

Modelización del tiempo de hospitalización en lesiones por tránsito

Mercedes Ayuso-Gutiérrez, D en C Econ Empr,⁽¹⁾ Lluís Bermúdez-Morata, D en C Econ Empr,⁽²⁾
Miguel Santolino-Prieto, D en E Empr.⁽¹⁾

Ayuso-Gutiérrez M, Bermúdez-Morata L, Santolino-Prieto M.
Modelización del tiempo de hospitalización en lesiones por tránsito.
Salud Publica Mex 2015;57:161-169.

Ayuso-Gutiérrez M, Bermúdez-Morata L, Santolino-Prieto M.
Modelling length of hospital stay in motor victims.
Salud Publica Mex 2015;57:161-169.

Resumen

Objetivo. Analizar los factores sociodemográficos y de las lesiones causadas por accidentes de tránsito que influyen en el tiempo de hospitalización de las víctimas. **Material y métodos.** Muestra transversal de 17 932 eventos de tránsito ocurridos en España entre 2000 y 2007. Se estimaron diferentes modelos de regresión para identificar y medir la influencia de los factores. **Resultados.** Los hombres tienen un tiempo medio de hospitalización 41% mayor al de las mujeres. La duración de la estancia hospitalaria media aumenta cinco veces cuando existen fracturas. Las lesiones en las extremidades inferiores, la cabeza y el abdomen se asocian con mayores duraciones hospitalarias. **Conclusiones.** El sexo de la víctima, su edad, la posición que ocupaba en el vehículo en el momento del evento, el tipo de vehículo causante y el tipo y zona de la lesión influyen significativamente en la duración de la estancia hospitalaria.

Palabras clave: hospitalización; accidentes de tránsito; distribuciones estadísticas; modelos estadísticos; análisis de regresión; España

Abstract

Objective. To analyze which socio-demographic and other factors related to motor injuries affect the length of hospital recovery stay. **Materials and methods.** In the study a sample of 17 932 motor accidents was used. All the crashes occurred in Spain between 2000 and 2007. Different regression models were fitted to data to identify and measure the impact of a set of explanatory regressors. **Results.** Time of hospital stay for men is on average 41% larger than for women. When the victim has a fracture as a consequence of the accident, the mean time of hospital stay is multiplied by five. Injuries located in lower extremities, the head and abdomen are associated with greater hospitalization lengths. **Conclusions.** Gender, age and type of victim, as well as the location and nature of injuries, are found to be factors that have significant impact on the expected length of hospital stay.

Key words: hospitalization; traffic; accidents; statistical distributions, statistical models; regression analysis; Spain

(1) Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española, Riskcenter-IREA, Universidad de Barcelona. España.

(2) Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial, Riskcenter-IREA, Universidad de Barcelona. España.

Fecha de recibido: 26 de septiembre de 2014 • **Fecha de aceptado:** 17 de febrero de 2015

Autor de correspondencia: Dr. Lluís Bermúdez Morata. Facultad de Economía y Empresa,
Universidad de Barcelona. Av. Diagonal 690. 08034 Barcelona, España.

Correo electrónico: lbermudez@ub.edu

Los eventos de tránsito son la principal causa de lesiones que requieren hospitalización en España y en el conjunto de países de la Unión Europea. En España se estima que, durante el periodo 2004-2008, alrededor de 10% de las hospitalizaciones derivaron del uso de vehículos de motor.¹ En 2012 los accidentes de tránsito en España causaron 115 890 heridos, de los cuales 10 444 fueron heridos graves que requirieron una hospitalización superior a 24 horas.²

El objetivo de este artículo es analizar los factores que inciden en la duración de las hospitalizaciones de víctimas no mortales de accidentes de tránsito. Para ello, en primer lugar, se compara la bondad del ajuste de los días de hospitalización para las principales distribuciones paramétricas discretas y sus versiones ceromodificadas. En segundo lugar, se seleccionan las distribuciones con mejor calidad de ajuste para analizar la capacidad explicativa de un conjunto de regresores relacionados con la víctima, el accidente y el tipo de lesiones padecidas.

El análisis de los factores asociados con el tiempo de hospitalización para víctimas de eventos de tránsito ha sido ampliamente documentado en la literatura.³⁻⁸ Los trabajos de referencia se han basado en datos proporcionados por hospitales y, por tanto, las conclusiones que se extraen de ellos se limitan a las víctimas que han requerido hospitalización. Este trabajo utiliza datos de expedientes de eventos de tránsito en los que se produjeron víctimas con daños corporales. Por esto, es posible analizar la duración de la hospitalización por lesiones de tránsito incorporando también en el análisis a las víctimas con lesiones que no requirieron hospitalización. De este modo, las conclusiones que se deriven pueden ser extrapoladas al conjunto de las víctimas de tránsito.

