

Original

Resultados de la cirugía coronaria en España. Análisis del conjunto mínimo básico de datos 2001-2020



Manuel Carnero-Alcázar^{a,*}, Lourdes Montero-Cruces^a, Daniel Pérez-Camargo^a,
Javier Cobiella-Carnicer^a, Rosa Beltrao Sial^b, Cristina Villamor-Jiménez^c y Luis C. Maroto-Castellanos^a

^a Servicio de Cirugía Cardíaca, Hospital Clínico San Carlos, CardioRed 1, Madrid, España

^b Servicio de Anestesiología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

^c Unidad de Medicina Hospitalista, Servicio de Medicina Interna, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 13 de abril de 2022

Aceptado el 19 de agosto de 2022

On-line el 26 de septiembre de 2022

Keywords:

Coronary surgery

Epidemiology

Coronary Interventional Surgery

R E S U M E N

Introducción y objetivos: Analizar la evolución reciente del perfil de riesgo, la mortalidad y la actividad asistencial de la cirugía coronaria en España.

Métodos: Se analizaron todos los episodios con códigos de procedimiento de cirugía aislada de revascularización coronaria del conjunto mínimo básico de datos en 2001-2020. El periodo de estudio se dividió en 4 etapas: 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 y 2016-2020. Se analizaron los cambios del volumen de actividad y los factores relacionados con la mortalidad hospitalaria mediante análisis de tendencia lineal y modelos multivariantes de regresión logística.

Resultados: Se incluyeron 96.073 episodios de donde se realizó una cirugía coronaria aislada. Se observó una reducción del volumen anual de cirugías de 6.134 en 2001 a 3.421 en 2020, y un aumento de la ratio intervencionismo coronario/cirugía de 2,4 a 8. Entre el primero y el último periodo, se produjo un aumento de casi todas las comorbilidades con un incremento del índice de Charlson medio de 2,99 a 3,68 ($p < 0,001$). Con todo, se redujo la mortalidad del 6,2 al 2,6% ($p < 0,001$) y del índice de mortalidad ajustado al riesgo de 1,84 a 0,51 ($p < 0,001$). El volumen de cirugías coronarias de los centros se asoció a una menor mortalidad de forma independiente ($p < 0,001$).

Conclusiones: Entre 2001 y 2020, se redujo de manera relevante el volumen de cirugía coronaria en España. A pesar de un empeoramiento del perfil de riesgo, detectamos una disminución de la mortalidad. El volumen de cirugías tiene un peso determinante en los resultados del proceso.

© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Outcomes after coronary artery bypass grafting in Spain. Minimum Basic Dataset Analysis from 2001 to 2020

A B S T R A C T

Introduction and objectives: To analyze the recent evolution of the risk profile, mortality and burden of healthcare delivery of coronary artery bypass grafting (CABG) in Spain.

Methods: Episodes with any isolated CABG coded procedure were retrieved from Minimum Basic Data Set between 2001 & 2020. The study period was divided in 4: 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 and 2016-2020. Changes in activity volume and factors associated to in-hospital mortality were analyzed using linear trend analysis and multivariate logistic regression models.

Results: We included 96,073 episodes in which isolated CABG was performed. A reduction in the annual volume of procedures was observed from 6134 in 2001 to 3421 in 2020, and an increase in the coronary intervention/surgery ratio from 2.4 to 8. Between the first and the last period, we detected an increase in the prevalence of almost all comorbidities with an uprising of mean Charlson's index from 2.99 to 3.68 ($P < .001$). Nevertheless, mortality was reduced from 6.2% to 2.6% ($P < .001$) and the risk-adjusted mortality rate from 1.84 to 0.51 ($P < .001$). The CABG volume of healthcare centers was independently associated to a lower mortality independently ($P < .001$).

Conclusions: Between 2001 and 2020, the volume of CABG in Spain was significantly reduced. Despite a worsening of the risk profile, we detected a decrease in mortality. The volume of procedures has a decisive impact in the performance of CABG.

© 2022 Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave:

Cirugía coronaria

Epidemiología

Intervencionismo coronario

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mcarneroalcazar@gmail.com (M. Carnero-Alcázar).

Introducción

La cirugía de revascularización miocárdica (CABG, del inglés «*coronary artery bypass grafting*») ha demostrado mejorar los síntomas y el pronóstico vital en pacientes con enfermedad coronaria extensa¹. Sin embargo, el paradigma del tratamiento de la cardiopatía isquémica ha cambiado de forma sustancial en los últimos 20 años debido a los avances en los tratamientos médico², percutáneo (PCI del inglés «*percutaneous coronary intervention*») y quirúrgico^{3–5}.

España es, según la OCDE⁶, uno de los países europeos con una de las ratios PCI/CABG más altas. Recientemente, un grupo de investigadores de distintos centros publicamos un análisis comparativo de la evolución de PCI y CABG en nuestro país entre 1998 y 2017, que vino a constatar la singularidad de nuestro país en el entorno de los países desarrollados⁷. Sin embargo, aún no se ha hecho un estudio descriptivo específico de la cohorte de enfermos sometidos a cirugía coronaria aislada en España con datos a nivel de paciente y a gran escala en nuestro país.

Aunque en 2021 se puso en marcha el Registro Español de Cirugía Cardíaca (RECC), aún no cuenta con un volumen de usuarios ni de datos lo suficientemente importante como para extraer de él información que sea representativa de la situación actual de la cirugía cardíaca. Por eso, una vez más recurrimos al conjunto mínimo básico de datos (CMBD), una fuente que, siendo administrativa, recoge de manera sistemática la información de la práctica totalidad de las altas de episodios de hospitalización o ambulatorios en el Sistema Nacional de Salud.

Aunque el uso de bases de datos administrativas tiene importantes limitaciones⁸ para evaluar indicadores clínicos, distintos estudios, como el ya mencionado en el párrafo anterior, han evaluado la utilidad del CMBD para el análisis de algunos procesos clínicos en España^{9–12}.

Por tanto, el objeto de este estudio fue analizar la evolución de las características y los resultados de CABG en España en el comienzo del siglo XXI, utilizando para ello el CMBD.

Métodos y materiales

Consideraciones éticas

Los datos del CMBD son públicos, y la cesión por parte del ministerio se hace tras una solicitud razonada que debe hacerse a través del portal del CMBD del Ministerio de Sanidad en <https://www.msbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/estadisticas/estMinisterio/SolicitudCMBD.htm>. La cesión de los datos se realizó en marzo de 2022, y se autorizó su acceso el día 4 abril de 2022. La manipulación, custodia y eliminación de los datos ofrecidos por el ministerio se ha realizado según las instrucciones que se pueden consultar en el mismo portal.

