

Anuario 2012: Cirugía cardíaca en adultos. Las revistas de las Sociedades Nacionales presentan una selección de las investigaciones que han impulsado avances recientes en Cardiología Clínica

Almanac 2012: Adult cardiac surgery. The National Society Journals present selected research that has driven recent advances in Clinical Cardiology

Ben Bridgewater✉

University Hospital of South Manchester. Manchester, Reino Unido.

Full English text of this article is also available

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido en Heart: 9 de mayo de 2012

Versión revisada en Heart: 21 de mayo de 2012

Aprobado en Heart: 22 de mayo de 2012

Recibido en CorSalud: 20 de octubre de 2012

Aprobado en CorSalud: 21 de octubre de 2012

Este artículo fue publicado por primera vez en la revista Heart [2012;98(19):1412-7. doi: 10.1136/heartjnl-2011-301539] y se reproduce con permiso del autor y de la Red de Editores de la Sociedad Europea de Cardiología. Es una publicación simultánea en todas las revistas de las Sociedades Nacionales pertenecientes a la Sociedad Europea de Cardiología y en otras revistas seleccionadas.

RESUMEN

Esta revisión abarca las más importantes publicaciones sobre cirugía cardíaca en adultos en los últimos años, incluida la base de la evidencia actual para la revascularización quirúrgica y el uso de la cirugía sin circulación extracorpórea, las arterias mamarias internas bilaterales y la extracción endoscópica de la vena. Se describen los cambios en la cirugía convencional de la

válvula aórtica junto a los resultados de los ensayos clínicos y los registros para la implantación de válvula aórtica transcatóter, así como la introducción de métodos novedosos y menos cruentos de la cirugía convencional de reemplazo valvular aórtico. Se considera también la cirugía para la valvulopatía mitral, con énfasis en la cirugía para la insuficiencia mitral degenerativa asintomática.

Palabras Clave: Cirugía cardíaca, Enfermedades Cardiovasculares, Revascularización Miocárdica

ABSTRACT

This review covers the important publications in adult cardiac surgery in the last few years, including the current evidence base for surgical revascularisation and the use of off-pump surgery, bilateral internal

✉ B Bridgewater
UHSM, Southmoor Road
Manchester M23 9LT, UK
Correo electrónico: ben.bridgewater@uhsm.nhs.uk

mammary arteries and endoscopic vein harvesting. The changes in conventional aortic valve surgery are described alongside the outcomes of clinical trials and registries for transcatheter aortic valve implantation, and the introduction of less invasive and novel approaches of conventional aortic valve replacement

surgery. Surgery for mitral valve disease is also considered, with particular reference to surgery for asymptomatic degenerative mitral regurgitation.

Key words: Heart surgery, Cardiovascular Diseases, Myocardial Revascularization

INTRODUCCIÓN

La cirugía cardíaca sigue siendo una importante opción para el tratamiento de muchos pacientes con enfermedad arterial coronaria, valvulopatía e insuficiencia cardíaca. La cirugía coronaria continua siendo la más común en la mayoría de los centros, pero su proporción está disminuyendo en el Reino Unido¹. Cada vez más pacientes se someten a procedimientos de la válvula mitral y aórtica, tanto por métodos convencionales como por nuevos métodos que incluyen incisiones más pequeñas para la cirugía convencional y la inserción de nuevas prótesis mediante dispositivos basados en catéteres. En este artículo se hace un resumen de publicaciones recientes que están teniendo un impacto en la práctica de la cirugía cardíaca.

CIRUGÍA CORONARIA

Con el tiempo, se han producido cambios notables en los pacientes que acuden a la cirugía coronaria. Estos cambios se manifiestan claramente en los análisis de series grandes en los EE.UU. y el Reino Unido. Un informe de la base de datos de la Sociedad de Cirujanos Torácicos de los Estados Unidos (*STS*, por sus siglas en inglés) ha descrito el creciente perfil de riesgo de los pacientes que acuden a la cirugía, indicando que son menos fumadores, más pacientes con diabetes, y que hay un mayor uso de la arteria mamaria interna izquierda (*LIMA*, por sus siglas en inglés) como conducto para la derivación vascular. En general, ha habido una disminución significativa de la mortalidad y la morbilidad postoperatoria². Tendencias similares se han informado en el Reino Unido, según la base de datos nacional de cirugía cardíaca en adultos, donde se ha producido una reducción superior al 50 % en la mortalidad, ajustada al riesgo desde el año 2000, de nuevo con un incremento de los perfiles de riesgo, y un mayor uso de la arteria mamaria interna¹⁻³. Sin embargo, a pesar de evidencias de su eficacia, la cirugía sin circulación extracorpórea y los injertos arteriales múltiples no se han generalizado (ver más adelante)¹.

CIRUGÍA CORONARIA O INTERVENCIÓN CORONARIA PERCUTÁNEA PARA LA ANGINA

En la actualidad, el más importante ensayo clínico aleatorizado para informar la toma de decisiones en pacientes con enfermedad arterial coronaria de múltiples vasos es el *SYNTAX* (Sinergia entre la ICP con Taxus y la Cirugía Cardíaca). El estudio aleatorizó 1.800 pacientes tratados previamente por enfermedad coronaria de tres vasos o enfermedad del tronco coronario izquierdo, o ambas, en 85 lugares de 17 países de Europa y los EE.UU. Los resultados del primer año se publicaron en 2009, mostrando que el grupo de la intervención coronaria percutánea (ICP) tuvo tasas más altas del criterio de valoración combinado de complicaciones cardíacas o cerebrovasculares importantes y no pudo alcanzar criterio de valoración de no inferioridad predefinido⁴. Esta diferencia se debió a una alta tasa de revascularización repetida en el grupo de ICP [13,5 % ICP, 5,9 % cirugía de revascularización coronaria (*CABG*, por sus siglas en inglés)]. Las tasas de muerte o infarto del miocardio (IM) al año no fueron diferentes entre los grupos. Estas diferencias persisten en el seguimiento a largo plazo con tasas de *MACCE* de 3 años (muerte, accidente cerebrovascular, infarto de miocardio o revascularización repetida), siendo mayor en el grupo de ICP (28 %) que en el grupo *CABG* (20 %), otra vez impulsada principalmente por la revascularización repetida, pero no hubo diferencia en el criterio de valoración primario de la seguridad o la incidencia de accidente cerebrovascular. En el análisis de subgrupos, no hubo diferencias en cuanto a las complicaciones importantes en pacientes con estenosis del tronco coronario izquierdo, pero los resultados fueron peores después de la ICP en el subgrupo de los tres vasos⁵. Un análisis de los resultados basado en el riesgo de procedimiento de la puntuación *SYNTAX* ha demostrado, a 4 años, que en general las curvas son divergentes, pero sin diferencia en los pacientes de bajo riesgo (<http://www.syntaxscore.com>).

En concordancia con los datos de *SYNTAX*, en los EE.UU. se realizó un importante estudio basado en

registros médicos que vinculó el Registro Cardiovascular Nacional de la Fundación del Colegio Estadounidense de Cardiología (ACCF, por sus siglas en inglés) y la base de datos de cirugía cardíaca en adultos de la STS con los registros del *Medicare* y el *Medicaid*, y utilizó los índices de propensión para comparar pacientes que tenían 65 años o más, y fueron sometidos a ICP o CABG. Cuatro años después de la intervención, se observó una menor mortalidad en el grupo CABG, que persistió en los subgrupos importantes⁶.

Aunque los resultados finales de la mayoría de los pacientes de alto riesgo con enfermedad arterial coronaria de múltiples vasos parecen ser mejores con la CABG, tanto en los estudios aleatorizados como en los basados en registros, el resultado después de la intervención para la estenosis del tronco coronario izquierdo no es tan claro, principalmente durante el seguimiento inicial. En un meta-análisis de pacientes con estenosis del tronco coronario izquierdo no protegido, que analizó 2.905 pacientes de ocho estudios clínicos, no hubo diferencias significativas entre los dos grupos con respecto a la mortalidad o a un criterio de valoración combinado de muerte, infarto de miocardio o accidente cerebrovascular en un año⁷. Otro meta-análisis de 3.773 pacientes, que se extendió a 3 años, dio resultados similares⁸. El análisis del subgrupo de la coronaria izquierda del estudio SYNTAX tampoco mostró diferencias en un período de hasta 3 años^{5,9}. Más recientemente, el ensayo denominado *Premier of Randomised Comparison of Bypass Surgery Versus Angioplasty using Sirolimus-Eluting Stent in Patients with Coronary Artery Disease* (Primera comparación aleatoria de la cirugía de derivación vs. angioplastia con endoprótesis liberadora de sirolimus en pacientes con enfermedad de la arteria coronaria) informó los resultados de 300 pacientes a los 2 años en cada rama, y mostró que la ICP no era inferior, pero los autores aceptan que el margen utilizado para la no inferioridad fue amplio, dejando pendiente la necesidad de otros estudios¹⁰. Resultados similares se han detectado también en un estudio más pequeño¹¹. Para entender mejor la seguridad y la eficacia del uso de la ICP para la estenosis del tronco coronario izquierdo, se está llevando a cabo el ensayo denominado "Evaluación de XIENCE PRIME frente a la Cirugía de Derivación Arterial Coronaria para la Eficacia de la Revascularización Coronaria Izquierda", en pacientes con enfermedad del tronco coronario izquierdo y puntuaciones SYNTAX de ≤ 32 ^{12,13}.

DIRECTRICES PARA LA REVASCULARIZACIÓN DE LA SOCIEDAD EUROPEA DE CARDIOLOGÍA/ASOCIACIÓN EUROPEA DE CIRUGÍA CARDIOTORÁCICA

En 2010, la Sociedad Europea de Cardiología (ESC, por sus siglas en inglés) y la Asociación Europea de Cirugía Cardiotorácica (EACTS, por sus siglas en inglés) publicaron un conjunto de directrices para la revascularización elaboradas por un equipo de redacción mixto compuesto por cardiólogos intervencionistas, cardiólogos no intervencionistas y cirujanos. Las directrices recomiendan la toma de decisiones mediante un equipo adecuadamente conformado de "especialistas en corazón", y sugieren que la cirugía es la mejor opción para la revascularización de la mayoría de las formas anatómicas de enfermedad arterial coronaria¹⁴. Los datos publicados con posterioridad a las directrices, incluyendo los análisis posteriores del ensayo SYNTAX, han continuado reforzando las evidencias en las que se basan las directrices. Se han informado posibles implicaciones de estas recomendaciones^{15,16}, pero los análisis detallados de los cambios en la práctica aún no están disponibles.

¿ES SEGURA LA CIRUGÍA CORONARIA SIN CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA?

La controversia se mantiene en torno a los beneficios relativos de realizar la cirugía coronaria con o sin circulación extracorpórea^{17,18}. En el Reino Unido, alrededor del 20 % de las intervenciones se llevan a cabo sin circulación extracorpórea, pero hay datos contradictorios sobre su seguridad y los resultados a más largo plazo¹.

Se generó preocupación a partir del ensayo ROOBY donde 2.203 pacientes sometidos a CABG fueron asignados al azar a cirugía con o sin circulación extracorpórea. No hubo diferencia significativa en la mortalidad a los 30 días, pero en el grupo sin circulación extracorpórea hubo una mayor proporción de pacientes que recibieron menos injertos de los planificados. Resultó preocupante que al año, en el grupo sin circulación extracorpórea, hubiera un criterio de valoración combinado de muerte significativamente peor, revascularización repetida o infarto de miocardio no fatal, y menor permeabilidad del injerto¹⁹. Los críticos del estudio han comentado que este involucró a pacientes masculinos de bajo riesgo, que son los que menos se beneficiarían al evitar la circulación extracorpórea, que los cirujanos tenían poca experiencia y que hubo una alta tasa (12 %) de conversión intraope-

ratoria a la cirugía con derivación cardiopulmonar²⁰. Por otra parte, la extracción endoscópica de venas se asoció con peores resultados a un año del estudio (véase más adelante)²¹. Además, Moller *et al.* han informado datos de ensayos aleatorios en 341 pacientes de alto riesgo (*EuroSCORE* > 5) con enfermedad de tres vasos y sometidos a cirugía con o sin circulación extracorpórea en el ensayo *Best Bypass Surgery*. No hubo diferencias significativas en el resultado primario de complicaciones cardíacas y cerebrovasculares durante un seguimiento medio de 3,7 años, a pesar de que la mortalidad por cualquier causa fue mayor en el grupo sin circulación extracorpórea²².

