

Original

Estudio comparativo del tratamiento quirúrgico de la miocardiopatía hipertrófica obstructiva en función del empleo o no de un modelo 3D. Experiencia de nuestro centro



Clara Isabel Pérez^{a,*}, Alberto Forteza^b, David Rodrigo^c, Pedro Pérez^c, Ainhoa Gandiaga^d, Rubén García^e, Inés Jáuregui^e, Cristina del Amo^e y Roberto Voces^f

^a Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Universitario de Cruces, Barakaldo, España

^b Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Puerta de Hierro; Departamento de Cirugía, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

^c Servicio de Cardiología, Hospital Universitario de Cruces, Barakaldo, España

^d Servicio de Radiología, Hospital Universitario de Cruces, Barakaldo, España

^e Instituto BioCruces, Barakaldo, España

^f Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Universitario de Salamanca, Salamanca, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 11 de septiembre de 2024

Aceptado el 23 de octubre de 2024

On-line el 28 de noviembre de 2024

Palabras clave:

Modelos 3D

Miocardiopatía hipertrófica

Miectomía septal

Tecnología 3D

Resección de Morrow

R E S U M E N

Introducción y objetivos: El tratamiento quirúrgico de la miocardiopatía hipertrófica enfrenta desafíos relacionados con la extensión y profundidad de la resección septal. La impresión tridimensional se presenta como una herramienta útil en la planificación quirúrgica al proporcionar una representación visual y tangible del campo quirúrgico. Este estudio tiene como objetivo comparar los resultados quirúrgicos en pacientes con miocardiopatía hipertrófica obstructiva, según se haya utilizado o no un modelo 3D.

Métodos: Se realizó un estudio observacional retrospectivo en 55 pacientes con indicación quirúrgica de miocardiopatía hipertrófica obstructiva entre mayo de 2017 y mayo de 2022 en el Hospital Universitario de Cruces. Se efectuó un análisis de homogeneidad entre los grupos, seguido de un análisis comparativo para evaluar el éxito quirúrgico, atendiendo a la mejoría de la clase funcional, la presencia de complicaciones asociadas a la miectomía septal, la reducción del gradiente interventricular y la mortalidad.

Resultados: En 18 pacientes se empleó un modelo 3D como herramienta complementaria. La clase funcional mejoró en ambos grupos, pero fue más acusada en el grupo del modelo 3D. Ningún paciente del grupo 3D mostró un gradiente interventricular significativo, mientras que el 20% del grupo sin modelo sí lo presentaba. Las complicaciones fueron más comunes en el grupo sin modelo 3D (40,54 vs. 11,11%). A los 30 días, la mortalidad fue menor en el grupo con modelo 3D (5,56 vs. 11,16%).

Conclusiones: El uso de modelos 3D mejora la planificación quirúrgica y reduce las complicaciones en la miectomía septal.

© 2024 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

Comparative study of the surgical treatment of obstructive hypertrophic cardiomyopathy according to the use or not of a 3D model. Experience of our centre

A B S T R A C T

Keywords:

3D models

Hypertrophic cardiomyopathy

Septal myectomy

3D technology

Morrow resection

Introduction and aim: Surgical treatment of hypertrophic cardiomyopathy faces challenges related to the extend and depth of septal resection. Three-dimensional printing presents itself as a useful tool in surgical planning, providing a visual and tangible representation of the surgical field. This study aims to compare surgical outcomes in patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy, depending on whether or not a 3D model was used.

Methods: A retrospective observational study was performed in 55 patients with surgical indication for obstructive hypertrophic cardiomyopathy between May 2017 and May 2022 at Cruces University Hospital (Spain). A homogeneity analysis was performed between groups, followed by a comparative analysis to assess surgical success according to improvement in functional class, presence of complications associated with septal myectomy, reduction in interventricular gradient and mortality.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: c.pemaur@gmail.com (C.I. Pérez).

