

# EFFECTO DEL DESARROLLO ECONÓMICO EN LA MORTALIDAD RELACIONADA CON EL TRANSPORTE, ENTRE DIFERENTES TIPOS DE USUARIOS DE LAS VÍAS: UN ESTUDIO TRANSVERSAL INTERNACIONAL

Leonard J. Paulozzi <sup>∞, \*</sup>  
 George W. Ryan, <sup>\*</sup>  
 Victoria E. Espitia-Hardeman, <sup>\*</sup>  
 Yongli Xi<sup>\*</sup>

CDC de Atlanta

## Resumen

*Introducción:* La relación entre el estado de desarrollo económico de un país y su tasa de mortalidad por colisiones de vehículos de motor (CVM) no ha sido definida para los diferentes tipos de usuarios de las vías.

*Métodos:* Este artículo presenta un análisis de regresión transversal con datos recientes de mortalidad en 44 países, utilizando datos de certificados de defunción provenientes de la Organización Mundial de la Salud.

*Resultados:* Para cinco tipos de usuarios de las vías, la mortalidad por CVM es expresada como muertes por 100.000 habitantes, y muertes por 1.000 vehículos de motor. El desarrollo económico es medido como el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita en dólares de Estados Unidos, y como vehículos de motor por 1.000 habitantes. Los resultados mostraron que la mortalidad total por CVM en los países con bajos ingresos presentó un pico a un PIB alrededor de US \$2.000 per cápita, y cerca de 100 vehículos por 1.000 habitantes.

*Conclusiones:* La mortalidad total disminuyó con el incremento del ingreso nacional alrededor de US \$24.000. La mayoría de los cambios en la mortalidad por CVM asociados con el desarrollo económico fueron explicados por cambios en las tasas de usuarios no motorizados, especialmente de peatones. Las tasas totales de CVM fueron más bajas cuando la exposición de los peatones fue menor o porque hubo pocos vehículos de motor o peatones; y fueron más altas durante un periodo crítico de transición hacia transporte motorizado, cuando gran cantidad de peatones y otros usuarios vulnerables compitieron por el uso de las vías con vehículos de motor.

**Palabras clave:** Accidentes de tránsito; mortalidad; desarrollo económico.

\* Centro Nacional para la Prevención y el Control de las Lesiones, Centros para el Control y la Prevención de las Enfermedades, 4770 Budford Hwy., NE, Atlanta, GA, 30341, USA.

Publicado en inglés en Accident Analysis & Prevention. Volumen 39, Issue 3, May 2007

Traducción: Victoria Espitia-Hardeman

\* Los datos de mortalidad utilizados en este análisis fueron recolectados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). El análisis interpretación y conclusiones derivadas de estos datos son sólo responsabilidad de los autores y no necesariamente representan el punto de vista de la OMS, y no reflejan la política oficial u opiniones del Departamento de Salud y Servicios Humanos, o de los Centros para el Control y la Prevención de las Enfermedades.

<sup>∞</sup> Principal autor. Tel. +1 7704881394, fax: +1 7704881317

E-mail: [LPaulozzi@cdc.gov](mailto:LPaulozzi@cdc.gov) (L.J. Paulozzi), [GRyan@cdc.gov](mailto:GRyan@cdc.gov) (G.W. Ryan), [Vespitia@cdc.gov](mailto:Vespitia@cdc.gov) (V.E. Espitia-Hardeman), [Yxi@cdc.gov](mailto:Yxi@cdc.gov) (Y.Xi).

# EFFECT OF ECONOMIC DEVELOPMENT ON THE FATALITY RATE FROM MOTOR VEHICLE ACCIDENTS AMONG VARIOUS TYPES OF USERS OF PUBLIC THOROUGHFARES: AN INTERNATIONAL CROSS STUDY.