Recientemente se han publicado datos más alentadores procedentes del ensayo *MASS 3*, con un seguimiento de 5 años desde un solo centro, sin diferencias entre los grupos en cuanto al criterio de valoración combinado de muerte, infarto o revascularización adicional, y del estudio *CORONARY*, que asignó al azar 4.752 pacientes a la cirugía con o sin circulación extracorpórea, y no mostró diferencias significativas en la mortalidad a los 30 días o en la incidencia de infarto de miocardio, accidente cerebrovascular e insuficiencia renal^{23,24}. Los resultados posteriores de este estudio se esperan con interés.

También se ha llevado a cabo un meta-análisis de 35 estudios de índices de propensión en 123.137 pacientes sometidos a cirugía con o sin circulación extracorpórea. Este sugirió que la cirugía sin circulación extracorpórea fue superior en cuanto a la mortalidad y a otros resultados a corto plazo²⁵. En un estudio monocéntrico con 14.766 pacientes, informado por Puskas *et al.*, no hubo diferencia en la mortalidad operatoria en el cuartil de más bajo riesgo, sino un incremento del beneficio para los pacientes de mayor riesgo, lo que apoya el argumento utilizado por los críticos de los resultados del estudio *ROOBY*²⁶. Resultados similares se han informado en 349 supervivientes de dos estudios aleatorios que comparaban cirugías con y sin circulación extracorpórea, en los que se evaluó la permeabilidad del injerto en 199 pacientes, y en 299 pacientes la calidad de vida relacionada con la salud, sin encontrarse diferencias entre ambos grupos a los 6-8 años²⁷.

Si bien los beneficios o no de cirugía sin circulación extracorpórea aún no están claramente definidos, sigue habiendo interés en la optimización de los resultados de la cirugía con circulación extracorpórea mediante el perfeccionamiento de las técnicas de

derivación cardiopulmonar. Por ejemplo, un estudio reciente ha puesto de relieve cómo se puede proteger el cerebro mediante una circulación extracorpórea mínima²⁸. En esta comparación aleatoria de la circulación extracorpórea mínima frente a la convencional, el circuito mínimo se asoció con una mejor perfusión cerebral durante la derivación cardiopulmonar y se mejoró el rendimiento neurocognitivo en pruebas directas realizadas en el momento del alta, con evidencia de efectos mantenidos a los 3 y 14 meses. Los datos sugieren que algunas de las ventajas propuestas por los entusiastas de la cirugía sin circulación extracorpórea, en particular la protección cerebral, podrían conseguirse modificando las estrategias de cirugía con circulación extracorpórea.

¿ES SEGURA LA EXTRACCIÓN ENDOSCÓPICA DE LA VENA?

En concordancia con otros esfuerzos hacia una cirugía menos cruenta, ha habido una tendencia significativa hacia la extracción de la vena safena a través de técnicas de mínimo acceso, que incluyen métodos endoscópicos, pero sigue existiendo cierta preocupación por la seguridad. Como se mencionó anteriormente, un análisis de subgrupos del ensayo *ROOBY* sugiere que la extracción endoscópica de la vena se asocia a peores resultados²¹. Un análisis secundario de los pacientes del ensayo *PREVENT IV*, a los 3 años de seguimiento, también mostró peores resultados para los pacientes sometidos a extracción endoscópica, pero estos resultados no se han confirmado en otros estudios observacionales²⁹⁻³¹.

¿SE DEBEN UTILIZAR INJERTOS CON AMBAS ARTERIAS MAMARIAS INTERNAS EN LA CIRUGÍA CORONARIA?

En general se acepta que el uso del injerto de la LIMA a la arteria coronaria descendente anterior izquierda se asocia con una menor mortalidad hospitalaria, una supervivencia a largo plazo y la ausencia de angina de pecho. Algunos observadores sugieren que si una arteria mamaria es buena, el uso de las dos sería mejor. A pesar de esto, menos del 10 % de las operaciones de la arteria coronaria en el Reino Unido utilizan ambas arterias mamarias internas¹. Para abordar este aspecto, el ensayo *ART*, que es un gran estudio aleatorizado, ha informado datos de un año sobre 1.554 pacientes que recibieron un solo injerto de LIMA y 1.548 pacientes que recibieron arterias mamarias

internas bilaterales (BIMA, por sus siglas en inglés). Este estudio está encaminado a buscar la supervivencia a los 10 años. Los datos de un año no muestran ninguna diferencia en la mortalidad entre los grupos, pero la tasa de reconstrucción de la herida en el esternón aumentó tres veces en el grupo BIMA³². En vista del conocimiento existente sobre la posibilidad de fracaso del injerto venoso, habría sido sorprendente ver algún beneficio del injerto de BIMA en esta etapa. Se ha encontrado más evidencia que apoya el efecto beneficioso del uso de la BIMA en un estudio monocéntrico de propensión coincidente (*propensity-matched*) con 928 pacientes con BIMA frente a 928 con LIMA e injerto de vena safena. Este estudio informa a 17 años y muestra un beneficio de supervivencia del 10 % a los 10 años y 18 % a los 15 años³³.

Ha habido un gran interés en el uso de la arteria radial como un conducto para la cirugía de derivación coronaria, muchos recomiendan su uso, ya sea junto con ambas arterias mamarias internas, para un enfoque total de injertos arteriales, o en adición a una arteria mamaria única, para mejorar los resultados a largo plazo. Sin embargo, un estudio aleatorizado de 733 pacientes que comparó los injertos de arteria radial con los de venas safena ha mostrado recientemente una permeabilidad similar de ambos injertos al año (89 %) ³⁴. Resulta preocupante que en este estudio la arteria radial se asoció con una mayor incidencia de vasoespasmos, por otro lado, la vena safena tuvo mejores resultados en los pacientes diabéticos. Preocupación adicional se ha generado de un estudio con tomografía computarizada para evaluar la permeabilidad del injerto³⁵. Sin embargo, sigue habiendo un número de informes que afirman la existencia de buenas tasas posteriores de permeabilidad³⁶⁻³⁸.

La mayoría de los estudios que analizan resultados comparativos de diferentes estrategias quirúrgicas se basan en los resultados finales, siendo la mortalidad el más importante. Obviamente, estos datos son difíciles de obtener y sólo proporcionan información útil muchos años después del "hecho". Para ayudar a proporcionar datos diferenciales útiles y oportunos se han estado estudiando técnicas para evaluar el riesgo preoperatorio, aparte de los resultados clínicos, tales como la lesión perioperatoria en el miocardio ventricular izquierdo. Esto es difícil de cuantificar, y fue objeto de un reciente estudio en Oxford en el que se sometieron 40 pacientes a resonancia magnética cardíaca antes y después de la CABG con una evaluación

seriada de troponina I (TnI)³⁹. La TnI estuvo estrechamente correlacionada con la masa de nuevas necrosis en la resonancia magnética cardíaca ($r=0.83$, $p<0.001$), con valores de sensibilidad y especificidad de 75 % y 87 %, por lo que es un medio importante para el diagnóstico de este tipo de infarto de miocardio.

Junto con el análisis de formas para optimizar la estrategia quirúrgica operativa, también hay un creciente interés en los resultados y evoluciones postoperatorias que no incluyen la mortalidad. Por ejemplo, un estudio publicado en *Heart* ha examinado las consecuencias de la anemia postoperatoria en un análisis retrospectivo de 2.553 pacientes con CABG incluidos en el ensayo *IMAGINE*⁴⁰. Se muestra que la anemia postoperatoria mantenida durante más de 50 días se asocia con una mayor incidencia de complicaciones cardiovasculares durante los primeros 3 meses. Los investigadores también encontraron que la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) retardó la recuperación de la anemia postoperatoria y aumentó la incidencia de complicaciones cardiovasculares después de la CABG, aunque el mecanismo y las implicaciones terapéuticas de esta observación no están claros. También es cada vez más aceptado que la rehabilitación cardíaca formal es beneficiosa para mejorar la recuperación después de la CABG, con énfasis en los programas de ejercicio físico. Aunque no queda claro cuál es el mejor medio de implementar estos programas, un estudio canadiense se inclina a favor de una estrategia basada en el hogar que da un seguimiento de 6 años a pacientes asignados al azar al hospital vs. un programa de ejercicios basado en el hogar y supervisado por teléfono⁴¹.

¿CIRUGÍA CORONARIA PARA LA INSUFICIENCIA CARDÍACA?

El ensayo *STICH* ha mostrado que no hay diferencia en la supervivencia entre los pacientes con insuficiencia cardíaca y función ventricular izquierda deficiente aleatorizados a tratamiento farmacológico o a tratamiento farmacológico más CABG. En un subgrupo de este estudio en el que se evaluó la viabilidad miocárdica, la presencia de un miocardio viable se asocia con una mejor supervivencia global, pero esto no fue significativo después de ajustarlo de acuerdo a otras variables iniciales^{42,43}. A primera vista se trata de conclusiones importantes para la práctica de la cirugía de la arteria coronaria, y entran en contradicción con los preconceptos de muchos médicos y cirujanos. Pero

algunos observadores han cuestionado si los resultados del ensayo son válidos, debido a dificultades que surgieron en el reclutamiento para el estudio y que condujeron a modificaciones en su diseño, junto a una tasa de cambio a CABG del 17 %. Por lo tanto, se habrían subestimado los beneficios de la cirugía, lo cual sugiere que todavía se debe considerar la CABG si la enfermedad arterial coronaria es grave y el miocardio viable⁴⁴. Por ejemplo, un reciente estudio de *propensity-matched* de CABG vs. tratamiento farmacológico en estos pacientes (diseñado para imitar la inclusión del ensayo *STICH*), mostró una clara ventaja en la supervivencia a 10 años para la CABG⁴⁵.

CIRUGÍA DE LA VÁLVULA AÓRTICA

La práctica de la cirugía de la válvula aórtica está cambiando. En los EE.UU., se dio a conocer en 2009 un análisis de 108.687 pacientes con reemplazo valvular aórtico aislado desde 1997 hasta 2006⁴⁶. La morbilidad y la mortalidad se han reducido a pesar del incremento gradual en la edad y el perfil de riesgo global de los pacientes, junto con un aumento en el uso de las válvulas biológicas. Tendencias similares se han visto en el Reino Unido con un informe de 41.227 pacientes entre 2004 y 2009 y una mortalidad hospitalaria global de 4,1 %. La cifra anual se incrementó en un 20 %, con aumentos significativos en la edad media de los pacientes con estenosis aórtica, los octogenarios, la proporción de pacientes de alto riesgo, y de nuevo aquellos que reciben válvulas biológicas (lo cual debe estar influenciado por las opiniones de los cirujanos respecto a una mayor longevidad de las modernas válvulas biológicas y la posibilidad de una solución con válvula transcáteter para un fallo posterior de la válvula)⁴⁷. Durante este tiempo, la mortalidad hospitalaria se redujo del 4,4 % al 3,7 %⁴⁸. Si bien la implantación de la válvula aórtica transcáteter (TAVI, por sus siglas en inglés) (ver a continuación) está teniendo un impacto en la cirugía valvular, en lugar de disminuir el número de operaciones convencionales de válvula, se ha informado de que el comienzo de un servicio de implantación de la válvula aórtica transcáteter puede aumentar, en general, las intervenciones de la válvula aórtica, incluyendo las de cirugía convencional⁴⁹.

Sigue habiendo cierta controversia sobre el momento de la cirugía en pacientes con estenosis aórtica asintomática (ver a continuación coincidencias con la reparación de la válvula mitral). Algunos trabajos sugieren que hay beneficios en una intervención más

temprana, pero otros observadores han publicado datos que sugieren el beneficio y la seguridad de un enfoque de espera vigilante⁵⁰⁻⁵³.

IMPLANTACIÓN DE LA VÁLVULA AÓRTICA TRANSCATÉTER (TAVI)

El cambio más importante en el tratamiento de pacientes con estenosis aórtica en los últimos años ha sido la TAVI, que ahora ha demostrado ser una buena opción para el tratamiento de algunos pacientes con estenosis aórtica. La cohorte A del estudio *Partner*, con 358 pacientes, que fueron considerados no adecuados para un reemplazo convencional de la válvula aórtica, mostró que la TAVI disminuyó la tasa de mortalidad al año del 51 % al 31 %, y redujo los síntomas cardíacos en comparación con los tratamientos convencionales⁵⁴. Los resultados a los 2 años también han mostrando una constante mejora de la supervivencia, aunque también una alta tasa de accidentes cerebrovasculares en el grupo de TAVI, debido a más accidentes cerebrovasculares isquémicos en los primeros 30 días después del procedimiento y más sucesos hemorrágicos a partir de entonces. La tasa de rehospitalización fue de 35 % en el grupo de TAVI y 72 % en el grupo convencional. Los estudios de la calidad de vida en estos pacientes, utilizando el Cuestionario de Cardiomiopatía de la Ciudad de Kansas y el SF-12, mostraron beneficios significativos en el grupo de TAVI, llegando hasta un año⁵⁵. Un análisis económico de estos datos demostró la existencia de un costo incremental por año de vida ganado que estaba dentro del rango aceptable⁵⁶.