Material y métodos

Se utilizó una muestra de 17 932 eventos de tránsito ocurridos en España entre 2000 y 2007 en los que se produjo, al menos, una víctima no mortal con daños corporales. El número total de víctimas no mortales analizadas asciende a 20 272. La muestra, que fue facilitada por una entidad aseguradora (en el marco del seguro obligatorio de vehículos, la víctima de tránsito tiene derecho al cobro de una indemnización por los días que permanece en el hospital), ha sido utilizada ya en trabajos previos.^{9,10} El universo de entidades en el seguro de autos en España está muy atomizado; sin embargo, las cuatro más importantes –entre las que se ubica la entidad cedente de los datos– concentran más de la mitad de la cuota de mercado.

Se trata de una base de datos de difícil acceso debido a que contiene información final sobre los daños corporales sufridos por las víctimas (siniestros ya cerrados y liquidados en la entidad aseguradora). La información utilizada hace referencia al número final de días de baja que requirió la víctima durante su rehabilitación y provee además información sobre los daños declarados a lo largo de la tramitación del expediente así como sobre las secuelas finalmente producidas. No se incluyen víctimas que fallecieron como consecuencia del accidente, por lo que la mortalidad no incide en la observación del tiempo de rehabilitación. Entre los años 2000 y 2007, el número de eventos de tránsito con víctimas ocurridos en España¹¹ ascendió a 786 043 y el número de víctimas producido en los mismos (excluyendo personas fallecidas) fue de 998 538. Por lo anterior, la muestra es representativa de la población con un nivel de confianza de 99% y un margen de error inferior a 1%.

La información disponible, que fue utilizada en la modelización del número de días de hospitalización (variable dependiente del modelo), hace referencia a características sociodemográficas de la víctima como la edad y el sexo, la posición que ocupaba en el vehículo en el momento del evento (conductor, pasajero, peatón o ciclista) o el tipo de vehículo que ha causado el accidente (automóvil,* motocicleta o camión). Se dispone asimismo de información relativa a las lesiones sufridas por la víctima. La valoración médica y legal de las lesiones de tránsito en España se basa en un baremo que describe 475 diferentes secuelas.¹² Para cada una de las secuelas se conoce la tipología (heridas, fracturas, contusiones, pérdidas de conocimiento, abrasiones, amputaciones, lesiones nerviosas, lesiones vasculares, lesiones musculares y traumas), y la zona principalmente afectada (cabeza, tórax, abdomen, extremidades superiores, extremidades inferiores y múltiples zonas, en caso de que la secuela afecte principalmente a más de una región).

Para el análisis empírico de los factores que influyen en el número de días de hospitalización se han realizado contrastes de hipótesis de igualdad de medias entre las categorías de cada variable para comprobar si existen diferencias significativas a nivel unidimensional mediante el test de Kruskal-Wallis.

La misma base de datos ha sido previamente utilizada en el análisis de las hospitalizaciones.¹⁰ En aquél estudio el objetivo principal fue analizar si existen diferencias en los factores que explican la probabilidad de ser hospitalizado después de un accidente y los fac-

* Se refiere a un vehículo ligero con un mínimo de cuatro ruedas y un máximo de nueve plazas.

