventricular Diastolic Function with Two-Dimensional and Doppler Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1.997;10:246-70.
130. YAMAMOTO K, NISHIMURA RA, BURNETT JC, REDFIELD MM. : Assessment of Left Ventricular End-Diastolic Pressure by Doppler Echocardiography: Contribution of Duration of Pulmonary Venous versus Mitral Flow Velocity Curves at Atrial Contraction. *J Am Soc Echocardiogr* 1.997;10:52-9.
131. APPLETON CP, JENSEN JL, HATLE LK, OH JK.: Doppler Evaluation of Left and Right Ventricular Diastolic Function : A Technical Guide for Obtaining Optimal Flow Velocity Recordings. *J Am Soc Echocardiogr* 1.997;10:271-91
132. PU M, GRIFFIN BP, VANDERVOORT PM, LEUNG DY, COSGROVE III DM, THOMAS JD. Intraoperative Validation of Mitral Inflow Determination by Transesophageal Echocardiography : Comparison of Single-Plane, Biplane and Thermodilution Techniques. *J Am Coll Cardiol* 1.995;26:1.047-53.
133. O'LEARY PW, DURONGPISITKUL K, CORDES TM, BAILEY KR, HAGLER DJ, TAJIK AJ, SEWARD JB. Diastolic Ventricular Function in Children: A Doppler Echocardiographic Study Establishing Normal Values and Predictors of Increased Ventricular End-Diastolic Pressure. *Mayo Clin Proc* 1998;73:616-28.
134. ROELANDT JR TC. Principles of Doppler assessment of diastolic left ventricular function. In

- Cardiac Ultrasound. Eds. Roelandt JRTC, Sutherland GR, Iliceto S, Linker DT. Churchill Livingstone, Edinburgh 1.993, 233-9.
135. CICEK S, DEMIRKILIC U, KURALAY E, ARSLAN M, TATAR H, OZTURK OY. Prediction of Intraoperative Hypovolemia in Patients with Left Ventricular Hypertrophy: Comparison of Transesophageal Echocardiography and Swan-Ganz Monitoring. *Echocardiography* 1997;14:257-60.
136. PERRINO AC, MCCLOSKEY G. Detección of intraoperative myocardial ischemia. *Int Anesthesiol Clin* 1996;34:37-56\*\*\*
137. HAUSER AM, GANGADHARAN V, RAMOS RG, GORDON S, TIMMIS GC. Sequence of mechanical, electrocardiographic and clinical effects of repeated coronary artery occlusion in human beings: echocardiographic observations during coronary angioplasty. *JACC* 1985;5:193\*7)
138. ROUILLARD K, ROUINE-RAPP K, MILLER-HANCE W, CAHALAN M, SILVERMAN N, RUSSELL I. Intraoperative segmental wall-motion abnormalities among neonates after an arterial switch operation. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:530.
139. UNGERLEIDER RM, KISSLO JA, GREELY WJ, LI JS, KANTER RJ, KERN FH, SCHULMAN SR, NESMITH JW, GAYNOR JW, BENGUR AR. Intraoperative echocardiography during congenital heart operations: experience from 1.000 cases. *Ann Thorac Surg* 1995;60:S539-42.
140. RAMAMOORTHY C, LYNN AM, STEVENSON G. Pro: Transesophageal Echocardiography Should Be Routinely Used During Pediatric Open Cardiac Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999, Discusión Group.
141. UNGERLEIDER RM. Biplane and multiplane transesophageal echocardiography. *Am Heart J* 1999;138:771-6.
142. MORAN AM, GEVA T. Con: Pediatric anesthesiologists should not be the primary echocardiographers for pediatric patients undergoing cardiac surgical procedures. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001;15:391-3.
143. SANGWAN S, AU C, MAHAJAN A. Pro: : Pediatric anesthesiologists should be the primary echocardiographers for pediatric patients undergoing cardiac surgical procedures. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001;15:388-90.