CDC (Center for Disease Control) of Atlanta

## Abstract

*Introduction: The relationship between a country's economic development and its fatality rate from motor vehicle accidents (MVA) has not been studied according to the different types of users of public thoroughfares.*

*Methodology: This article presents a cross analysis of recent mortality data from 44 countries through the use of information found in the death certifications supplied by the World Health Organization.*

*Results: For five types of users of public roadways the mortality rate by MVA is presented as deaths per 100,000 inhabitants and deaths per 1000 motor vehicles. Economic development is measured by the per capita GDP (Gross Domestic Product) in US dollars and the number of motor vehicles per 1000 inhabitants. The results showed that the total mortality rate by MVA in low income countries reached a peak at a GDP of around US \$2000 per capita and around 100 motor vehicles per 1000 inhabitants.*

*Conclusions: The overall mortality rate diminished with the increase of national income at around US \$24,000. The majority of the changes in fatality by MVA in association with economic development were explained by changes in the number of non-motorized users of public ways, especially pedestrians. The total number of MVA was reduced when the exposure of pedestrians to motorized traffic was lower either because there were fewer motor vehicles or because there were fewer pedestrians. The rate was higher during critical periods of transition towards more motorized transportation when many pedestrians and other non-motorized users of public thoroughfares were competing for space with increased numbers of motorized vehicles.*

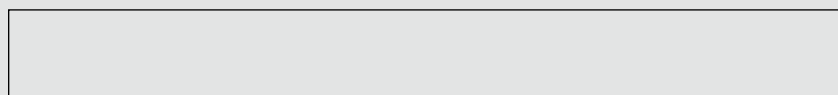
*Key words:* Transit accidents, fatalities, economic development

## Resumo

*Introdução: A relação entre o estado de desenvolvimento econômico de um país e sua taxa de mortalidade por colisões de veículos de motor (CVM) não tem sido definida para os diferentes tipos de usuários das vias.*

*Métodos: Este artigo apresenta uma análise da regressão transversal de dados recentes de mortalidade em 44 países, utilizando os dados dos certificados de óbito provenientes da Organização Mundial da Saúde.*

*Resultados: Para cinco tipos de usuários das vias, a mortalidade por CVM é expressa como mortes por 100.000 habitantes e mortes por 1.000 veículos de motor. O desen-*



---

Fecha de recibo: Mayo/07  
Fecha aprobación: Julio/07



el mundo (OMS, 2005). Escogimos esta fuente de datos porque captura la manera como se transportaba la víctima cuando ésta fue conocida, usando un esquema estandarizado de códigos, la Clasificación Internacional de Enfermedades.

Empezamos con la información de mortalidad más reciente de 77 países, codificados de acuerdo con la Décima Revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) (OMS, 1992). Inmediatamente excluimos 8 países que estaban incluidos en otro grupo más grande, p.ej., el Reino Unido, o que consolidaron la información, más que presentarla en detalle, p.ej., mortalidad total por vehículo de motor, en vez de mortalidad por tipo de usuario de la vía.

Examinamos entonces las estadísticas de la OMS para determinar la extensión en la cual la mortalidad codificada no especificó el tipo de usuario, o fue muy baja para generar tasas estables en cada tipo específico de usuario. Decidimos entonces excluir 17 países para los cuales el tipo de usuario no fue especificado en 40% o más de las muertes, y 4 países con 10 o menos muertes, o con cero muertes de peatones, dejando 48 países para el análisis.

En el cálculo de las tasas, obtuvimos los denominadores de población para los años comparables de los volúmenes anuales del *Demographic Yearbook* de las Naciones Unidas (United Nations, 2005) para todos los países, con excepción de 6 que no fueron incluidos en el *Yearbook*. La población para cuatro de estos seis países fue obtenida de la Base de Datos *online* del U.S. Census Bureau International (U.S. Census Bureau, 2005). Las poblaciones específicas por edad no pudieron ser encontradas con al menos dos años de diferencia en los datos de mortalidad para dos países. Estos fueron excluidos,

quedando 46 países en el análisis. Generamos entonces tasas específicas por edad y, utilizando el método directo, calculamos tasas totales ajustadas por edad, con la población mundial estándar del 2000 (Ahmad et al., 2005).