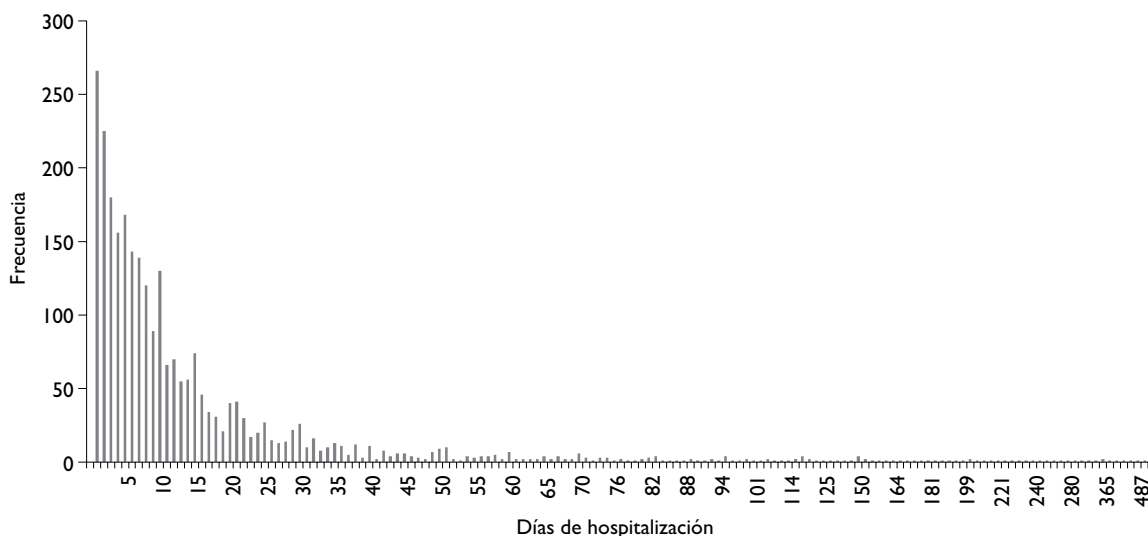
tores que inciden en la duración de la hospitalización. Para ello se utilizó un modelo Tobit que incluía un conjunto de regresores para explicar la probabilidad de ser hospitalizado y un conjunto distinto de regresores para explicar la duración de la hospitalización; se tuvo en cuenta la dependencia que existe entre los errores de ambas regresiones y, por tanto, se eliminó el posible sesgo en la estimación. El modelo Tobit se basa en la distribución normal. Esta distribución puede ofrecer resultados insatisfactorios en el ajuste de las colas para distribuciones asimétricas y con colas largas. Es por lo anterior que en este artículo se propone un conjunto de distribuciones que tienen en cuenta la naturaleza discreta de la variable aleatoria y que son adecuadas para capturar asimetrías y colas largas. Para evitar el sesgo de estimación que provocaría el hecho de no considerar la dependencia entre admisión y duración, se consideró un único conjunto de parámetros que explica simultáneamente la probabilidad de ser hospitalizado y la duración de la hospitalización.

La primera opción, cuando la variable aleatoria es un conteo, es la distribución Poisson. Sin embargo, la sobredispersión de la muestra de este estudio contrastada estadísticamente, unida a un posible exceso de ceros, ha llevado a utilizar adicionalmente generalizaciones de dicha distribución y, en concreto, la distribución binomial negativa (o Poisson-gamma) y la distribución Poisson-inversa gaussiana. En este artículo se han tenido en cuenta, además, las versiones cero infladas de estas distribuciones para tener en cuenta el posible exceso de ceros observado en los datos.⁹

Finalmente, las distribuciones binomial negativa y Poisson-inversa gaussiana cero inflada han ofrecido mejores resultados a la hora de detectar qué factores inciden en la duración de la hospitalización y en qué medida. La parametrización utilizada para la distribución binomial negativa es aquella con parámetros μ y σ , valor esperado $E[Y]=\mu$ y varianza $V[Y]=(1+\sigma)\cdot\mu$, por lo que σ representa el parámetro de dispersión. La parametrización utilizada para la distribución Poisson-inversa gaussiana cero inflada tiene valor esperado $E[Y]=(1-\nu)\cdot\mu$, y varianza $V[Y]=\mu(1-\nu)\cdot[1+(\sigma+\nu)\mu]$, siendo μ el parámetro de posición, σ el parámetro de dispersión, y ν el parámetro correspondiente al cero inflado de la variable. Se han considerado los factores de regresión sobre el parámetro μ dejando, en cada caso, los parámetros σ y ν como fijos. Finalmente, como es habitual en estos modelos,¹³ para enlazar los parámetros con el predictor lineal de cada uno se ha utilizado la función logaritmo para los parámetros μ y σ y la función logit para el parámetro ν .

Resultados

El histograma de la variable *número de días de hospitalización* se muestra en la figura 1. Adicionalmente, en el cuadro I se presentan algunos descriptivos básicos para los diferentes regresores considerados en el análisis. El porcentaje de individuos que fue ingresado en un hospital como consecuencia de un evento de tránsito es de aproximadamente 13.15% del total de ingresos; a su vez 86.85% de las víctimas no requirió hospitalización.