Selección de pacientes

El presente estudio se realizó siguiendo las recomendaciones *Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology* (STROBE).

Obtuvimos la información necesaria para este estudio del CMBD del Ministerio de Sanidad del Gobierno de España y del Instituto Nacional de Estadística. Los objetivos del estudio y el acceso a la información del CMBD fueron aprobados por el Área de Información y Estadísticas de Actividad Sanitaria (Instituto de Información Sanitaria, Ministerio de Sanidad). La información de diagnósticos y procedimiento del CMBD se codifica con códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) en su novena (hasta diciembre de 2015) y décima (desde 2016 hasta 2020).

El diagrama de flujos de selección de pacientes se puede observar en la [figura 1](#). Buscamos todos los episodios de hospitalización en el Sistema Nacional de Salud Español entre enero de 2001 y diciembre 2020 en los cuales se realizó algún procedimiento de cirugía coronaria. A continuación, se eliminaron aquellos registros en los que se llevó a cabo algún procedimiento concomitante ([tabla suplementaria 1](#) para los códigos de la CIE 9 y 10 usados para la selección de la muestra). También se excluyeron aquellos pacientes menores de 18 años y mayores de 100, enfermos intervenidos de cirugía coronaria en centros que no tuviesen en su cartera de servicios la cirugía cardíaca, o aquellos que fueron dados de alta menos de 3 días después de la cirugía con estado vivo para evitar errores de codificación. Los episodios correspondientes a enfermos que fueron trasladados de un centro a otro fueron consolidados en un solo episodio. Por último, cada episodio corresponde a un solo paciente, pero un paciente puede tener más de un episodio,

El periodo de estudio (2001-2020), fue dividido en 4 intervalos de 5 años: 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 y 2016-2020.

Volumen nacional de revascularizaciones y perfil de riesgo de los pacientes

Se estudió el número absoluto de CABG por año, el número de procedimientos por millón de habitantes y los cambios en la relación PCI/CABG. También se realizaron análisis adicionales para investigar las tendencias en el volumen indexado de cada tipo de procedimiento según sexo y edad. Para estimar la población nacional, se extrajeron datos del Instituto Nacional de Estadística¹³.

Los hospitales fueron clasificados según el volumen de procedimientos por año. Así, se dividieron en 4 grupos según el cuartil del volumen de intervenciones de CABG que realizaban cada año: Bajo volumen (cuartil 1), Bajo volumen intermedio (cuartil 2), Alto volumen intermedio (cuartil 3) y de Alto volumen (cuartil 4).

Los pacientes se clasificaron en 4 grupos según su edad (≤ 60 años, $> 60-\leq 70$, $> 70-\leq 80$ y > 80 años). Se analizó la evolución de la prevalencia de diversas comorbilidades. Se calculó el índice de Charlson modificado por edad^{14,15}. Además, se analizaron los componentes individuales de esta puntuación (antecedentes de infarto de miocardio, enfermedad renal, diabetes,...) y otras variables de procedimiento a lo largo del periodo de estudio ([tabla 1](#)).

Mortalidad

Analizamos la mortalidad hospitalaria no ajustada y ajustada, y sus cambios a lo largo del periodo de estudio.

Análisis estadístico

Las variables categóricas se representaron con frecuencias absolutas y relativas (%) y se compararon con la prueba de Chi-cuadrado. La normalidad de las variables cuantitativas se analizó con gráficas Q-Q, y se expresaron con media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico. No se hizo ninguna imputación de los valores faltantes. Las estadísticas se estimaron utilizando los datos disponibles. Las variables cuantitativas se compararon entre los períodos del estudio con un análisis de varianza o comparación no paramétrica de las medianas. Se realizaron contrastes *post hoc* para investigar la presencia de una tendencia lineal (LT). Se utilizó la reducción del riesgo relativo (RRR) y la *odds ratio* (OR) para representar la fuerza de asociación entre las diferentes variables y la mortalidad.

Se investigaron los factores asociados a la mortalidad. Para ello, se seleccionó de manera aleatoria el 70% de la muestra y se crearon modelos multivariantes incluyendo variables con valor teórico y variables relacionadas con la mortalidad (significación estadística $p < 0,1$) en un análisis univariable. Para la creación de estos modelos, se excluyó el periodo de estudio. Los mejores modelos fueron seleccionados en base al valor del criterio de información de Akaike, R2 y su área bajo la curva. Se estimaron las OR de las covariables

