

# No hay relación entre el volumen quirúrgico y la mortalidad en los servicios de cirugía cardiaca en España

Ignacio Díaz de Tuesta<sup>a</sup>, José Cuenca<sup>b</sup>, Pedro C. Fresneda<sup>c</sup>, Manuel Calleja<sup>d</sup>, Rafael Llorens<sup>e</sup>, Gonzalo Aldámiz<sup>f</sup>, Eduardo Olalla<sup>g</sup> y Fernando Reguillo<sup>h</sup>; Grupo Xcellent

<sup>a</sup>USP La Colina. Tenerife. España.

<sup>b</sup>Hospital Juan Canalejo. A Coruña. España.

<sup>c</sup>Hospital Universitario Infanta Cristina. Badajoz. España.

<sup>d</sup>Hospital Virgen de la Salud. Toledo. España.

<sup>e</sup>Hospiten Rambla. Tenerife. España.

<sup>f</sup>Clínica Recoletos. Albacete. España.

<sup>g</sup>Hospital Clínico Virgen de la Victoria. Málaga. España.

<sup>h</sup>Hospital Clínico San Carlos. Madrid. España.

**Introducción y objetivos.** La relación entre el número de intervenciones cardiacas anuales (volumen) de un centro y sus resultados es controvertido. Varios estudios occidentales hallan una relación inversa volumen/mortalidad. Analizamos el número de intervenciones de algunos centros cardioquirúrgicos nacionales y su mortalidad bruta y ajustada a riesgo.

**Métodos.** Estudio observacional prospectivo de 6.054 pacientes intervenidos en 16 hospitales, correspondientes al 34% del total de la actividad cardioquirúrgica que se realizó en España durante el año 2004. Se analizaron los factores de riesgo y los resultados de cada paciente intervenido en los centros participantes. Los datos de cada centro fueron verificados por auditoría independiente. Se estimó el riesgo quirúrgico de cada paciente intervenido por los métodos de Parsonnet y EuroSCORE, con objeto de evaluar la mortalidad ajustada a riesgo.

**Resultados.** La mortalidad total fue del 7,7% (intervalo de confianza del 95%, 7%-8,4%). El índice de mortalidad ajustada a riesgo fue 0,81 por el método de Parsonnet y 1,12 por EuroSCORE. La correlación entre número de cirugías de un centro y mortalidad por el método de Pearson fue 0,065 para la mortalidad bruta, 0,092 para la mortalidad ajustada a riesgo por Parsonnet y 0,111 para la mortalidad ajustada por EuroSCORE. Descartando los centros con mortalidades más alta y más baja, los resultados fueron -0,464, -0,420 y -0,267 respectivamente.

**Conclusiones.** En España no hay relación estadísticamente significativa entre el número de intervenciones cardiacas de un centro y su mortalidad hospitalaria.

**Palabras clave:** Cirugía cardiaca. Mortalidad. Relación volumen-resultados. Estimación de riesgo.

Este proyecto no ha recibido financiación.

Correspondencia: Ignacio Díaz de Tuesta.  
Avda. Atlántico, 89. 38109 El Rosario. Santa Cruz de Tenerife. España.  
Correo electrónico: cardiac@tuesta.net

Recibido el 22 de junio de 2007.

Aceptado para su publicación el 30 de octubre de 2007.

## Absence of a Relationship Between Surgical Volume and Mortality in Cardiac Surgery Units in Spain

**Introduction and objectives.** The relationship between the annual number of cardiac procedures at a particular center (i.e., volume) and surgical outcome is controversial. Several studies in western countries indicate that there is an inverse relationship between surgical volume and mortality. We studied the number of procedures carried out at several cardiac surgery units in Spain and their relationship to overall and risk-adjusted mortality.

**Methods.** This prospective observational study carried out in 6054 patients undergoing cardiac surgery at 16 hospitals represents 34% of all cardiac surgery performed in Spain during 2004. Data on risk factors and outcomes for each patient treated at participating institutions were analyzed. Data from each center were checked by an external referee. Surgical risk was evaluated for each patient using the Parsonnet and EuroSCORE methods, with the aim of determining risk-adjusted mortality.

**Results.** Overall mortality was 7.7% (95% confidence interval, 7.0%–8.4%). The risk-adjusted mortality index was calculated to be 0.81 using the Parsonnet method, and 1.12 using EuroSCORE. The Pearson correlation coefficient for the relationship between the number of procedures carried out at a center and mortality was 0.065 for overall mortality, 0.092 for risk-adjusted mortality (Parsonnet method), and 0.111 for risk-adjusted mortality (EuroSCORE method). After discarding data from the two centers with highest and lowest mortality rates, respectively, the correlations were -0.464, -0.420 and -0.267, respectively.