Una vez las tasas ajustadas fueron calculadas, las ajustamos por el nivel de datos incompletos, usando la información de la OMS con el estimativo de los datos de mortalidad resultantes de un cubrimiento geográfico parcial de las estadísticas vitales o debido a fallas en obtener los certificados de defunción de todas las muertes (OMS, 2005). Hicimos el ajuste dividiendo la tasa por la fracción de incompleto. Dos países tuvieron el grado de completo de menos de 50%, lo cual fue juzgado como inaceptablemente bajo. Estos fueron excluidos, quedando 44 países para el análisis. La información de 31 (70.4%) de los 44 países fue considerada como 100% completa por la OMS. Otros diez países tuvieron el grado de completo entre 50% y 99%. Tres países no tuvieron datos del nivel de datos incompletos y permanecieron en el estudio sin ajustar.

Calculamos luego las tasas de fatalidad para los diferentes tipos específicos de usuarios y para el transporte terrestre total. Las muertes que ocurrieron en las vías públicas o fuera de éstas se incluyeron. La definición del tipo de usuario fue enfocada en las interacciones entre los vehículos de motor o entre vehículos motorizados y no motorizados. Así mismo, unas pocas muertes resultantes de colisiones entre usuarios no motorizados, p.e., un ciclista que atropella a un peatón, no fueron incluidos en las tasas específicas por tipo de usuario. La tabla 1 muestra los códigos CIE-10 utilizados para definir las categorías de usuario de la vía.

**Tabla 1.** Códigos CIE -10 utilizados para definir las categorías de los usuarios de las vías

Tipo de usuario de la vía	Códigos CIE-10
Peatón	V02-V05, V09
Ciclista	V12-V15, V17-V19
Motociclista (Motocicletas con 2- y 3- ruedas)	V22-V25, V27-V29, V32-V35, V37-V39
Ocupantes de vehículos motorizados de 4-ruedas	V42-V45, V47-V49, V52-V55, V57-V59, V62-V65, V67-V69, V72-V75, V77-V79
Ocupantes de otros tipos de vehículos especificados (incluye vehículos de tracción animal; trenes; tranvía; vehículos utilizados en la industria, agricultura, y construcción; y vehículos de motor todoterreno.	V80-V86
Usuario de la vía no especificado	V87-V89, V99
Total de usuarios de la vía, especificados o no especificados	V01-V89, V99

Para comparar con estudios previos que han utilizado esta medida (Kopits and Cropper, 2005; Soderlund and Zwi, 1995), también calculamos la razón de muertes por 1.000 vehículos para cada país, ajustada por el nivel de datos incompletos. La fuente de datos para el número de vehículos de motor utilizada en esta razón de mortalidad se describe más adelante.

#### Variables de Desarrollo Económico

Escogimos el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita en dólares corrientes de U.S. como una medida total del desarrollo económico. Básicamente, el PIB es el Producto Nacional Bruto (PNB) modificado para excluir bienes y servicios producidos domésticamente por compañías extranjeras, e incluir los bienes y servicios producidos fuera del país por compañías domésticas. Utilizamos los

datos del PIB calculados por el método del Atlas del Banco Mundial (World Bank, 2005). En ocasiones no pudimos hallar el PIB comparable con los datos de mortalidad del mismo año y aceptamos un dato de PIB que estuviera entre un rango de 2 años.