El número de víctimas que no requirieron hospitalización asciende a 17 606

FIGURA I. HISTOGRAMA DE LOS DÍAS DE HOSPITALIZACIÓN. ESPAÑA, 2000-2007

Cuadro I
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS Y CONTRASTES DE MEDIAS DE LOS DÍAS DE HOSPITALIZACIÓN EN LESIONES POR TRÁNSITO. ESPAÑA, 2000-2007

	Porcentaje de víctimas	Media de los días de hospitalización	Desviación estándar de los días de hospitalización	p-valor (Kruskal-Wallis)
Sexo				
Mujer	54	1.76	12.49	<0.001
Hombre	46	3.13	17.52	
Edad				
≤20	12	3.62	19.12	<0.001
21-65	80	1.87	13.53	
66-100	8	5.54	20.31	
Conductor				
Pasajero vehículo responsable*	22	1.09	10.62	<0.001
Pasajero vehículo no responsable†	15	4.38	21.54	
Peatón/ciclista	12	5.76	20.74	
Automóvil				
Automóvil	94	2.34	14.90	<0.001
Motocicleta	1	3.95	27.23	
Camión	5	2.98	13.40	
Lesión				
Herida	8 (92)	5.78 (2.09)	23.06 (14.08)	<0.001
Fractura	18 (82)	9.38 (0.88)	27.17 (10.10)	<0.001
Contusión	54 (46)	1.03 (3.97)	7.13 (20.60)	<0.001
Pérdida de conocimiento	3 (97)	28.18 (1.71)	66.12 (9.99)	<0.001
Abrasión	2 (98)	2.20 (2.39)	12.65 (15.06)	0.641
Amputación	0.1 (99,9)	30.72 (2.36)	49.66 (14.93)	<0.001
Nerviosa	1 (99)	48.87 (2.13)	80.76 (13.38)	<0.001
Vascular	0.1 (99,9)	14.83 (2.37)	38.04 (14.95)	<0.001
Muscular	6 (94)	3.01 (2.34)	17.18 (14.86)	<0.001
Trauma	1 (99)	31.29 (1.95)	61.59 (12.64)	<0.001
Zona				
Cabeza	13 (87)	7.98 (1.54)	32.62 (9.67)	<0.001
Tórax	25 (75)	2.85 (2.23)	17.80 (13.96)	0.987
Abdomen	19 (81)	2.12 (2.45)	14.80 (15.06)	<0.001
Extremidades superiores	26 (74)	3.08 (2.15)	16.95 (14.27)	<0.001
Extremidades inferiores	24 (76)	5.30 (1.46)	21.51 (12.12)	<0.001
Múltiples	5 (95)	2.48 (2.38)	11.65 (15.18)	<0.001

* Vehículo responsable del accidente

† Vehículo no responsable del accidente

Entre parentésis se presentan los estadísticos descriptivos para la categoría complementaria del regresor analizado

La media del número de días de hospitalización fue de 2.38, con lo que se confirmó una marcada sobredispersión en los datos (desviación estándar igual a 15.01). Los contrastes de igualdad de medias revelan diferencias estadísticamente significativas en el número medio de días de hospitalización para todas las variables analizadas, con excepción de la variable que recoge el hecho

de que la víctima haya sufrido una abrasión o que haya sufrido daños en el tórax.

Los valores ajustados de las distribuciones utilizadas para modelizar la duración de la estancia hospitalaria como consecuencia de las lesiones derivadas de tránsito, así como el valor del criterio de información Akaike (AIC, por sus siglas en inglés) y del criterio de

Cuadro II
FRECUENCIA OBSERVADA Y FRECUENCIAS AJUSTADAS DEL NÚMERO DE DÍAS DE HOSPITALIZACIÓN EN LESIONES
POR TRÁNSITO PARA DIFERENTES DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD.* ESPAÑA, 2000-2007

Días	Frecuencia observada	Tobit model	Poisson	Binomial negativa	Poisson inversa gaussiana	Poisson inversa gaussiana cero inflada
0	17 606	17 823.56	1 865.42	17 582.60	17 460.50	17 606.00
1	266	74.77	4 450.44	575.48	1 345.78	229.17
2	225	73.14	5 308.82	293.21	387.95	245.16
3	180	71.52	4 221.85	195.99	195.10	224.71
4	156	69.91	2 518.07	146.58	122.00	194.40
5	168	68.31	1 201.50	116.61	85.37	165.21
6	143	66.73	477.75	96.48	63.98	140.30
7	139	65.16	162.83	82.02	50.23	119.87
8	120	63.60	48.56	71.11	40.78	103.28
9	89	62.07	12.87	62.60	33.95	89.78
10	130	60.54	3.07	55.78	28.83	78.72
11	66	59.04	0.67	50.18	24.87	69.58
12	70	57.55	0.13	45.50	21.74	61.94
13	55	56.08	0.02	41.54	19.21	55.50
14	56	54.63	0	38.14	17.14	50.02
15	74	53.20	0	35.19	15.41	45.33
16	46	51.79	0	32.61	13.95	41.27
17	34	50.40	0	30.33	12.71	37.73
18	31	49.03	0	28.31	11.64	34.64
19	21	47.68	0	26.50	10.71	31.91
20	40	46.35	0	24.88	9.89	29.50
21	41	45.04	0	23.40	9.18	27.35
22	30	43.75	0	22.07	8.54	25.42
23	17	42.49	0	20.85	7.98	23.70
24	20	41.25	0	19.74	7.47	22.14
>24	449	1.074.44	0	554.30	267.12	519.37
AIC		38 065.96	292 495.10	35 897.41	38 127.14	35 457.33
BIC		38 081.79	292 503.00	35 913.24	38 142.98	35 481.08