**Conclusions.** No statistically significant relationship was found between the number of cardiac procedures carried out at a particular center in Spain and inhospital mortality.

**Key words:** Cardiac surgery. Mortality. Volume–outcome relationship. Risk assessment.

Full English text available from: [www.revespcardiol.org](http://www.revespcardiol.org)

## ABREVIATURAS

NPC: volumen de actividad del centro definido como número de procedimientos cardioquirúrgicos al año.

## INTRODUCCIÓN

La relación entre el número de procedimientos cardioquirúrgicos que realiza un centro (NPC) y su influencia en los resultados ha sido objeto de análisis por varios estudios occidentales<sup>1,2</sup>. Muchos de ellos encuentran una relación inversa entre NPC y la mortalidad<sup>3-6</sup>, mientras que en otros estudios se pone en duda esta relación<sup>7</sup> e incluso se cuestiona el factor experiencia<sup>8,9</sup>. La mayor parte de los estudios que encuentran relación se realizaron en países en los que el cardiólogo y el paciente tienen libertad de elección de centro.

Nuestro objetivo es analizar la influencia del NPC del centro en los resultados de cirugía cardíaca en el territorio español, teniendo en cuenta las peculiaridades del sistema sanitario, caracterizado por un número medio de intervenciones por centro inferior al del entorno europeo y la ausencia de un modelo de libre prescripción de centro quirúrgico en la derivación de los pacientes.

## MÉTODOS

Estudio prospectivo observacional descriptivo con análisis agrupado realizado en centros de tercer nivel. Se envió propuesta de participación a todos los centros censados por la Sociedad Española de Cirugía Torácica y Cardiovascular, proponiendo la incorporación a un estudio independiente auditado para recoger información detallada de factores de riesgo y mortalidad paciente a paciente durante un año. El estudio se diseñó con un protocolo de confidencialidad por procedimientos criptográficos informatizados y un modelo matemático de incertidumbre que garantiza que el origen de la información no puede ser revelado. Los datos de cirujano fueron incluidos en las bases de datos particulares de cada centro para facilitar el análisis interno de calidad dentro de cada servicio, pero por diseño se formalizó el compromiso previo de excluir esta información de la base de datos conjunta, por considerar que el anonimato favorecería la participación. En la fase inicial del estudio se comprometieron a participar 21 centros.

Cada centro participante recogió prospectivamente 50 parámetros clínicos predictores de mortalidad de cada paciente intervenido de cirugía cardíaca mayor de adultos entre el 1 de enero de 2004 y el 31 de diciembre de 2004. Se registraron las muertes hospitalarias,

acaecidas en cualquier fase entre la primera intervención cardioquirúrgica y el alta hospitalaria, contabilizando como muerte atribuible a la cirugía cualquiera que se hubiera producido durante dicho ingreso independientemente de la causa y del servicio en que se produjera. No se contabilizaron las muertes precoces acontecidas antes de los 30 días de la intervención pero después del alta. Los parámetros fueron recogidos con el formato de información requerido para estimar el riesgo quirúrgico por los métodos de Parsonnet<sup>10,11</sup> y EuroSCORE<sup>12,13</sup>, Ontario<sup>14</sup>, QMMI y New England<sup>15</sup>. La información se introdujo en un programa de base de datos específico diseñado para el proyecto. Cada centro transmitió por medios electrónicos cifrados los datos recogidos a una base de datos virtual en internet antes de su verificación externa por un auditor.

En la segunda fase se comprobó la fiabilidad de la información remitida mediante comparación con la información recogida de forma independiente por auditores que se desplazaron a cada centro. Cada servicio fue auditado por un cirujano cardiovascular diferente, perteneciente al grupo de estudio y seleccionado aleatoriamente entre los investigadores del proyecto cumpliendo con los siguientes requisitos:

1. No pertenecer a la misma comunidad autónoma que el centro auditado.
2. No auditar un centro que a su vez vaya a auditar el suyo ni a un centro que audite a otro que a su vez vaya a auditar el suyo (para evitar cruces en 3 niveles).
3. No haber sido excluido por el centro a auditar ni excluirse como auditor de un centro, según una lista reservada de repudios establecida antes de la aleatorización.