También utilizamos una medida del desarrollo específica del transporte: el número de vehículos de motor de cuatro ruedas, por 1.000 personas (V/P), el cual ha sido utilizado en algunos estudios previos (Smeed, 1949; Kopits and Cropper, 2005). V/P se correlaciona estrechamente con el ingreso nacional, excepto quizás a niveles altos de ingreso, donde la propiedad de los vehículos no se incrementa tan rápido como el ingreso nacional (Van Beeck et al., 2000). El número de vehículos de motor fue tomado del *World Road Statistics* e incluyó pasajeros de vehículos, buses, coches, camiones y vehículos de carga

(International Road Federation, 2001–2004). Las motocicletas y ciclomotores no fueron incluidos en las estadísticas de vehículos de motor a causa de las diferencias en el registro entre los países (Soderlund and Zwi, 1995). Para algunos países utilizamos las estadísticas de vehículos de motor más cercanos al año de mortalidad escogida. Las estadísticas de vehículos de motor no estuvieron disponibles en esta fuente para las Islas Vírgenes USA.

## Análisis Estadístico

Los datos, se analizaron utilizando técnicas de regresión multivariada. Debido a que tanto las variables explicativas del desarrollo y las mediciones de la mortalidad tuvieron una distribución asimétrica positiva, los análisis se realizaron utilizando transformaciones logarítmicas. Los análisis de regresión fueron hechos en la versión 9 del programa SAS (SAS, 2002–2003). Realizamos regresión lineal, cuadrática y cúbica para las dos variables de desenlace (tasa de mortalidad y razones de mortalidad) sobre las dos variables explicativas (PIB per cápita y V/P). Los modelos de regresión cúbica produjeron curvas asimétricas por ser las que mejor se ajustaron a los datos para todos los cuatro análisis, por lo que sólo estos resultados son presentados. Los valores de  $P$  menores de 0.05 se encontraron estadísticamente significativos. Estos análisis nos permitieron también identificar los países que significativamente se desviaron

de la curva de regresión, de manera importante, y los valores de las variables explicativas que correspondieron a los puntos de cambio en las curvas (máximos y mínimos). Las curvas fueron realizadas utilizando la sección de gráficos de la versión 9 del SAS (SAS-Graph).

Todos los análisis fueron repetidos excluyendo a Georgia y Perú, con el fin de determinar el posible efecto que los errores en las mediciones de la mortalidad pudieron tener en los resultados. Georgia fue más a menudo que otro país un valor estadísticamente extremo, y Perú tuvo el más bajo grado de completamente diligenciado (50%) para la mortalidad.

## Resultados

### Análisis Descriptivo

Para los 44 países analizados, 38 (86.4%) tuvieron datos de mortalidad para el año 2000 o posterior (Tabla 2). Las muertes anuales por vehículo de motor por país oscilaron desde 14 (Islas Vírgenes USA) a 45.196 (USA), con un promedio de 722.5. El promedio del PIB per cápita fue US \$9.490, oscilando desde US \$630 (Georgia) a US \$43,150 (Luxemburgo). El número promedio de vehículos por 1.000 personas fue 311.2, oscilando de 29.5 (Egipto) a 807.6 (USA). Entre los 44 países, 20 fueron de Europa, 14 de Sur y Centro América, 5 de Asia, 2 de Norte América y 2 de Oceanía, y 1 de África.

**Tabla 2.** Tasas de mortalidad por colisiones de vehículo de motor según el modo de transporte, ajustadas por edad y nivel de datos incompletos, Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, y vehículos de motor por 1.000 personas (V/P) para cada país.