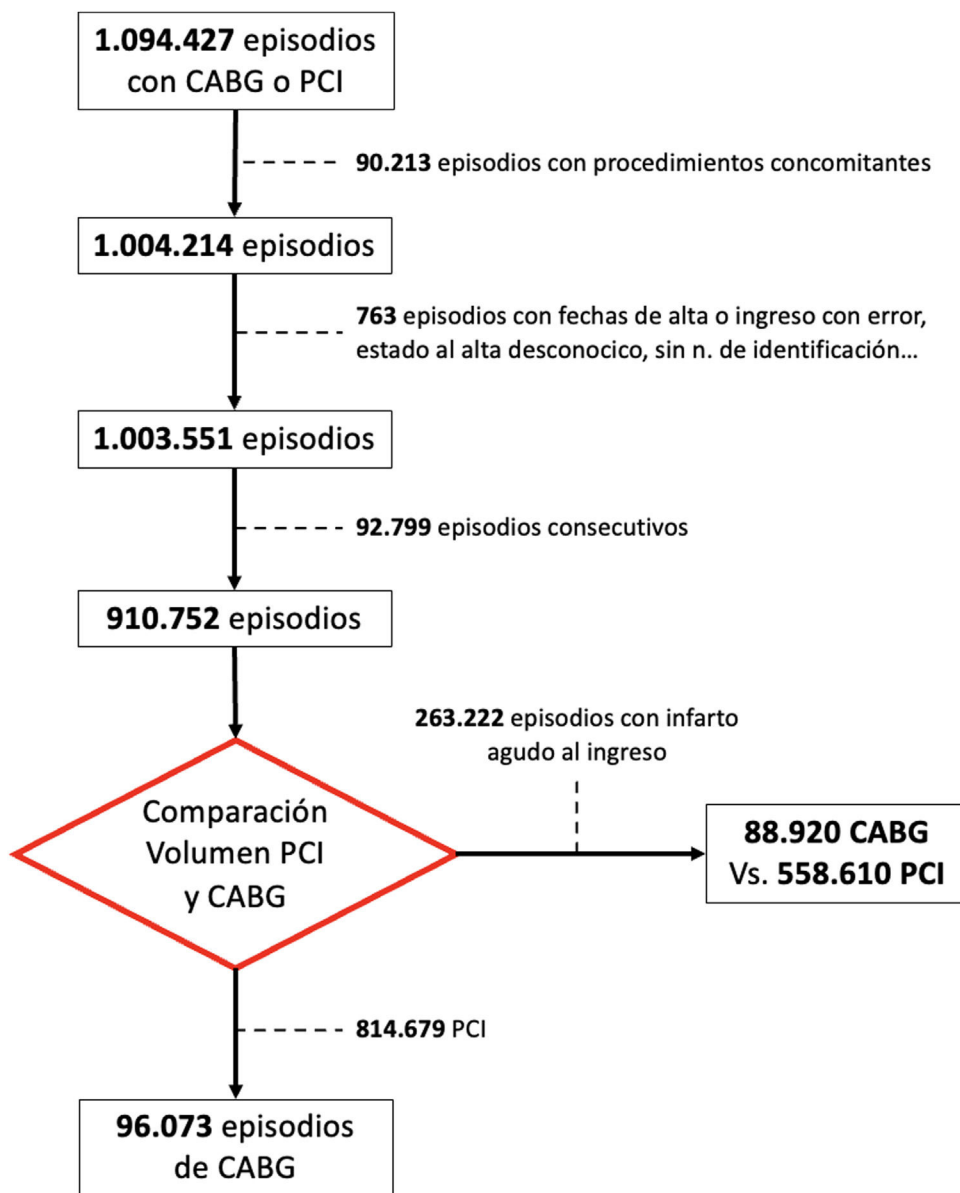


Figura 1. Flujo de pacientes del estudio. *Coronary artery bypass grafting* (CABG) se refiere a cirugía coronaria y *Percutaneous Coronary Intervention* (PCI) se refiere a intervención coronaria percutánea.

Tabla 1
Códigos de diagnóstico y procedimiento CIE 9 y CIE 10 más relevantes

	CIE 9	CIE 10
Cirugía de revascularización miocárdica	36.1x	0210xxx,0211xxx,0212xxx,0213xxx
Procedimiento percutáneo intervencionista	00.66, 36.03, 36.06, 36.07, 36.09	0270xxx, 0271xxx,0272xxx,0273xxx
Procedimientos concomitantes excluidos	35.xx, 37.3x, 37.51, 38.44, 38.45, 39.1x, 39.2x, 39.3x, 37.90	027Fxxx, 027Gxxx, 02NFxxx, 02NGxxx, 02Vxxxx, 027Jxxx, 02NJxxx, 02Nxxxx, 02Rxxxx, 02Qxxxx, 028xxxx, 02Bxxxx, 02Cxxxx, 02Fxxxx, 02Hxxxx, 02Jxxxx, 02Kxxxx, 02Nxxxx, 02Pxxxx, 02Uxxxx, 02Wxxxx, 02Yxxxx, 025xxxx
Infarto agudo de miocardio con BCRI o síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST	410.x1	I21.x9, I21.x1, I21.x, I21.4, I21.3, I21.9

BCRI: bloqueo completo de rama izquierda; CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades.

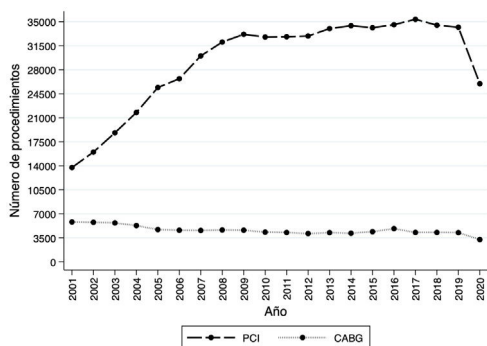


Figura 2. Volumen de intervencionismo percutáneo y cirugías coronarias. CABG se refiere a cirugía coronaria y PCI se refiere a intervencionismo coronario percutáneo.

mediante *bootstrapping*. Se recalculó el modelo si el factor VIF de alguna covariable fue mayor de 2 (lo que indicaría una colinealidad moderada-alta).

Se estimó el riesgo de mortalidad hospitalaria en base al modelo anterior y se evaluó su calibración y discriminación en el grupo de validación (el 30% restante de muestra). Se usó el área bajo la curva, la pendiente de calibración y la calibración en el largo. Si el modelo tubo fue discriminativo y con buena capacidad de calibración, se calculó la probabilidad de muerte en base a aquel en el grupo de validación. Se dividió la mortalidad observada por la esperada en dicho grupo en cada año para evaluar la evolución del índice de mortalidad ajustada al riesgo (IMAR) a lo largo de toda la serie¹¹.

Por último, se analizó la suma acumulativa de la mortalidad ajustada al riesgo mediante curvas CUSUM. Las curvas CUSUM miden el efecto de la curva de aprendizaje sobre el control de la variabilidad de un evento (en este caso la mortalidad). Una pendiente negativa refleja un mayor control de la variabilidad del proceso, y una rotura estructural de la banda inferior supone un control del proceso mejor de los esperado.

El análisis estadístico se realizó con Stata® v.15.0 (StataCorp. 2017. Stata Statistical Software:Release 15.College Station, TX: StataCorp LLC.)

Resultados

Volumen de la cirugía de revascularización miocárdica a nivel nacional

Entre 2001 y 2020, se registraron 910.752 episodios hospitalarios en los que se produjo algún tipo de revascularización coronaria.

De estos, 263.222 correspondieron a pacientes que fueron intervenidos en el contexto de un infarto agudo de miocardio. Excluimos a estos pacientes para analizar el volumen de PCI y CABG a lo largo de la serie. En la **figura 2** se representa la evolución de la actividad anual de CABG y PCI. Observamos un incremento acelerado de PCI entre 2001 y 2009 hasta los 32.000 procedimientos anuales. Posteriormente y hasta 2019, se registró un aumento más lento hasta algo más de 35.000 intervenciones percutáneas. En 2020, probablemente a raíz de la pandemia por SARS-CoV-2, se produjo una disminución muy intensa del volumen de PCI hasta 25.961 revascularizaciones anuales, un nivel similar al de 2005. El volumen de CABG, por otro lado, experimentó una disminución significativa a lo largo de todo el periodo de estudio que se aceleró acusadamente en 2020. En la **figura suplementaria 1** se aprecia la ratio entre PCI y CABG en enfermos sin infarto agudo de miocardio.