La TAVI también ha demostrado ser comparable con la cirugía convencional de la válvula aórtica. En la cohorte B del estudio *Partner*, 699 pacientes con estenosis aórtica grave, que se consideraron de alto riesgo, fueron asignados al azar a TAVI o a cirugía convencional⁵⁷. No hubo diferencias significativas en las tasas de mortalidad a los 30 días (3,4 % la TAVI y 6,5 % la cirugía convencional) o al año (24,2 % la TAVI, y 26,8 % la cirugía convencional). También se han informado los datos para los 2 años, de nuevo sin mostrar diferencias en cuanto a las tasas de mortalidad⁵⁸. Las tasas de complicación del procedimiento fueron diferentes entre los dos grupos, siendo más frecuentes las complicaciones vasculares en los pacientes con TAVI, y más comunes en la cirugía convencional el sangrado y la fibrilación auricular de nueva aparición. Algunos estudios de registros médicos de gran tamaño también

han confirmado resultados aceptables del procedimiento, y a más largo plazo⁵⁹⁻⁶³.

Las válvulas aórtica transcáteter están siendo insertadas cada vez con más frecuencia a través de la arteria femoral, trans-apicalmente de forma directa a través del ventrículo izquierdo y a través de un abordaje aórtico⁶⁴⁻⁶⁶. Al tener en cuenta los beneficios potenciales de abordajes menos cruentos, también ha habido un interés creciente en la realización de la cirugía "convencional" mediante una variedad de incisiones más pequeñas, tales como la mini-esternotomía, la para-esternotomía, la esternotomía transversa y la toracotomía anterior derecha. Varios estudios, incluyendo experiencias monocéntricas y metaanálisis, han demostrado que se pueden aplicar con seguridad en centros especializados^{67,68}. Junto a estos enfoques menos cruentos, para minimizar los tiempos de inserción y permitir una más fácil implantación de la válvula a través de pequeñas incisiones, se están desarrollando y probando varias válvulas aórticas nuevas que utilizan técnicas de implantación "sin suturas"^{69,70}.

Un último comentario sobre la cirugía de la válvula aórtica y la TAVI es que ahora hay declaraciones de consenso sobre la práctica de la TAVI, y para entender mejor la forma de lograr un resultado óptimo del reemplazo valvular aórtico convencional. Los estudios de investigación de los servicios de salud han demostrado que los resultados de la cirugía son mejores para los pacientes de mayor riesgo tratados por cirujanos de alto volumen, lo que plantea un reto para la configuración de los servicios quirúrgicos para estos pacientes^{71,72}.

CIRUGÍA VALVULAR MITRAL

En los últimos años, los principales avances de la cirugía valvular mitral están relacionados con la reparación de la válvula mitral. Actualmente se acepta que la reparación es una mejor opción que la sustitución en la mayoría de los pacientes con valvulopatía mitral degenerativa, y que los resultados de la mortalidad hospitalaria y posterior dependen del grado de los síntomas y de la disfunción ventricular izquierda en el momento de la cirugía. Evidencias generadas en el Reino Unido sugieren que muchos pacientes siguen siendo remitidos a cirugía al final del proceso de la enfermedad con un 47 % de los pacientes con síntomas de la clase funcional III ó IV de la NYHA, y el 31 % mostrando una fracción de eyección ventricular izquierda menor del 50 % en el momento de la cirugía¹.

El tratamiento quirúrgico de la valvulopatía mitral está cambiando con el tiempo. Un informe de la base de datos STS sobre 58.370 pacientes con insuficiencia mitral aislada, en 8 años hasta diciembre de 2007, mostró la adopción progresiva de la reparación mitral en lugar del reemplazo pasando de un 51 % a un 69 %. Hubo también una disminución del 68 % al 37 % en el uso de las válvulas mecánicas en lugar de las válvulas biológicas durante ese período (y hay datos similares del Reino Unido)^{1,73}. Por supuesto, esto indica que uno de cada tres pacientes con insuficiencia mitral grave se somete a un reemplazo de la válvula, y esto sigue siendo una preocupación desde la perspectiva de la prestación de servicios de salud⁷⁴.

La gran controversia en torno a los pacientes con insuficiencia mitral grave es en lo referente al momento de la cirugía. No hay datos de ensayos aleatorios para apoyar la cirugía precoz o la "espera vigilante", y por lo tanto, la evidencia se deriva de estudios de observación. En 2005, Enríquez-Sarano *et al.*, de la Clínica Mayo, informaron de un estudio observacional en 456 pacientes con síntomas de insuficiencia mitral orgánica que muestra que los pacientes con un orificio regurgitante de un área efectiva > 40 mm² tuvieron una supervivencia a los 5 años menor de la esperada⁷⁵. En base a esto, ellos recomiendan la reparación de la válvula mitral para pacientes con insuficiencia mitral verdaderamente grave, únicamente sobre la base de los síntomas, con independencia del tamaño o función del ventrículo izquierdo. En Corea del Sur se han registrado resultados similares en 447 pacientes consecutivos asintomáticos sometidos a cirugía precoz o a una estrategia de tratamiento convencional, con la cirugía precoz asociada a una mejora de las tasas de complicaciones a largo plazo al reducir la mortalidad cardíaca y la hospitalización por insuficiencia cardíaca congestiva⁷⁶. Otro estudio observacional de 192 pacientes, que recibieron seguimiento durante 8,5 años, divididos en un grupo de cirugía precoz y otro de tratamiento conservador también mostró mejores resultados en el grupo de tratamiento conservador⁷⁷.

Por el contrario, Rosenhek *et al.* han informado de los resultados en 132 pacientes, y sólo intervinieron en el momento de aparición de los síntomas, insuficiencia ventricular izquierda o dilatación significativa del ventrículo izquierdo, de acuerdo con las pautas aceptadas del momento de aparición de los síntomas^{78,79}. En general, los resultados finales fueron excelentes, y sólo un tercio de los pacientes requirieron cirugía

durante el período de seguimiento de 5 años, pero es importante que si se sigue esta estrategia el seguimiento debe ser sólido y completo.

Las orientaciones del Colegio de Cardiología de los Estados Unidos (ACC)/ Asociación Estadounidense del Corazón (AHA), de 2006, sugieren que la cirugía precoz debe ser considerada en pacientes asintomáticos con bajo riesgo de procedimiento en “centros de experiencia”, siempre y cuando la probabilidad de éxito de la reparación sea $> 90\%$ ⁸⁰. A partir de un estudio de consenso realizado en el Reino Unido, se ha intentado describir los criterios asociados con lo que se considera un centro de experiencia⁸¹. Sin embargo, si se parte de un enfoque epidemiológico quirúrgico, debe haber algún grado de preocupación acerca de la implementación de una estrategia general de cirugía precoz para estos pacientes⁷⁴. En un informe de la base de datos de la STS sobre 13.614 pacientes con regurgitación mitral sometidos a cirugía, se constató una marcada variación en los volúmenes totales por año, y los centros de mayor volumen mostraron tasas más altas de reparación de la válvula y una menor mortalidad ajustada al riesgo⁸². También de la base de datos STS, en un análisis de 28.507 pacientes sometidos a cirugía mitral aislada, con o sin válvula tricúspide o cirugía concomitante de la fibrilación auricular, con 1088 cirujanos, la tasa media de reparación por cirujano fue sólo del 41 %. El número medio anual de operaciones fue de 5 (1-166) y un mayor volumen en los cirujanos se asoció de forma independiente con una mayor probabilidad de reparación⁸³. El estudio de opinión basado en el consenso realizado en el Reino Unido ha sugerido que los hospitales deben llevar a cabo más de 50 operaciones de reparación mitral cada año para obtener resultados óptimos, y los cirujanos individuales deben hacer más de 25 al año. Parece que muchos hospitales y cirujanos no están a la altura de esto. Implementar una estrategia quirúrgica precoz en ausencia de fiabilidad respecto a tasas altas de reparación y una durabilidad excelente de los procedimientos de reparación puede no ser beneficioso para los pacientes.

Ha habido algunos avances en las técnicas de reparación de la válvula mitral con una tendencia hacia un mayor uso de las cuerdas tendinosas artificiales y la preservación del tejido de la valva en lugar de su resección, así como el uso cada vez mayor de técnicas menos cruentas⁸⁴⁻⁸⁹. Si bien hay un número creciente de informes que sugieren la seguridad de los abor-

dajes de mínimo acceso, hay información anecdótica importante sobre las preocupaciones acerca de estas técnicas y su seguridad.

También existen avances en los tratamientos basados en catéteres para la insuficiencia mitral; y el ensayo de reparación borde a borde de la válvula endovascular (EVEREST 2) ha informado los resultados de 78 pacientes de alto riesgo para la cirugía convencional que recibieron un tratamiento “borde a borde” con el “MitralClip” y presentaron una mortalidad del procedimiento de 7,7 %, con una reducción de la insuficiencia mitral en la mayoría de ellos y una mejora en los síntomas clínicos en las tres cuartas partes de los pacientes⁹⁰.

CREACIÓN DE MODELOS DE RIESGO

La evaluación del riesgo quirúrgico en cirugía cardíaca es importante para orientar la toma de decisiones (por ejemplo, la cirugía convencional o la TAVI en pacientes con estenosis aórtica), para respaldar el consentimiento informado, y para el control y la información pública de las tasas de mortalidad del hospital y el cirujano. La puntuación STS se publicó en 2009 después de analizar los datos de la base de datos de la STS, con modelos publicados para la cirugía coronaria, la cirugía valvular y la cirugía combinada coronaria y valvular. Esto crea un conjunto estándar de resultados para todos los procedimientos, incluida la mortalidad, los accidentes cerebrovasculares, la reoperación, insuficiencia renal, infección profunda de la herida esternal, ventilación prolongada, morbilidad compuesta principal, estancia prolongada y estancia breve⁹¹⁻⁹⁴.

Más recientemente, se ha aceptado que el *EuroSCORE* ya no es adecuado para la práctica contemporánea y se ha publicado el *EuroSCORE 2*^{95,96}. A diferencia de los modelos STS, que son de procedimientos específicos, el *EuroSCORE 2* es un modelo genérico que cubre toda la cirugía cardíaca, y presenta algunas fortalezas y debilidades potenciales. Se derivó de una población de pacientes compuesta por 22 381 pacientes consecutivos sometidos a cirugía cardíaca mayor en 154 hospitales en 43 países durante un período de 12 semanas (mayo 2010-julio 2010). Los campos requeridos para obtener la puntuación se han actualizado del modelo anterior e incluyen la depuración de creatinina, modificaciones a la clasificación de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo y la introducción de un campo de movilidad reducido^{96,97}. El “peso de la intervención” también se trata de

manera diferente a la del modelo original *EuroSCORE*. Sus diseñadores informan que muestra una buena discriminación y calibración, y es probable que sea adoptado ampliamente, pero se requerirá una sólida validación externa. Continúa el debate acerca de las derivaciones y el uso de este tipo de modelo⁹⁸.

Conflicto de intereses: Ninguno.

Procedencia y revisión por pares

En Heart: Por encargo, revisado por pares externamente.

