

Metodología de los Atlas de variaciones en hospitalizaciones de personas mayores en el Sistema Nacional de Salud.

Librero J^{a,b}, Ibáñez-Beroiz B^c, Peiró S^b, Bernal-Delgado E^a, Suárez García FM^d, Jiménez Torres F^e, Ridao M^{a,b}, Martínez-Lizaga N^b, Seral-Rodríguez M^a y Grupo VPM-SNS*.

^aInstituto Aragonés de Ciencias de la Salud-Instituto de Investigación Sanitaria Aragón (I+CS-IIS Aragón), Zaragoza. ^bCentro Superior de Investigación en Salud Pública (CSISP), Valencia. ^cFundación Miguel Servet (Centro de Investigación Biomédica), Pamplona. ^dConsejería Salud y Servicios Sanitarios del Principado de Asturias, Oviedo. ^eServicio Salud Castilla La Mancha (SESCAM), Toledo. *El listado completo del Grupo de Variaciones en la Práctica Médica en el Sistema Nacional de Salud se incluye al final del artículo.

Introducción

En los Atlas de Variaciones en la Práctica Médica en el Sistema Nacional de Salud (Atlas VPM-SNS) previamente publicados se ha ofrecido amplia información sobre la arquitectura de los estudios de variaciones en la práctica médica (VPM)¹⁻⁵. Esta información se ha actualizado recientemente detallando las innovaciones metodológicas incorporadas en los últimos trabajos del Grupo VPM-SNS⁶.

En los trabajos referenciados se describe la identificación de los denominadores y numeradores de las respectivas tasas, la asignación de casos a las áreas, el cálculo de tasas crudas, específicas y estandarizadas, las razones de incidencia y, también, la construcción e interpretación de los estadísticos de variabilidad utilizados. La estrategia básica de todos los análisis utilizados consiste en comparar las tasas de ingresos hospitalarios (numerador) de los habitantes de un territorio (denominador), con independencia del hospital en el que hayan ingresado.

En este artículo se describen las particularidades de los Atlas VPM-SNS de hospitalizaciones en personas mayores^{7,8}, que se publican en este mismo número de la Revista Atlas de Variaciones en la Práctica Médica en el Sistema Nacional de Salud.

El numerador: ingresos en personas mayores y por enfermedades crónicas.

Para construir los numeradores de ambos trabajos^{7,8} se seleccionaron los mismos 3 grandes grupos de ingresos hospitalarios (tabla 1):

1. Todas las altas hospitalarias de personas entre 65 y 79 años, ambas edades incluidas;
2. Todas las altas hospitalarias de personas de 80 y más años;
3. Todas las altas hospitalarias de personas de 75 y más años con una enfermedad crónica como diagnóstico principal al alta. La enfermedad crónica fue identificada mediante el *Chronic Condition Indicator* (CCI) desarrollado por el *Healthcare Cost and Utilization Project* (HCUP), un proyecto cooperativo patrocinado por la *Agency for Healthcare Research and Quality* (AHRQ) de Estados Unidos⁹.

El CCI permite categorizar los aproximadamente 13.600 códigos diagnósticos de la Clasificación Internacional de Enfermedades 9^a Revisión Modificación Clínica (CIE-9-MC) en condiciones crónicas (aproximadamente un tercio de todos los códigos) o no-crónicas (los dos tercios de códigos restantes). Una condición crónica viene definida como tal si en los últimos 12 o más meses cumple uno o más de los siguientes criterios: a) produce limitaciones para el autocuidado, la independencia para desarrollar las actividades de la vida diaria o las interacciones sociales; b) necesita una actuación continuada con productos, servicios o equipos médicos. La identificación utiliza los códigos CIE-9-MC

a 5 dígitos (los códigos E de causa externa se asumen como condiciones agudas). El CCI asigna los casos identificados como crónicos en 18 categorías de sistemas orgánicos basadas en los capítulos de la CIE-9-MC.

El CCI es actualizado anualmente y es válido para los códigos CIE-9-MC a partir de 1980. Los programas para su utilización pueden ser descargados desde la web del HCUP (<http://www.hcup-us.ahrq.gov/toolssoftware/chronic/chronic.jsp>). El CCI, a diferencia de muchos sistemas de identificación de comorbilidades que se centran en las patologías médicas como la insuficiencia cardíaca o la diabetes, incluye también enfermedades infecciosas (tuberculosis, síndrome de inmunodeficiencia humana, neurosífilis, etc.), casi todos los cánceres, las enfermedades y defectos congénitos, las amputaciones, enfermedades mentales, etc.

En total, se identificaron 983.681 altas de personas de 65-79 años, 582.782 altas de personas de 80+ años y 538.358 altas por las condiciones crónicas analizadas en personas de 75+ años. Nótese que estas cifras se refieren a episodios de hospitalización, siendo posible (y frecuente en muchas de las patologías en personas mayores) que el mismo paciente haya reingresado en varias ocasiones a lo largo del periodo, reingresos que habrán sido contabilizados como diferentes episodios.

El CCI se ha aplicado sólo al Diagnóstico Principal (no al resto de diagnósticos) de modo que las comorbilidades crónicas presentes en ingresos por procesos agudos no se han considerado en la definición.

El denominador: la población a riesgo.

La fuente de datos poblacionales es la actualización de los padrones municipales del año 2006, centralizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Las poblaciones de los municipios, desagregadas en 5 grupos de edad (desde 65 hasta 85 y más años) y sexo, se agruparon siguiendo los mapas sanitarios, para reconstruir las poblaciones de las áreas sanitarias empleadas en el Atlas. En las ciudades que cuentan con más de un área sanitaria se emplearon fuentes locales (usualmente los sistemas de información poblacional o de tarjeta sanitaria de las respectivas Comunidades Autónomas) para configurar las áreas intra-municipio.