A continuación, eliminamos todos aquellos episodios de pacientes sometidos exclusivamente a una PCI durante su ingreso, de manera que quedaron 96.073 episodios de enfermos sometidos a CABG con o sin infarto al ingreso (**fig. 1**). En la **figura 3** se representa

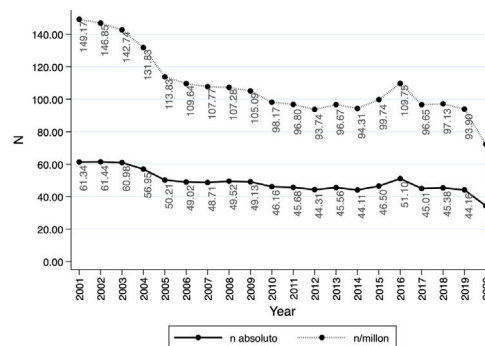


Figura 3. Número de cirugías coronarias absoluto dividido por 100 y número de cirugías coronarias por millón por año.

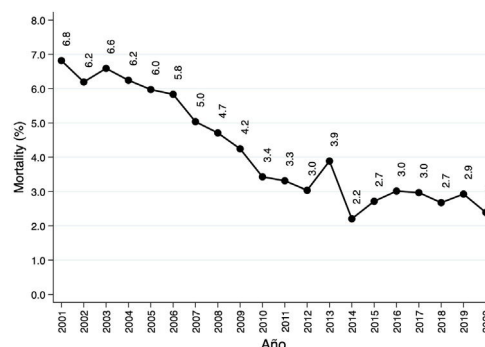


Figura 4. Mortalidad hospitalaria por año.

el número total de procedimientos CABG y el volumen de intervenciones por millón de habitantes. Desde 2001 a 2019 se produjo una disminución del 28% de la actividad (6.135 vs. 4.416), y solo en 2020, debido a la pandemia, se produjo una reducción del 22,3%. La **figura suplementaria 2** representa la mediana, el cuartil 1 y cuartil 3 del volumen de cirugías por centro en cada año. En ella se aprecia una reducción sostenida de la actividad de los centros. De esta figura también se puede deducir la clasificación de los centros según el volumen de CABG. Por ejemplo, un centro que realizó 90 cirugías coronarias en 2008 se incluyó en el grupo de actividad media baja (mediana 2018 [101] > volumen del centro [90] > percentil 25 [60]).

Perfil de riesgo de los pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica

En la **tabla 2** se detallan las características basales de los pacientes intervenidos de CABG según el periodo de estudio. En el primer periodo, se registraron 29.093 intervenciones coronarias, en el segundo 24.253, en el tercero 22.615 y en el último 20.112. En general, se observó un incremento de la frecuencia de todos los factores de riesgo de mortalidad hospitalaria a lo largo de los 4 periodos del estudio. Las prevalencias de pacientes intervenidos en situación de infarto agudo en el ingreso o con antecedentes de infarto previo se mantuvieron más o menos estables a lo largo del tiempo. Disminuyó de manera significativa la prevalencia de pacientes reoperados y aumentó la de los pacientes con PCI previa (6,6% en el primer periodo vs. 17,1% en el último).

Mortalidad hospitalaria

En la **tabla 3** se aprecian la mortalidad hospitalaria global y en algunos subgrupos de interés. Se produjo una disminución de la mortalidad bruta del 6,8 vs. 2,4% (p_{LT} < 0,001, Reducción relativa del riesgo del 64,7%) en toda la serie (**fig. 4**). La reducción de la

Tabla 2
Distribución de variables basales en los periodos de estudio

N.º	2001/2005	2006/2010	2011/2015	2016/2020	Total	Valor de p
<i>Edad</i>						<0,001
≤ 60	7.992 (27,5)	6.517 (26,9)	6.090 (26,9)	2.566 (25,7)	25.759 (26,8)	
60/≤ 70	9.990 (34,3)	7.868 (32,4)	7.817 (34,6)	7.318 (36,4)	32.993 (34,3)	
70/≤ 80	10.297 (35,4)	8.700 (35,9)	7.311 (32,3)	6.522 (32,4)	32.830 (34,2)	
> 80	814 (2,8)	1.169 (4,8)	1.396 (6,2)	1.112 (5,5)	4.491 (4,7)	
<i>Sexo mujer</i>	5.878 (20,2)	4.431 (18,3)	3.767 (16,7)	3.157 (15,7)	17.233 (17,9)	<0,001*
SCASEST ^a	811 (19,8)	795 (19,3)	869 (20,7)	761 (22,2)	21.442 (22,3)	<0,001
IAM ingreso ^b	188 (4,6)	225 (5,5)	221 (5,3)	181 (5,3)	5.669 (5,9)	<0,001*
IAM previo ^c	6.131 (21,1)	5.193 (21,4)	4.636 (20,5)	4.105 (20,4)	20.065 (20,9)	<0,001
IC al ingreso	209 (7,2)	2.371 (9,8)	2.470 (10,9)	2.333 (11,6)	9.273 (9,7)	<0,001*
Arteriopatía periférica	2.297 (7,9)	2.466 (10,2)	2.393 (10,6)	2.217 (11)	9.373 (9,8)	<0,001*
Vasculopatía cerebral	1.110 (3,8)	1.354 (5,6)	1.425 (6,3)	1.422 (7,1)	5.311 (7,1)	<0,001*
Diabetes	9.475 (32,6)	9.242 (38,1)	9.370 (41,4)	9.026 (44,9)	37.113 (38,6)	<0,001*
ERC	615 (2,1)	1.301 (5,4)	1.910 (8,5)	1.952 (9,7)	5.778 (6)	<0,001*
EPOC	1.453 (5)	1.499 (6,2)	1.429 (6,3)	1.807 (9)	6.188 (6,4)	<0,001
E. hepática ^d	356 (1,2)	388 (1,6)	557 (2,5)	691 (3,4)	1.992 (2,1)	<0,001*
Índice de Charlson	2,99 (1,5)	3,28 (1,67)	3,43 (1,78)	3,68 (1,85)	3,31 (1,71)	<0,001*
PCI mismo episodio ^e	472 (1,6)	505 (2,1)	618 (2,7)	418 (2,1)	2.013 (2,1)	<0,001
PCI previa	1.926 (6,6)	2.586 (10,7)	3.227 (14,3)	3.447 (17,1)	11.186 (11,6)	<0,001*
CABG previa	1.325 (4,6)	517 (2,1)	124 (0,6)	235 (1,2)	2.021 (2,3)	<0,001
Ingreso no programado	17.732 (61)	1.4427 (60,3)	13.003 (57,8)	11.163 (55,5)	5.6370 (58,9)	<0,001*
Doble mamaria	3.495 (12)	3.337 (13,8)	5.270 (233)	5.028 (25)	17.130 (17,8)	<0,001*
Sin CEC	10.565 (36,9)	8.079 (34)	7.120 (32,4)	6.889 (35)	32.653 (34,7)	<0,001
<i>Volumen de centro</i>						<0,001
Alto	4.232 (14,6)	2.564 (10,6)	2.351 (10,4)	2.254 (11,2)	11.401 (11,9)	
Intermedio-alto	5.857 (20,2)	4.914 (20,3)	4.518 (20,1)	4.262 (21,3)	19.551 (20,4)	
Intermedio-bajo	8.084 (27,9)	7.082 (29,3)	6.427 (28,5)	5.439 (27,1)	27.032 (28,2)	
Bajo	10.858 (37,4)	9.616 (39,8)	9.227 (41)	8.103 (40,4)	37.804 (39,5)	

