

# ANÁLISIS ESPACIAL DE LA LISTA DE ESPERA DE TRASPLANTES DE RIÑÓN DEL PAÍS VALENCIÀ

J. J. Abellán<sup>1,2</sup>, C. Armero<sup>1</sup>, D. Conesa<sup>1</sup>, J. Pérez-Panadés<sup>3</sup>,  
M. A. Martínez-Beneito<sup>4</sup>, O. Zurriaga<sup>4</sup>, M. J. García-Blasco<sup>4</sup> y  
H. Vanaclocha<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departament d'Estadística e Investigació Operativa. Universitat de València

<sup>2</sup>Institut Valencià d'Estadística

<sup>3</sup>Unitat de Biometria. Institut Valencià d'Investigacions Agràries

<sup>4</sup>Àrea d'Epidemiologia. Direcció General de Salut Pública. Conselleria de Sanitat. Generalitat Valenciana

## Antecedentes y objetivos

La insuficiencia renal viene determinada por la pérdida de la función renal. En estos casos, la persona afectada entra en un proceso continuo y degenerativo de insuficiencia renal crónica en el que las unidades básicas del riñón (nefronas) van perdiendo su actividad hasta no poder mantener su funcionamiento. En ese momento, es cuando el paciente necesita la ayuda de un tratamiento que sustituya el trabajo de sus riñones enfermos. De entre los tres tipos de modalidades existentes, la hemodiálisis, la diálisis peritoneal y el trasplante renal, éste último es el que presenta mejores resultados en cuanto a cantidad y calidad de vida (Wolfe et al., 1999).

A pesar de la tendencia creciente que ha experimentado el número de trasplantes en los últimos años en casi todos los países, el número de donaciones resulta todavía insuficiente para rebajar el gran número de enfermos renales que esperan un trasplante de riñón. Este trabajo se centra en el estudio estadístico de la lista de espera de trasplantes de riñón del País Valencià. En concreto, analizamos la pauta de incorporaciones de enfermos renales a la lista de espera de trasplante y el proceso de donaciones, que son los dos elementos básicos cuya interacción caracteriza por completo su comportamiento transitorio.

## Los datos

El País Valencià es una de las comunidades españolas con plenas competencias en materia sanitaria. Con objeto de recoger y almacenar toda la información relacionada con la donación y el trasplante de órganos, el Gobierno Autonómico creó, en 1992, el registro de trasplantes del País Valencià cuya estructura básica está determinada por tres subregistros: el correspondiente a las personas en lista de espera de trasplante, a

los pacientes trasplantados y a los donantes.

Los datos que utilizamos en nuestro estudio provienen de dicha fuente. En particular, y para el periodo de tiempo desde el 1 de enero de 1997 hasta el 31 de diciembre de 1999, consideramos el número diario de pacientes que entraron en lista de espera, el número diario de donaciones y el número de riñones, uno o dos, por donación. Durante este periodo se registraron 531 entradas a la lista, 323 donaciones (de ellas, 241 dobles) y 564 trasplantes.

## El modelo

Como la especialidad de los modelos probabilísticos de colas es el tratamiento de sistemas con congestión y atascos, decidimos utilizar dichos modelos para analizar el comportamiento de la lista de espera de trasplantes renales. Los elementos básicos de un sistema de colas, integrado por *clientes* y *servidores*, son el proceso de entradas al sistema y el mecanismo de servicio.

En nuestro estudio, una entrada al sistema se produce cuando un enfermo renal es incluido en la lista de espera para un trasplante, y su salida, justo en el momento en el que recibe el riñón. Los servidores del sistema son los donantes, y definimos el tiempo de servicio como la duración del tiempo transcurrido entre dos donaciones consecutivas. Además, como cada donante efectivo puede donar uno o sus dos riñones, consideramos que el servicio se produce en grupos de tamaño variable. Con esta modelización (Abellán et al., 2003) realizamos una valoración preliminar que apoyó la selección del proceso de Poisson como primer candidato para describir el proceso de entradas y también el de servicio. Consideramos a esta primera modelización como un banco de pruebas que nos permitirá encontrar una modelización posterior más sofisticada que se aproxime mejor al problema real que genera nuestro estudio.

## Inferencia

Con el modelo seleccionado, continuamos con la estimación de los parámetros de las distribuciones de probabilidad involucradas. Planteamos un proceso de aprendizaje bayesiano sobre la tasa de entradas, la tasa de servicio y la probabilidad de que una donación efectiva sea doble. Asumimos un escenario previo no informativo y situamos nuestro proceso inferencial en el marco de las familias conjugadas (Armero et al., 2003).