Se solicitó a la gerencia de cada hospital información oficial sobre el número de pacientes intervenidos y las muertes por servicio para evitar pérdidas de pacientes. Cada auditor revisó íntegramente un conjunto de 20 historias asignadas aleatoriamente por la organización del estudio con posterioridad al envío de datos de cada centro. La información de la revisión de historias obtenida directamente por los auditores de las historias y los datos obtenidos de las gerencias de los centros fue cruzada con la información remitida por cada servicio. Completaron todas las fases y validaron correctamente sus datos 16 de los centros participantes. No hubo discrepancias entre el número de muertes notificadas por los servicios y el encontrado por los auditores en la revisión independiente de los datos. Hubo una coincidencia media del 94% entre la interpretación de factores de riesgo realizada por cada centro y la recopilada por el auditor. Dos de los centros físicos participantes en el estudio compartían el mismo equipo quirúrgico y la misma lista de origen de pacientes; sus pacientes se intervenían indistintamente en

cualquiera de los dos centros, por lo que por congruencia sus datos se agruparon y forman un único centro virtual.

Con la información verificada de cada centro, se estimó el riesgo quirúrgico paciente a paciente por los métodos de Parsonnet y EuroSCORE según el algoritmo original descrito por los autores. Se estimó la mortalidad quirúrgica total de cada centro y el intervalo de confianza del 95% y el índice de mortalidad resultante de dividir la mortalidad absoluta de cada centro por la mortalidad estimada por los métodos predictivos más usados.

La relación entre el NPC de cada centro participante y sus mortalidades bruta y ajustada a riesgo se estimaron mediante el coeficiente de Pearson, tras verificar el ajuste a la normalidad de los parámetros por el test de Kolmogorov-Smirnov para hallar el intervalo de confianza de los coeficientes y la significación estadística de la relación. Se realizaron análisis globales y análisis tras descartar los valores extremos eliminando de la ecuación el centro con menor mortalidad bruta y el centro con mayor mortalidad bruta. Para los análisis estadísticos se empleó SPSS versión 12.0 (SPSS, Illinois, Estados Unidos).

## RESULTADOS

Se reclutó a 6.054 pacientes, correspondientes al total de pacientes intervenidos por los centros de la tabla 1, equivalentes al 35% del total de casos intervenidos de cirugía cardíaca de adultos en España en el año

**TABLA 1. Centros participantes que completaron todas las fases del estudio (por orden alfabético)**

Clínica Quirón de Valencia
Clínica Recoletas de Albacete
Hospital Juan Canalejo de La Coruña
Hospital Clínico Virgen de la Victoria de Málaga
Hospital Clínico de Santiago de Compostela
Hospital Clínico de Valencia
Hospital Clínico San Carlos de Madrid
Hospital do Meixoeiro de Vigo
Hospital General Universitario de Alicante
Hospital Gregorio Marañón de Madrid
Hospital Ramón y Cajal de Madrid
Hospital Universitari de la Vall d'Hebron de Barcelona
Hospital Universitario Infanta Cristina de Badajoz
Hospital Virgen de la Salud de Toledo
Hospiten Rambla de Tenerife
Sanatorio del Perpetuo Socorro de Alicante

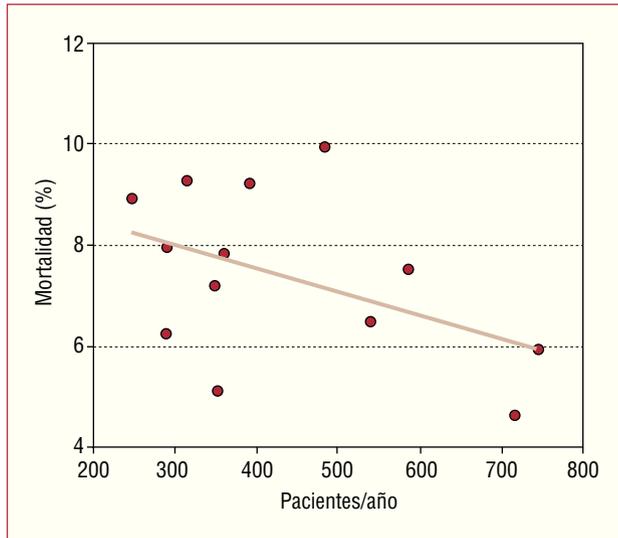
2004, según el registro de la Sociedad Española de Cirugía Torácica y Cardiovascular. Fallecieron 468 pacientes. La media de edad fue 65 (mediana, 68) años. La distribución por sexos fue: varones, 65% y mujeres, 35%. Los resultados totales y por enfermedades constan en la tabla 2, junto con la mortalidad declarada en el Registro de la Sociedad Española de Cirugía Torácica y Cardiovascular. Los riesgos medios estimados constan en la tabla 3. El índice de mortalidad ajustada a riesgo fue 0,81 para Parsonnet y 1,12 para EuroSCORE.