CEC: circulación extracorpórea; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; ERC: enfermedad renal crónica; IAM: infarto agudo de miocardio; IC: insuficiencia cardiaca al ingreso; PCI: *Percutaneous Coronary Intervention*; SCASEST: síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST.

Los datos se muestran en forma de frecuencia absoluta y porcentaje por columna.

^a SCASEST: ingreso en el mismo episodio de la revascularización por síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST.

^b IAM ingreso: infarto agudo de miocardio con elevación de ST o BCRI de nueva aparición como motivo de ingreso en el episodio de la revascularización.

^c IAM previo: historia de infarto agudo de miocardio previo al ingreso de la intervención.

^d E. hepática: definición de enfermedad hepática moderada o severa según la definición del Índice de Charlson¹⁴.

^e Intervencionismo percutáneo coronario en el mismo ingreso.

* *Test post hoc* de tendencia lineal.

Tabla 3
Mortalidad hospitalaria

N.º	2001/2005	2006/2010	2011/2015	2016/2020	Total	Valor de p
<i>Mortalidad</i>	1.799 (6,2)	1.104 (4,6)	770 (3,4)	527 (2,6)	4.200 (4,4)	<0,001*
<i>Mx sin IAM al ingreso</i>	1.595/27.273 (5,9)	985/22.800 (4,3)	681/21.255 (3,2)	473/19.076 (2,5)	2.734/90.404 (4,1)	<0,001*
<i>Mortalidad por grupo edad</i>						<0,001
≤ 60	231/7.992 (2,9)	139/6.517 (2,1)	93/6.090 (1,5)	60/5.160 (1,2)	523/25.759 (2)	
60/≤ 70	561/9.990 (5,6)	275/7.868 (3,5)	212/7.816 (2,7)	154/7.318 (2,1)	1.202/32.992 (3,6)	
70/≤ 80	901/10.297 (8,8)	566/8.700 (6,5)	358/7.311 (4,9)	238/6.522 (3,7)	2.063/32.830 (6,3)	
> 80	106/814 (13)	124/1.169 (10,6)	107/1.396 (7,7)	75/1.112 (6,7)	412/4.491 (9,2)	
<i>Sexo</i>						<0,001
Varón	1.353/23.207 (5,8)	825/19.822 (4,2)	607/18.843 (3,2)	421/16.955 (2,5)	3.206/78.826 (4,1)	
Mujer	446/5.878 (7,6)	279/4.431 (6,3)	163/3.767 (4,3)	106/3.157 (3,4)	994/17.233 (5,8)	
<i>CEC</i>						<0,001
Sin CEC	577/10.814 (5,3)	392/8.327 (4,7)	259/7.407 (3,5)	198/7.081 (2,8)	1.426/33.629 (4,2)	
Con CEC	1.222/18.279 (6,7)	712/15.926 (4,5)	511/15.208 (3,4)	329/13.031 (2,5)	2.774/62.443 (4,4)	
<i>Volumen CABG</i>						<0,001
Cuartil bajo	343/4.233 (8,1)	127/2.564 (5)	90/2.351 (3,8)	64/2.254 (2,8)	624/11.402 (5,5)	
Cuartil intermedio-bajo	460/5.857 (7,9)	255/4.914 (5,2)	166/4.518 (3,7)	137/4.262 (3,2)	1.018/19.551 (5,2)	
Cuartil intermedio-alto	514/8.084 (6,4)	336/7.082 (4,7)	250/6.425 (3,9)	127/5.439 (2,3)	1.227/27.030 (4,5)	
Cuartil alto	480/10.858 (4,4)	383/9.616 (4)	258/9.227 (2,8)	197/8.103 (2,4)	1.318/37.804 (3,5)	

CABG: Coronary Artery Bypass Grafting; CEC: circulación extracorpórea; IAM: infarto agudo de miocardio; Mx: mortalidad.

Los datos se muestran en forma de frecuencia absoluta y porcentaje por columna.

* *Test post hoc* de tendencia lineal.

mortalidad fue de más del 50% en todos los grupos de edad y, en general, se multiplicó por 2, 3 y 4 de un estrato al siguiente: < 60 años: 2%, 60–70 años: 3,6%, 70–80 años: 6,3% y > 80 años: 9,2%. También se redujo la mortalidad independientemente de si la intervención se realizó con o sin CEC, y en todos los cuartiles de centros

según su actividad quirúrgica. En ese sentido, conviene advertir que existen diferencias en la mortalidad de más de un 36% (5,5 vs. 3,5%) entre los centros de menor y mayor actividad (tabla 3).