No se han realizado exclusiones del denominador. Aunque la amplia cobertura poblacional del Sistema Nacional de Salud permite aproximar cierta igualdad entre población censal y población cubierta, existe un desajuste con las personas aseguradas por las mutualidades públicas (básicamente, funcionarios del Estado, militares y algunos otros asegurados por MUFACE, MUGEJU e ISFAS) que quedan incluidos en el denominador censal, pero sus

casos sólo se recogen en el numerador si fueron ingresados en hospitales del SNS. Dado que estos funcionarios optan mayoritariamente por el aseguramiento privado, esta sistemática produce un subregistro de actividad que podría ser diferencial en las CCAA con mayor o menor número de funcionarios del Estado.

El individuo de análisis: las áreas de salud

En esta edición del Atlas participan 180 áreas geográficas (49 provincias) de las 16 CCAA participantes en el proyecto a 30 de septiembre de 2009 (todas menos la Comunidad de Madrid, y las ciudades autónomas de Cádiz y Melilla). Las 180 áreas participantes incluían, según el padrón de 2006, una población de 6.617.403 habitantes de 65 y más (65+) años (65-79 años: 4.862.076; 80 y más (80+) años: 1.755.327; 75 y más (75+) años: 3.195.253).

Todas las áreas del Atlas responden a la organización del territorio establecida por las respectivas administraciones sanitarias autonómicas, que tiene el valor añadido de la vinculación entre área de salud y hospital de referencia.

Asignación de casos a las áreas geográficas.

La asignación de casos a cada área geográfica es uno de los aspectos esenciales en el análisis de VPM ya que los episodios se contabilizan en el área de residencia y, por tanto –y en condiciones ideales de información geográfica– se computan con independencia del lugar, área o comunidad autónoma de

hospitalización. En este sentido, el análisis realizado compara la experiencia de hospitalización de las poblaciones que residen en diferentes territorios antes que las pautas de ingreso utilizadas por los hospitales, aunque obviamente unas y otras están muy relacionadas. Los residentes en otros países fueron excluidos. En otro trabajo se han detallado los algoritmos utilizados para esta asignación⁶.

Tasas, estadísticos de variabilidad, representaciones gráficas

En trabajos previos se ha ofrecido una explicación detallada de la construcción e interpretación de los estadísticos usados en los Atlas VPM-SNS⁶. En la **tabla 2** se describen las tasas empleadas. Nótese que en este trabajo, y dado que el análisis ya se realizaba en 3 grupos de edad, sólo se ha estandarizado por sexo.

Salvo que se señale lo contrario, y para limitar la variación debida a la presencia de unas pocas áreas con valores inusuales, los estadísticos de variabilidad en los Atlas VPM-SNS se calculan eliminando el 5% superior y el 5% inferior de las áreas con valores extremos en el respectivo proceso, de modo que, como norma, los análisis se refieren a las áreas de salud con tasas incluidas en el 90% central de la respectiva distribución.

En la **tabla 3** se describen someramente los estadísticos de variabilidad empleados y se facilita una interpretación intuitiva de los mismos. En otros trabajos^{6,10} se han explicado ampliamente las propiedades de estos estadísticos característicos del análisis de áreas pequeñas.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión en el Atlas de variaciones en hospitalizaciones en personas mayores en el Sistema Nacional de Salud

Grupos	Diagnóstico	Observaciones
65-79 años	Todos	65-79 años
80+ años	Todos	80+ años
Enfermedades crónicas	Diagnóstico principal incluido en alguno de los definidos por el Chronic Condition Indicator (CCI).	75+ años

Tabla 2. Tasas empleadas en los Atlas VPM-SNS

Estadístico	Interpretación
Tasas crudas	Ingresos totales * 1000 habitantes / población total (ocasionalmente referida a un subgrupo específico de edad y/o sexo).
Tasas Específicas	Tasas por grupos quinquenales de edad y sexo. No se muestran en los Atlas pero se utilizan en la estandarización por edad y sexo.
Tasas Estandarizadas (método directo)	Sintetizan la información de las tasas específicas en una sola medición que facilita la comparación entre áreas obviando sus diferencias demográficas. Se empleó como pirámide de referencia la de la población española registrada en el censo del 2001, y actualizada anualmente mediante los correspondientes padrones municipales. Las tasas estandarizadas, las más usadas en los Atlas, pueden interpretarse como las tasas que tendrían las respectivas áreas si todas tuvieran una población con la distribución de edad y sexo de la población española de 2006.
Razones de utilización estandarizadas (método indirecto)	Es un parámetro similar a las conocidas razones de mortalidad estandarizada (SMR) pero utilizando ingresos hospitalarios en lugar de defunciones. Los casos esperados en cada área se obtienen aplicando unas tasas de referencia (tasas específicas por grupo de edad y sexo referidas al conjunto de las 16 Comunidades Autónomas) a los efectivos poblacionales equivalentes de cada área. A diferencia del método directo, estas razones no permiten la comparación entre áreas, pero si la comparación de cada una con un patrón global, en este caso el de la población de todas las áreas incluidas en el estudio, y puede interpretarse como un “riesgo relativo”. La razón de utilización estandarizada (RUE), o razón entre casos observados y esperados tiene la unidad como valor central. Un área con una RUE de 1,50 ingresa un 50% más pacientes de la condición analizada que el patrón medio de utilización. En los Atlas este parámetro se emplea fundamentalmente en la cartografía.