**TABLA 2. Resultados por patologías**

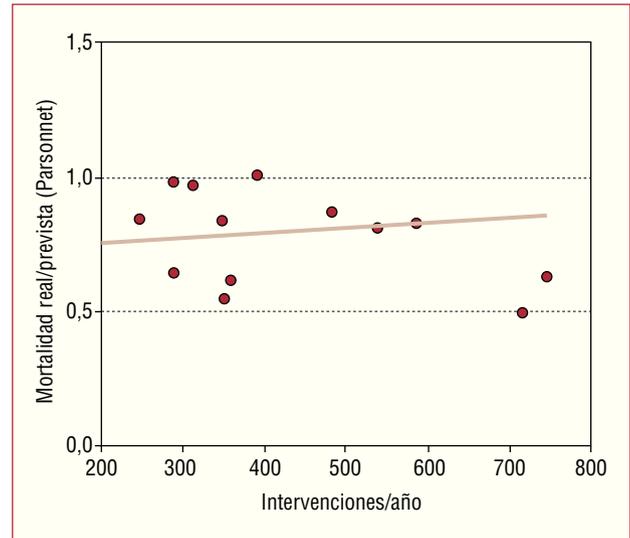
	Pacientes, n	Mortalidad, %	IC del 95%		Registro SECTCV, %
Global					
Total	6.058	7,7	7,1	8,4	7
Electiva	4.531	5,7	5	6,4	—
Valvulares					
Total	2.443	8	6,9	9,1	6,9
Electiva	2.112	6,5	5,5	7,6	—
Coronarios					
Total	2.430	5,2	4,3	6,1	3,5
Electiva	1.604	3,5	2,6	4,4	—
Valvular + coronario					
Total	569	14,2	11,4	17,1	10,2
Electiva	429	11,2	8,2	14,2	—

**TABLA 3. Riesgo quirúrgico estimado por sistemas de predicción de mortalidad específica de cirugía cardíaca**

	Media	IC del 95%		Percentil 25	Mediana	Percentil 75
Parsonnet	9,5%	9,3%	9,8%	3,1%	6,4%	12,5%
EuroSCORE	6,9%	6,7%	7,1%	2,4%	4,5%	7,9%
Ontario	4,6%	4,5%	4,7%	1,3%	4,6%	5,7%
QMMI	5%	4,9%	5,1%	2,5%	4,1%	5,5%
New England	3,9%	3,7%	4,0%	1,2%	2,4%	4,7%



**Fig. 1.** Regresión lineal entre mortalidad bruta y número de procedimientos cardiocirúrgicos mayores anuales por centro, descartando los centros de mayor y menor mortalidad.  $r = -0,464$  (no significativo).



**Fig. 2.** Regresión lineal entre índice de mortalidad ajustada a riesgo por el método de Parsonnet y número de procedimientos cardiocirúrgicos mayores anuales por centro, descartando los centros de mayor y menor mortalidad.  $r = -0,420$  (no significativo).

El coeficiente de correlación entre el NPC de cada centro y el perfil de riesgo que asume según la escala de Parsonnet fue  $r = 0,268$  ( $p = 0,334$ ), y por EuroSCORE,  $r = 0,193$  ( $p = 0,492$ ).

El coeficiente de correlación entre el NPC y la mortalidad bruta fue  $r = 0,065$  ( $p = 0,819$ ). Dos centros se desviaron de la tendencia central, uno con mortalidad nula, pero menos de 50 intervenciones, y otro con una mortalidad de superior al 10%. Descartando los centros con la menor y la mayor mortalidad, el coeficiente fue  $r = -0,464$  ( $p = 0,110$ ) (fig. 1).