En CorSalud: Por invitación de la *ESC Editors' Network* (Red de Editores de la Sociedad Europea de Cardiología). Sin revisión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bridgewater B, Kinsman R, Walton P, *et al*. Demonstrating Quality; The Sixth National Annual Cardiac Database Report. Henley-on Thames: Dendrite Clinical Systems Ltd, 2009.
- ElBardissi AW, Aranki SF, Sheng S, *et al*. Trends in isolated coronary artery bypass grafting: an analysis of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 143:273-81.
- Bridgewater B. Cardiac registers: the adult cardiac surgery register. *Heart* 2010;96:1441-3.
- Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, *et al*. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009;360:961-72.
- Kappetein AP, Feldman TE, Mack MJ, *et al*. Comparison of coronary bypass surgery with drug-eluting stenting for the treatment of left main and/or three-vessel disease: 3-year follow-up of the SYNTAX trial. *Eur Heart J* 2011;32:2125-34.
- Weintraub WS, Grau-Sepulveda MV, Weiss JM, *et al*. Comparative effectiveness of revascularization strategies. *N Engl J Med* 2012;366:1467-76.
- Lee MS, Yang T, Dhoot J, *et al*. Meta-analysis of clinical studies comparing coronary artery bypass grafting with percutaneous coronary intervention and drug-eluting stents in patients with unprotected left main coronary artery narrowings. *Am J Cardiol* 2010;105:1070-5.
- Naik H, White AJ, Chakravarty T, *et al*. A meta-analysis of 3,773 patients treated with percutaneous coronary intervention or surgery for unprotected left main coronary artery stenosis. *JACC Cardiovasc Interv* 2009;2:739-47.
- Morice MC, Serruys PW, Kappetein AP, *et al*. Outcomes in patients with de novo left main disease treated with either percutaneous coronary intervention using paclitaxel-eluting stents or coronary artery bypass graft treatment in the Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery (SYNTAX) trial. *Circulation* 2010;121:2645-53.
- Park SJ, Kim YH, Park DW, *et al*. Randomized trial of stents versus bypass surgery for left main coronary artery disease. *N Engl J Med* 2011;364:1718-27.
- Boudriot E, Thiele H, Walther T, *et al*. Randomized comparison of percutaneous coronary intervention with sirolimus-eluting stents versus coronary artery bypass grafting in unprotected left main stem stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:538-45.
- Capodanno D, Tamburino C. Unraveling the EXCEL: promises and challenges of the next trial of left main percutaneous coronary intervention. *Int J Cardiol* 2012;156:1-3.
- Capodanno D, Caggagi A, Capranzano P, *et al*. Validating the EXCEL hypothesis: a propensity score matched 3-year comparison of percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass graft in left main patients with SYNTAX score ≤ 32 . *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77:936-43.
- Wijns W, Kolh P, Danchin N, *et al*. Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2010;31:2501-55.
- Ribichini F, Taggart D. Implications of new ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularisation for patients with multi-vessel coronary artery disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;39:619-22.
- Taggart DP, Boyle R, de Belder MA, *et al*. The 2010 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularisation. *Heart* 2011;97:445-6.
- Falk V, Taggart DP. NICE guidance for off-pump CABG: turn off the pump. *Heart* 2011;97:1731-3.
- Pepper JR. NICE guidance for off-pump CABG: keep the pump primed. *Heart* 2011;97:1728-30.
- Shroyer AL, Grover FL, Hattler B, *et al*. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2009;361:1827-37.
- Puskas JD, Mack MJ, Smith CR. On-pump versus off-pump CABG. *N Engl J Med* 2010;362:851; author reply 53-4.
- Zenati MA, Shroyer AL, Collins JF, *et al*. Impact of

- endoscopic versus open saphenous vein harvest technique on late coronary artery bypass grafting patient outcomes in the ROOBY (Randomized On/Off Bypass) Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; 141:338-44.
22. Moller CH, Perko MJ, Lund JT, *et al.* Three-year follow-up in a subset of high-risk patients randomly assigned to off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery: the Best Bypass Surgery trial. *Heart* 2011;97:907-13.
23. Hueb W, Lopes NH, Pereira AC, *et al.* Five-year follow-up of a randomized comparison between off-pump and on-pump stable multivessel coronary artery bypass grafting. The MASS III Trial. *Circulation* 2010;122(Suppl 11):S48-52.
24. Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D, *et al.* Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N Engl J Med* 2012;366(16):1489-97.
25. Kuss O, von Salviati B, Borgermann J. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis of propensity score analyses. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140: 829-35, 35 e1-13.
26. Puskas JD, Thourani VH, Kilgo P, *et al.* Off-pump coronary artery bypass disproportionately benefits high-risk patients. *Ann Thorac Surg* 2009;88:1142-7.
27. Angelini GD, Culliford L, Smith DK, *et al.* Effects of on-and off-pump coronary artery surgery on graft patency, survival, and health-related quality of life: long-term follow-up of 2 randomized controlled trials. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:295-303.
28. Anastasiadis K, Argiriadou H, Kosmidis MH, *et al.* Neurocognitive outcome after coronary artery bypass surgery using minimal versus conventional extracorporeal circulation: a randomised controlled pilot study. *Heart* 2011;97:1082-8.
29. Lopes RD, Hafley GE, Allen KB, *et al.* Endoscopic versus open vein-graft harvesting in coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2009;361:235-44.
30. Grant SW, Grayson AD, Zacharias J, *et al.* What is the impact of endoscopic vein harvesting on clinical outcomes following coronary artery bypass graft surgery? *Heart* 2012;98:604.
31. Ouzounian M, Hassan A, Buth KJ, *et al.* Impact of endoscopic versus open saphenous vein harvest techniques on outcomes after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2010;89:403-8.
32. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, *et al.* Randomized trial to compare bilateral vs. single internal mammary coronary artery bypass grafting: 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *Eur Heart J* 2010;31:2470-81.
33. Grau JB, Ferrari G, Mak AW, *et al.* Propensity matched analysis of bilateral internal mammary artery versus single left internal mammary artery grafting at 17-year follow-up: validation of a contemporary surgical experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:770-5; discussion 76.
34. Goldman S, Sethi GK, Holman W, *et al.* Radial artery grafts vs saphenous vein grafts in coronary artery bypass surgery: a randomized trial. *JAMA* 2011; 305:167-74.
35. Levisman JM, Budoff MJ, Karlsberg RP. Long-term coronary artery graft patency as evaluated by 64-slice coronary computed tomographic angiography. *Coron Artery Dis* 2011;22:521-5.
36. Achouh P, Boutekadjirt R, Toledano D, *et al.* Long-term (5-to 20-year) patency of the radial artery for coronary bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140:73-9, 79 e1-2.
37. Hayward PA, Buxton BF. The Radial Artery Patency and Clinical Outcomes trial: design, intermediate term results and future direction. *Heart Lung Circ* 2011;20:187-92.
38. Hayward PA, Gordon IR, Hare DL, *et al.* Comparable patencies of the radial artery and right internal thoracic artery or saphenous vein beyond 5 years: results from the Radial Artery Patency and Clinical Outcomes trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139: 60-5; discussion 65-7.
39. Pegg TJ, Maunsell Z, Karamitsos TD, *et al.* Utility of cardiac biomarkers for the diagnosis of type V myocardial infarction after coronary artery bypass grafting: insights from serial cardiac MRI. *Heart* 2011;97:810-16.
40. Westenbrink BD, Kleijn L, de Boer RA, *et al.* Sustained postoperative anaemia is associated with an impaired outcome after coronary artery bypass graft surgery: insights from the IMAGINE trial. *Heart* 2011;97:1590-6.
41. Smith KM, McKelvie RS, Thorpe KE, *et al.* Six-year follow-up of a randomised controlled trial examining hospital versus home-based exercise training after coronary artery bypass graft surgery. *Heart* 2011;97:1169-74.
42. Velazquez EJ, Lee KL, Deja MA, *et al.* Coronary-

- artery bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011;364:1607-16.
43. Bonow RO, Maurer G, Lee KL, *et al.* Myocardial viability and survival in ischemic left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011;364:1617-25.
 44. Mack MJ. Coronary artery disease: how should the STICH trial results affect clinical practice? *Nat Rev Cardiol* 2011;8:427-8.
 45. Velazquez EJ, Williams JB, Yow E, *et al.* Long-term survival of patients with ischemic cardiomyopathy treated by coronary artery bypass grafting versus medical therapy. *Ann Thorac Surg* 2012;93:523-30.
 46. Brown JM, O'Brien SM, Wu C, *et al.* Isolated aortic valve replacement in North America comprising 108,687 patients in 10 years: changes in risks, valve types, and outcomes in the Society of Thoracic Surgeons National Database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:82-90.
 47. Cockburn J, Trivedi U, Hildick-Smith D. Transaortic transcatheter aortic valve implantation within a previous bioprosthetic aortic valve replacement. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;78:479-84.
 48. Dunning J, Gao H, Chambers J, *et al.* Aortic valve surgery: marked increases in volume and significant decreases in mechanical valve used an analysis of 41,227 patients over 5 years from the Society for Cardiothoracic Surgery in Great Britain and Ireland National database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:776-82 e3.
 49. Grant SW, Devbhandari MP, Grayson AD, *et al.* What is the impact of providing a transcatheter aortic valve implantation service on conventional aortic valve surgical activity: patient risk factors and outcomes in the first 2 years. *Heart* 2010;96:1633-7.
 50. Kang DH, Park SJ, Rim JH, *et al.* Early surgery versus conventional treatment in asymptomatic very severe aortic stenosis. *Circulation* 2010;121:1502-9.
 51. Brown ML, Pellikka PA, Schaff HV, *et al.* The benefits of early valve replacement in asymptomatic patients with severe aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:308-15.
 52. Le Tourneau T, Pellikka PA, Brown ML, *et al.* Clinical outcome of asymptomatic severe aortic stenosis with medical and surgical management: importance of STS score at diagnosis. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1876-83.
 53. Avakian SD, Grinberg M, Ramires JA, *et al.* Outcome of adults with asymptomatic severe aortic stenosis. *Int J Cardiol* 2008;123:322-7.
 54. Leon MB, Smith CR, Mack M, *et al.* Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med* 2010;363:1597-607.
 55. Reynolds MR, Magnuson EA, Lei Y, *et al.* Health-related quality of life after transcatheter aortic valve replacement in inoperable patients with severe aortic stenosis. *Circulation* 2011;124:1964-72.
 56. Reynolds MR, Magnuson EA, Wang K, *et al.* Cost-effectiveness of transcatheter aortic valve replacement compared with standard care among inoperable patients with severe aortic stenosis: results from the placement of aortic transcatheter valves (PARTNER) trial (Cohort B). *Circulation* 2012;125:1102-9.
 57. Smith CR, Leon MB, Mack MJ, *et al.* Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med* 2011;364:2187-98.
 58. Kodali SK, Williams MR, Smith CR, *et al.* Two-year outcomes after transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N Engl J Med* 2012;366:1686-95.
 59. Moat NE, Ludman P, de Belder MA, *et al.* Long-term outcomes after transcatheter aortic valve implantation in high-risk patients with severe aortic stenosis: the U.K. TAVI (United Kingdom Transcatheter Aortic Valve Implantation) Registry. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:2130-8.
 60. Zahn R, Gerckens U, Grube E, *et al.* Transcatheter aortic valve implantation: first results from a multi-centre real-world registry. *Eur Heart J* 2011;32:198-204.
 61. Lefevre T, Kappetein AP, Wolner E, *et al.* One year follow-up of the multi-centre European PARTNER transcatheter heart valve study. *Eur Heart J* 2011;32:148-57.
 62. Gilard M, Eltchaninoff H, Lung B, *et al.* Registry of transcatheter aortic-valve implantation in high-risk patients. *N Engl J Med* 2012;366:1705-15.
 63. Ussia GP, Barbanti M, Colombo A, *et al.* Impact of coronary artery disease in elderly patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: insight from the Italian CoreValve Registry. *Int J Cardiol*. Published Online First: 27 March 2012 PMID: 22459391.
 64. Eltchaninoff H, Durand E, Borz B, *et al.* Prospective