RUE: razón de utilización estandarizada.

Tabla 3. Estadísticos de variabilidad empleados en los Atlas VPM-SNS

Acrónimo	Estadístico	Interpretación rápida
Estadísticos basados en tasas calculadas por el método directo.		
RV	Razón de variación entre las áreas con las tasas extremas.	Un RV de 5 se interpreta como que el área con la tasa estandarizada más alta ingresa 5 veces más pacientes (un 400% más) que el área con la tasa estandarizada más baja.
RV ₅₋₉₅	RV entre las áreas situadas en el P ₅ y P ₉₅	Igual que el RV pero utilizando las áreas en los percentiles 5 y 95 de la distribución. Marca la variación en el 90% central de las áreas.
RV ₂₅₋₇₅	RV entre las áreas situadas en el P ₂₅ y P ₇₅	Igual que el RV pero utilizando las áreas en los percentiles 25 y 75 de la distribución. Marca la variación en el 50% central de las áreas.
CV	Coefficiente de Variación	Razón entre la desviación estándar y la media. Se interpreta en términos relativos: a mayor valor, mayor variación.
CV ₅₋₉₅	CV calculado con las áreas situadas en el P ₅ -P ₉₅	Igual que el CV pero utilizando las áreas en los percentiles 5 y 95 de la distribución.
CVW	Coefficiente de variación ponderado. Igual que el CV pero ponderado (weighthed) por los habitantes de cada área.	Evita que áreas de muy diferente tamaño poblacional tengan el mismo peso. Se interpreta igual que el CV pero es más estable cuando las poblaciones de las áreas son muy diferentes.
CVW ₅₋₉₅	CVP calculado con las áreas situadas entre P ₅ -P ₉₅	Igual que el CVW pero utilizando las áreas en los percentiles 5 y 95 de la distribución.
Gini	Coefficiente de Gini	Número entre 0 y 1, en donde 0 se corresponde con la perfecta igualdad (todos las áreas tendrían la misma tasa estandarizada de ingresos) y 1 se corresponde con la perfecta desigualdad (una área tendría todos los ingresos y las demás ninguno). El coeficiente de Gini tiene relación con la curva de Lorenz (es el doble que el área entre la diagonal y la correspondiente curva).
Estadísticos basados en la comparación de casos observados/esperados (método indirecto)		
CSV	Componente sistemático de la variación	Mide la variación de la desviación entre la tasa observada y esperada, expresada como porcentaje de la tasa esperada. Se interpreta en términos relativos: a mayor CSV mayor variación sistemática (no esperable por azar).
CSV ₅₋₉₅	CSV de calculado con las áreas situadas entre el P ₅ -P ₉₅	Igual que el CVW pero utilizando las áreas en los percentiles 5 y 95 de la distribución.
EB	Estadístico empírico de Bayes	Estimación de la varianza de la distribución log-normal que mejor se ajusta (verosimilitud) al patron geografico de la RIE teniendo en consideración la precisión de sus estimaciones. Es el estadístico más estable cuando las tasas son pequeñas. Se interpreta en términos relativos: a mayor valor, mayor variación.
Otros estadísticos		
ANOVA _{CA}	Análisis de la varianza explicada por el factor Comunidad Autónoma	Estadístico utilizado para valorar si las tasas de las áreas de una misma CCAA correlacionan entre sí y sobre medias diferentes a las de otras CCAA. A mayor valor, mayor correlación entre áreas de una misma CCAA y mayores diferencias entre CCAA.

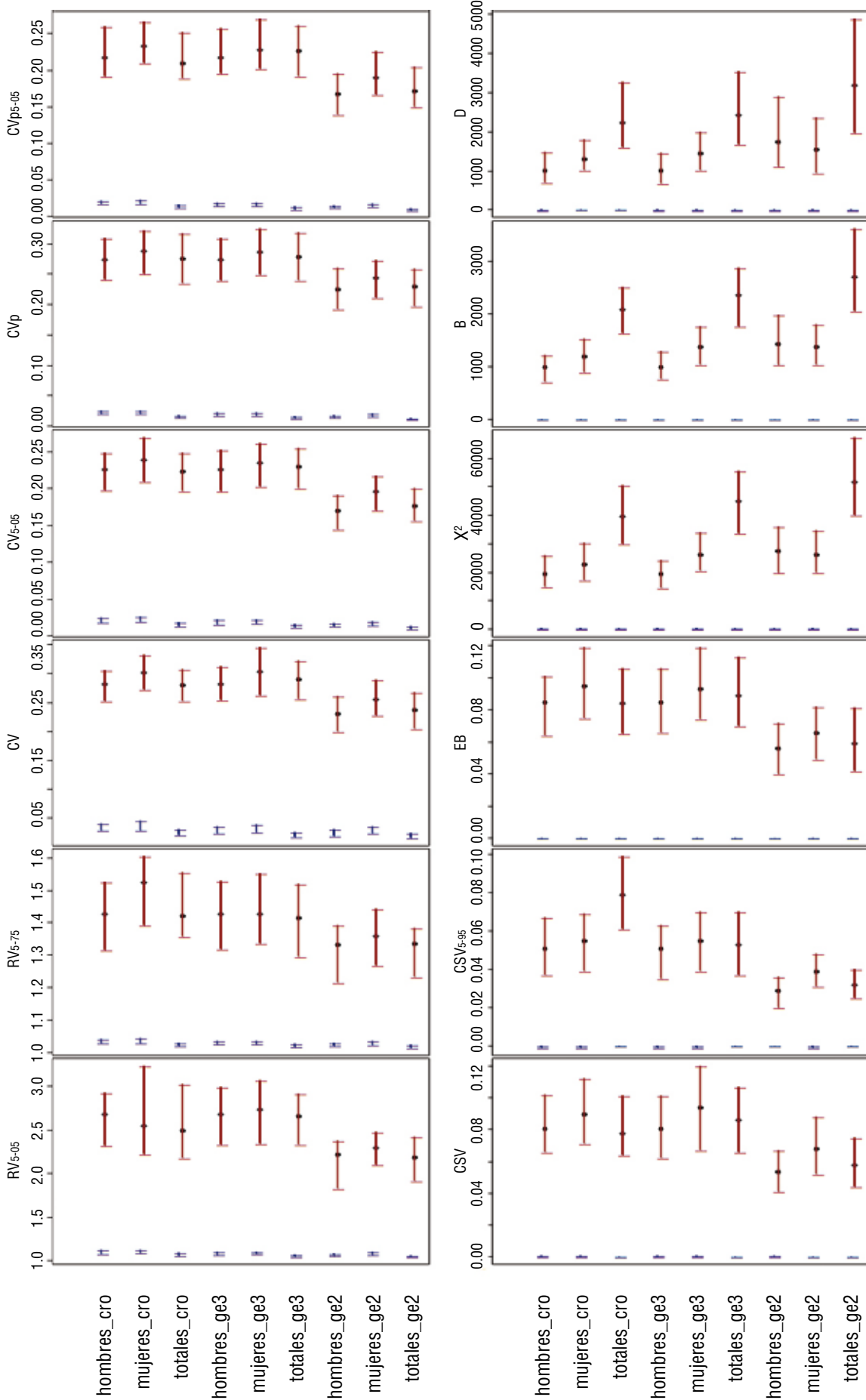
ANOVA: análisis de varianza de una vía; CCAA: Comunidades Autónomas; CV: Coeficiente de variación; CVW: Coeficiente de variación ponderado (Weighthed); P: percentil; RIE: razón de incidencia estandarizada; RV: Razón de Variación; CSV: Componente sistemático de la variación; SNS: Sistema Nacional de Salud.