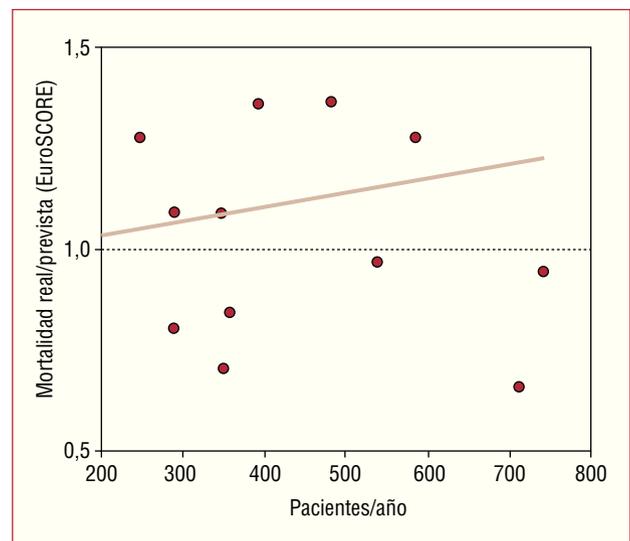
El coeficiente de correlación entre el NPC del total de centros y la mortalidad ajustada a riesgo por Parsonnet fue  $r = 0,092$  ( $p = 0,745$ ), y por EuroSCORE,  $r = 0,111$  ( $p = 0,695$ ). Descartando los centros de mayor y menor mortalidad,  $r = -0,420$  ( $p = 0,153$ ) y  $r = -0,267$  ( $p = 0,378$ ) respectivamente (figs. 2 y 3).

## DISCUSIÓN

En los entornos en que hay libertad de elección de centros y hay disposición en los pacientes y sus médicos de referencia para seleccionar el centro de intervención, varios estudios han hallado una relación inversa entre el NPC de un centro y la mortalidad ajustada al riesgo<sup>16-21</sup>. Esta relación volumen-resultados se ha atribuido a dos posibles factores<sup>22</sup>:

- El aumento de actividad genera excelencia y con ello mejoran los resultados.
- Los centros de excelencia atraen a más pacientes.

En el caso de la cirugía cardiaca, los estudios que comparan la relación NPC-mortalidad no son tan con-



**Fig. 3.** Regresión lineal entre índice de mortalidad ajustada a riesgo por el método de EuroSCORE y número de procedimientos cardiocirúrgicos mayores anuales por centro, descartando los centros de mayor y menor mortalidad.  $r = -0,267$  (no significativo).

cluyentes como en otras áreas de actividad quirúrgica. Mientras que algunos estudios encuentran una relación evidente, sobre todo en cirugía coronaria, otros estudios sólo detectan peores resultados en centros con mínima actividad<sup>23</sup> y otros encuentran resultados equiparables en centros a partir de un NPC que suele situarse en los 200 procedimientos/año<sup>24</sup>.

En España la controversia sobre el efecto del NPC en los resultados tiene un componente adicional. Los estudios de ámbito anglosajón, especialmente los rea-

lizados en Estados Unidos, se basan en un sistema competitivo en el que realmente es posible optar entre varios centros y una cultura activa de la clase médica y los pacientes de elegir centro basándose en perspectivas de resultados. En cambio, el modelo sanitario español es fundamentalmente jerarquizado y sectorizado, y en la práctica es difícil la derivación de pacientes personalizada. La elección del centro destinatario no depende de las percepciones de calidad que pueda tener el cardiólogo de referencia, sino de estructuras organizativas rígidas, articuladas en torno a áreas de salud habitualmente con un único centro cardioquirúrgico de referencia. En este sistema, la derivación de un paciente a un centro diferente del de su área de referencia es la excepción, no la norma.

Otro factor que considerar en España es la atomización de centros públicos cardioquirúrgicos. En nuestro país no existen grandes centros a semejanza de Centroeuropa o Norteamérica. Mientras que en los sistemas sanitarios de las regiones de nuestro entorno es común la existencia de centros que superan las 1.500 cirugías cardíacas/año, ningún centro de nuestro país alcanza las 800 cirugías/año de forma sostenida. A esta falta de centros de gran actividad hay que añadir que el número medio de cirugías por centro en nuestro país, con una mediana de 350 CEC/año, es muy inferior al de nuestro entorno.

El debate entre las ventajas de disponer de grandes centros cardioquirúrgicos que concentren experiencia, o descentralizar la asistencia por criterios logísticos geográficos más que por necesidades asistenciales, alcanzó su punto álgido en la última década con el proceso de transferencias de sanidad y la creación de nuevos centros, en ocasiones por conveniencia política. Desde entonces, queda la duda de si la disgregación actual, aparte de la repercusión en costes, puede tener consecuencias en los niveles de calidad a los que se puede aspirar.