- analysis of 30-day safety and performance of transfemoral transcatheter aortic valve implantation with Edwards SAPIEN XT versus SAPIEN prostheses. *Arch Cardiovasc Dis* 2012;105:132-40.
65. Bapat V, Khawaja MZ, Attia R, *et al.* Transaortic transcatheter aortic valve implantation using Edwards Sapien valve: a novel approach. *Catheter Cardiovasc Interv* 2012;79:733-40.
66. Litzler PY, Borz B, Smail H, *et al.* Transapical aortic valve implantation in Rouen: four years' experience with the Edwards transcatheter prosthesis. *Arch Cardiovasc Dis* 2012;105:141-5.
67. Murtuza B, Pepper JR, Stanbridge RD, *et al.* Minimal access aortic valve replacement: is it worth it? *Ann Thorac Surg* 2008;85:1121-31.
68. Brown ML, McKellar SH, Sundt TM, *et al.* Mini-sternotomy versus conventional sternotomy for aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:670-9 e5.
69. Zannis K, Folliguet T, Laborde F. New sutureless aortic valve prosthesis: another tool in less invasive aortic valve replacement. *Curr Opin Cardiol* 2012;27:125-9.
70. Folliguet TA, Laborde F, Zannis K, *et al.* Sutureless percutaneous aortic valve replacement: results of two European centers. *Ann Thorac Surg* 2012;93:1483-8.
71. Holmes DR Jr, Mack MJ, Kaul S, *et al.* 2012 ACCF/AATS/SCAI/STS expert consensus document on transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:1200-54.
72. Dewey TM, Herbert MA, Ryan WH, *et al.* Influence of surgeon volume on outcomes with aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg* 2012;93:1107-12; discussion 12-3.
73. Gammie JS, Sheng S, Griffith BP, *et al.* Trends in mitral valve surgery in the United States: results from the Society of thoracic surgeons adult cardiac surgery database. *Ann Thorac Surg* 2009;87:1431-7; discussion 37-9.
74. Anyanwu AC, Bridgewater B, Adams DH. The lottery of mitral valve repair surgery. *Heart* 2010;96:1964-7.
75. Enriquez-Sarano M, Avierinos JF, Messika-Zeitoun D, *et al.* Quantitative determinants of the outcome of asymptomatic mitral regurgitation. *N Engl J Med* 2005;352:875-83.
76. Kang DH, Kim JH, Rim JH, *et al.* Comparison of early surgery versus conventional treatment in asymptomatic severe mitral regurgitation. *Circulation* 2009;119:797-804.
77. Montant P, Chenot F, Robert A, *et al.* Long-term survival in asymptomatic patients with severe degenerative mitral regurgitation: a propensity score-based comparison between an early surgical strategy and a conservative treatment approach. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;138:1339-48.
78. Rosenhek R, Rader F, Klaar U, *et al.* Outcome of watchful waiting in asymptomatic severe mitral regurgitation. *Circulation* 2006;113:2238-44.
79. Rosenhek R. Watchful waiting for severe mitral regurgitation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2011;23:203-8.
80. Bonow RO, Carabello BA, Kanu C, *et al.* ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (writing committee to revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease): developed in collaboration with the Society of cardiovascular Anesthesiologists: endorsed by the Society for cardiovascular angiography and interventions and the Society of thoracic surgeons. *Circulation* 2006;114:e84-231.
81. Bridgewater B, Hooper T, Munsch C, *et al.* Mitral repair best practice: proposed standards. *Heart* 2006;92:939-44.
82. Bolling SF, Li S, O'Brien SM, *et al.* Predictors of mitral valve repair: clinical and surgeon factors. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1904-11; discussion 12.
83. Gammie JS, O'Brien SM, Griffith BP, *et al.* Influence of hospital procedural volume on care process and mortality for patients undergoing elective surgery for mitral regurgitation. *Circulation* 2007;115:881-7.
84. Perier P, Hohenberger W, Lakew F, *et al.* Toward a new paradigm for the reconstruction of posterior leaflet prolapse: midterm results of the "respect rather than resect" approach. *Ann Thorac Surg* 2008;86:718-25; discussion 18-25.
85. Gammie JS, Bartlett ST, Griffith BP. Small-incision mitral valve repair: safe, durable, and approaching perfection. *Ann Surg* 2009;250:409-15.
86. Gammie JS, Zhao Y, Peterson ED, *et al.* J. Maxwell Chamberlain Memorial Paper for adult cardiac surgery. Less-invasive mitral valve operations: trends

- and outcomes from the Society of thoracic surgeons adult cardiac surgery database. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1401-8, 10 e1; discussion 08-10.
87. Modi P, Hassan A, Chitwood WR Jr. Minimally invasive mitral valve surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;34:943-52.
88. Cheng DC, Martin J, Lal A, *et al.* Minimally invasive versus conventional open mitral valve surgery: a meta-analysis and systematic review. *Innovations (Phila)* 2011;6:84-103.
89. Iribarne A, Russo MJ, Easterwood R, *et al.* Minimally invasive versus sternotomy approach for mitral valve surgery: a propensity analysis. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1471-7; discussion 77-8.
90. Whitlow PL, Feldman T, Pedersen WR, *et al.* Acute and 12-month results with catheter-based mitral valve leaflet repair: the EVEREST II (Endovascular Valve Edgeto-Edge Repair) High Risk Study. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:130-9.
91. Shahian DM, Edwards FH. The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: introduction. *Ann Thorac Surg* 2009;88(Suppl 1):S1.
92. O'Brien SM, Shahian DM, Filardo G, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 2--isolated valve surgery. *Ann Thorac Surg* 2009;88 (1 Suppl):S23-42.
93. Shahian DM, O'Brien SM, Filardo G, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 3--valve plus coronary artery bypass grafting surgery. *Ann Thorac Surg* 2009;88(1 Suppl):S43-62.
94. Shahian DM, O'Brien SM, Filardo G, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 1--coronary artery bypass grafting surgery. *Ann Thorac Surg* 2009;88(1 Suppl):S2-22.
95. Choong CK, Sergeant P, Nashef SA, *et al.* The EuroSCORE risk stratification system in the current era: how accurate is it and what should be done if it is inaccurate? *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;35:59-61.
96. Nashef SA, Roques F, Sharples LD, *et al.* EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:734-44; discussion 44-5.
97. Miceli A, Bruno VD, Capoun R, *et al.* Mild renal dysfunction in patients undergoing cardiac surgery as a new risk factor for EuroSCORE. *Heart* 2011;97:362-5.
98. Sergeant P, Meuris B, Pettinari M. EuroSCORE II, illum qui est gravitates magni observe. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:729-31.

Almanac 2012: Adult cardiac surgery. The National Society Journals present selected research that has driven recent advances in Clinical Cardiology

Anuario 2012: Cirugía cardíaca en adultos. Las revistas de las Sociedades Nacionales presentan una selección de las investigaciones que han impulsado avances recientes en Cardiología Clínica

Ben Bridgewater✉

University Hospital of South Manchester. Manchester, UK.

Este artículo también está disponible en español

ARTICLE INFORMATION

Received (Heart): May 9th 2012

Revised (Heart): May 21st 2012

Accepted (Heart): May 22nd 2012

Received (CorSalud): October 20th 2012

Accepted (CorSalud): October 21st 2012

This article was first published in Heart [2012;98(19):1412-7. doi: 10.1136/heartjnl-2011-301539] and is republished with permission, and in agreement with the author and the ESC Editors' Network. It is a simultaneous publication in all the National Cardiac Society Journals of the European Society of Cardiology, and other selected journals.

ABSTRACT

This review covers the important publications in adult cardiac surgery in the last few years, including the current evidence base for surgical revascularisation and the use of off-pump surgery, bilateral internal mammary arteries and endoscopic vein harvesting. The changes in conventional aortic valve surgery are

described alongside the outcomes of clinical trials and registries for transcatheter aortic valve implantation, and the introduction of less invasive and novel approaches of conventional aortic valve replacement surgery. Surgery for mitral valve disease is also considered, with particular reference to surgery for asymptomatic degenerative mitral regurgitation.

Key words: Heart surgery, Cardiovascular Diseases, Myocardial Revascularization

✉ B Bridgewater
UHSM, Southmoor Road
Manchester M23 9LT, UK
E-mail address: ben.bridgewater@uhsm.nhs.uk

RESUMEN

Esta revisión abarca las más importantes publicaciones sobre cirugía cardíaca en adultos en los últimos años, incluida la base de la evidencia actual para la revascu-

larización quirúrgica y el uso de la cirugía sin circulación extracorpórea, las arterias mamarias internas bilaterales y la extracción endoscópica de la vena. Se describen los cambios en la cirugía convencional de la válvula aórtica junto a los resultados de los ensayos clínicos y los registros para la implantación de válvula aórtica transcáteter, así como la introducción de mé-

todos novedosos y menos cruentos de la cirugía convencional de reemplazo valvular aórtico. Se considera también la cirugía para la valvulopatía mitral, con énfasis en la cirugía para la insuficiencia mitral degenerativa asintomática.

Palabras Clave: Cirugía cardíaca, Enfermedades Cardiovasculares, Revascularización Miocárdica

INTRODUCTION

Cardiac surgery remains an important treatment option for many patients with coronary artery disease, valvular heart disease and heart failure. Coronary artery remains the commonest operation undertaken in most centres, but its proportion is decreasing in the UK¹. More patients are undergoing mitral and aortic valve procedures, both by conventional and novel approaches including smaller incisions for conventional surgery and insertion of new prostheses using catheter-based devices. This article will summarise publications from recent years that are having an impact on the practice of cardiac surgery.

CORONARY ARTERY SURGERY

There are marked changes in patients coming to coronary artery surgery over time that have been shown clearly from the analyses of large series from the USA and UK. A report from the Society for Thoracic Surgeons (STS) database has described the increasing risk profile of patients coming to surgery with fewer smokers, more patients with diabetes and more use of the left internal mammary artery (LIMA) as a bypass conduit. Overall, there has been a significant decline in postoperative mortality and morbidity². Similar trends have been reported in the UK from the national adult cardiac surgery database, where there has been a greater than 50% reduction in risk adjusted mortality since 2000, again with increasing risk profiles, and more use of the internal mammary artery¹⁻³. However, despite some evidence for their efficacy, off-pump surgery and multiple arterial grafts have not become widespread (see below)¹.

CORONARY ARTERY SURGERY OR PCI FOR ANGINA

The major contemporary randomised clinical trial to inform decision making in patients with multi-vessel coronary artery disease is the Synergy between PCI with Taxus and Cardiac Surgery (SYNTAX) trial. The study randomised 1800 patients with previously treated three vessel or left main coronary artery disease or both in 85 sites in 17 countries across Europe and the USA. The 1-year results were published in 2009, showing that the percutaneous coronary intervention (PCI) group had higher rates of the combined end point of major adverse cardiac or cerebrovascular events and failed to achieve the predefined end point of non-inferiority⁴. This difference was driven by a high rate of repeat revascularisation in the PCI group (13.5% PCI, 5.9% coronary artery bypass grafting (CABG)). The 1-year rates of death or myocardial infarction (MI) were not different between the groups. These differences persist over longer follow-up with 3-year MACCE rates (death stroke, MI or repeat revascularisation) being higher in the PCI group (28%) than the CABG group (20%), again driven mainly by repeat revascularisation, but there was no difference in the primary safety end point or the incidence of stroke. On subgroup analysis, there was no difference in major adverse events in the patients with left main stem (LMS) stenosis, but outcomes were worse following PCI in the three vessel subgroup⁵. Analysis of outcomes based on procedural risk from the syntax score has shown at 4 years that the curves are diverging overall, but with no difference in the low risk patients (<http://www.syntaxscore.com>).

In line with the data from SYNTAX, a large registry-based study from the USA linked the ACCF National Cardiovascular registry and the STS adult cardiac surgery database to the Medicare and Medicaid re-

gistries and used propensity scoring to match patients who were 65 years or older undergoing PCI and CABG. Four years after intervention there was a mortality advantage in the CABG group, which persisted in the important subgroups⁶.

While the late outcomes of most higher risk patients with multi-vessel coronary artery disease seem to be better with CABG, in both randomised and registry-based studies, the outcome following intervention for LMS stenosis is not so clear cut, certainly during early follow-up. In a meta-analysis of patients with unprotected LMS stenosis analysing 2905 patients from eight clinical studies, there was no significant difference between the two groups with respect to mortality or a composite end point of death, MI or stroke at 1 year.⁷ Another meta-analysis of 3773 patients looking out to 3 years gave similar findings⁸. Analysis of the left main subgroup of the SYNTAX study also showed no difference up to 3 years^{5,9}. More recently, the Premier of Randomised Comparison of Bypass Surgery Versus Angioplasty using Sirolimus-Eluting Stent in Patients with Coronary Artery Disease trial has reported results of 300 patients in each arm to 2 years, and showed PCI to be non-inferior, but the authors accept that the non-inferiority margin was wide, leaving open the need for further studies¹⁰. Similar findings have also been detected in a smaller study¹¹. To understand better the safety and efficacy of the place of PCI for LMS stenosis, the Evaluation of Xience Prime versus Coronary Artery Bypass Surgery for Effectiveness of Left Main Revascularisation trial is ongoing in patients with LMS disease and syntax scores of ≤ 32 ^{12,13}.