* Los resultados obtenidos en el ajuste paramétrico de los datos a las distribuciones Poisson cero inflada, Poisson cero ajustada, binomial negativa cero inflada y binomial negativa cero ajustada ponen de manifiesto peores resultados en términos de AIC y no son presentados

AIC: Criterio de información Akaike

BIC: Criterio de información bayesiano

información bayesiano (BIC, por sus siglas en inglés) como criterios de ajuste para cada una de ellas, se presentan en la cuadro II. Se ha incluido también el ajuste del modelo Tobit¹⁰ a efectos comparativos. La distribución Poisson-inversa gaussiana cero inflada es la que presenta un mejor ajuste con los dos criterios escogidos, seguida por la distribución binomial negativa.

El análisis de la significación individual de los parámetros y global de los modelos explicativos especificados para los días de hospitalización a partir de la distribución binomial negativa y la distribución Poisson inversa gaussiana cero inflada aparece en el cuadro III. Una vez incluidos los factores de regresión, el modelo

basado en la distribución binomial negativa es el que presenta un mejor ajuste a los datos. Como puede observarse, en el modelo Poisson-inversa gaussiana cero inflado, el parámetro ν referido al cero inflado de la variable, una vez aplicada la función de enlace logit inversa, es nulo. Así pues, la inclusión de los factores de regresión capta la parte que recogía este parámetro en el ajuste de la distribución Poisson-inversa gaussiana cero inflada sin covariables. Aunque finalmente se seleccionó el modelo binomial negativo por su mayor calidad de ajuste, puede comprobarse que los resultados de ambos modelos son casi idénticos para todos los factores considerados.

Cuadro III
MODELOS DE REGRESIÓN BINOMIAL NEGATIVO Y POISSON INVERSA GAUSSIANA CERO INFLADO.
ESPAÑA, 2000-2007

Variables	Binomial negativo			Poisson inversa gaussiana cero inflado		
	β	Exp(β)	p-valor	β	Exp(β)	p-valor
Constante	-0.283	0.754	0.000*	-0.544	0.581	0.000*
Sexo						
Hombre	0.342	1.408	0.000*	0.361	1.435	0.000*
Edad						
21-65	-0.301	0.740	0.000*	-0.334	0.716	0.000*
66-100	-0.102	0.904	0.128	-0.136	0.873	0.227
Pasajero vehículo resp.	-0.132	0.877	0.054§	-0.136	0.873	0.094§
Pasajero vehículo no resp.	0.496	1.641	0.000*	0.514	1.672	0.000*
Peatón/ciclista	0.474	1.606	0.000*	0.529	1.696	0.000*
Motocicleta	-0.201	0.818	0.172	-0.229	0.796	0.364
Camión	0.178	1.195	0.028‡	0.187	1.205	0.137
Lesión						
Herida	0.142	1.153	0.007*	0.182	1.200	0.055‡
Fractura	1.678	5.355	0.000*	1.832	6.246	0.000*
Contusión	-0.766	0.465	0.000*	-0.796	0.451	0.000*
Pérdida conocimiento	0.714	2.041	0.000*	0.811	2.250	0.000*
Abrasión	-0.583	0.558	0.000*	-0.633	0.531	0.007*
Amputación	0.784	2.190	0.003*	0.981	2.668	0.080‡
Nerviosa	0.930	2.534	0.000*	0.997	2.710	0.000*
Vascular	0.290	1.336	0.220	0.396	1.486	0.430
Muscular	0.240	1.271	0.003*	0.267	1.306	0.019‡
Trauma	1.130	3.097	0.000*	1.326	3.767	0.000*
Zona						
Cabeza	0.405	1.500	0.000*	0.419	1.521	0.000*
Tórax	0.047	1.048	0.359	0.064	1.066	0.413
Abdomen	0.238	1.269	0.000*	0.263	1.300	0.002*
Extremidades superiores	0.024	1.025	0.570	0.026	1.027	0.702
Extremidades inferiores	0.545	1.725	0.000*	0.572	1.771	0.000*
Múltiples	0.336	1.400	0.001*	0.338	1.402	0.008*
Sigma (σ)	3.790		0.000	4.363		0.000
Logit (Nu (v))				0.000		0.086
		AIC = 30 618.73 BIC = 30 824.57			AIC = 33 675.36 BIC = 33 889.12	