Results: A 3D model was used as a complementary tool in 18 patients. Functional class improved in both groups, but was more pronounced in the 3D model group. No patient in the 3D group showed a significant interventricular gradient, whereas 20% of the no-model group did. Complications were more prevalent in the no 3D model group (40.54% vs. 11.11%). At 30 days, mortality was lower in the 3D model group (5.56% vs. 11.16%).

Conclusions: The use of 3D models improves surgical planning and reduces complications in septal myectomy.

© 2024 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción y objetivos

La impresión tridimensional es una técnica revolucionaria como herramienta complementaria en la planificación quirúrgica, dado que proporciona la exposición real y tangible del campo quirúrgico futuro^{1,2}.

La miocardiopatía hipertrófica (MCH) se define como la hipertrofia del ventrículo izquierdo, con un grosor mayor de 15 mm en uno o más segmentos del miocardio, que no puede ser explicada por ninguna otra causa. Esta hipertrofia puede ser obstructiva o no³. La mayoría de los pacientes con MCH están asintomáticos, pero aquellos con formas obstructivas suelen referir disnea con el esfuerzo, angina o mareo. Hay que señalar que la MCH es la causa más frecuente de defunción en jóvenes atletas⁴.

El tratamiento busca aliviar los síntomas. La miectomía septal, el abordaje quirúrgico, está reservado para aquellos pacientes que continúan presentando síntomas limitantes a pesar del tratamiento médico óptimo⁵.

Así mismo, con frecuencia, la hipertrofia miocárdica va asociada con otras alteraciones (como anomalías de los músculos papilares) que pueden hacer necesario añadir otras técnicas para lograr el éxito quirúrgico⁶.

Este estudio pretende comparar los resultados quirúrgicos de la miectomía septal en función del empleo o no de un modelo tridimensional como herramienta complementaria para el estudio anatómico y la planificación quirúrgica de los pacientes.

Métodos

Se ha realizado un estudio observacional con recogida de datos de forma retrospectiva de pacientes intervenidos con diagnóstico de MCH en el Hospital Universitario de Cruces desde mayo de 2017 hasta junio de 2022. No se excluyó a aquellos pacientes que presentaban otras enfermedades cardíacas y que requerían un tratamiento quirúrgico de forma concomitante.

Los pacientes fueron diferenciados en 2 grupos atendiendo al empleo o no de un modelo 3D como herramienta complementaria para la planificación quirúrgica. No se estableció ningún criterio para esta división de grupos. Esta selección dependió, por un lado, de la decisión del cirujano para ofrecer esta herramienta y, en segundo lugar, del libre consentimiento del paciente.

En la figura 1 queda reflejada la secuencia de los pacientes desde la consulta de cirugía cardíaca, una vez aceptados para la miectomía septal, hasta el seguimiento hospitalario.

Elaboración del modelo tridimensional

Una vez incorporado un paciente al grupo de modelo 3D, se realizaba un estudio cardíaco mediante tomografía computarizada (TC) o resonancia magnética (RM) dirigido a la elaboración de un modelo 3D. La imagen médica obtenida, en formato DICOM (*digital imaging and communications in medicine*), fue segmentada mediante el programa de Phillips Portal Intell. En este proceso se identificaron aquellas estructuras de interés para el estudio y se excluyeron todos