ESC/EACTS REVASCULARISATION GUIDELINES

The European Society for Cardiology and European Association of Cardiothoracic Surgery published guidelines for revascularisation in 2010 that were developed by a balanced writing team of interventional cardiologists, non-interventional cardiologists and surgeons. The guidelines recommend decision making through an appropriately configured 'heart team' and suggest that surgery is the better option for revascularisation for the majority of anatomical forms of coronary artery disease¹⁴. Data published since the guidelines

were released, including later analyses of the SYNTAX trial, have further reinforced the evidence on which the guidelines were based. Potential implications of these recommendations have been reported^{15,16}, but detailed analyses of any changes in practice are not yet available.

IS OFF PUMP CORONARY ARTERY SURGERY SAFE?

Controversy remains surrounding the relative benefits of undertaking coronary artery surgery with or without the cardiopulmonary bypass machine^{17,18}. In the UK, around 20% of cases are undertaken off pump but there are conflicting data about safety and longer-term outcomes¹.

Concern was raised from the ROOBY trial in which 2203 patients undergoing CABG were randomised to surgery on or off pump. There was no significant difference in 30-day mortality, but there were a higher proportion of patients receiving fewer grafts than planned in the off-pump group. Of concern, there was a significantly worse 1-year composite end point of death, repeat revascularisation or non-fatal MI and poorer graft patency in the off-pump group¹⁹. Critics of the study have commented that the trial enrolled low risk, male patients who would be the least likely to benefit from avoiding cardiopulmonary bypass, the surgeons were inexperienced and there was a high (12%) rate of intraoperative conversion to bypass surgery²⁰. Furthermore, endoscopic vein harvesting was associated with worse outcomes at 1 year in the study (see further below)²¹. In addition, Moller *et al* have reported randomised trial data on 341 high risk (EuroSCORE >5) patients with three vessel disease undergoing surgery on or off pump in the Best Bypass Surgery trial. There was no significant difference in primary outcome of adverse cardiac and cerebrovascular events during a median follow-up of 3.7 years, although all cause mortality was higher in the off-pump group²².

More reassuring data have recently been published from the MASS 3 trial with 5-year follow-up from a single centre with no difference in a composite end point of death, MI or further revascularisation between the groups and from the CORONARY study,

which randomised 4752 patients to on or off pump and showed no significant difference in 30-day mortality or the incidence of MI, stroke and renal failure^{23,24}. Later outcomes data from this study are awaited with interest.

There has also been a meta-analysis of 35 propensity score studies on 123 137 patients undergoing on or off pump surgery. This suggested that off-pump surgery was superior for short-term mortality and other outcomes²⁵. In a single centre study of 14 766 patients reported by Puskas *et al* there was no difference in operative mortality in the lowest risk quartile but increasing benefit for higher risk patients, which supports the argument used by critics of the findings of the ROOBY study²⁶. Similar findings have been reported on 349 survivors of two randomised studies comparing on and off pump surgery in which 199 patients had graft patency assessed, and in 299 patients health-related quality of life, with no difference seen between the groups at 6-8 years²⁷.

While the benefits or otherwise of off-pump surgery are not yet clearly defined, there remains interest in optimising outcomes from on-pump surgery by refining bypass techniques. For example, a recent trial has drawn attention to how the brain might be protected by using a minimal extracorporeal circulation²⁸. In this randomised comparison of minimal versus conventional extracorporeal circulation, the minimal circuit was associated with improved cerebral perfusion during cardiopulmonary bypass and improved neurocognitive performance on direct testing at discharge, with evidence of sustained effects at 3 and 14 months. The data suggest that some of the advantages proposed by off-pump enthusiasts, particularly cerebral protection, might be achieved by modifying on-pump strategies.

IS ENDOSCOPIC VEIN HARVESTING SAFE?

In line with other moves towards less invasive surgery, there has been a significant move towards harvesting the long saphenous vein through minimally invasive, including endoscopic, approaches but there remains some concern over safety. As described previously, a subgroup analysis of the ROOBY trial suggested that

endoscopic vein harvesting was associated with worse outcomes²¹. A secondary analysis of patients from the PREVENT IV trial at 3 years of follow-up also showed worse outcomes for patients undergoing endoscopic harvesting, but this finding has not been confirmed in other observational studies²⁹⁻³¹.

SHOULD BILATERAL INTERNAL MAMMARY ARTERY GRAFTS BE USED FOR CORONARY ARTERY SURGERY?

It is generally accepted that using the LIMA graft to the left anterior descending coronary artery is associated with better inhospital mortality, long-term survival and freedom from angina, and a number of observers suggest that if one mammary is good, two would be better. Despite this, <10% of coronary artery operations in the UK receive both internal mammary arteries¹. To address this, the ART trial is a large randomised study, which has now reported 1-year data on 1554 patients receiving a single LIMA graft and 1548 receiving bilateral mammary arteries (BIMA). It has been powered to look at survival at 10 years. The 1-year data show no mortality difference between the groups but there was a three times increase in the rate of sternal wound reconstruction in the BIMA group³². In view of our understanding of the timing of vein graft failure it would have been surprising to see any benefit from BIMA grafting at this stage. Further supportive evidence for the beneficial effect of BIMA has been shown from a single centre propensity matched study of 928 BIMA versus 928 LIMA and saphenous vein grafts reporting to 17 years with a survival benefit of 10% at 10 years and 18% at 15 years³³.

There has been great interest in the use of the radial artery as a conduit for coronary artery bypass surgery, with enthusiasts recommending its use, either alongside both internal mammary arteries for a total arterial grafting approach or in addition to a single mammary artery, to improve long-term outcomes. However, a randomised study of 733 patients comparing radial artery grafts to saphenous veins has recently shown similar graft patency at 1 year (both 89%)³⁴. Of concern, the radial artery was associated with a higher incidence of vasospasm in this study and the saphenous vein had better outcomes in diabetic patients. Further concern has been raised from a study

using CT scanning to assess graft patency³⁵. However, there remain a numbers of reports claiming good late patency rates³⁶⁻³⁸.

Most of the studies looking at comparative outcomes of different surgical strategies have relied on late outcomes, with mortality being most important, and these data are obviously difficult to collect and they only provide useful information many years 'after the event'. To help provide useful and more timely differential data, some workers have been looking at techniques to assess preoperative risk other than clinical outcomes such as per-operative injury to the left ventricular myocardium. This is hard to quantify and was the subject of a recent study from Oxford in which 40 patients underwent cardiac MR before and after CABG with serial assessment of troponin I (TnI)³⁹. TnI correlated closely with the mass of new cardiac MR necrosis ($r=0.83$, $p<0.001$), with sensitivity and specificity values of 75% and 87%, making it a robust means of diagnosing this type of MI.

Alongside analyses of ways to optimise operative surgical strategy, there is also an increasing focus on non-mortality postoperative outcomes and pathways. For example, a study published in this journal has examine the implications of postoperative anaemia in a retrospective analysis of 2553 CABG patients included in the IMAGINE trial⁴⁰. They showed that postoperative anaemia sustained for >50 days is associated with an increased incidence of cardio-vascular events during the first 3 months. The researchers also found that ACE inhibition slowed recovery from postoperative anaemia and increased the incidence of cardio-vascular events after CABG, although the mechanism and therapeutic implication of this observation is not clear. It is also become increasingly accepted that formal cardiac rehabilitation is beneficial to enhance recovery after CABG surgery, with an emphasis being placed on exercise programmes. While the best means of delivering these programmes is unclear, a Canadian study favoured a home-based strategy based on a 6-year follow-up of patients randomised to hospital versus telephone-monitored home-based exercise training⁴¹.

CORONARY ARTERY SURGERY FOR HEART FAILURE?

The STICH trial has showed that there is no difference in survival between patients with heart failure and poor left ventricular function, randomised to either medical therapy or medical therapy plus CABG. In a subset of this study in which myocardial viability was assessed, the presence of viable myocardium was associated with better survival overall, but this was not significant after adjusting for other baseline variables^{42,43}. Taken at face value these are profound findings for the practice of coronary artery surgery and are at odds with many physicians and surgeons preconceptions, but some observers have questioned whether the findings of the trial are valid because of difficulties in trial recruitment leading to changes in trial design after instigation alongside a crossover rate of 17% to CABG, therefore underestimating the benefits of surgery and suggesting that CABG should still be considered if CAD is severe and viable myocardium is seen⁴⁴. For example, a recent propensity matched study of CABG versus medical therapy in these patients (designed to mimic the STICH trial inclusion) showed a clear survival advantage of CABG at 10 years⁴⁵.

AORTIC VALVE SURGERY

The practice of aortic valve surgery is changing. In the USA, an analysis of 108 687 isolated aortic valve replacement (AVR) patients from 1997 to 2006 was reported in 2009⁴⁶. Morbidity and mortality have fallen despite gradual increases in patient age and overall risk profile, alongside an increase in biological valve use. Similar trends have been seen in the UK with a report of 41 227 patients between 2004 and 2009 with an overall inhospital mortality of 4.1%. The annual number increased by 20%, with significant increases in the mean age of patients with aortic stenosis, octogenarians, the proportion of high-risk patients and again those receiving biological valves (which is almost certainly influenced by surgeons' views of better longevity of modern biological valves and the promise of a transcatheter valve solution for subsequent valve failure)⁴⁷. Over this time, inhospital

mortality decreased from 4.4% to 3.7%⁴⁸. While transcatheter valve insertion (TAVI) (see below) is having an impact on valve surgery, in contrast to just eroding the numbers of conventional valve operations, it has been reported that starting a TAVI service may increase overall aortic valve interventions, including those for conventional surgery⁴⁹.

There remains some controversy about the timing of surgery in asymptomatic aortic stenosis (see parallels with mitral valve repair below). Some work is being produced suggesting benefits from earlier intervention but other observers have published data suggesting benefits and safety of the watchful waiting approach⁵⁰⁻⁵³.

TRANSCATHETER VALVE INSERTION

The major change in the treatment of patients with aortic stenosis in recent years has been the advent of TAVI, which has now been shown to be a good option for the treatment of some patients with aortic stenosis. The Partner study Cohort A trial of 358 patients who were not considered suitable for conventional AVR showed that TAVI decreased the rate of mortality at 1 year (from 51% to 31%) and reduced cardiac symptoms compared with conventional treatment⁵⁴. The 2-year results have also been reported showing persistent survival advantage, but a high rate of stroke in the TAVI group, due to more ischaemic strokes in the first 30 days after the procedure and more haemorrhagic events thereafter. The rate of rehospitalisation was 35% in the TAVI group and 72% in the conventional group. Quality of life studies on these patients using the Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire and the SF-12 showed significant benefits in the TAVI group going out to 1 year⁵⁵. An economic analysis of these data demonstrated an incremental cost per life-year gained that was well within the acceptable range⁵⁶.

TAVI has also been shown to be comparable with conventional aortic valve surgery. In the Partner study Cohort B, 699 patients with severe aortic stenosis who were deemed to be high risk were randomised to TAVI or conventional surgery⁵⁷. There was no significant difference in mortality rates at 30 days (3.4% TAVI and

6.5% conventional surgery) or 1 year (24.2% TAVI, 26.8% conventional surgery). Two-year data have also been reported, again showing no difference in mortality rates⁵⁸. Procedural complication rates were different between the groups, with major vascular complications being more common in the TAVI patients and bleeding and new onset atrial fibrillation (AF) more common in conventional surgery. A number of large registry studies have also confirmed acceptable procedural and longer-term outcomes⁵⁹⁻⁶³.

Transcatheter aortic valves are now being inserted in increasing numbers through the femoral artery, trans-apically directly via the left ventricle and through the aortic approach⁶⁴⁻⁶⁶. In response to potential benefits from less invasive approaches, there has also been increasing interest in conducting 'conventional' surgery through a variety of smaller incisions including mini-sternotomy, para-sternotomy, transverse sternotomy and right anterior thoracotomy. Various studies including single centre experiences and meta-analyses have shown that it can be applied safely in expert centres^{67,68}. Alongside less invasive approaches, to minimise insertion times and allow easier valve implantation through small incisions, various novel aortic valves are being developed and tested which have 'sutureless' implantation techniques^{69,70}.

A final word on aortic valve surgery and TAVI is that there are now consensus statements produced about the practice of TAVI and to understand better how to achieve optimal outcomes from conventional AVR, health service research studies have shown that outcomes of surgery are better for higher risk patients under high volume surgeons, which lay down a challenge for configuration of surgical services for these patients^{71,72}.