En la **figura 1** se muestra la representación gráfica de estos estadísticos (y su intervalo de confianza del 95%, IC95%) así como sus valores (e IC95%) bajo la hipótesis nula de no variabilidad (más allá de la esperable por azar). Una interpretación sencilla de esta figura es: 1) existe más variabilidad de la esperable por azar si los intervalos de confianza de la hipótesis nula y de los valores observados no se solapan, como sucede en este atlas en todos los grupos estudiados; 2) existe mayor variabilidad cuanto más se

alejan los valores observados de los valores de la hipótesis nula; 3) la precisión de los estadísticos observados es mayor cuanto más estrechos sean sus IC95%.

En cuanto a qué estadísticos son preferibles, se recomienda el uso del estadístico de Bayes (EB) cuando las estimaciones son más imprecisas (tasas pequeñas o poblaciones pequeñas). Cuando las tasas son muy grandes como sucede en los trabajos de este Atlas prácticamente todos los estadísticos son similares.

Figura 1. Estadísticos de variabilidad en el Atlas de personas mayores.



Ge2: 65-79 años; Ge3: 80+ años; Cro: Crónicas 75+ años; RV: razón de variación; CV: coeficiente de variación; CVp: CV ponderado; CSV: Componente sistemático de la variación; EB: Estadístico empírico de Bayes; X²: Ji al cuadrado; B: estadístico de Bohning; D: estadístico de Dean. El subíndice indica que el correspondiente estadístico se ha calculado usando sólo las áreas cuya tasa estandarizada en el correspondiente grupo estaba incluida entre los percentiles señalados. En azul: estadísticos observados en el Atlas de personas mayores con intervalo de confianza (95% de los valores simulados con técnica de "bootstrapping")

Tabla 4. Representaciones gráficas empleadas en los Atlas VPM-SNS

Gráfico	Interpretación
Gráficos de puntos (<i>dot plot</i>).	Cada punto representa el valor de la tasa estandarizada de hospitalizaciones en un área de salud. Usualmente se representan las áreas dentro de los percentiles 5-95 de la correspondiente distribución.
Gráficos de puntos (<i>dot plot</i>) en escala logarítmica de media 0.	Los <i>dot plot</i> en escalas de números naturales, con tasas de intervenciones que se mueven en rangos muy diferentes, no permiten una clara visualización de la variabilidad dado que los procedimientos con menores tasas se agrupan en la base de la gráfica sugiriendo menor variación. Para mostrar la variabilidad se recurre a la escala logarítmica, que permite obviar este efecto. Adicionalmente, a los logaritmos de las tasas se les ha restado el logaritmo de la media de las áreas, de modo que la escala se distribuye en una media común para todas las áreas estudiadas de valor = 0.
Curva de Lorenz.	Relaciona los porcentajes acumulados de población con los porcentajes acumulados de hospitalizaciones que esta población recibe. En el eje de abscisas se representa la población de las áreas "ordenadas" de forma que los percentiles con menores tasas estandarizadas quedan a la izquierda y las áreas con tasas más altas a la derecha. La curva parte del origen (0-0) y termina en el punto (100-100). Si los ingresos estuvieran distribuidos de manera perfectamente igualitaria (ausencia de variabilidad), la curva coincidiría con la línea de 45 grados que pasa por el origen. Si una curva de Lorenz se encuentra siempre por encima de otra (y, por lo tanto, está más cerca de la línea de 45 grados) podemos decir que la primera exhibe menor variación que la segunda. Las curvas de Lorenz permiten comparar muy visualmente la variabilidad entre distintos procedimientos, grupos de edad o sexo.
Gráficos de burbujas (<i>bubble plots</i>).	Cada punto representa un área de salud como en los <i>dot plots</i> , pero se han agrupado en columnas por Comunidades Autónomas y, adicionalmente, el tamaño de la burbuja es proporcional al número de habitantes de cada área.
Mapas de razones de utilización estandarizadas.	Recogen las áreas que están significativamente por encima o debajo de la media del conjunto de áreas. Se representan en 7 colores: beige (no existen diferencias significativas), tres gamas de verdes y tres de rojos, de menos a más oscuro, según se incrementa -de modo significativo- la infra o suprautilización respecto al uso medio hasta un 20%, del 20% a 50%, o igual o superior al 50%.