144. JENKINS KJ, NEWBURGER JW, LOCK JE, DAVIS RB, COFFMAN GA, IEZZONI LI. In-Hospital Mortality for surgical Repair of Congenital Heart Defects: Preliminary Observations of Variation by Hospital Caseload. *Pediatrics* 1995;95:323-30.
145. DANIEL WG, MÜGGE A. Transesophageal Echocardiography. *New Eng J Med* 1995;332:1268-80.
146. SING GK, SHIOTA T, COBANOGLU A, DROUKAS P, RICE M, SAHN DJ. Diagnostic Accuracy and Role of Intraoperative Biplane Transesophageal Echocardiography in Pediatric Patients with Left Ventricle Outflow Tract Lesions. *J Am Soc Echocardiogr* 1998;11:47-56.
147. STEVENSON JG. What is the outcome of infants and children who have been returned to bypass for further surgery?. A decade of intraoperative transesophageal echocardiographic experience. The 3<sup>rd</sup> World Congress of Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery (PCCS2001)- 2001; May 27<sup>th</sup>-31<sup>st</sup>.
148. UNGERLEIDER RM, GREELEY WJ, KANTER RJ, KISSLO JA. The Learning Curve for Intraoperative Echocardiography During Congenital Heart Surgery. *Ann Thorac Surg* 1992;54:691-8.
149. RICE MJ, McDONALD RW, SHIOTA T, ROBINSON ST, SAHN DJ. Safety and complications of Transesophageal Echocardiography in children with congenital heart disease (Abstracts). *J Am Soc Echocardiography*. 1997, 101E:404.
150. LOICK HM, SCHELD HH, VANAKEN H. Impact of perioperative transesophageal echocardiography on cardiac surgery. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1997;45:321-5.
151. MCGOWAN FX, LAUSSEN PC. Con: Transesophageal Echocardiography Should Not be Used Routinely for Pediatric Open Cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999, Discusión Group.
152. CANTER CE, SEKARSKI DC, MARTIN TC, GUTIERREZ FR, SPRAY TL. Intraoperative Evaluation of Atrioventricular Septal defect Repair by Color Flow Mapping Echocardiography. *Ann Thorac Surg* 1989;48:544-50
153. CANTER CE, SPRAY TL, HUDDLESTON CB, MENDELOFF. Intraoperative Evaluation of Atrioventricular Septal defect Repair by Color Flow Mapping Echocardiography. Updated in 1997. *Ann Thorac Surg* 1997;63:592-3
154. FRASER AG. Transesophageal Echocardiography in Congenital Heart Disease. Edited by Stümper O and Sutherland GR. *Atrioventricular Valve Repair: the value of Intraoperative Echocardiography*. Edward Arnold. 1994, 5:215-33.

155. KAUSHAL SK, RADHAKRISHANAN S, DAGAR KS, IYER PU, GIROTRA S, SHRIVASTAVA S, IYER K. Significant intraoperative right ventricular outflow gradients after repair for tetralogy of Fallot: to revise or not revise?. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1705-12.
156. XU J, SHIOTA T, GE S, GONG Z, RICE MJ, COBANOGLU A, SAHN DJ. Intraoperative Transesophageal Echocardiography using High-Resolution Biplane 7.5 MHz Probes With continuous-Wave Doppler Capability in Infants and Children With Tetralogy of Fallot. *Am J Cadiol* 1996;77:539-42.

### **ETE Diagnóstico**

157. SUTHERLAND GR, STUMPER OFW. Transesophageal Echocardiography in Congenital Heart Disease. *Acta Pediatr Suppl* 1995;410:15-22.
158. PREMINGER TJ, SANDERS SP, van der VELDE ME. Congenital heart disease: "Intramural" residual interventricular defects after repair of conotruncal malformations. *Circulation* 1994;89:236-42..
159. RITTER SB. Transesophageal Echocardiography in children: New peephole to the heart. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:447-50.
160. LAM J, NEIROTTI RA, SCHULLER JL. Transesophageal Echocardiography in pediatric patients: Preliminary results. *J Am Soc Echocardiogr* 1991;4:43-50.
161. BRENNAN TV, RODEFELD MD, TACY TA, REDDY VM, HANLEY FL. Late thrombosis of the native aortic root after Norwood reconstruction for hypoplastic left heart syndrome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001 Mar;121(3):580-2
162. STUMPER O, SUTHERLAND GR, GEUSKENS R, ROELANDT J, BOS E, HESS J. Transesophageal Echocardiography in Evaluation and Management After a Fontan Procedure. *J Am Coll Cardiol* 1991;17:1152-60.
163. KAWAHITO S, KITAHATA H, TANAKA K, NOZAKI J, OSHITA S. Intraoperative evaluation of pulmonary flow during the Fontan procedure by transesophageal Doppler echocardiography.
164. SITTIWANGKUL R, MA RY, McCRINDLE BW, COLES JG, SMALLHORN JF. Echocardiographic Assessment of Obstructive lesions in Atrioventricular Septal Defects. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:253-61