En la tabla 4 se muestran todos los factores asociados a un incremento de la mortalidad en el modelo de regresión multivariable

Tabla 4
Factores asociados a mortalidad hospitalaria en la muestra de entrenamiento

Variable	OR (IC 95%)	Valor de p
Comunidad autónoma	No mostrado	<0,001
Volumen (referencia cuartil bajo)		
Intermedio-bajo	0,85 (0,73; 0,97)	0,016
Intermedio-alto	0,77 (0,68; 0,88)	<0,001
Alto	0,7 (0,61; 0,87)	<0,001
Rangos edad (referencia ≤ 60 años)		
60/≤ 70	1,84 (1,62; 2,09)	<0,001
70/≤ 80	3,33 (2,95; 3,77)	<0,001
> 80	5,02 (4,24; 5,94)	<0,001
Sexo femenino	1,21 (1,11; 1,36)	<0,001
IAM previo al ingreso	2,04 (1,88; 2,22)	<0,001
SCAEST al ingreso	1,11 (1,01; 1,21)	0,027
Ingreso no programado	1,3 (1,2; 1,41)	<0,001
Insuficiencia cardiaca al ingreso	2,96 (2,7; 3,24)	<0,001
Vasculopatía periférica	1,35 (1,2; 1,51)	<0,001
Vasculopatía cerebral	1,46 (1,28; 1,68)	<0,001
Cirugía con circulación extracorpórea	1,08 (1; 1,18)	0,061
Enfermedad renal crónica	1,47 (1,3; 1,67)	<0,001
Ingreso no programado	1,31 (1,2; 1,42)	<0,001
E. hepática moderada/grave ^a	13,01 (8,71; 19,44)	<0,001

IAM: infarto agudo de miocardio; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; OR: odds ratio; SCAEST: síndrome coronario agudo sin elevación del segmento ST.

^a E. hepática moderada o grave: definición de enfermedad hepática moderada o severa según la definición del Índice de Charlson¹⁴.

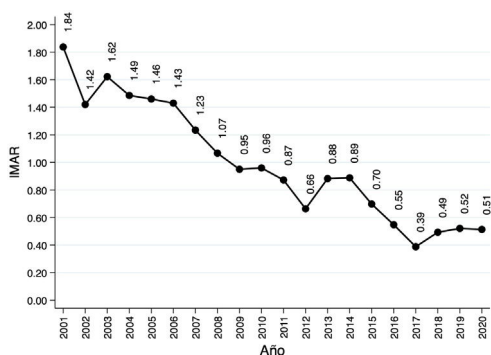


Figura 5. Índice de mortalidad ajustada al riesgo (IMAR) por año.

estimado por *bootstrapping* en la muestra de entrenamiento. Ningún factor tuvo un VIF superior a 1,2. Se aprecia el significativo impacto en la mortalidad de factores como el volumen bajo de intervenciones o la comunidad autónoma donde los pacientes fueron intervenidos (esta información no se muestra por no ser el objetivo del presente análisis). La mortalidad aumentó de manera significativa con la edad: en los mayores de 80 años fue 5 veces superior a la de los pacientes menores de 60 años, por ejemplo. La historia previa de infarto de miocardio y un ingreso por insuficiencia cardiaca aumentaron por encima de 2 la mortalidad hospitalaria. Por fin, es reseñable el importante riesgo asociado a la enfermedad hepática moderada o grave.

Este modelo tuvo muy buenas capacidades de calibración y discriminación en la muestra de validación (n=28.822) (figuras suplementarias 3 y 4). El área bajo la curva fue de 0,75 (IC 95%: 0,74-0,76). La pendiente de calibración fue de 0,99 y el punto de intersección con el 0 fue de 0,01). Con este modelo, estimamos el riesgo de mortalidad hospitalaria en la muestra de validación y dividimos la mortalidad observada en cada año por la media de la mortalidad esperada para evaluar la evolución de la mortalidad ajustada al riesgo. En la figura 5 se representa el IMAR en la muestra de validación: el índice de la mortalidad ajustada al riesgo según el modelo estimado cayó de 1,84 a 0,51 (p<0,001). Es decir, la mortalidad observada al final del periodo de estudio fue un 43% de la esperada.

En la tabla 2 se observa como apenas un tercio de los pacientes fueron intervenidos en centros de volumen intermedio o alto. La mayoría (67,7%) fueron intervenidos en centros de volumen bajo o intermedio-bajo. En las tablas 3 y 4 se observa una relación inversamente proporcional entre la mortalidad y el volumen de intervenciones CABG del centro. Además, en las figuras 6-A-D se representan las curvas CUSUM ajustadas al riesgo en la muestra de validación. Observamos cómo se produjo una brecha estructural (que indicó una reducción significativa de la variabilidad de la mortalidad) más precoz para aquellos pacientes intervenidos en centros de volumen alto o intermedio-bajo, seguida de la de los intervenidos en centros de volumen intermedio-alto y que fue muy tardía (orden de caso ~ 7.000) para centros de baja actividad. Estos datos indican que el control sobre la variabilidad de la mortalidad hospitalaria se alcanzó de una manera mucho más lenta en los centros de menor volumen.

Discusión

El volumen de cirugía coronaria en España es bajo, con menos de 100 cirugías por millón de habitantes desde 2011, y con más del 50% de los centros interviniendo menos de 75 CABG aisladas al año. Estos hallazgos confirman las observaciones de EuroSTAT y los informes de la OCDE⁵, que sitúan a España a la cola de los países desarrollados en lo que a revascularizaciones quirúrgicas se refiere.

La relación PCI/CABG en el último período de estudio fue de 8. En el informe *Health at a Glance*⁶ de 2016, la relación ICP/CABG fue de 7,3 en España, cercana a la observada en este estudio y más del doble de la media de los países incluidos en el informe: 3,55. En otros países, se han producido cambios similares. Por ejemplo, el análisis del Registro Nacional de Pacientes Hospitalizados en EE. UU.¹⁶ se encontró una disminución del volumen de CABG del 116% entre 1998 y 2015 y del 14% entre 2001 y 2007 con una estabilización del volumen de ICP¹⁷. En el registro del Estado de Nueva York se observó un aumento de la relación PCI/CABG entre 1994 y 2008, de 1,12 a 5,14¹⁸. La relación observada en el presente estudio, sin embargo, es difícil de comparar ya que hemos excluido las revascularizaciones entre pacientes con infarto agudo de miocardio que se consideraron en otros informes. Por lo tanto, la relación PCI/CABG en España podría ser aún mayor. Esta gran diferencia en nuestro país puede deberse a varios factores como sesgos en la indicación terapéutica, dificultades para acceder a una de las terapias, baja indicación de revascularización, o a que las características de la cardiopatía coronaria en la población española son diferentes de las de otros países desarrollados.