* Indica significación a 1%

‡ Indica significación a 5%

§ Indica significación a 10%

AIC: Criterio de información Akaike

BIC: Criterio de información bayesiano

De los factores incluidos en el modelo, pocos presentan coeficientes estadísticamente no significativos. Entre éstos, destacan dos zonas de lesión (tórax y extremidades superiores), la existencia de lesiones de tipo vascular, así como los hechos de que la víctima tenga

más de 65 años de edad y de que el accidente haya sido ocasionado por una motocicleta.

Respecto a las características sociodemográficas de la víctima, la mayoría incidió de un modo u otro en la duración de la hospitalización. El número medio

de días de hospitalización fue aproximadamente 41% superior en los hombres que en las mujeres, como pone de manifiesto el valor obtenido para la exponencial del parámetro correspondiente.

En relación con la edad, las víctimas de entre 21 y 65 años presentaron un número de días de hospitalización 26% inferior frente a las víctimas de 20 años como máximo. La menor estancia hospitalaria observada en los mayores de 65 años respecto, a los menores o iguales a 20 años, aunque fue mayor que la observada para las víctimas de entre 21 y 65 años, no resultó estadísticamente significativa ($p=0.128$). Los pasajeros del vehículo no responsable del accidente, así como los peatones y ciclistas, presentaron un número de días de hospitalización aproximadamente 60% superior que el del conductor del vehículo responsable del evento. En cambio, los lesionados pasajeros en el vehículo responsable mostraron una estancia hospitalaria 12% menor que estos últimos. Las víctimas de eventos de tránsito ocasionados por camiones requirieron un mayor número medio de días de hospitalización, cerca de 20% superior al requerido por las víctimas de automóviles.

Por otro lado, según el tipo de lesiones que había sufrido la víctima, sólo la existencia de contusiones y abrasiones redujeron la estancia hospitalaria en un porcentaje próximo a 50% frente a los casos en los que no se produjeron contusiones y abrasiones. Cuando la víctima sufrió una fractura, la estancia hospitalaria media se vio multiplicada por cinco respecto del caso en el que no existió fractura alguna. La estancia hospitalaria se vio más que doblada ante la existencia de lesiones nerviosas, traumas, amputaciones o pérdida del conocimiento.

Según la zona corporal afectada, las lesiones en las extremidades inferiores, la cabeza y el abdomen fueron las que se asociaron con mayores duraciones hospitalarias. Las víctimas a quienes la lesión afectó en diferentes partes del cuerpo vieron aumentada su estancia hospitalaria en casi 40% respecto de las que no padecieron lesiones.

Finalmente, es preciso indicar que los modelos se ajustaron incluyendo un mayor número de categorías relativas a la edad de la víctima, tipo de vehículo, así como diferenciando entre peatones y ciclistas, y que los coeficientes estimados no fueron estadísticamente significativos.

Discusión

Mediante los datos utilizados en este estudio —el cual incluye al conjunto de víctimas de tránsito— y con la metodología propuesta, se obtiene una serie de conclusiones que pueden ser comparadas con la literatura existente. Los trabajos previos relativos a hospitalizaciones están

mayoritariamente basados en datos proporcionados por hospitales, por lo que excluyen del análisis a las víctimas de tránsito con lesiones que no requirieron hospitalización. No obstante, los resultados obtenidos de este estudio están mayoritariamente en consonancia con los de estudios previos.

Al analizar las características sociodemográficas, estudios previos señalan que el tiempo de hospitalización es mayor para los hombres que para las mujeres.^{3,5} Si se analiza la edad de la víctima, en la literatura médica la probabilidad de sufrir lesiones graves se ha asociado de forma positiva con la edad,¹⁴ fundamentalmente por la mayor fragilidad y las limitaciones físicas preexistentes de las personas mayores.¹⁵ Los lesionados jóvenes también aparecen como un grupo de víctimas que sufre lesiones graves¹⁶ por la falta de experiencia, una mayor agresividad en la conducción o el no uso de dispositivos de protección como el casco.¹⁷⁻¹⁹