- 165.-YOUN HJ, FOSTER E. Transesophageal echocardiography (TEE) in the evaluation of the coronary arteries. *Cardiol Clin.* 2000 Nov;18(4):833-48. Review.
- 166.KRAUSS B, GREEN SM. Sedation and analgesia for procedures in children. *N Engl J Med* 2000;342:938-45.
- 167.FAMMATTER JP, BERDAT PA, CARREL TP, STOCKER FP. Pediatric Open Heart Operations Without Diagnostic Cardiac Catheterization. *Ann Thorac Surg* 1999;68:532-6
- 168.SHARMA S, STAMPER T, DHAR P, EMGE F, BAILEY J, KANTER K, WILLIAMS W, FYFE D. The Usefulness of Transesophageal Echocardiography in the Surgical Management of Older Children with Subaortic Stenosis. *Echocardiography* 1996 Nov;13(6):653-662
169. MILLER-HANCE WC, SILVERMAN NH. Transesophageal echocardiography (TEE) in congenital heart disease with focus on the adult. *Cardiol Clin* 2000 Nov;18(4):861-92
170. TSAI SK, CHANG CI, WANG MJ, CHEN SJ, CHIU IS, CHEN YS, LUE HC. The assessment of the proximal left pulmonary artery by transesophageal echocardiography and computed tomography in neonates and infants: a case series. *Anesth Analg* 2001 Sep;93(3):594-7
171. PHOON CKL, RUTKOWSKI M. Transesophageal Imaging of the Mid to Distal Left Pulmonary Artery in Congenital Heart Disease. *J Am Soc Ecocardiogr* 1999;12:663-8.

### **ETE Intervencionista**

- 172.RIGBY ML. Transesophageal echocardiography during interventional cardiac catheterization in congenital heart disease. *Heart* 2001;86Suppl 2:II23-9.
- 173.ALLEN HD, BEEKMAN RH, GARSON A, HIJAZI ZM, MULLINS C, O'LAUGHLIN MP, TAUBERT KA. Pediatric Therapeutic Cardiac Catheterization. A Statement for Healthcare Professionals From the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation* 1998;97:609-25.
174. MAZIC U, GAVORA P, MASURA J. The role of transesophageal echocardiography in transcatheter closure of secundum atrial septal defects by the Amplatzer septal occluder. *Am Heart J* 2001 Sep;142(3):482-8

175. PODNAR T, MARTANOVIC P, GAVORA P, MASURA J. Morphological variations of secundum-type atrial septal defects: feasibility for percutaneous closure using Amplatzer septal occluders. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001 Jul;53(3):386-91
176. SIDERIS EB, SIDERIS SE, TAMPOULUS BD. Transvenous atrial septal occlusion by buttoned device. *Am J Cardiol* 1990;66:1524-26.
177. REDDY SCB, S RAO, EWENKO J, KOSCIK R, WILSON AD. Echocardiographic predictors of success of catheter closure of atrial septal defect with the buttoned device. *Am Heart J* 1995;129:76-82.
178. RAO S. Transcatheter Closure of Atrial Septal Defect: Are We There Yet. *Editorial. JACC* 1998;31:1117-9.
179. ZAMORA R, S RAO, LLOYD TR, BEEKMAN III RH, SIDERIS EB. Intermediate-Term Results of Phase I Food and Drug Administration Trials of Buttoned Device Occlusion of Secundum Atrial Septal defects. *JACC* 1996;31:674-6.
180. HAUSDORF G, SCHNEIDER M, FRANZBACH B, KAMPMANN C, KARGUS K, GOELDNER B. Transcatheter Closure of Secundum Atrial Septal Defects with atrial septal defect occlusion system (ASDOS): initial experience in children. *Heart* 1996;75:83-8.
181. JUSTINO H, BENSON LN, NYKANEN DG. Transcatheter Creation of an Atrial Septal Defect Using Radiofrequency Perforation. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2001;54:83-7.
182. SALAYMEH KJ, TAEED R, MICHELFELDER EC, BEEKMAN RH 3RD, SHIM D, KIMBALL TR. Unique echocardiographic features associated with deployment of the Amplatzer atrial septal defect device. *J Am Soc Echocardiogr* 2001 Feb;14(2):128-37
183. CARANO N, HAGLER DJ, AGNETTI A, SQUARCIA U. Device closure of fenestrated atrial septal defects: use of a single Amplatz atrial septal occluder after balloon atrial septostomy to create a single defect. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001;52(2):203-7
184. RUEDA F, SQUITIERI C, BALLERINI L. Closure of the Fenestration in the Extracardiac Fontan With the Amplatzer Duct Occluder Device. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2001;54:88-92.
185. HEKMAT K, MEHLHORN U, VIVIE R. Surgical Repair of a Large Residual Atrial Septal Defect After Transcatheter Closure. *Ann Thorac Surg* 1997;63:1456-8.