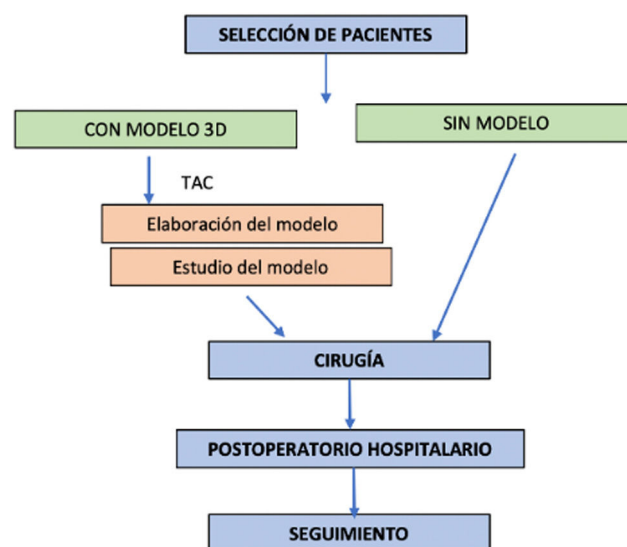


Figura 1. Diagrama de flujo de la secuencia de los pacientes. Tras la aceptación de la miectomía quirúrgica, los pacientes se dividen en 2 grupos en función de si van a contar con un modelo 3D.

aquellos elementos que no eran relevantes. Esta nueva imagen, ya en formato tridimensional (.STL: estereolitografía) fue procesada y tratada para el tipo de impresión. Las técnicas de impresión empleadas fueron la SLA (estereolitografía) y FDM (*fused deposition modeling*: modelaje por deposición fundida). El equipo multidisciplinar médico-quirúrgico involucrado en el desarrollo del modelo lo validó antes de su uso.

Técnica quirúrgica

La miectomía septal se realizó según lo descrito en la técnica clásica descrita por Morrow⁷. Bajo anestesia general y mediante una esternotomía media se accedió a la cavidad torácica. Una vez instaurada la circulación extracorpórea y tras el pinzamiento aórtico, se realizó una aortotomía. Tras la inspección de la cavidad ventricular aórtica a través de la válvula aórtica, se reseco el músculo septal y se emplearon las técnicas requeridas sobre otras estructuras que participasen en la obstrucción del flujo. Las modalidades de la miectomía septal fueron 2: con bisturí frío o con asa de diatermia.

En el estudio preoperatorio de los pacientes que contaban con un modelo 3D se realizó un marcaje sobre el modelo del grosor del septo, así como de la extensión de la hipertrofia (fig. 2). Así mismo, los modelos fueron posicionados en una mesa accesoria durante la intervención quirúrgica para usarlos como guía de corte.

En los pacientes que no solo presentaban una indicación quirúrgica por hipertrofia septal sino otras enfermedades que requerían asociar otros procedimientos en la misma intervención, la secuencia fue estratégica, para obtener los mejores resultados con el menor tiempo de isquemia y de circulación extracorpórea.

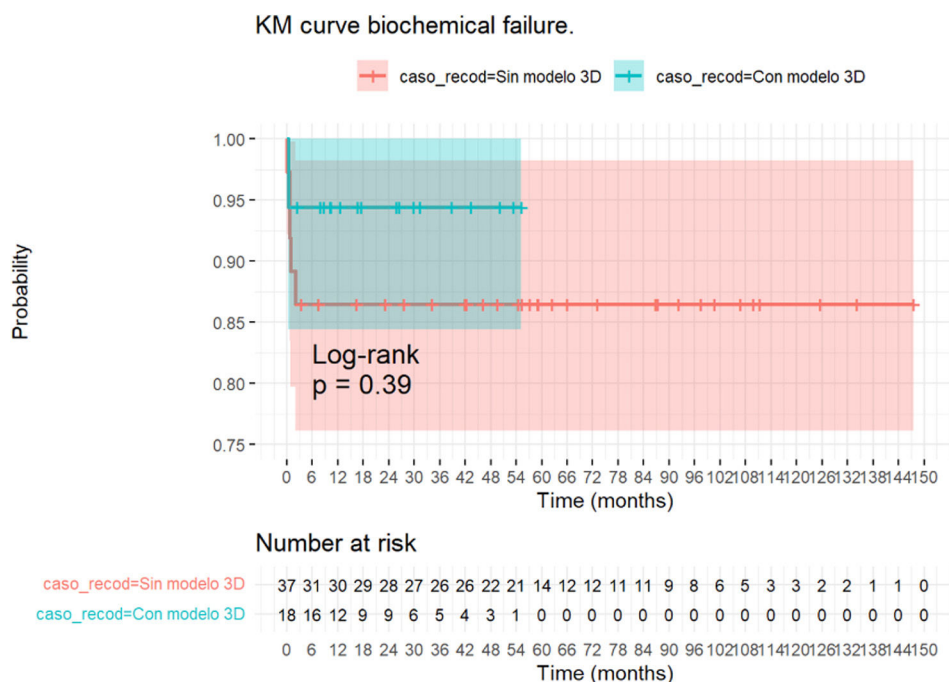


Figura 2. Modelo 3D con marcaje de los centímetros en profundidad sobre el septo interventricular.