En este estudio analizamos por primera vez en nuestro medio los resultados de mortalidad ajustada a riesgo, gracias al trabajo cooperativo de varios centros que han querido conocer de forma verídica e independiente la realidad asistencial nacional, impulsados por su propia ansia de superación. Hasta el momento, toda la información de la que disponíamos sobre mortalidad cardioquirúrgica se basaba en registros de mortalidad bruta declarada, no verificada por fuentes externas. Estos registros, de los que el mejor exponente es el de la Sociedad Española de Cirugía Torácica y Cardiovascular<sup>25</sup>, tienen un valor indiscutible al aportar información global y marcar tendencias, pero sus dos asignaturas pendientes eran la constatación de la veracidad y exactitud de la información que recoge y el establecimiento del riesgo de los pacientes, ya que las diferencias de mortalidad entre los centros podría atribuirse a aceptación de pacientes con perfiles de riesgo diferentes.

El análisis de los datos, que ha requerido 1 año de recogida y prácticamente otro año de auditoría centro a centro, nos ha permitido obtener información veraz sobre la mortalidad bruta y ajustada a riesgo con una precisión suficiente para realizar comparaciones creíbles entre centros, ajustadas al riesgo de sus pacientes.

En el análisis de la mortalidad ajustada a riesgo, se han empleado las escalas de Parsonnet y EuroSCORE, por ser las más usadas en nuestro medio, estar validadas en nuestro entorno en diferentes estudios<sup>26,27</sup> y constituir un estándar de facto, aunque con las limitaciones propias de las escalas que se aplican a poblaciones diferentes de aquellas que sirvieron para crearlas<sup>28</sup>.

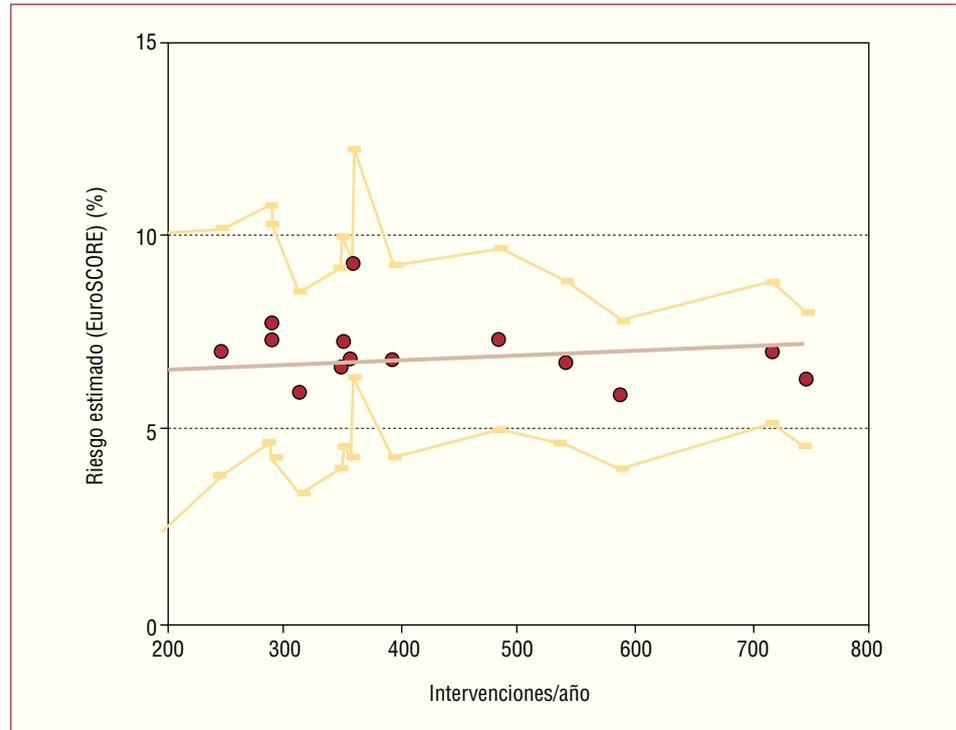
El resultado de nuestra comparación centro a centro establece que no hay una relación NPC-resultados en el contexto español. Este resultado se mantiene tanto en la mortalidad bruta como en la ajustada a riesgo. Examinando diferentes subgrupos, sólo encontramos una tendencia a la significación dentro del subgrupo de centros de mayor actividad, de modo que a partir de 500 intervenciones/año sí parece haber una débil asociación inversa entre NPC y resultados. Sin embargo, este subgrupo no obtiene resultados diferentes de los obtenidos de los centros de menor actividad, por lo que no se puede afirmar con nuestros datos que los centros de pequeño tamaño rindan resultados peores que los centros de gran tamaño.