No parece, de cualquier modo, deberse esta situación tan excepcional a los malos resultados de la cirugía, puesto que, en los últimos 20 años, se ha producido una reducción relativa de la mortalidad del 64,5% (6,8 vs. 2,4%). Además, este descenso se ha conseguido en un escenario adverso, con un marcado empeoramiento del perfil de riesgo de los pacientes. Así, el índice de mortalidad ajustado al riesgo varió de 1,84 a 0,51, es decir, de un exceso de mortalidad frente a la prevista del 84% a una reducción del 49%. En general, el peor perfil de riesgo de los pacientes es coherente con el envejecimiento progresivo y una mayor prevalencia y gravedad de los factores de riesgo cardiovascular observados en España y otros países^{19–21}.

Otro hallazgo que apunta a la mejora del proceso de CABG en España a nivel nacional fue que, en 2020, frente a una reducción intensa del volumen de actividad de más del 20%, la escasez de recursos y el incremento de la presión asistencial, se consiguió mantener la mortalidad y reducir ligeramente la mortalidad ajustada. Por ejemplo, un estudio reciente de un grupo colaborativo de la Sociedad Española de Cardiología detectó un incremento en 5 veces de la mortalidad hospitalaria por infarto agudo de miocardio²²

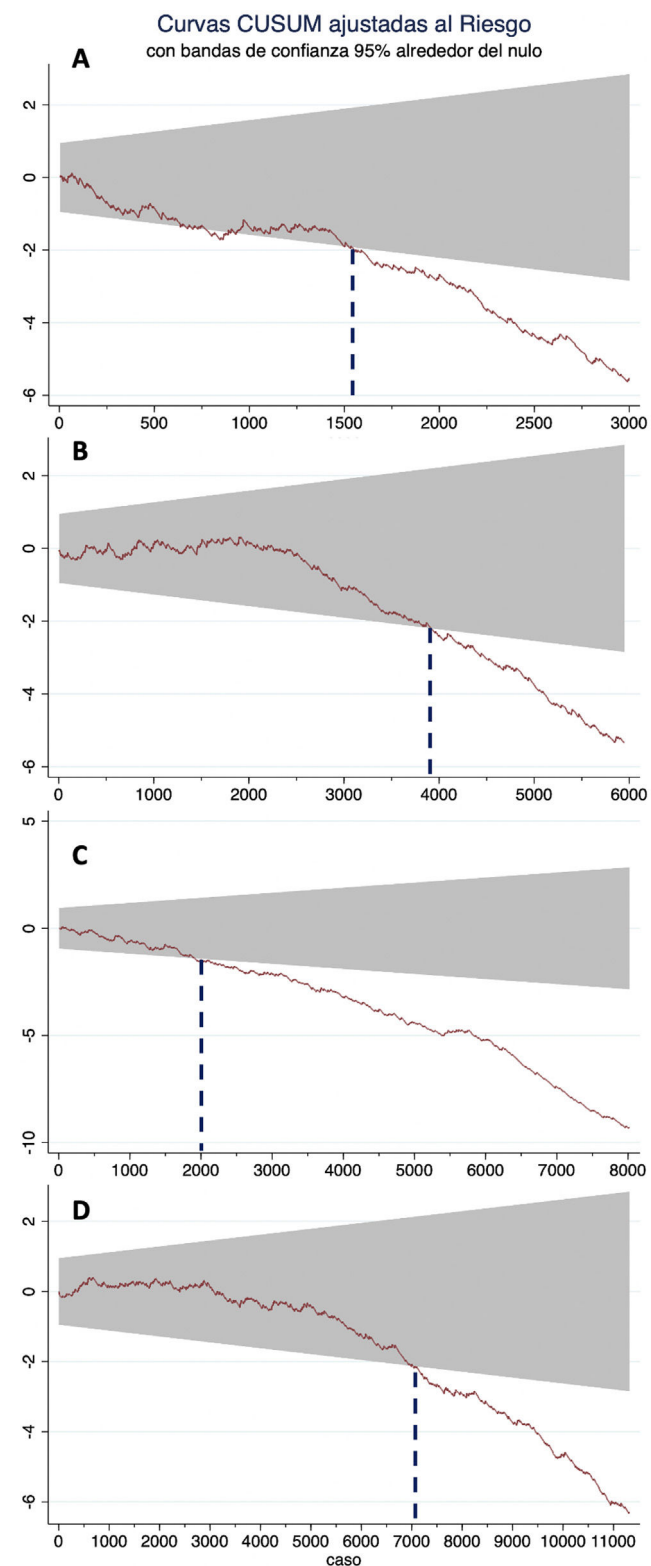


Figura 6. Curvas CUSUM por centros según su cuartil de actividad. A) Volumen alto. B) Volumen intermedio-alto. C) Volumen intermedio-bajo. D) Volumen bajo. Marca discontinua en los puntos de brecha estructural.

en 2020, mientras que el Registro Nacional Británico detectó un aumento del riesgo relativo de muerte procedimiento en PCI de un 47% (2,8 vs. 1,9%)²³ en el mismo periodo.

La actividad media de los centros españoles está muy por debajo de las 200 intervenciones/año que las Guías Europeas de Práctica Clínica recomiendan para mantener programas de CABG que aseguren unos estándares apropiados de efectividad del proceso, seguridad del paciente, formación del profesional y ahorro de costes¹. Sin embargo, y aún en los volúmenes de CABG tan bajos en los que nos movemos en nuestro país, observamos que los centros de más actividad se asociaron a una menor mortalidad hospitalaria y a curvas de aprendizaje más cortas que los centros de menor volumen. Probablemente, una reordenación de la cartera de servicios del Sistema Nacional de Salud con una mayor concentración de la actividad haría mejorar aún más los resultados.

Limitaciones

Estas conclusiones deben tomarse con cautela debido a posibles sesgos de codificación y otros inherentes a los análisis de bases de datos administrativas. Más allá de un cambio real, la variación en la prevalencia de comorbilidades también puede explicarse por cambios y errores en la codificación durante todo el período de estudio. No pudimos estimar los riesgos operativos o cardiovasculares según las puntuaciones clínicas validadas en cirugía cardiaca (como EuroSCORE) dado que los ítems de estas puntuaciones no están disponibles en el CMBD. El CMBD no contiene información sobre la actividad privada en España, que representa el 10% de la prestación de asistencia sanitaria en España.