Evaluación de la cirugía

Para la valoración de la miectomía, se analizaron variables cualitativas y cuantitativas con respecto a la clase funcional, la presencia de complicaciones, el gradiente intraventricular y la mortalidad.

Estudio estadístico

En primer lugar, se realizó un estudio de homogeneidad para determinar si ambos grupos podían ser comparados. Posteriormente, las comparaciones de los resultados quirúrgicos entre ambos grupos se realizaron con la prueba t o la de Wilcoxon-Mann-Whitney para las variables cuantitativas, según cumplieran o no los criterios de normalidad, y la prueba χ^2 o la exacta de Fisher para las variables cualitativas.

Resultados

Fueron intervenidos 55 pacientes con diagnóstico de MCH de forma quirúrgica para una miectomía septal. En 18 pacientes se empleó un modelo 3D como herramienta complementaria para el estudio anatómico y la planificación quirúrgica.

El estudio de homogeneidad de ambos grupos de estudio para las variables preoperatorias no mostró diferencias estadísticamente significativas.

Los tiempos quirúrgicos (tiempo medio de intervención, tiempo medio de circulación extracorpórea y tiempo de pinzamiento aórtico) fueron mayores en el grupo de modelos 3D (mediana de tiempo quirúrgico de 185 min para el grupo sin modelo 3D y de 240 min para los del modelo 3D; $p < 0,05$). La identificación de hallazgos intraoperatorios relacionados con el ventrículo izquierdo fue predominante en el grupo del modelo 3D ($p < 0,05$).

La clase funcional mejoró en ambos grupos, en mayor medida en el grupo de los pacientes intervenidos con modelo 3D (tabla 1).

Las complicaciones relacionadas con la miectomía septal se encontraron con mayor frecuencia en los pacientes sin modelo 3D (40,54 vs. 11,11%) (tabla 2). Ningún paciente del grupo con modelo

3D presentó en el seguimiento un gradiente interventricular de grado significativo (tabla 3).

En el grupo de pacientes intervenidos con modelo 3D se han asociado en mayor medida otras técnicas quirúrgicas dirigidas al tratamiento de las anomalías relacionadas con la hipertrofia septal. El tiempo de isquemia fue mayor en los pacientes intervenidos con modelo 3D.

La mortalidad observada fue del 11,76%, más frecuente en el grupo sin modelo 3D (fig. 2). La mortalidad fue registrada en un periodo muy precoz tras la intervención.

El empleo de los modelos 3D ofrece una mejor tasa de éxito quirúrgico estadísticamente significativo en la evaluación conjunta de la mejoría de la clase funcional, la disminución de la tasa de complicaciones hospitalarias y la mejoría del gradiente interventricular, considerando o no la mortalidad (tabla 4).

Discusión

Los avances tecnológicos en la medicina están teniendo un gran impacto en el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de los pacientes. El análisis de las imágenes médicas, digitales o impresas, permite a los profesionales estudiar la anatomía del paciente para entender la enfermedad, identificar alteraciones poco comunes y ofrecer tratamientos oportunos^{1,2}.

La MCH es una enfermedad con una incidencia de un caso por cada 500 habitantes⁴. Aunque existen diversas formas clínicas, en la práctica se presenta con una escasa indicación quirúrgica⁸. Dado el escaso número de pacientes con diagnóstico de MCH pura, es decir, sin otra enfermedad cardíaca que requiriera un tratamiento quirúrgico concomitante, se incluyeron en el estudio pacientes que, a pesar del diagnóstico preoperatorio de MCH, presentaban otros diagnósticos. Tampoco se excluyeron del estudio aquellos con una ablación septal previa con alcohol o con antecedente de cirugía cardíaca.