MITRAL VALVE SURGERY

The major advances in understanding of mitral valve surgery in recent years are related to mitral valve repair. It is now well accepted that repair is a better option than replacement for most patients with degenerative mitral valve disease, and that in-hospital and later mortality outcomes are dependent on the degree of symptoms and left ventricular dysfunction at

the time of surgery. Evidence from the UK suggests that many patients are still being referred late in the disease process with 47% of patients having NYHA class 3 or 4 symptoms and 31% of people displaying left ventricular (LV) ejection fractions of <50% at the time of surgery¹.

Surgical treatment for mitral valve disease is changing over time, and a report on 58 370 patients with isolated mitral regurgitation from the STS database in the 8 years to December 2007 showed progressive adoption of mitral repair rather than replacement from 51% to 69%. There was also a decrease in the use of mechanical rather than biological valves over that time from 68% to 37% (and there are similar data from the UK)^{1,73}. This, of course, indicates that one in three patients with severe MR undergo a valve replacement, and this remains a concern from the perspective of health service delivery⁷⁴.

The major controversy around patients with severe MR is around the timing of surgery. There are no randomised trial data to support early surgery or 'watchful waiting' and so the evidence is derived from observation studies. In 2005, Enriquez-Sarano and colleagues from the Mayo Clinic reported an observational study on 456 patients with symptomatic organic mitral regurgitation, showing that patients with an effective regurgitant orifice area of >40 mm² had a survival at 5 years that was lower than expected⁷⁵. On this basis, they recommended mitral valve repair for patients with genuinely severe mitral regurgitation, purely on the basis of symptoms, irrespective of left ventricular size or function. Similar findings have been reported from Korea on 447 consecutive asymptomatic patients undergoing early surgery or conventional treatment strategy with early surgery associated with improved long-term event rates by decreasing cardiac mortality and congestive heart failure hospitalisation⁷⁶. A further observational study of 192 patients followed up for 8.5 years, divided into an early surgery and a conservative group, also showed better outcomes in the conservative group⁷⁷.

Conversely, Rosenhek *et al* have reported outcomes on 132 patients and only intervened at the time of onset of symptoms, left ventricular impairment or significant LV dilatation according to the accepted

guidelines of the time of onset of symptoms, left ventricular impairment or significant LV dilatation^{78,79}. Overall, late outcomes were excellent, and only a third of patients required surgery during the follow-up period of 5 years, but it is obviously important that if this strategy is followed, follow-up must be robust and comprehensive.

Guidance from the American College of Cardiology/American Heart Association from 2006 suggests that early surgery should be considered for asymptomatic patients at low procedural risk in 'experienced centres' as long as the likelihood of successful repair is >90%⁸⁰. An attempt has been made from a UK consensus study to describe the criteria associated with an experienced centre⁸¹. However, if one comes from an surgical epidemiology approach there must be some concern about an overall early surgery strategy for these patients⁷⁴. In a report of 13 614 patients with mitral regurgitation undergoing surgery from the STS database there was marked variation in overall volumes per year, and higher volume centres showed higher rates of valve repair and lower risk adjusted mortality⁸². Again from the STS database in an analysis of 28 507 patients undergoing isolated mitral valve surgery with or without tricuspid valve or concomitant AF surgery under 1088 surgeons, the mean rate of repair by surgeon was only 41%. The median annual number of operation was 5 (1-166) and increasing surgeon volume was independently associated with increased probability of repair⁸³. The consensus-based opinion study from the UK has suggested that hospitals should be undertaking more than 50 mitral repair operations each year to get optimal outcomes, and individual surgeons should be doing more than 25. It seems that many hospitals and surgeons fall short of this. Offering an early surgical strategy in the absence of assurance about high repair rates and excellent durability of repair procedures may not be in the patients' best interests.

There have been some developments in the techniques of mitral valve repair with a move towards more use of artificial chordae tendinae and preservation of leaflet tissue rather than resection and increasing use of less invasive techniques⁸⁴⁻⁸⁹. While there are a growing number of reports suggesting the safety of minimally invasive approaches, there is significant anecdotal reporting of the concern about

these techniques and their safety.

There are also developments in catheter-based treatments of mitral regurgitation, and the Endovascular valve edge to edge repair (EVEREST 2) trial has reported the outcomes of 78 patients at high risk from conventional surgery having an 'edge to edge' treatment with the 'MitralClip' showing a procedural mortality of 7.7% with a reduction in MR in most patients with an improvement in clinical symptoms in three-fourths of the patients⁹⁰.

RISK MODELLING

The assessment of operative risk in cardiac surgery is important to guide decision making (eg, conventional surgery or TAVI for patients with aortic stenosis), support informed consent and for governance and public reporting of hospital and surgeon mortality rates. The STS scores were published in 2009 after analysing data from the STS database, with models published for coronary artery surgery, valve surgery and combined coronary and valve surgery. These model a standard set of outcomes for all procedures including mortality, stroke, reoperation, renal failure, deep sternal wound infection, prolonged ventilation, composite major morbidity, prolonged length of stay and short length of stay⁹¹⁻⁹⁴.

More recently, it has been accepted that the EuroSCORE is no longer suitable for contemporary practice and the EuroSCORE 2 has been published^{95,96}. Unlike the STS models, which are procedure specific, the EuroSCORE 2 is a generic model covering all cardiac surgery, which has some potential strengths and weaknesses. It was derived from a patient population of 22 381 consecutive patients undergoing major cardiac surgery in 154 hospitals in 43 countries over a 12-week period (May 2010 to July 2010). The fields required to derive the score have been updated from the previous model and include creatinine clearance, modifications to the categorisation of LV ejection fraction and introduction of a limited mobility field^{96,97}. The 'weight of intervention' is also dealt with differently from the original EuroSCORE model. The developers report good discrimination and calibration and it is likely this model will be widely adopted, but it

will require robust external validation. There remains debate about the derivation and use of this type of model⁹⁸.

Contributors: BB wrote the manuscript.

Competing interests: None.

Provenance and peer review

In Heart: Commissioned; internally peer reviewed.

In CorSalud: Invited by ESC Editors' Network. Without review.

REFERENCES

1. Bridgewater B, Kinsman R, Walton P, *et al*. Demonstrating Quality; The Sixth National Annual Cardiac Database Report. Henley-on Thames: Dendrite Clinical Systems Ltd, 2009.
2. ElBardissi AW, Aranki SF, Sheng S, *et al*. Trends in isolated coronary artery bypass grafting: an analysis of the Society of Thoracic Surgeons adult cardiac surgery database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 143:273-81.
3. Bridgewater B. Cardiac registers: the adult cardiac surgery register. *Heart* 2010;96:1441-3.
4. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, *et al*. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009;360:961-72.
5. Kappetein AP, Feldman TE, Mack MJ, *et al*. Comparison of coronary bypass surgery with drug-eluting stenting for the treatment of left main and/or three-vessel disease: 3-year follow-up of the SYNTAX trial. *Eur Heart J* 2011;32:2125-34.
6. Weintraub WS, Grau-Sepulveda MV, Weiss JM, *et al*. Comparative effectiveness of revascularization strategies. *N Engl J Med* 2012;366:1467-76.
7. Lee MS, Yang T, Dhoot J, *et al*. Meta-analysis of clinical studies comparing coronary artery bypass grafting with percutaneous coronary intervention and drug-eluting stents in patients with unprotected left main coronary artery narrowings. *Am J Cardiol* 2010;105:1070-5.
8. Naik H, White AJ, Chakravarty T, *et al*. A meta-

- analysis of 3,773 patients treated with percutaneous coronary intervention or surgery for unprotected left main coronary artery stenosis. *JACC Cardiovasc Interv* 2009;2:739-47.
9. Morice MC, Serruys PW, Kappetein AP, *et al.* Outcomes in patients with de novo left main disease treated with either percutaneous coronary intervention using paclitaxel-eluting stents or coronary artery bypass graft treatment in the Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery (SYNTAX) trial. *Circulation* 2010;121:2645-53.
 10. Park SJ, Kim YH, Park DW, *et al.* Randomized trial of stents versus bypass surgery for left main coronary artery disease. *N Engl J Med* 2011;364:1718-27.
 11. Boudriot E, Thiele H, Walther T, *et al.* Randomized comparison of percutaneous coronary intervention with sirolimus-eluting stents versus coronary artery bypass grafting in unprotected left main stem stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2011;57:538-45.
 12. Capodanno D, Tamburino C. Unraveling the EXCEL: promises and challenges of the next trial of left main percutaneous coronary intervention. *Int J Cardiol* 2012;156:1-3.
 13. Capodanno D, Caggegi A, Capranzano P, *et al.* Validating the EXCEL hypothesis: a propensity score matched 3-year comparison of percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass graft in left main patients with SYNTAX score ≤ 32 . *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77:936-43.
 14. Wijns W, Kolh P, Danchin N, *et al.* Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2010;31:2501-55.
 15. Ribichini F, Taggart D. Implications of new ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularisation for patients with multi-vessel coronary artery disease. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011;39:619-22.
 16. Taggart DP, Boyle R, de Belder MA, *et al.* The 2010 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularisation. *Heart* 2011;97:445-6.
 17. Falk V, Taggart DP. NICE guidance for off-pump CABG: turn off the pump. *Heart* 2011;97:1731-3.
 18. Pepper JR. NICE guidance for off-pump CABG: keep the pump primed. *Heart* 2011;97:1728-30.
 19. Shroyer AL, Grover FL, Hattler B, *et al.* On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2009;361:1827-37.
 20. Puskas JD, Mack MJ, Smith CR. On-pump versus off-pump CABG. *N Engl J Med* 2010;362:851; author reply 53-4.
 21. Zenati MA, Shroyer AL, Collins JF, *et al.* Impact of endoscopic versus open saphenous vein harvest technique on late coronary artery bypass grafting patient outcomes in the ROOBY (Randomized On/Off Bypass) Trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;141:338-44.
 22. Moller CH, Perko MJ, Lund JT, *et al.* Three-year follow-up in a subset of high-risk patients randomly assigned to off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery: the Best Bypass Surgery trial. *Heart* 2011;97:907-13.
 23. Hueb W, Lopes NH, Pereira AC, *et al.* Five-year follow-up of a randomized comparison between off-pump and on-pump stable multivessel coronary artery bypass grafting. The MASS III Trial. *Circulation* 2010;122(Suppl 11):S48-52.
 24. Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D, *et al.* Off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting at 30 days. *N Engl J Med* 2012;366(16):1489-97.
 25. Kuss O, von Salviati B, Borgermann J. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis of propensity score analyses. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140:829-35, 35 e1-13.
 26. Puskas JD, Thourani VH, Kilgo P, *et al.* Off-pump coronary artery bypass disproportionately benefits high-risk patients. *Ann Thorac Surg* 2009;88:1142-7.
 27. Angelini GD, Culliford L, Smith DK, *et al.* Effects of on-and off-pump coronary artery surgery on graft patency, survival, and health-related quality of life: long-term follow-up of 2 randomized controlled trials. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:295-303.
 28. Anastasiadis K, Argiriadou H, Kosmidis MH, *et al.* Neurocognitive outcome after coronary artery bypass surgery using minimal versus conventional extracorporeal circulation: a randomised controlled pilot study. *Heart* 2011;97:1082-8.
 29. Lopes RD, Hafley GE, Allen KB, *et al.* Endoscopic versus open vein-graft harvesting in coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2009;361:235-44.
 30. Grant SW, Grayson AD, Zacharias J, *et al.* What is the impact of endoscopic vein harvesting on clinical