País	Año de mortalidad	Tasas ajustadas de mortalidad por 100.000 habitantes PIB per					Vehículos		cápita (US\$)	por 1.000 personas
		Número de muertes <sup>a</sup>	Peatones	Ciclistas	Motociclistas	MV Ocupantes	Otro tipo de vehículo	Total <sup>b</sup>		
Argentina	2000	4083	2.23	0.30	0.52	4.58	0.16	11.10	7,690	181.1
Australia	1998	1941	1.73	0.14	1.12	6.33	0.27	9.87	20,090	625.9
Bahámas	2000	64	6.10+	0.00-	1.57	9.63	0.31	22.50+	15,060	203.5
Barbados	2000	36	0.89	0.00-	2.47	9.50	0.00-	12.87	9,130	253.3
Brasil	2000	29435	6.56	0.56	1.62	4.34	0.34	21.53	3,650	174.4
Canadá	2001	2877	1.20	0.23	0.50	3.24	0.64	9.29	22,140	592.6
Colombia	1999	7620	9.41	0.92	4.69+	2.79	0.33	24.72	2,180	51.0
Costa Rica	2000	670	8.84	1.20	2.62	3.98	0.32	21.33	3,820	139.5
Croacia	2003	635	1.86	0.70	1.14	3.83	0.76	13.30	4,630	311.2
Cuba	2002	1478	3.44	2.17	1.55+	3.41	0.90	12.22	2,900	32.3
República Checa	2002	1472	2.69	1.08	0.81	2.86	0.20	13.09	5,880	390.4
Dinamarca	2000	490	1.42	0.87	1.40	4.62	0.22	8.69	31,450	418.4
Ecuador	2000	2044	17.90+	0.05	0.10	2.59	0.07	26.70	1,330	48.6
Egipto	2000	4792	2.45	0.11	0.05-	3.23	0.53	10.22	1,490	29.5
Estonia	2002	242	5.40	1.20	0.17-	9.44	0.20	17.30	4,540	358.5
Finlandia	2002	459	0.96	0.89	0.68	4.68	0.37	7.85	23,990	481.4
Georgia	2000	235	0.04-	0.02	0.03-	4.01	0.00-	5.82	630	70.2
Alemania	1999	7903	1.00	0.47	1.06	4.01	0.10	9.67	25,730	541.9
Hong Kong SAR	2001	167	1.24	0.04	0.31	0.62-	0.02	2.26-	25,790	76.7
Hungría	2002	1739	4.24	2.18	0.96	7.23	0.31	15.13	5,100	309.1
Islandia	2001	28	0.21-	0.00	0.69	8.07	0.37	9.65	28,430	632.6
Israel	2000	518	2.47	0.26	0.76	3.98	0.05	8.10	17,060	274.7
Japón	2002	11493	1.74	0.79	1.32	2.58	0.13	7.03	33,660	580.6
Latvia	2002	590	8.39	1.16	1.42	11.63	0.98	23.72	3,780	314.3
Lituania	2002	819	7.05	2.39	0.87	10.59	0.49	22.13	3,730	372.5
Luxemburgo	2001	76	1.51	0.00-	1.73	14.72+	0.00-	17.96	43,150	666.8
Malta	2002	16	0.89	0.00-	1.26	1.44-	0.22	3.81-	9,850	617.3
Méjico	2000	14592	6.96	0.26	0.17-	3.72	0.28	17.18	5,110	158.9
Holanda	1999	1135	0.76	1.15	1.15	3.51	0.05	6.87	25,270	428.0
Nueva Zelanda	2000	508	1.37	0.52	1.05	9.49	0.70	13.21	13,700	696.0
Noruega	2002	345	0.81	0.30	1.09	4.60	0.26	7.42	38,990	497.8
Panamá	2000	409	8.68	0.81	0.30	7.00	0.44	17.55	3,870	110.4
Paraguay	1996	451	11.53	0.11	0.67	2.61	0.34	16.58	4,750	88.8
Perú	1999	1905	1.73	0.01	0.13	9.44+	0.80	17.73	2,080	42.6
Polonia	2000	7085	5.55	1.28	0.55	6.35	0.43	16.85	4,430	272.8
Puerto Rico	2000	598	4.45	0.28	0.77	5.42	0.17	14.94	10,550	278.1
Slovakia	2002	775	4.73	1.32	0.79	5.42	0.32	13.36	4,070	279.2
Slovenia	2002	294	2.17	0.76	1.35	7.11	1.09	12.98	10,260	480.8
España	2001	6018	1.82	0.20	1.26	5.77	0.23	13.37	14,490	538.8
Suecia	2001	584	0.79	0.38	0.57	3.87	0.31	6.16	26,700	497.0
Tailandia	2002	13386	2.69	0.05	6.82+	4.44	0.27	23.84	2,000	103.6
Reino Unido	2001	3464	1.22	0.22	1.07	2.91	0.08	5.77	25,310	389.1
Estados Unidos	2001	45196	1.95	0.27	1.05	6.49	0.40	15.29	34,760	807.6
Islas Vírgenes (USA)	2000	14	4.40	0.00	0.00	1.39	2.57	0.00-	13.26	17,200
ND										