El tratamiento de la MCH va dirigido a disminuir la obstrucción del flujo a través del tracto de salida del ventrículo izquierdo, aumentar la cavidad ventricular izquierda y la escisión de estructuras ventriculares anómalas. De esta forma, el tratamiento

Tabla 1

Clase funcional en los diferentes momentos del seguimiento

Variables	Total (n = 55)	Sin modelo 3D (n = 37)	Con modelo 3D (n = 18)	p
<i>CF preoperatorio, N (%)</i>				1
I	3 (5,45)	2 (5,41)	1 (5,56)	
II	27 (49,09)	21 (56,76)	6 (33,33)	
III	23 (41,82)	12 (32,43)	11 (61,11)	
IV	2 (3,64)	2 (5,41)	0 (0,00)	
<i>CF en el seguimiento a corto plazo, N (%)</i>				0,499
I	31 (62,00)	18 (54,55)	13 (76,47)	
II	17 (34,00)	13 (39,39)	4 (23,53)	
III	1 (2,00)	1 (3,03)	0 (0,00)	
IV	1 (2,00)	1 (3,03)	0 (0,00)	
<i>QRS en el seguimiento a largo plazo, N (%)</i>				0,079
I	23 (57,50)	14 (48,28)	9 (81,82)	
II	17 (42,50)	15 (51,72)	2 (18,18)	

CF: clase funcional.

Se diferencian por grupos de estudio. Las variables categóricas están expresadas en valores absolutos (porcentajes).

Tabla 2

Complicaciones totales observadas en el hospital

Variables	Todos (n = 55)	Sin modelo 3D (n = 37)	Con modelo 3D (n = 18)	p
<i>Complicaciones totales, N (%)</i>				0,057
No	38 (69,09)	22 (59,46)	16 (88,89)	
Sí	17 (30,91)	15 (40,54)	2 (11,11)	
<i>Complicaciones según tipo, N (%)</i>				0,121
No	38 (69,09)	22 (59,46)	16 (88,89)	
Técnica	6 (10,91)	6 (16,22)	0 (0,00)	
Agresividad	5 (9,09)	3 (8,11)	2 (11,11)	
De los 2 tipos	2 (3,64)	2 (5,41)	0 (0,00)	
Defunción, N (%)	4 (7,27)	4 (10,81)	0 (0,00)	
<i>Complicaciones (explicación), N (%)</i>				0,077
No	38 (69,09)	22 (59,46)	16 (88,89)	
Lesión valvular	6 (10,91)	6 (16,22)	0 (0,00)	
BAVC	4 (7,27)	3 (8,11)	1 (5,56)	
Insuficiente	1 (1,82)	0 (0,00)	1 (5,56)	
De los 2 tipos	2 (3,64)	2 (5,41)	0 (0,00)	
Defunción	4 (7,27)	4 (10,81)	0 (0,00)	
<i>Tipo de complicación, N (%)</i>				0,081
Lesión valvular	6 (35,29)	6 (40,00)	0 (0,00)	
BAVC	4 (23,53)	3 (20,00)	1 (50,00)	
Insuficiente	1 (5,88)	0 (0,00)	1 (50,00)	
De los 2 tipos	2 (11,76)	2 (13,33)	0 (0,00)	
Defunción	4 (23,53)	4 (26,67)	0 (0,00)	

BAVC: bloqueo auriculoventricular completo.

Se hace una diferencia si son secundarias a la técnica o a la agresividad.