En la tabla 4 se describen someramente las representaciones gráficas empleadas en el Atlas.

Recursos sanitarios

En los Atlas VPM-SNS se realizan también algunos análisis para valorar las posibles asociaciones entre las tasas de intervenciones y la oferta de recursos sanitarios o variables demográficas, socio-económicas o de nivel educativo. La fuente de información para la variables de recursos sanitarios son los microdatos de la Estadística de Establecimientos Sanitarios con Régimen de Internado (EESRI) más próxima temporalmente a los datos del Atlas analizado así como la documentación complementaria con sus variables y definiciones^{11,12}. Sólo se contabilizaron los recursos de los hospitales que aportaron el CMBD al proyecto (hospitales del SNS) y los recursos son contabilizados en el área de salud donde se ubica el correspondiente hospital. Estos recursos se han agrupado en 4 niveles por cuartiles (tabla 5). Las variables empleadas incluyen:

- El número de camas hospitalarias funcionantes por 1.000 habitantes,
- el número de médicos hospitalarios en equivalentes de jornada completa por 1.000 habitantes,
- el número de quirófanos instalados por 100.000 habitantes,
- la estancia media del hospital,
- el porcentaje de ocupación,
- el porcentaje de ingresos urgentes respecto al total de ingresos,
- el número de médicos residentes (MIR) por 100 facultativos de plantilla.
- el número de camas de críticos (medicina intensiva, cuidados críticos y unidades coronarias) por 1.000.000 habitantes y

- el número de equipos de resonancia magnética y tomografía computarizada por 100.000 habitantes.

En todos los casos, el denominador se refiere a habitantes de todos los grupos de edad ya que estos recursos no son específicos de las personas mayores.

Variables socio-económicas

Las variables socioeconómicas provienen de los Anuarios Económicos de España editados anualmente por "La Caixa"¹³. Dado que en muchas variables existe un decalaje temporal entre la fecha del Anuario y la de las variables de interés (por ejemplo, el Anuario de 2006 puede publicar algunos datos demográficos referidos a 2006, pero datos de renta de 2003 y nivel estudios de 2001) se emplean los Anuarios de diversos años buscando el dato más cercano al de las tasas estudiadas. El Anuario Económico de España ofrece información por municipios y sólo para los de más de 1.000 habitantes. Para aproximar los valores promedio de cada área de salud los correspondientes valores municipales fueron agregados por áreas de salud ponderando el nivel de cada municipio por su volumen de población. A los municipios de menos de 1000 habitantes se les asignó el valor promedio del área (en términos generales, estos municipios no suponen porcentajes de población superiores al 5-10% en ningún área).

Las variables utilizadas incluyen:

- Nivel Económico 2003, un índice de la renta familiar disponible por residente en una determinada área para el año 2003. El Anuario Económico Español define 10 niveles que -para 2003- se corresponden con diversos intervalos de renta

Tabla 5. Puntos de corte (cuartiles) de las variables de recursos hospitalarios.

Camas hosp. 1.000 hab.	Q1	≤ 1,49
	Q2	1,49 - 1,96
	Q3	1,97 - 2,68
	Q4	≥ 2,69
Médicos hosp. 1.000 hab.	Q1	≤ 1,08
	Q2	1,09 - 1,27
	Q3	1,28 - 1,58
	Q4	≥ 1,59
Quirofanos 100.000 hab.	Q1	≤ 4,09
	Q2	4,10 - 5,12
	Q3	5,13 - 6,94
	Q4	≥ 6,95
Estancia media	Q1	≤ 5,94
	Q2	5,95 - 6,85
	Q3	6,86 - 8,00
	Q4	≥ 8,01
% Ocupación	Q1	≤ 74,50
	Q2	74,51 - 80,25
	Q3	80,26 - 84,35
	Q4	≥ 84,36
% Ingresos urg./total ingresos	Q1	≤ 57,19
	Q2	57,20 - 65,69
	Q3	65,70 - 72,29
	Q4	≥ 72,30
MIR por 100 facultativos	Q1	≤ 1,00
	Q2	1,01 - 11,50
	Q3	11,51 - 23,00
	Q4	≥ 23,01
Camas críticos 100.000 hab.	Q1	≤ 4,74
	Q2	4,75 - 10,90
	Q3	10,91 - 17,99
	Q4	≥ 18,00
Equipos RM+CT 100.000 hab.	Q1	≤ 0,77
	Q2	0,78 - 1,14
	Q3	1,15 - 1,54
	Q4	≥ 1,55

MIR: médicos internos y residentes; RM: resonancia magnética; CT: tomografía computarizada

[1: <7.200 euros; 2: 7.200- 8.300; 3: 8.300-9.300; 4: 9.300-10.200; 5:10.200-11.300; 6: 11.300-12.100; 7: 12.100-12.700; 8: 12.700-13.500; 9: 13.500-14.500; y 10: >14.500].