Entre los resultados obtenidos, encontramos un valor esperado de 43.84 nuevas admisiones en lista de espera por cada millón de personas de población (ppm a partir de ahora) con el intervalo (40.20, 47.65) ppm de probabilidad 0.95 como indicador de la precisión de dicha estimación. En cuanto a la tasa de donaciones, su media es 26.67 donaciones ppm y ahora el intervalo centrado en la media es (23.84, 29.65) ppm

donaciones. Finalmente, hemos obtenido que, en promedio, la probabilidad de que una donación sea doble es 0.75 y, con probabilidad 0.95, se encuentra entre 0.70 y 0.79.

## Análisis espacial

En el País Valencià funcionan cuatro centros trasplantadores que gestionan su propia lista: Hospital General de Alicante, Hospital Doctor Peset de Valencia, Hospital La Fe y el Hospital infantil de La Fe. Cada riñón donado es asignado a un receptor dependiendo de criterios clínicos y geográficos. Estos últimos siguen un sistema “de dentro hacia fuera” según una jerarquía que prioriza el hospital, a continuación la comunidad autónoma, el estado español y finalmente, el extranjero.

En ese sentido, y con objeto de mejorar nuestro conocimiento sobre el problema, estudiamos la distribución espacial de la tasa de entradas a la lista, la de donaciones y la probabilidad de una donación doble. El ámbito geográfico es, obviamente, el País Valencià y trabajamos con un nivel de agregación municipal. Para ello, utilizamos un modelo jerárquico bayesiano basado en el propuesto por Besag et al. (1991), y formulamos las entradas diarias a la lista en cada municipio en términos de una distribución Poisson cuya media es la tasa de entradas en dicho municipio. En la siguiente capa modelizamos el logaritmo de dicha tasa en términos del número de entradas esperadas en dicha unidad en el supuesto de que ésta se comportara igual que el resto de municipios del País Valencià, de un factor de heterogeneidad específico del municipio y de un factor de agregación que valora la similitud de la unidad considerada con sus municipios vecinos. Para analizar el efecto de cada factor asumimos distribuciones normales con varianza desconocida, cuyo comportamiento aleatorio modelizamos posteriormente a través de hiperdistribuciones de tipo inversa gamma.

Para la tasa de donaciones el procedimiento de análisis es idéntico al descrito para las llegadas. En relación a la probabilidad de que una donación efectiva sea doble, el proceso inferencial es parecido a los anteriores, aunque ahora trabajamos con el número de riñones (uno o dos por donación) y utilizamos como función enlace la transformación logit de dicha probabilidad, que también expresamos a través de un factor de heterogeneidad y otro de agregación.

Los resultados obtenidos muestran un patrón espacial para las entradas a la lista, que podría ser consecuencia de diferencias en la aplicación de los criterios de inclusión de los enfermos renales en la lista. Por el contrario, las donaciones se reparten de forma aleatoria en todo el territorio valenciano. En cuanto a la probabilidad de una donación doble, se observa un efecto muy pequeño, aunque visible, que muestra claramente probabilidades superiores a la media en los municipios más orientales de Alicante. El análisis espacial de la intensidad de tráfico que valora la fluidez global de la lista en cada municipio sugiere la presencia de agrupaciones de municipios con niveles similares

y elevados de congestión.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Dirección General de Salud Pública de la Generalitat Valenciana mediante un acuerdo de colaboración con la Universitat de València.

## Referencias

- Abellán, J. J., Armero, C., Conesa, D., Pérez-Panadés, J., Zurriaga, O., Martínez-Beneito, M. A., Vanaclocha, H. y García-Blasco, M. J. (2003). Analysis of the renal transplant waiting list in the País Valencià (Spain). T. Rep. TR06-2003, Departament d'Estadística e I.O., Universitat de Valencia. En revisión en *Statistics in Medicine*.  
URL <http://matheron.uv.es/investigador/tr06-03.pdf>
- Armero, C., Abellán, J. J., Conesa, D., Pérez-Panadés, J., Martínez-Beneito, M. A., Zurriaga, O., Vanaclocha, H. y García-Blasco, M. J. (2003). Waiting for a kidney in the País Valencià (Spain). T. Rep. TR05-2003, Departament d'Estadística e I.O., Universitat de Valencia. En revisión en *Biometrics*.  
URL <http://matheron.uv.es/investigador/tr05-03.pdf>
- Besag, J., York, J. C. y Mollié, A. (1991). Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 43:1–59.
- Wolfe, R. A., Ashby, V. B., Milford, E. L., Ojo, A. O., Ettenger, R. E., Agodoa, L. Y. C., Held, P. J. y Port, F. K. (1999). Patient survival for waitlisted dialysis versus cadaveric renal transplant patients in the united states. *New England Journal of Medicine* 341:1725–1730.