Tabla 3

Gradiente interventricular en los diferentes momentos del seguimiento

Variables	Total (n = 55)	Sin modelo 3D (n = 37)	Con modelo 3D (n = 18)	p
<i>Gradiente máx. preoperatorio, N (%)</i>				1
No significativo	6 (10,91)	4 (10,81)	2 (11,11)	
Significativo	49 (89,09)	33 (89,19)	16 (88,89)	
<i>Gradiente máx. postoperatorio inmediato, N (%)</i>				0,242
No significativo	43 (84,31)	27 (79,41)	16 (94,12)	
Significativo	8 (15,69)	7 (20,59)	1 (5,88)	
<i>Gradiente máx. seguimiento a corto plazo, N (%)</i>				0,137
No significativo	33 (86,84)	19 (79,17)	14 (100,00)	
Significativo	5 (13,16)	5 (20,83)	0 (0,00)	
<i>Gradiente máx. seguimiento a largo plazo, N (%)</i>				0,293
No significativo	29 (85,29)	20 (80,00)	9 (100,00)	
Significativo	5 (14,71)	5 (20,00)	0 (0,00)	

Máx.: máximo.

Se diferencian por grupos de estudio. Las variables categóricas están expresadas en valores absolutos (porcentajes)

quirúrgico, la miectomía septal, consiste en la resección parcial del músculo localizado en el septo interventricular, tanto en longitud como en profundidad⁴. Con frecuencia, la MCH asocia otras anomalías en el ventrículo izquierdo que no suelen ser bien estudiadas en el preoperatorio, pero que participan en los mecanismos de obstrucción al flujo.

El interés de estudiar la aplicabilidad de los modelos 3D en el tratamiento quirúrgico de los pacientes con MCH reside en las dificultades para el estudio anatómico del corazón y las dificultades técnicas del procedimiento.

Con el fin de comprobar si los resultados obtenidos en ambos grupos eran comparables, se realizó un análisis de homogeneidad

Tabla 4

Evaluación conjunta de los resultados de la cirugía

Variables	Total (n = 51)	Sin modelo 3D (n = 34)	Con modelo 3D (n = 17)	p
<i>Evaluación de cirugía, N (%)</i>				0,007
No éxito	30 (58,82)	25 (73,53)	5 (29,41)	
Éxito	21 (41,18)	9 (26,47)	12 (70,59)	
<i>Evaluación de cirugía 2, N (%)</i>				0,011
Defunción	6 (11,76)	5 (14,71)	1 (5,88)	
No éxito	24 (47,06)	20 (58,82)	4 (23,53)	
Éxito	21 (41,18)	9 (26,47)	12 (70,59)	

Las variables categóricas están expresadas en valores absolutos (porcentajes).

para las variables preoperatorias y operatorias. Dicho análisis no mostró diferencias estadísticamente significativas, por lo tanto, se determinó que ambos grupos eran comparables.

El estudio preoperatorio morfológico y funcional del corazón se realiza mediante pruebas de imagen. La ecocardiografía es la prueba básica, pero, al ser dependiente del operador, suele complementarse con la RM o la TC⁵. La interpretación de las imágenes radiológicas de estas pruebas es en 2D, lo cual presenta unas limitaciones en cuanto a la interpretación de la realidad. La transformación de la imagen del corazón en un modelo físico tridimensional muestra la distribución de la hipertrofia de una forma real y tangible. Los modelos 3D permiten un estudio anatómico global del ventrículo, analizar la distribución de la hipertrofia e identificar la presencia de anomalías concomitantes que participan en la obstrucción al flujo (como la presencia de músculos papilares accesorios o el engrosamiento de los músculos papilares), así como la relación de las estructuras cardíacas entre sí. Para este fin anatómico, las técnicas de impresión empleadas fueron FDM y SLA.