La posición de la víctima dentro del vehículo responsable o no responsable del accidente y el tipo de vehículo causante del mismo son factores que inciden en la duración de la estancia hospitalaria. Los peatones y ciclistas son usuarios más frágiles que los ocupantes de vehículos y, en consecuencia, sufren lesiones más graves que conllevan mayores estancias hospitalarias.^{5,20} La mayor gravedad de las lesiones de los ocupantes del vehículo no causante del accidente respecto de las padecidas por quienes iban en el vehículo responsable podría estar asociada con el hecho de que el vehículo no culpable es el que frecuentemente recibe el impacto.^{21,22} Los pasajeros suelen sufrir lesiones más graves que los conductores,^{14,23} hecho que en parte se fundamenta en el menor tiempo de anticipación al evento. Finalmente, los eventos de tránsito ocasionados por vehículos pesados causan víctimas con lesiones más graves. Las características de estos vehículos (elevado peso, longitud, mayor distancia de frenado, etcétera) provocan consecuencias más graves en caso de siniestro.²⁴

El tipo de lesión y la zona del cuerpo afectada inciden en el tiempo de hospitalización de las víctimas. Fracturas y lesiones internas se asocian en la literatura médica con lesiones graves que requieren una mayor estancia hospitalaria.⁵⁻⁷ Las contusiones y abrasiones, por el contrario, a menudo requieren una atención médica urgente sin necesidad de ingreso hospitalario.^{7,25} Cuando se analizan las partes del cuerpo afectadas, en la literatura médica se observa que las lesiones en extremidades inferiores y cabeza se asocian con un mayor tiempo de hospitalización de las víctimas.⁶⁻⁷ Las lesiones en extremidades inferiores con frecuencia se observan en colisiones frontales graves²⁶ y entre las víctimas especialmente vulnerables (peatones, ciclistas y motoristas).²⁰ Las lesiones en la cabeza también son

frecuentes entre las víctimas especialmente vulnerables, a menudo conllevan algún grado de discapacidad y son la primera causa de hospitalización en colisiones de vehículos.^{20,27}

Cabe señalar que los resultados obtenidos para los tipos de lesiones son meramente explicativos. El trabajo ha asumido la independencia entre variables con el fin de explicar el efecto de cada una de ellas y de comparar los resultados con trabajos previos. Sin embargo, se considera que el hecho de no tener en cuenta la posible interrelación de distintas lesiones en una misma víctima es una de las limitaciones del presente trabajo. Como ejercicio interesante, una posible extensión de este trabajo sería considerar un enfoque metodológico bayesiano, tanto en la estimación de los parámetros como en el análisis del ajuste de los modelos. También debe señalarse que la utilización de datos más recientes permitiría comparar si los resultados se han mantenido a lo largo del tiempo o si se han producido cambios. Otra limitación del estudio es que no se dispone de información sobre indicadores de la severidad de las lesiones o relativos al uso de dispositivos de seguridad, posición del pasajero en el vehículo o conducción bajo el influjo de sustancias psicoactivas, entre otros.

Los resultados de este trabajo pueden ser de gran utilidad en España. El tránsito de pasajeros y mercancías genera grandes beneficios pero también provoca costos. Uno de los principales costos es la pérdida de calidad de vida ocasionada por los accidentes de tránsito. En términos económicos, el costo sociosanitario ocasionado por la hospitalización de las víctimas de eventos de tránsito es uno de los más relevantes. La metodología y los resultados de este trabajo pueden ayudar en la estimación de dichos costos y en el diseño de las políticas de seguridad vial.

Los resultados que aquí se presentan pueden ser relevantes para la gestión hospitalaria, tanto desde el punto de vista de los servicios de urgencias hospitalarias como del de la distribución de las plazas hospitalarias. Desgraciadamente, los accidentes de circulación representan una parte importante de las visitas al servicio de urgencias y cierta cantidad de éstos requiere una estancia hospitalaria prolongada. Ejemplo de lo anterior es el hecho de que, por cada fallecido de tránsito en España en 2011, se produjeron 12 heridos que requirieron ingreso hospitalario y 276 que precisaron asistencia sanitaria, pero no ingreso.²

Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda recibida del Ministerio de Economía y Competitividad ECO2012-35584.