Los resultados también demuestran que en general los centros de pequeño tamaño no seleccionan a pacientes con un perfil de riesgo diferente del de los centros de alta actividad (fig. 4), lo que es congruente con la rigidez del sistema de derivaciones. Estos hallazgos contrastan con la realidad de Norteamérica, donde los pacientes de bajo riesgo seleccionan el centro por razones de proximidad, mientras que los pacientes de alto riesgo como los reintervenidos tienden a concentrarse en centros con actividad elevada. Es probable que esta selección hacia centros de excelencia de los pacientes de más riesgo se deba a la percepción por el paciente o su cardiólogo de que el beneficio de derivar a un paciente a un centro de excelencia se justifica más cuanto más desfavorable es el pronóstico.

La consecuencia de estas dos observaciones es que en nuestro medio los buenos resultados, tanto de los grandes centros como de los de menor actividad quirúrgica anual, dependen en exclusividad de su calidad como centro y no los lastra en un sentido u otro la carga asistencial quirúrgica que soporta.

### Limitaciones del estudio

En el presente estudio han participado prácticamente todos los centros nacionales de alta actividad (más de 500 intervenciones/año), mientras que el porcentaje de centros de actividad inferior a 300 intervenciones/año es menor.



**Fig. 4.** Distribución de riesgo estimado por EuroSCORE de cada centro en función de su volumen anual de actividad, con intervalo de confianza del 95%.  $r = 0,193$  (no significativo).

El diseño metodológico del estudio incorporó un protocolo de seguridad digital que garantizó la privacidad de los datos de cada centro, de forma que no es posible conocer el origen de los datos una vez validados y unidos en la base de datos común. La intención de esta medida era evitar temores sobre la seguridad de los datos que detrajera la participación de los centros que pudieran percibir que sus resultados están por debajo de la media. A pesar de estas medidas para obtener una muestra lo más representativa posible, como en todos los estudios voluntarios, es probable que haya un sesgo de selección de los servicios más proactivos e interesados por la calidad. En este caso cabe la posibilidad de un sesgo hacia centros de mejor resultado que la media, en cuyo caso no se podría hacer la inferencia de que el hecho constatado de resultados equiparables entre los centros participantes se reproduzca en el resto de los centros.

Con la misma intención de propiciar una participación amplia y representativa, no se incluyó información identificativa del cirujano que realiza cada intervención, por lo que no se ha podido analizar un factor de modificación importante.

Se trata de un estudio ecológico, no analítico, por lo que puede generarse una falacia ecológica al relacionar dos datos observacionales independientes (mortalidad y volumen). De la misma manera, puede faltar fuerza estadística con 16 centros para detectar diferencias si las hubiera.

## CONCLUSIONES

El riesgo cardioquirúrgico medio de los pacientes intervenidos en los centros nacionales no mantiene una relación significativa con el NPC que se realizan al año. Tampoco hay una relación significativa entre el NPC por centro y sus resultados de mortalidad bruta o ajustada a riesgo.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio no habría sido posible sin la generosidad de todos los cardiocirujanos de los centros participantes que, sin apoyo institucional, han realizado un esfuerzo personal y económico para la recopilación de datos y la auditoría de la información.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Shahian DM. Improving cardiac surgery quality — Volume, outcome, process? [editorial]. *JAMA*. 2004;291:246-8.
2. David TE. Should cardiac surgery be performed in low-volume hospitals? [editorial]. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131:773-4.
3. Wu C, Hannan EL, Ryan TJ, Bennett E, Culliford AT, Gold JP, et al. Is the impact of hospital and surgeon volumes on the in-hospital mortality rate for coronary artery bypass graft surgery limited to patients at high risk? *Circulation*. 2004;110:784-9.
4. Rosenthal GE, Vaughan Sarrazin M, Hannan EL. In-hospital mortality following coronary artery bypass graft surgery in Veterans Health Administration and private sector hospitals. *Med Care*. 2003;41:522-35.