El éxito de la miectomía septal reside no solo en la reducción del grosor del septo, sino también en la profundidad^{4,7}. La técnica de Morrow presenta una gran exigencia técnica, dado que la visión del septo miocárdico y la cavidad ventricular a través de la válvula aórtica es muy limitada⁷. Esto se debe a que el orificio valvular es menor que el diámetro de la cavidad y a que las paredes musculares cardíacas tienden a colapsarse por la falta de sangre dentro del corazón durante la cirugía. Así mismo, las cavidades ventriculares de estos pacientes suelen ser pequeñas por la gran hipertrofia de las paredes musculares. La falta de visibilidad complica la identificación de las estructuras existentes dentro del ventrículo que se ven implicadas en la fisiopatología de la MCH. A aquellos pacientes que contaron con un modelo 3D en el estudio preoperatorio se les realizó un marcaje sobre el modelo del grosor del septo, así como de la extensión de la hipertrofia para ofrecer una guía de corte. Así mismo, sobre el asa de diatermia, se hicieron unas marcas con el fin de tener una «regla» durante el procedimiento (fig. 3).

La falta de descripción detallada en las pruebas preoperatorias dificulta la valoración de la alteración dinámica del flujo sanguíneo. Por ello, la descripción intraoperatoria de los hallazgos fue escasa en aquellos pacientes que no fueron intervenidos con modelo 3D. Por el contrario, los pacientes intervenidos con modelo 3D asociaron un mayor número de procedimientos (como la liberación de los músculos papilares o la resección de banda septal) y, por ello, al comparar los resultados quirúrgicos obtenidos en ambos grupos de pacientes, se puede observar que fueron mayores en el grupo intervenido con modelo 3D, pero esta situación no se asocia a un incremento de complicaciones.

En ambos grupos de estudio se encontró una mejoría de la clase funcional, más importante en el grupo del modelo 3D. El gradiente interventricular es el dato ecocardiográfico fundamental para establecer la obstrucción del flujo a través del ventrículo izquierdo⁸. Una resección septal óptima disminuirá el gradiente y hará que no sea clínicamente significativo⁷.

Para evaluar los beneficios de los modelos en cuanto a las complicaciones se distinguieron según dependían de la técnica o de

**Figura 3.** Curva de Kaplan-Meier de la supervivencia por grupos de estudio de los pacientes.

la agresividad de la miectomía septal⁴. Las complicaciones de la técnica incluyeron lesión de la válvula aórtica e insuficiencia valvular mitral, mientras que las derivadas de la agresividad fueron la comunicación interventricular y la resección insuficiente. La tasa de complicaciones fue menor en el grupo de pacientes intervenidos con modelo 3D (11,11%) que en el grupo sin modelo (40,54%), pero sin alcanzar la significación estadística. En el grupo del modelo 3D, los 2 pacientes que presentaron complicaciones fueron por la agresividad. Un paciente, con bloqueo de rama derecho previo, presentó un bloqueo auriculoventricular y otro paciente presentó una resección insuficiente. En el grupo sin modelo 3D, las complicaciones se presentaron tanto por técnica como por agresividad, de las que la lesión de la válvula aórtica fue la más frecuente.

La mortalidad observada en el grupo sin modelo 3D fue el doble que en el grupo con modelo 3D, aunque sin significación estadística. Todas las mortalidades fueron observadas de forma precoz, durante el primer mes.

Si bien desde el punto de vista individual estas variables no ofrecieron diferencias estadísticamente significativas, en el estudio global de la cirugía sí se obtuvieron. Para valorar los resultados de una intervención quirúrgica y su impacto en el paciente, hay que agrupar los resultados obtenidos en las diferentes dimensiones. Por tanto, para la MCH, siguiendo con los objetivos del tratamiento, se determinó el éxito de la intervención con la agrupación de: la mejora de la disnea según la clasificación de la NYHA, la ausencia de complicaciones directamente relacionadas con la miectomía septal, la disminución del gradiente interventricular y el fallecimiento. Los modelos 3D aportan una visión fácil, completa y real del corazón, lo que permite estimar los límites para una resección óptima y un abordaje de las anomalías ventriculares concomitantes.

Una de las áreas de discusión en cuanto al uso de la tecnología 3D es la necesidad de imprimir los modelos. Aunque es indiscutible el valor de la reconstrucción virtual tridimensional para aportar información morfológica detallada, su capacidad para cubrir todos los requerimientos quirúrgicos sigue siendo objeto de debate.