+ Indica una tasa que es significativamente más alta de la esperada. - Indica una tasa que es significativamente más baja de la esperada a Número de muertes antes del ajuste por el grado de incompleto.

b Tasas totales, incluye las tasas para un tipo de usuario no especificado (no se muestran)

Los países con tasas en negrilla indican una desviación de las tasas esperadas con base en el número de vehículos per cápita. Los países con tasas subrayadas indican una desviación con base en el valor esperado del PIB per cápita. ND indica los países para los cuales los datos no estuvieron disponibles.



**Tabla 3.** Muertes por 1.000 vehículos de motor según el modo de transporte, ajustado por edad y el nivel de datos incompletos

País	Muertes ajustadas por 1.000 vehículos de motor					Totala
	Peatón	Ciclista	Motociclista	Ocupante Vehículo	Otro tipo vehículo	
Argentina	0.12	0.02	0.03	0.25	0.01	0.61
Australia	0.03	0.00	0.02	0.10	0.00	0.16
Bahamas	0.30+	0.00-	0.08	0.47+	0.02	1.11+
Barbados	0.04	0.00-	0.10	0.37	0.00-	0.51
Brasil	0.38	0.03	0.09	0.25	0.02	1.23
Canadá	0.02	0.00	0.01	0.05	0.01	0.16
Colombia	1.84	0.18	0.92+	0.55	0.06	4.85
Costa Rica	0.63	0.09	0.19	0.29	0.02	1.53
Croacia	0.06	0.02	0.04	0.12	0.02	0.43
Cuba	1.06	0.67+	0.48+	1.06	0.28+	3.78
República Checa	0.07	0.03	0.02	0.07	0.01	0.34
Dinamarca	0.03	0.02	0.03	0.11	0.01	0.21
Ecuador	3.68+	0.01	0.02	0.53	0.02	5.49
Egipto	0.83	0.04	0.02	1.09	0.18+	3.46
Estonia	0.15	0.03	0.00-	0.26	0.01	0.48
Finlandia	0.02	0.02	0.01	0.10	0.01	0.16
Georgia	0.01-	0.00	0.00-	0.57	0.00-	0.83-
Alemania	0.02	0.01	0.02	0.07	0.00	0.18
Hong Kong SAR	0.16+	0.01	0.04	0.08-	0.00	0.29-
Hungría	0.14	0.07	0.03	0.23	0.01	0.49
Islandia	0.00	0.00	0.01	0.13	0.01	0.15
Israel	0.09	0.01	0.03	0.15	0.00	0.29
Japón	0.03	0.01	0.02	0.04	0.00	0.12
Latvia	0.27	0.04	0.05	0.37	0.03	0.75
Lituania	0.19	0.06	0.02	0.28	0.01	0.59
Luxemburgo	0.02	0.00-	0.03	0.22	0.00-	0.27
Malta	0.01	0.00-	0.02	0.02-	0.00	0.06-
Méjico	0.44	0.02	0.01	0.23	0.02	1.08
Holanda	0.02	0.03	0.03	0.08	0.00	0.16
Nueva Zelanda	0.02	0.01	0.02	0.14	0.01	0.19
Noruega	0.02	0.01	0.02	0.09	0.01	0.15
Panamá	0.79	0.07	0.03	0.63	0.04	1.59
Paraguay	1.30	0.01	0.07	0.29	0.04	1.87
Perú	0.41	0.00-	0.03	2.22+	0.19	4.16
Polonia	0.20	0.05	0.02	0.23	0.02	0.62
Puerto Rico	0.16	0.01	0.03	0.19	0.01	0.54
Slovakia	0.17	0.05	0.03	0.19	0.01	0.48
Slovenia	0.05	0.02	0.03	0.15	0.02	0.27
España	0.03	0.00	0.02	0.11	0.00	0.25
Suecia	0.02	0.01	0.01	0.08	0.01	0.12
Tailandia	0.26	0.01	0.66+	0.43	0.03	2.30
Reino Unido	0.03	0.01	0.03	0.07	0.00	0.15
Estados Unidos	0.02	0.00	0.01	0.08	0.01	0.19

a La razón total incluye las muertes de tipos de usuarios no especificados (no se muestran).