5. Spiegelhalter DJ. Mortality and volume of cases in paediatric cardiac surgery: retrospective study based on routinely collected data. *BMJ*. 2002;324:261-3.
6. Gammie JS, O'Brien SM, Griffith BP, Ferguson TB, Peterson ED. Influence of hospital procedural volume on care process and mortality for patients undergoing elective surgery for mitral regurgitation. *Circulation*. 2007;115:881-7.
7. Plomondon ME, Casebeer AW, Schooley LM, Wagner BD, Grunwald GK, McDonald GO, et al. Exploring the volume-outcome relationship for off-pump coronary artery bypass graft procedures. *Ann Thorac Surg*. 2006;81:547-53.
8. Ascione R, Reeves BC, Pano M, Angelini GD. Trainees operating on high-risk patients without cardiopulmonary bypass: a high-risk strategy? *Ann Thorac Surg*. 2004;78:26-33.
9. Hartz AJ, Pulido JS, Kuhn EM. Are the best coronary artery bypass surgeons identified by physician surveys? *Am J Public Health*. 1997;87:1645-8.
10. Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD. A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease. *Circulation*. 1989;79:13-12.
11. Bernstein AD, Parsonnet V. Bedside estimation of risk as an aid for decision-making in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2000 Mar;69:823-8.
12. Nashef SAM, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg*. 1999;16:9-13.
13. Disponible en: <http://www.euroscore.org>
14. Tu JV, Jaglal SB, Naylor CD; and the Steering Committee of the Provincial Adult Cardiac Care Network of Ontario. Multicenter validation of a risk index for mortality, intensive care unit stay, and overall hospital length of stay after cardiac surgery. *Circulation*. 1995;91:677-84.
15. O'Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, Coffin LH, Morton JR, Maloney CT, et al. Multivariate prediction of in-hospital mortality associated with coronary artery bypass graft surgery. *Circulation*. 1992;85:2110-8.
16. Vakili BA, Kaplan R, Brown DL. Volume-outcome relation for physicians and hospitals performing angioplasty for acute myocardial infarction in New York state. *Circulation*. 2001;104:2155-7.
17. Dudley RA, Johansen KL, Brand R, Rennie DJ, Milstein A. Selective referral to high-volume hospitals: estimating potentially avoidable deaths. *JAMA*. 2000;283:1191-3.
18. Kahn JM. Volume, outcome, and the organization of intensive care. *Crit Care*. 2007;11:129.
19. Lien YC, Huang MT, Lin HC. Association between surgeon and hospital volume and in-hospital fatalities after lung cancer resections: the experience of an Asian country. *Ann Thorac Surg*. 2007;83:1837-43.
20. Holt PJ, Poloniecki JD, Loftus IM, Thompson MM. Meta-analysis and systematic review of the relationship between hospital volume and outcome following carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2007;33:645-51.
21. Holt PJ, Poloniecki JD, Gerrard D, Loftus IM, Thompson MM. Meta-analysis and systematic review of the relationship between volume and outcome in abdominal aortic aneurysm surgery. *Br J Surg*. 2007;94:395-403.
22. AHRQ Technical Reviews and Summaries. Refinement of the HCUP Quality Indicators Volume-outcome relationships [citado 6 Jun 2007]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi>
23. Shahian DM, Normand SL. The volume-outcome relationship: from Luft to Leapfrog. *Ann Thorac Surg*. 2003;75:1048-58.
24. Carey JS, Robertson JM, Misbach GA, Fisher AL. Relationship of hospital volume to outcome in cardiac surgery programs in California. *Am Surg*. 2003;69:63-8.
25. Disponible en: [http://www.sectcv.es/component/option.com\\_docman/task.cat\\_view/gid.36/Itemid.46/](http://www.sectcv.es/component/option.com_docman/task.cat_view/gid.36/Itemid.46/)
26. Díaz de Tuesta I, Revuelto NA, Martínez-Alario J, Plasencia E. Comparación de la eficacia de los sistemas estadounidense, canadiense y europeo para predecir la mortalidad cardioquirúrgica. *Cir Cardiovasc*. 2003;10:193-9.
27. Martínez-Alario J, Díaz de Tuesta I, Plasencia E, Santana M, Mora ML. Mortality prediction in cardiac surgery patients. comparative performance of parsonnet and general severity systems. *Circulation*. 1999;99:2378-82.
28. Díaz de Tuesta I, Cortina J, Rodríguez E, Molina L, Pérez de la Sota E, Carrascal Y, et al. Método de estimación predictiva de riesgo quirúrgico en patología cardíaca de adultos. *Rev Esp Cardiol*. 1995;48:732-40.