La evaluación periódica del rendimiento de los procesos asistenciales en cirugía cardiaca es un elemento clave de la mejora continuada de nuestra especialidad. Hacerlo mediante bases de datos administrativas no es lo más apropiado por las limitaciones antes expuestas. En este contexto, la Sociedad Española de Cirugía Cardiovascular y Endovascular ha desarrollado el RECC, un registro clínico, a nivel de paciente, prospectivo y auditable que puede ser la herramienta que necesitemos para superar estas carencias.

Responsabilidades éticas

Los datos del CMBD son públicos y la cesión por parte del ministerio se hace tras una solicitud razonada que debe hacerse a través del portal del CMBD del Ministerio de Sanidad en <https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/estadisticas/estMinisterio/SolicitudCMBD.htm>.

La cesión de los datos se realizó en marzo de 2022 y se autorizó su acceso el día 4 abril de 2022. La manipulación, custodia y eliminación de los datos ofrecidos por el ministerio se ha realizado según las instrucciones que se pueden consultar en el mismo portal.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.circv.2022.08.003](https://doi.org/10.1016/j.circv.2022.08.003).

Bibliografía

1. Sousa-Uva M, Neumann F-J, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2019;55:4–90.

2. Maron DJ, Hochman JS, Reynolds HR, Bangalore S, O'Brien SM, Boden WE, et al. Initial Invasive or Conservative Strategy for Stable Coronary Disease. *N Engl J Med*. 2020;382:1395–407.
3. Serruys PW, Morice M-C, Kappetein AP, Colombo A, Holmes DR, Mack MJ, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2009;360:961–72.
4. Farkouh ME, Domanski M, Sleeper LA, Siami FS, Dangas G, Mack M, et al. Strategies for multivessel revascularization in patients with diabetes. *N Engl J Med*. 2012;367:2375–84.
5. Stone GW, Kappetein AP, Sabik JF, Pocock SJ, Morice M-C, Puskas J, et al. Five-Year Outcomes after PCI or CABG for Left Main Coronary Disease. *N Engl J Med*. 2019;381:1820–30.
6. OECD, European Union. Health at a Glance: Europe 2016: State of Health in the EU Cycle. OECD, 2016 doi: 10.1787/9789264265592-en.
7. Carnero Alcázar M, Hernández-Vaquero D, Cubero-Gallego H, López Menéndez J, Piñón M, Albors Martín J, et al. Retrospective cohort analysis of Spanish national trends of coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary intervention from 1998 to 2017. *BMJ Open*. 2021;11:e046141.
8. Mack MJ, Herbert M, Prince S, Dewey TM, Magee MJ, Edgerton JR. Does reporting of coronary artery bypass grafting from administrative databases accurately reflect actual clinical outcomes? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;129:1309–17.
9. Cequier Á, Ariza-Solé A, Elola FJ, Fernández-Pérez C, Bernal JL, Segura JV, et al. Impact on Mortality of Different Network Systems in the Treatment of ST-segment Elevation Acute Myocardial Infarction. The Spanish Experience. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2017;70:155–61.
10. Íñiguez Romo A, Bertomeu Martínez V, Rodríguez Padial L, Anguita Sánchez M, Ruiz Mateas F, Hidalgo Urbano R, et al. The RECALCAR Project Healthcare in the Cardiology Units of the Spanish National Health System, 2011 to 2014. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2017;70:567–75.
11. Goicolea Ruigómez FJ, Elola FJ, Durante-López A, Fernández Pérez C, Bernal JL, Macaya C. Coronary artery bypass grafting in Spain Influence of procedural volume on outcomes. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2020;73:488–94.
12. Bertomeu V, Cequier Á, Bernal JL, Alfonso F, Anguita MP, Muñoz J, et al. In-hospital mortality due to acute myocardial infarction. Relevance of type of hospital and care provided. RECALCAR study. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2013;66:935–42.
13. INE. Instituto Nacional de Estadística. INE. [consultado 13 Mar 2021] Disponible en: <https://www.ine.es/>.
14. Charlson M, Szatrowski TP, Peterson J, Gold J. Validation of a combined comorbidity index. *J Clin Epidemiol*. 1994;47:1245–51.
15. Sun JW, Rogers JR, Her Q, Welch EC, Panozzo CA, Toh S, et al. Validation of the Combined Comorbidity Index of Charlson and Elixhauser to Predict 30-Day Mortality Across ICD-9 and ICD-10. *Med Care*. 2018;56:812.
16. Becker ER, Granzotti AM. Trends in In-hospital Coronary Artery Bypass Surgery Mortality by Gender and Race/Ethnicity -1998-2015: Why Do the Differences Remain? *J Natl Med Assoc*. 2019;111:527–39.
17. Epstein AJ, Polsky D, Yang F, Yang L, Groeneveld PW. Coronary revascularization trends in the United States, 2001–2008. *JAMA*. 2011;305:1769–76.
18. Ko W, Tranbaugh R, Marmur JD, Supino PG, Borer JS. Myocardial Revascularization in New York State: Variations in the PCI-to-CABG Ratio and Their Implications. *J Am Heart Assoc*. 2012;1:e001446.
19. Beckmann A, Meyer R, Lewandowski J, Markewitz A, Harringer W. German Heart Surgery Report 2018: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;67:331–44.
20. Cornwell LD, Omer S, Rosengart T, Holman WL, Bakaeen FG. Changes over time in risk profiles of patients who undergo coronary artery bypass graft surgery: The Veterans Affairs Surgical Quality Improvement Program (VASQIP). *JAMA Surg*. 2015;150:308–15.
21. Vora AN, Dai D, Gurm H, Amin AP, Messenger JC, Mahmud E, et al. Temporal Trends in the Risk Profile of Patients Undergoing Outpatient Percutaneous Coronary Intervention: A Report from the National Cardiovascular Data Registry's CathPCI Registry. *Circ Cardiovasc Interv*. 2016;9:e003070.
22. Rodríguez-Leor O, Cid-Álvarez B, Pérez de Prado A, Rossello X, Ojeda S, Serrador A, et al. Impact of COVID-19 on ST-segment elevation myocardial infarction care. The Spanish experience. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2020;73:994–1002.
23. Mohamed MO, Kinnaird T, Curzen N, Ludman P, Wu J, Rashid M, et al. In-Hospital and 30-Day Mortality After Percutaneous Coronary Intervention in England in the Pre-COVID and COVID Eras. *J Invasive Cardiol*. 2021;33:E206–19.