La principal justificación de impresión de un modelo es la búsqueda de una representación más real y tangible del futuro escenario quirúrgico para el cual ha sido solicitado (educación, reproducibilidad de técnicas o planificación quirúrgica) y que no puede ser alcanzando con una reconstrucción virtual.

Hasta el momento, no existen criterios específicos que establezcan cuándo la reconstrucción virtual es suficiente. No obstante, explorando esta tecnología en la MCH, se ha observado que una reconstrucción virtual por sí sola es insuficiente para planificar la cirugía, especialmente para casos complejos, lo que justifica el coste adicional de la impresión del modelo.

La capacidad de manipular físicamente un modelo, así como la representación física del escenario quirúrgico, permiten un estudio anatómico exhaustivo, la posibilidad de simular los procedimientos de antemano de forma que se aumente la precisión y la seguridad durante el acto quirúrgico, y el empleo del modelo como guía de corte durante la cirugía. Todos estos beneficios se hacen más evidentes en cirugías en las que el escaso tamaño muestral dificulta la acumulación de experiencia.

Este estudio comparativo, aunque con pequeño tamaño muestral, ofrece una visión de las oportunidades que la tecnología de impresión 3D brinda a la MCH para su estudio anatómico, la planificación quirúrgica y la asistencia durante la intervención, de forma que se logren mejores resultados clínicos con menos complicaciones.

Conclusiones

El empleo de los modelos 3D permite estudiar las manifestaciones individuales de los pacientes de forma más sencilla en

situaciones en las que el abordaje quirúrgico es complejo y de escasa visibilidad, facilitando así la planificación de una resección septal agresiva y el valorar de antemano la necesidad de asociar otras técnicas quirúrgicas fundamentales en el comportamiento de la hipertrofia.

El empleo de los modelos 3D ofrece una mayor seguridad a la hora de la miectomía septal con una menor tasa de complicaciones y con unos mejores resultados ecocardiográficos y clínicos en el seguimiento a corto plazo.

Responsabilidades éticas

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético del Hospital Universitario de Cruces.

Financiación

Ninguna.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Bibliografía

1. Lee Ventola CM. Medical applications for 3D printing: Current and projected uses. *P T*. 2004;39:704–11.
2. Yang DH, Kang JW, Kim N, Song JK, Lee JW, Lim TH. Myocardial 3-dimensional printing for septal myectomy guidance in a patient with obstructive hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*. 2015;132:300–1.
3. Parato VM, Antoncicchi V, Sozzi F, Marazia S, Zito A, Maiello M. Italian chapter of ISCU. Echocardiographic diagnosis of the different phenotypes of hypertrophic cardiomyopathy. *Cardiovasc Ultrasound*. 2016;14:30.
4. Kaiser LR, Kron IL, Spray TL. Mastery of cardiothoracic surgery. 3.^a edición Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2014.
5. Perry M, Elliott PM, Anastakis A, Borger MA, Borggrefe M, Cecchi F, et al. Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy. *Eur Heart J*. 2014;35:2733–79.
6. Meng X, Wang W-Y, Gao J, Zhang K, Zheng J, Wang J-J, et al. Hypertrophic obstructive cardiomyopathy: Comparison of outcomes after myectomy or alcohol ablation. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9.
7. Steffen RJ, Smedira NG. Surgery for hypertrophic cardiomyopathy. En: Spray TL, Acker MA, editores. *Rob & Smith's Operative Cardiac Surgery*. CRC Press; 2019.
8. Abid L, Charfeddine S. Focus on Diagnosis in Hypertrophic Cardiomyopathy. En: Kammoun I, editor. *Hypertrophic Cardiomyopathy. Causes, Treatment and Research*. Nueva York: Nova Biomedical; 2018. p. 29–56.



BIOMED



unidix

Especialistas en cirugía cardiovascular

desde 1977 al cuidado de tu salud



91 803 28 02



info@biomed.es