- Evolución de la renta familiar disponible en el periodo 1999-2003. La variable recoge el porcentaje de crecimiento de la renta familiar en el periodo descrito (entre el 2,75% y el 10% según áreas), ofreciendo una imagen más dinámica de la renta disponible que el “nivel económico”.
- Paro registrado en porcentaje sobre la población total (no sobre la población activa) en 2005 (desde el 1% al 8% según áreas).
- Número de oficinas bancarias por 10.000 habitantes.
- Número de teléfonos fijos por 100 habitantes en 2005 (desde 24 a 61, según áreas).
- Número de automóviles matriculados por 100 habitantes a 1 de enero de 2005 (desde 21 a 62, según áreas).
- Índice de actividades económicas 2004.

- Cuota de mercado 2005.

- Índice turístico 2004.

Dado que estas variables mantienen fuertes correlaciones entre si, se redujeron mediante un análisis de componentes principales (con rotación varimax) que obtuvo 3 componentes que explicaban un 74,4% de la varianza (tabla 6).

En la tabla 7 se muestra la matriz de componentes rotados del análisis efectuado. A partir de la misma se han caracterizado 3 componentes que se han interpretado como:

- Componente 1: se conforma fundamentalmente a partir de las variables cuota de mercado, índice de actividades económicas e índice turístico (y, en menor medida, líneas telefónicas). Parece caracterizar la actividad económica en las áreas de salud.
- Componente 2: se conforma a partir de las variables nivel económico (renta familiar disponible), tasa de paro sobre población total y número de oficinas bancarias por 10.000 habitantes, aunque también incorpora parte de las variables crecimiento de la renta y líneas telefónicas. Parece caracterizar la renta familiar disponible.
- Componente 3: Se conforma a partir de las variables referidas a automóviles, crecimiento de la renta disponible y líneas telefónicas, aunque también incorpora parte del índice turístico.

Parece caracterizar el nivel de consumo de bienes y servicios. Estos 3 componentes fueron los empleados en los análisis para valorar la asociación entre factores socioeconómicos y tasas de hospitalización en personas mayores.

Asociación entre tasas de hospitalización, recursos y factores socio-económicos.

Se realizó, en primer lugar, un análisis bivariable entre las tasas de hospitalización en los 3 grupos de edad considerados (65-79 años, 80+ años, crónicas 75+ años) y las correspondientes variables de recursos o los 3 componentes extraídos del análisis de componentes principales.

A continuación se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para valorar las posibles asociaciones independientes de las diversas variables controlando el efecto de las restantes variables. Se desarrollaron 3 modelos usando como variable dependiente la tasa de hospitalización en personas de 65-79 años, en personas de 80+ años y en personas de 75+ años ingresadas por condiciones crónicas. En todos los análisis se partió de un modelo con todas las variables (sin incorporar interacciones) eliminando aquellas cuyo nivel de significación quedaba por debajo de 0,10, ó de 0,05 para su reincorporación (metodo backward stepwise; probabilidad de entrada 0,05; probabilidad de salida 0,10). En todos los modelos las variables independientes se hallan categorizadas por cuartiles, de modo que los coeficientes se refieren al cambio en la correspondiente tasa de hospitalización derivado de pasar de un cuartil al siguiente.

Análisis de patrones comunes y discrepantes según sexo.

Para modelizar las variaciones geográficas en las hospitalizaciones según sexo⁸ se han utilizado dos aproximaciones diferentes: método clásico y modelo bayesiano de componentes compartidos. Aunque en este trabajo no se empleó el modelo Besag York y Mollie (BYM), se incluye en la descripción de los métodos al tratarse de un eslabón intermedio entre los modelos utilizados.

Método clásico. El cociente entre el número de casos observados

Tabla 6. Extracción de componentes principales de las variables socioeconómicas.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	total	var.	acum.	total	var.	acum.	total	var.	acum.
1	3,33	37,06	37,06	3,33	37,06	37,06	2,54	28,27	28,27
2	2,16	24,06	61,12	2,16	24,06	61,12	2,38	26,44	54,71
3	1,19	13,26	74,39	1,19	13,26	74,39	1,77	19,67	74,39
4	,76	8,45	82,84						
5	,52	5,85	88,70						
6	,41	4,61	93,31						
7	,33	3,71	97,03						
8	,21	2,36	99,40						
9	,05	,59	100,00						

Tabla 7. Matriz de componentes rotados.

	Componente 1 (Actividad Económica)	Componente 2 (Renta disponible)	Componente 3 (nivel de consumo)
Cuota mercado	0,967	-0,018	0,105
Índice actividades económicas	0,944	0,123	0,025
Índice turístico	0,719	-0,017	0,341
Nivel económico	0,124	0,873	0,152
Paro registrado s/población total	0,092	-0,865	-0,088
Bancos por 10000 hab.	0,053	0,804	0,040
Automóviles por 100 hab.	0,191	-0,099	0,853
Incremento renta disponible 99-03	0,013	0,211	0,717
Teléfonos por 100 hab.	0,369	0,392	0,607

(o_i) y esperados (e_i) en hombres es la razón de utilización en hombres, $RUh_i = o_i/e_i$, para el área de salud *i-ésima* y, del mismo modo, en mujeres $RUm_i = o_i/e_i$ para el área *i-ésima*. Esto equivale a asumir que el número de casos o_i sigue una distribución de Poisson con media $e_i r_i$, donde r_i es el riesgo de ingreso subyacente para el área *i-ésima* y su estimación se deriva usando métodos de máxima verosimilitud para el modelo saturado. La significación estadística de estos estimadores se deriva usando el método exacto.