+ Indica una razón que es significativamente más alta de lo esperado. - Indica una razón que es significativamente más baja de lo esperado. Los países con razones en negrilla indican una desviación de lo esperado con base en el número de vehículos per cápita. Los países con razones subrayadas indican una desviación de lo esperado con base en su PIB per cápita.

La tasa total más alta de muertes por vehículo de motor fue 26.70 por 100.000 para Ecuador, y la más baja fue 2.26 por 100.000 en Hong Kong SAR—una diferencia de 12 veces. Cinco de los ocho países con tasas de mortalidad total por encima de 20 por 100.000 o mayores, fueron de Sur o Centro América: las Bahamas, Brasil, Colombia, Costa Rica, y Ecuador. Australia, Canadá, Japón, Hong Kong SAR, y 9 países europeos conformaron 13 de las 15 naciones con tasas de mortalidad por debajo de 10 por 100.000.

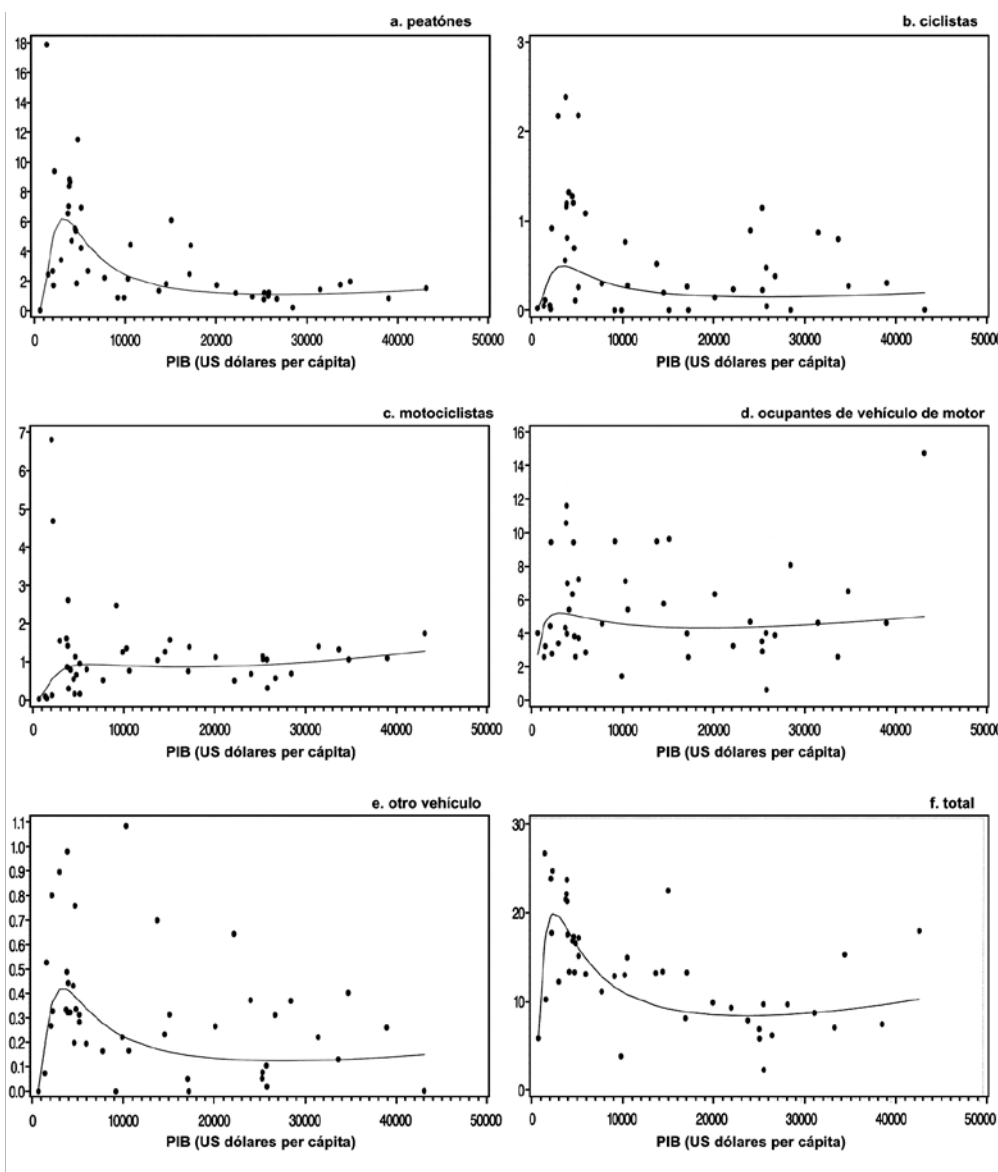
Entre los 43 países para los cuales la información de vehículos de motor per cápita estuvo disponible, la razón más alta de muertes anuales por 1.000 vehículos de motor fue 5.49 para Ecuador; y la más baja fue 0.12 para Suecia, una diferencia de 46 veces (Tabla 3).