- 186.RODES J, PIECHAUD JF, OUAKNINE R, HULIN S, COHEN L, MAGNIER S, LECOMPTE Y, LEFEVRE T. Transcatheter closure of apical ventricular muscular septal defect combined with arterial switch operation in a newborn infant. : Catheter Cardiovasc Interv 2000;49(2):173-6
- 187.THANOPOULOS BD, TSAOUSIS GS, KONSTADOPOULOU GN, ZARAYELIAN AG. Transcatheter closure of muscular ventricular septal defects with the amplatzer ventricular septal defect occluder: initial clinical applications in children. J Am Coll Cardiol 1999;33(5):1395-9.
- 188.TOFEIG M, PATEL RG, WALSH KP. Transcatheter closure of a mid-muscular ventricular septal defect with an amplatzer VSD occluder device. Heart 1999;81(4):438-40
- 189.HIJAZI ZM, HAKIM F, AL-FADLEY F, ABDELHAMID J, CAO QL. Transcatheter closure of single muscular ventricular septal defects using the Amplatzer muscular VSD occluder: initial results and technical considerations. Catheter Cardiovasc Interv 2000;49(2):167-72
- 190.OKUBO M, BENSON LN, NYKANEN D, AZAKIE A, VAN ARSDELL G, COLES J, WILLIAMS WG. Outcomes of intraoperative device closure of muscular ventricular septal defects. Ann Thorac Surg 2001 Aug;72(2):416-23
- 191.WALAYAT M, COOPER SG, SHOLLER GF Transesophageal Echocardiographic Guidance of Blade Atrial Septostomy in Children. Cathet Cardiovasc Intervent 2001;52:200-2.
- 192.MOORE JD, SHIM D, SWEET J. Radiation exposure to children during coil occlusion of the patent ductus arteriosus. Catheterization Cardiovasc Intervent 1999;47:449:54.
- 193.LAM J, TANKE RB, VAN OORT A, HELBING WR, OTTENKAMP J. The use of transesophageal echocardiography monitoring of transcatheter closure of a persistent ductus arteriosus. Echocardiography 2001 Apr;18(3):197-202
- 194.MCELHINNEY DB, BURCH GH, KUNG GC, VILLEGAS MD, SILVERMAN NH, MOORE P. Echocardiographic guidance for transcatheter coil embolization of congenital coronary arterial fistulas in children.
- 195.HO AC, YANG MW, YANG CH, CHU JJ, LIN PJ, CHANG CH, LIN FC. The use of multiplane transesophageal echocardiography to evaluate residual patent ductus arteriosus during video-assisted thoracoscopy in adults.
196. BRUCE CJ, O'LEARY P, HAGLER DJ, SEWARD JB, CABALKA AK. Minituarized transesophageal echocardiography in newborn infants. Am Soc Echocardiogr 2002;15:791-7.

197. SCHNEIDER AT, HSU TL, SCHWARTZ SL, PANDIAN NG. Single, biplane, multiplane, and Three-dimensional transesophageal echocardiography: echocardiographic-anatomic correlations. *Cardiol Clin* 1993; 11: 361–87
198. PAPAVALASSILIOU DP, PARKS, HOPKINS KL, et al. Three-Dimensional echocardiographic measurement of right ventricular volume in children with congenital heart disease validated by magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echo* 1998;11:770-2.
199. ACAR P, LASKARI C, RHODES J, PANDIAN N, WARNER K, MARX G. Three-Dimensional Echocardiographic Analysis of Valve Anatomy as a Determinant of Mitral Regurgitation After Surgery for Atrioventricular Septal Defects. *Am J Cardiol* 1999;83:745-9.
200. MIZELLE KM, RICE MJ, SAHN DJ. Clinical Use of Real-Time Three-Dimensional Echocardiography in Pediatric Cardiology. *Echocardiography* 2000;17:787-90.
201. LANGE A, MANKAD P, WALAYAT M, PALKA P, BURNS JE, GODMAN MJ. Transthoracic Three-Dimensional Echocardiography in the Preoperative Assessment of Atrioventricular Septal Defect Morphology. *Am J Cardiol* 2000;85:630-5.
202. MARX GR, SHERWOOD MC. Three-Dimensional Echocardiography in Congenital Heart Disease: A Continuum of Unfulfilled Promises? No. A Presently Clinically Applicable Technology with an Important Future? Yes. *Pediatr Cardiol* 2002;23:266-85.