Modelo BYM. El modelo espacial propuesto por Besag et al¹⁴, y ampliamente usado en el análisis geográfico de enfermedades, asume para el primer nivel de la jerarquía la misma distribución de Poisson que el modelo previo, $o_i \sim \text{Poisson}(e_i r_i)$, pero en el segundo nivel, en lugar de considerar que r_i es el parámetro a estimar, considera que r_i es una variable aleatoria cuyo logaritmo es la suma de un término constante y dos variables aleatorias, u_i y v_i , la primera con una estructura autorregresiva Gaussiana condicional (CAR normal) y la segunda con una estructura Gaussiana independiente. Esto es, $u_i \sim \text{CARNormal}(W, \tau_u = 1/s_u^2)$, con la matriz W representando la estructura de vecindades (dos áreas se consideran vecinas si tienen una frontera común, salvo en los archipiélagos canario y balear, donde las islas se consideran vecinas en razón de su proximidad) y τ_u y s_u^2 representando la precisión y la variabilidad espacial condicional. Adicionalmente, $v_i \sim N(0, \tau_v = 1/s_v^2)$, con s_v^2 representando la variabilidad no estructurada. A partir de este modelo, el porcentaje de variabilidad atribuible a la dependencia espacial puede ser derivado mediante el cociente $s_{um}^2 / (s_{um}^2 + s_v^2)$, donde s_{um}^2 es la varianza espacial marginal, $s_{um}^2 = \sum_i (u_i - \bar{u})^2 / (I-1)$, e I el número de áreas.

Modelo de componentes compartidos. El modelo de componentes compartidos usado en este trabajo adopta algunas de las especificaciones descritas por Knorr-Held y Best¹⁵ y por Richardson et al¹⁶. Este modelo considera, para cada conjunto de datos, el mismo primer nivel que los modelos previos:

$$\begin{aligned}
 o_{1i} &\sim \text{Poisson}(m_{1i} = e_{1i} p_{1i}); \\
 o_{2i} &\sim \text{Poisson}(m_{2i} = e_{2i} p_{2i}); \\
 \log(m_{1i}) &= \log(e_{1i}) + \alpha_1 + \mu_{1i}; \\
 \log(m_{2i}) &= \log(e_{2i}) + \alpha_2 + \mu_{2i}
 \end{aligned}$$

donde o_{1i} , o_{2i} son el número observado de hospitalizaciones para hombres y mujeres respectivamente en cada área *i-ésima*, e_{1i} , e_{2i} , $i=1, \dots, I$ el número esperado de casos para ambos y los α los valores de las constantes. La particularidad de este modelo es que la estructura espacial, similar a la del modelo BYM, es introducida en una escala log por la estructura conjunta de μ_{1i} y μ_{2i}

$$\mu_{1i} = \lambda_i \delta + \phi_{1i}; \quad \mu_{2i} = \frac{\lambda_i}{\delta} + \beta_i + \phi_{2i}$$

donde λ_i representa el patrón espacial compartido común para hombres y mujeres, β_i representa el patrón espacial discrepante de los ingresos en mujeres respecto a los hombres, y ϕ_{1i} y ϕ_{2i} son los términos residuales que valoran la heterogeneidad que puede restar en la distribución de riesgos tras incluir los otros términos del modelo. El parámetro δ queda construido de modo que d^2 puede interpretarse como la razón del gradiente de riesgo

asociado a la covariable latente compartida relativa a los hombres frente al gradiente de riesgo relativo a las mujeres.

La aproximación bayesiana asume que tanto los parámetros como los efectos aleatorios son cantidades desconocidas que requieren de la especificación de una distribución de probabilidad previa. En relación a los vectores aleatorios: $\tilde{\epsilon}$, $\hat{\alpha}$, $\tilde{\delta}_1$ y $\tilde{\delta}_2$, las especificaciones fueron las siguientes. Para el patrón especial compartido $\tilde{\epsilon}$, se adoptó una distribución CAR Normal (W, τ_ϵ), que asume –como se describió en el epígrafe anterior– que las hospitalizaciones en hombres y mujeres están estructuradas espacialmente, $\tilde{\epsilon} \sim \text{CARNormal}$. Para el componente discrepante también se asumió una distribución con estructura espacial $\hat{\alpha} \sim \text{CARNormal}(W, \tau_\alpha)$. Para $\tilde{\delta}_1$ y $\tilde{\delta}_2$ se asume una distribución normal multivariante $N(0, \tau\phi_1)$ y $N(0, \tau\phi_2)$ siendo $\tau\phi_1$ y $\tau\phi_2$ los parámetros de la precisión. Finalmente, las especificaciones “hyperprior” para los parámetros fueron $\alpha \sim \text{dflats}()$, $\log(\delta) \sim N(0, 5.5)$, y las $\tau \sim \text{Gamma}(0.5, 0.0005)$. En la práctica, por razones de conveniencia, se empleó una parametrización jerárquicamente centrada (ver detalles en Wakefield et al, 2006)¹⁷. Para este modelo, como se describe para el modelo BYM, la proporción de variabilidad explicada por cada componente para ambas bases de datos, se derivan de las varianzas empíricas. Para estimar los parámetros del modelo se empleó la aproximación completa de Bayes¹⁵, que permite obtener la distribución posterior de las variables aleatorias y a partir de ellas los mapas de de probabilidad posterior representando $\Pr(r_i > 1 \mid \text{datos})$ que son utilizados como mapas de significación.