Declaración de conflicto de intereses. Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

Referencias

1. Apollo WP2 project. Base de datos. European Center for Injury Prevention. España: Universidad de Navarra.
2. Las principales cifras de la siniestralidad vial. España 2012. Madrid: Dirección General de Tráfico, 2013.
3. Haghparast-Bidgoli H, Saadat S, Bogg L, Yarmohammadian MH, Hasselberger M. Factors affecting hospital length of stay and hospital charges associated with road traffic-related injuries in Iran. *BMC Health Serv Res* 2013;13:281.
4. Gardner R, Smith G, Chany AM, Fernandez SA, McKenzie LB. Factors associated with hospital length of stay and hospital charges of motor vehicle crash-related hospitalizations among children in the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2007;161:889-895.
5. Guria J. Length of hospitalization - an indicator of social costs of disabilities from traffic injuries. *Accid Anal Prev* 1990;22:379-389.
6. Saidi H, Mutisto BK. Motorcycle injuries at a tertiary referral hospital in Kenya: injury patterns and outcome. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2013;39:481-485.
7. Peek-Asa C, Yanga J, Ramirez M, Hamann C, Cheng G. Factors affecting hospital charges and length of stay from teenage motor vehicle crash-related hospitalizations among United States teenagers, 2002-2007. *Accid Anal Prev* 2011;43:595-600.
8. Forman J, López-Valdés F, Pollack K, Heredero-Ordoyo R, Molinero A, Mansilla A, et al. Injuries among powered two-wheeler users in eight European countries: a descriptive analysis of hospital discharge data. *Accid Anal Prev* 2012;49:229-236.
9. Boucher JP, Santolino M. Discrete distributions when modelling the disability severity score of motor victims. *Accid Anal Prev* 2010;42:2041-2049.
10. Santolino M, Bolancé C, Alcañiz M. Factors affecting hospital admission and recovery stay duration of in-patient motor victims in Spain. *Accid Anal Prev* 2012;49:512-529.
11. Ministerio de Interior. Anuario estadístico de accidentes 2010. Madrid: Ministerio de Interior, 2011.
12. Bermúdez L, Ayuso M, Santolino M. Perspectivas y análisis económico de la futura reforma del sistema español de valoración del daño corporal. Madrid: Fundación Mapfre, Cuadernos de la Fundación N° 145, 2009.
13. McCullagh P, Nelder J. Generalized linear models. London: Chapman and Hall, 1989.
14. O'Donnell C, Connor D. Predicting the severity of motor vehicle accident injuries using models of ordered multiple choice. *Accid Anal Prev* 1996;28:739-753.
15. Li G, Braver E, Chenb L. Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers. *Accid Anal Prev* 2003;35:227-235.
16. Newgard C. Defining the "older" crash victim: the relationship between age and serious injury in motor vehicle crashes. *Accid Anal Prev* 2008;40:1498-1505.
17. Björklund G. Driver irritation and aggressive behaviour. *Accid Anal Prev* 2008;40:1069-1077.
18. Lajunen T, Parker D. Are aggressive people aggressive drivers? A study of the relationship between self-reported general aggressiveness, driver anger and aggressive driving. *Accid Anal Prev* 2001;33:243-255.
19. Fuentes C, Gras ME, Font-Mayolas S, Bertran C, Ballester D, Juvinyà D. Uso del casco en adolescentes usuarios de ciclomotores en la ciudad de Gerona, 2006. *Rev Esp Salud Publica* 2009;83:877-889.
20. Eid H, Barss P, Adam S, Torab FC, Lunsjo K, Grivna M, et al. Factors affecting anatomical region of injury, severity, and mortality for road trauma in a high-income developing country: lessons for prevention. *Injury* 2009;40:703-707.
21. Abdelwahab H, Abdel-Aty M. development of artificial neural network models to predict driver injury severity in traffic accidents at signalized intersections. *Transp Res Rec* 2007;1746:6-13.

22. Dissanayake S, Lu JJ. Factors influential in making an injury severity difference to older drivers involved in fixed object-passenger car crashes. *Accid Anal Prev* 2002;34:609-618.
23. Hutchinson T. Statistical modelling of injury severity, with special reference to driver and front seat passenger in single-vehicle crashes. *Accid Anal Prev* 1986;18:157-167.
24. Chang LY, Mannering F. Analysis of injury severity and vehicle occupancy in truck- and non-truck-involved accidents. *Accid Anal Prev* 1999;31:579-592.

25. Thygeson S, Merrill R, Cook L, Thomas A. Comparison of factors influencing emergency department visits and hospitalization among drivers in work and nonwork-related motor vehicle crashes in Utah, 1999-2005. *Accid Anal Prev* 2011;43:209-213.
26. Fildes B, Lane J, Lenard J, Vulcan A. Passenger cars and occupant injury: side impact crashes. Report CR 134. Federal Office of Road Safety, 1994.
27. Norin H, Kraff M, Korner J, Nygren A, Tingvall C. Injury severity assessment for car occupants in frontal impacts, using disability scaling. *J Clin Epidemiol* 1997;50:5-103.