- outcomes following coronary artery bypass graft surgery? *Heart* 2012;98:604.
31. Ouzounian M, Hassan A, Buth KJ, *et al.* Impact of endoscopic versus open saphenous vein harvest techniques on outcomes after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2010;89:403-8.
 32. Taggart DP, Altman DG, Gray AM, *et al.* Randomized trial to compare bilateral vs. single internal mammary coronary artery bypass grafting: 1-year results of the Arterial Revascularisation Trial (ART). *Eur Heart J* 2010;31:2470-81.
 33. Grau JB, Ferrari G, Mak AW, *et al.* Propensity matched analysis of bilateral internal mammary artery versus single left internal mammary artery grafting at 17-year follow-up: validation of a contemporary surgical experience. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:770-5; discussion 76.
 34. Goldman S, Sethi GK, Holman W, *et al.* Radial artery grafts vs saphenous vein grafts in coronary artery bypass surgery: a randomized trial. *JAMA* 2011;305:167-74.
 35. Levisman JM, Budoff MJ, Karlsberg RP. Long-term coronary artery graft patency as evaluated by 64-slice coronary computed tomographic angiography. *Coron Artery Dis* 2011;22:521-5.
 36. Achouh P, Boutekadjirt R, Toledano D, *et al.* Long-term (5-to 20-year) patency of the radial artery for coronary bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140:73-9, 79 e1-2.
 37. Hayward PA, Buxton BF. The Radial Artery Patency and Clinical Outcomes trial: design, intermediate term results and future direction. *Heart Lung Circ* 2011;20:187-92.
 38. Hayward PA, Gordon IR, Hare DL, *et al.* Comparable patencies of the radial artery and right internal thoracic artery or saphenous vein beyond 5 years: results from the Radial Artery Patency and Clinical Outcomes trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;139:60-5; discussion 65-7.
 39. Pegg TJ, Maunsell Z, Karamitsos TD, *et al.* Utility of cardiac biomarkers for the diagnosis of type V myocardial infarction after coronary artery bypass grafting: insights from serial cardiac MRI. *Heart* 2011;97:810-16.
 40. Westenbrink BD, Kleijn L, de Boer RA, *et al.* Sustained postoperative anaemia is associated with an impaired outcome after coronary artery bypass graft surgery: insights from the IMAGINE trial. *Heart* 2011;97:1590-6.
 41. Smith KM, McKelvie RS, Thorpe KE, *et al.* Six-year follow-up of a randomised controlled trial examining hospital versus home-based exercise training after coronary artery bypass graft surgery. *Heart* 2011;97:1169-74.
 42. Velazquez EJ, Lee KL, Deja MA, *et al.* Coronary-artery bypass surgery in patients with left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011;364:1607-16.
 43. Bonow RO, Maurer G, Lee KL, *et al.* Myocardial viability and survival in ischemic left ventricular dysfunction. *N Engl J Med* 2011;364:1617-25.
 44. Mack MJ. Coronary artery disease: how should the STICH trial results affect clinical practice? *Nat Rev Cardiol* 2011;8:427-8.
 45. Velazquez EJ, Williams JB, Yow E, *et al.* Long-term survival of patients with ischemic cardiomyopathy treated by coronary artery bypass grafting versus medical therapy. *Ann Thorac Surg* 2012;93:523-30.
 46. Brown JM, O'Brien SM, Wu C, *et al.* Isolated aortic valve replacement in North America comprising 108,687 patients in 10 years: changes in risks, valve types, and outcomes in the Society of Thoracic Surgeons National Database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:82-90.
 47. Cockburn J, Trivedi U, Hildick-Smith D. Transaortic transcatheter aortic valve implantation within a previous bioprosthetic aortic valve replacement. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;78:479-84.
 48. Dunning J, Gao H, Chambers J, *et al.* Aortic valve surgery: marked increases in volume and significant decreases in mechanical valve used an analysis of 41,227 patients over 5 years from the Society for Cardiothoracic Surgery in Great Britain and Ireland National database. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:776-82 e3.
 49. Grant SW, Devbhandari MP, Grayson AD, *et al.* What is the impact of providing a transcatheter aortic valve implantation service on conventional aortic valve surgical activity: patient risk factors and outcomes in the first 2 years. *Heart* 2010;96:1633-7.
 50. Kang DH, Park SJ, Rim JH, *et al.* Early surgery versus conventional treatment in asymptomatic very severe aortic stenosis. *Circulation* 2010;121:1502-9.
 51. Brown ML, Pellikka PA, Schaff HV, *et al.* The benefits of early valve replacement in asymptotic

- matic patients with severe aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:308-15.
52. Le Tourneau T, Pellikka PA, Brown ML, *et al.* Clinical outcome of asymptomatic severe aortic stenosis with medical and surgical management: importance of STS score at diagnosis. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1876-83.
53. Avakian SD, Grinberg M, Ramires JA, *et al.* Outcome of adults with asymptomatic severe aortic stenosis. *Int J Cardiol* 2008;123:322-7.
54. Leon MB, Smith CR, Mack M, *et al.* Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med* 2010;363:1597-607.
55. Reynolds MR, Magnuson EA, Lei Y, *et al.* Health-related quality of life after transcatheter aortic valve replacement in inoperable patients with severe aortic stenosis. *Circulation* 2011;124:1964-72.
56. Reynolds MR, Magnuson EA, Wang K, *et al.* Cost-effectiveness of transcatheter aortic valve replacement compared with standard care among inoperable patients with severe aortic stenosis: results from the placement of aortic transcatheter valves (PARTNER) trial (Cohort B). *Circulation* 2012;125:1102-9.
57. Smith CR, Leon MB, Mack MJ, *et al.* Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med* 2011;364:2187-98.
58. Kodali SK, Williams MR, Smith CR, *et al.* Two-year outcomes after transcatheter or surgical aortic-valve replacement. *N Engl J Med* 2012;366:1686-95.
59. Moat NE, Ludman P, de Belder MA, *et al.* Long-term outcomes after transcatheter aortic valve implantation in high-risk patients with severe aortic stenosis: the U.K. TAVI (United Kingdom Transcatheter Aortic Valve Implantation) Registry. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:2130-8.
60. Zahn R, Gerckens U, Grube E, *et al.* Transcatheter aortic valve implantation: first results from a multi-centre real-world registry. *Eur Heart J* 2011;32:198-204.
61. Lefevre T, Kappetein AP, Wolner E, *et al.* One year follow-up of the multi-centre European PARTNER transcatheter heart valve study. *Eur Heart J* 2011;32:148-57.
62. Gilard M, Eltchaninoff H, Lung B, *et al.* Registry of transcatheter aortic-valve implantation in high-risk patients. *N Engl J Med* 2012;366:1705-15.
63. Ussia GP, Barbanti M, Colombo A, *et al.* Impact of coronary artery disease in elderly patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: insight from the Italian CoreValve Registry. *Int J Cardiol*. Published Online First: 27 March 2012 PMID: 22459391.
64. Eltchaninoff H, Durand E, Borz B, *et al.* Prospective analysis of 30-day safety and performance of transfemoral transcatheter aortic valve implantation with Edwards SAPIEN XT versus SAPIEN prostheses. *Arch Cardiovasc Dis* 2012;105:132-40.
65. Bapat V, Khawaja MZ, Attia R, *et al.* Transaortic Transcatheter Aortic valve implantation using Edwards Sapien valve: a novel approach. *Catheter Cardiovasc Interv* 2012;79:733-40.
66. Litzler PY, Borz B, Smail H, *et al.* Transapical aortic valve implantation in Rouen: four years' experience with the Edwards transcatheter prosthesis. *Arch Cardiovasc Dis* 2012;105:141-5.
67. Murtuza B, Pepper JR, Stanbridge RD, *et al.* Minimal access aortic valve replacement: is it worth it? *Ann Thorac Surg* 2008;85:1121-31.
68. Brown ML, McKellar SH, Sundt TM, *et al.* Mini-sternotomy versus conventional sternotomy for aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:670-9 e5.
69. Zannis K, Folliguet T, Laborde F. New sutureless aortic valve prosthesis: another tool in less invasive aortic valve replacement. *Curr Opin Cardiol* 2012;27:125-9.
70. Folliguet TA, Laborde F, Zannis K, *et al.* Sutureless percutaneous aortic valve replacement: results of two European centers. *Ann Thorac Surg* 2012;93:1483-8.
71. Holmes DR Jr, Mack MJ, Kaul S, *et al.* 2012 ACCF/AATS/SCAI/STS expert consensus document on transcatheter aortic valve replacement. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:1200-54.
72. Dewey TM, Herbert MA, Ryan WH, *et al.* Influence of surgeon volume on outcomes with aortic valve replacement. *Ann Thorac Surg* 2012;93:1107-12; discussion 12-3.
73. Gammie JS, Sheng S, Griffith BP, *et al.* Trends in

- mitral valve surgery in the United States: results from the Society of thoracic surgeons adult cardiac surgery database. *Ann Thorac Surg* 2009;87:1431-7; discussion 37-9.
74. Anyanwu AC, Bridgewater B, Adams DH. The lottery of mitral valve repair surgery. *Heart* 2010;96:1964-7.
75. Enriquez-Sarano M, Avierinos JF, Messika-Zeitoun D, *et al.* Quantitative determinants of the outcome of asymptomatic mitral regurgitation. *N Engl J Med* 2005;352:875-83.
76. Kang DH, Kim JH, Rim JH, *et al.* Comparison of early surgery versus conventional treatment in asymptomatic severe mitral regurgitation. *Circulation* 2009;119:797-804.
77. Montant P, Chenot F, Robert A, *et al.* Long-term survival in asymptomatic patients with severe degenerative mitral regurgitation: a propensity score-based comparison between an early surgical strategy and a conservative treatment approach. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;138:1339-48.
78. Rosenhek R, Rader F, Klaar U, *et al.* Outcome of watchful waiting in asymptomatic severe mitral regurgitation. *Circulation* 2006;113:2238-44.
79. Rosenhek R. Watchful waiting for severe mitral regurgitation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2011; 23:203-8.
80. Bonow RO, Carabello BA, Kanu C, *et al.* ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (writing committee to revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease): developed in collaboration with the Society of cardiovascular Anesthesiologists: endorsed by the Society for cardiovascular angiography and interventions and the Society of thoracic surgeons. *Circulation* 2006;114:e84-231.
81. Bridgewater B, Hooper T, Munsch C, *et al.* Mitral repair best practice: proposed standards. *Heart* 2006;92:939-44.
82. Bolling SF, Li S, O'Brien SM, *et al.* Predictors of mitral valve repair: clinical and surgeon factors. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1904-11; discussion 12.
83. Gammie JS, O'Brien SM, Griffith BP, *et al.* Influence of hospital procedural volume on care process and mortality for patients undergoing elective surgery for mitral regurgitation. *Circulation* 2007;115:881-7.
84. Perier P, Hohenberger W, Lakew F, *et al.* Toward a new paradigm for the reconstruction of posterior leaflet prolapse: midterm results of the "respect rather than resect" approach. *Ann Thorac Surg* 2008;86:718-25; discussion 18-25.
85. Gammie JS, Bartlett ST, Griffith BP. Small-incision mitral valve repair: safe, durable, and approaching perfection. *Ann Surg* 2009;250:409-15.
86. Gammie JS, Zhao Y, Peterson ED, *et al.* J. Maxwell Chamberlain Memorial Paper for adult cardiac surgery. Less-invasive mitral valve operations: trends and outcomes from the Society of thoracic surgeons adult cardiac surgery database. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1401-8, 10 e1; discussion 08-10.
87. Modi P, Hassan A, Chitwood WR Jr. Minimally invasive mitral valve surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;34: 943-52.
88. Cheng DC, Martin J, Lal A, *et al.* Minimally invasive versus conventional open mitral valve surgery: a meta-analysis and systematic review. *Innovations (Phila)* 2011;6:84-103.
89. Iribarne A, Russo MJ, Easterwood R, *et al.* Minimally invasive versus sternotomy approach for mitral valve surgery: a propensity analysis. *Ann Thorac Surg* 2010;90:1471-7; discussion 77-8.
90. Whitlow PL, Feldman T, Pedersen WR, *et al.* Acute and 12-month results with catheter-based mitral valve leaflet repair: the EVEREST II (Endovascular Valve Edge-to-Edge Repair) High Risk Study. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:130-9.
91. Shahian DM, Edwards FH. The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: introduction. *Ann Thorac Surg* 2009;88(Suppl 1):S1.
92. O'Brien SM, Shahian DM, Filardo G, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 2--isolated valve surgery. *Ann Thorac Surg* 2009;88 (1 Suppl):S23-42.
93. Shahian DM, O'Brien SM, Filardo G, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 3--valve plus coronary artery bypass grafting surgery. *Ann Thorac Surg* 2009;88(1 Suppl):S43-62.
94. Shahian DM, O'Brien SM, Filardo G, *et al.* The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: part 1--coronary artery bypass grafting

- surgery. *Ann Thorac Surg* 2009;88(1 Suppl):S2-22.
- 95.Choong CK, Sergeant P, Nashef SA, *et al.* The EuroSCORE risk stratification system in the current era: how accurate is it and what should be done if it is inaccurate? *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;35:59-61.
- 96.Nashef SA, Roques F, Sharples LD, *et al.* EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:734-44; discussion 44-5.
- 97.Miceli A, Bruno VD, Capoun R, *et al.* Mild renal dysfunction in patients undergoing cardiac surgery as a new risk factor for EuroSCORE. *Heart* 2011; 97:362-5.
- 98.Sergeant P, Meuris B, Pettinari M. EuroSCORE II, illum qui est gravitates magni observe. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:729-31.