La inferencia bayesiana se realizó empleando el método de simulación conocido como Monte Carlo con Cadenas de Markov (MCMC), con los programas informáticos R (R Development Core team, 2007), versión 2.5.1, cuya librería R2WinBUGS conecta con el programa WinBUGS¹⁸. Para alcanzar la convergencia, se utilizaron 3 cadenas con 100.000 iteraciones cada una, para las que tras un periodo de calentamiento de 50.000, se escogieron una de cada 10. Por tanto, los resultados se basan en muestras de tamaño 15000. Se emplearon los métodos de diagnóstico usuales para valorar la convergencia, como el estadístico de Brooks-Gelman-Rubin, y la observación de los gráficos secuenciales y de autocorrelación.

Bibliografía

- Librero J, Rivas F, Peiró S, Allepuz A, Montes Y, Bernal-Delgado E et al por el Grupo VPM-IRYSS. Metodología del Atlas de variaciones en cirugía ortopédica y traumatología en el Sistema Nacional de Salud. *Atlas Var Pract Med Sist Nac Salud*. 2005; 1:43-8.
- Librero J, Peiró S, Bernal-Delgado E Rivas F, Martínez N, Márquez Calderón S ET al. Algunas notas metodológicas sobre el Atlas VPM de cirugía general. *Atlas Var Pract Med Sist Nac Salud*. 2005; 1(2):89-90.
- Oterino de la Fuente D, Castaño E, Librero J, Peiró S, Bernal-Delgado E, Martínez N et al por el Grupo VPM-SNS. Variaciones en hospitalizaciones pediátricas: métodos. *Atlas Var Pract Med Sist Nac Salud*. 2006; 2: 129-32.
- Rivas-Ruiz F, Jiménez-Puente A, Librero J, Márquez-Calderón S, Peiró S, Bernal-Delgado E por el Grupo de Variaciones en la Práctica Médica de la Red IRYSS (Grupo VPM-IRYSS). Metodología del ATLAS VPM de hospitalizaciones por problemas y procedimientos cardiovasculares. *Atlas Var Pract Med Sist Nac Salud*. 2007; 2:182-4.
- Librero J, Ibáñez B, Aizpuru F, Bernal-Delgado E, Peiró S, Latorre K et al. Metodología del Atlas de hospitalizaciones por problemas de salud mental en el Sistema Nacional de Salud. *Atlas Var Pract Med Sist Nac Salud*. 2008; 3(1):223-7.
- Librero J, Peiró S, Bernal-Delgado E, Allepuz A, Ridao M, Martínez N por el Grupo VPM-SNS. Metodología del Atlas de variaciones en hospitalizaciones por cirugía oncológica en el Sistema Nacional de Salud. *Atlas Var Pract Med Sist Nac Salud*. 2009; 4(1):274-82.
- Suárez-García FM, Jiménez-Torres F, Peiró S, Librero J, Bernal-Delgado E, Ridao M et al. Variabilidad en las hospitalizaciones de las personas mayores en el Sistema Nacional de Salud. *Atlas Var Pract Med Sist Nac Salud*. 2010; 5(1):299-313.
- Librero J, Ibáñez B, Peiró S, Bernal-Delgado E, Martínez-Lizaga N, Seral-Rodríguez M, et al. La hospitalización de las personas mayores según sexo. Patrones comunes y discrepantes. *Atlas Var Pract Med Sist Nac Salud*. 2010; 5(1):287-97.
- HCUP Chronic Condition Indicator (CCI). Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP). Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; 2007. Acceso en 24 agosto 2009. Disponible en: <http://www.hcup-us.ahrq.gov/toolssoftware/chronic/chronic.jsp>.
- Ibáñez B, Librero J, Bernal-Delgado E, Peiró S, González López-Valcárcel B, Martínez N et al. Is there much variation in variation? Revisiting statistics of small area variation in health services research. *BMC Health Serv Res*. 2009;9:60. Accesible en: <http://www.biomedcentral.com/1472-6963/9/60>.
- Instituto de Información Sanitaria. Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social; 2010 [acceso junio 2010] Estadística de Establecimientos Sanitarios con Régimen de Internado. Manual. Disponible en: <http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/estadisticas/microdatos/frmListadoMicrodatos.jsp>
- Instituto de Información Sanitaria. Madrid: Ministerio de Sanidad y Política Social; 2010 [acceso junio 2010] Estadística de Establecimientos Sanitarios con Régimen de Internado. Cuestionario. Disponible en: <http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/estadisticas/microdatos/frmListadoMicrodatos.jsp>
- Servicio de Estudios La Caixa. Anuario Económico de España – 2004. Barcelona: La Caixa; 2006.
- Besag J, York J Mollié A. Bayesian image restoration with two applications in spatial statistics. *Ann Instit Statist Math*. 1991; 43:1-59.
- Knorr-Held L, Best NG. A shared component model for detecting joint and selective clustering of two diseases. *J Royal Stat Soc*. 2001; 164(1):73-85.
- Richardson S, Abellan JJ, Best N. Bayesian spatio-temporal analysis of joint patterns of male and female lung cancer risks in Yorkshire (UK). *Stat Methods Med Res*. 2006; 15: 385-407.
- Wakefield J, Shaddick G. Health-exposure modelling and the ecological fallacy. *Biostat*. 2006; 7:438-55.
- Spiegelhalter DJ, Thomas A, Best NG, Lunn DJ. WinBUGS Version 1.4 User's Manual 2003. MRC Biostatistics Unit, Institute of Public Health, Cambridge, Rolf Nevanlinna Institute, University of Helsinki, and Department of Epidemiology and Public Health, Imperial College London. <http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs>.
- Brooks SP, Gelman A. Alternative methods for monitoring convergence of iterative simulations. *J Computation Graph Stat*. 1998; 7:434-55.