### Análisis de Regresión

La gráfica de las tasas de mortalidad versus el PIB per cápita reveló diferentes patrones para los diferentes modos de transporte (Gráfica 1). Las gráficas de las ecuaciones de regresión mostraron puntos de cambio entre los países con ingresos bajos a unos valores de PIB per cápita que oscilaron entre US \$2.180 a US \$5.880 (Tabla 4). Las tasas declinaron de allí en adelante, hasta llegar a un segundo punto de cambio, donde el PIB per cápita osciló entre US \$17.060 a US \$28.430. La regresión fue estadísticamente significativa para todos los modos de transporte, excepto para los ciclistas y los ocupantes de vehículo de motor. El término cúbico en la regresión, el cual representa el incremento gradual en la línea de regresión en el rango de ingreso alto, fue estadísticamente significativo

**Tabla 4.** Análisis de la regresión cubica de la transformación logarítmica del PIB, sobre la transformación logarítmica de las tasas y razones de mortalidad (muertes/1.000 vehículos de motor)

Tipo de usuario de la vía	R-cuadrado	Estadístico F	Valor de P	Primer punto de cambio	Segundo punto de cambio
<b>Tasas de mortalidad ajustadas por edad (44 países)</b>					
Peatón	.6124	21.07	0.0001	2,900	28,430
Ciclista	.1600	2.54	0.0701	3,650	25,790
Motociclista	.3118	6.04	0.0017	5,880	17,060
Ocupante de vehículo de motor	.0339	0.47	0.7062	2,900	20,090
Otro especificado	.2816	5.23	0.0039	3,650	28,430
<b>TOTAL</b>	<b>.4496</b>	<b>10.89</b>	<b>0.0001</b>	<b>2,180</b>	<b>23,990</b>
<b>Muertes por 1000 vehículos de motor (43 países)</b>					
Peatón	.6651	25.81	0.0001	2,180	25,270
Ciclista	.3497	6.99	0.0007	2,180	25,270
Motociclista	.2534	4.41	0.0092	2,180	20,090
Ocupante de vehículo de motor	.6180	21.04	0.0001	1,330	22,140
Otro especificado	.5504	15.92	0.0001	2,180	23,990
<b>TOTAL</b>	<b>.7574</b>	<b>40.59</b>	<b>0.0001</b>	<b>1,330</b>	<b>22,140</b>

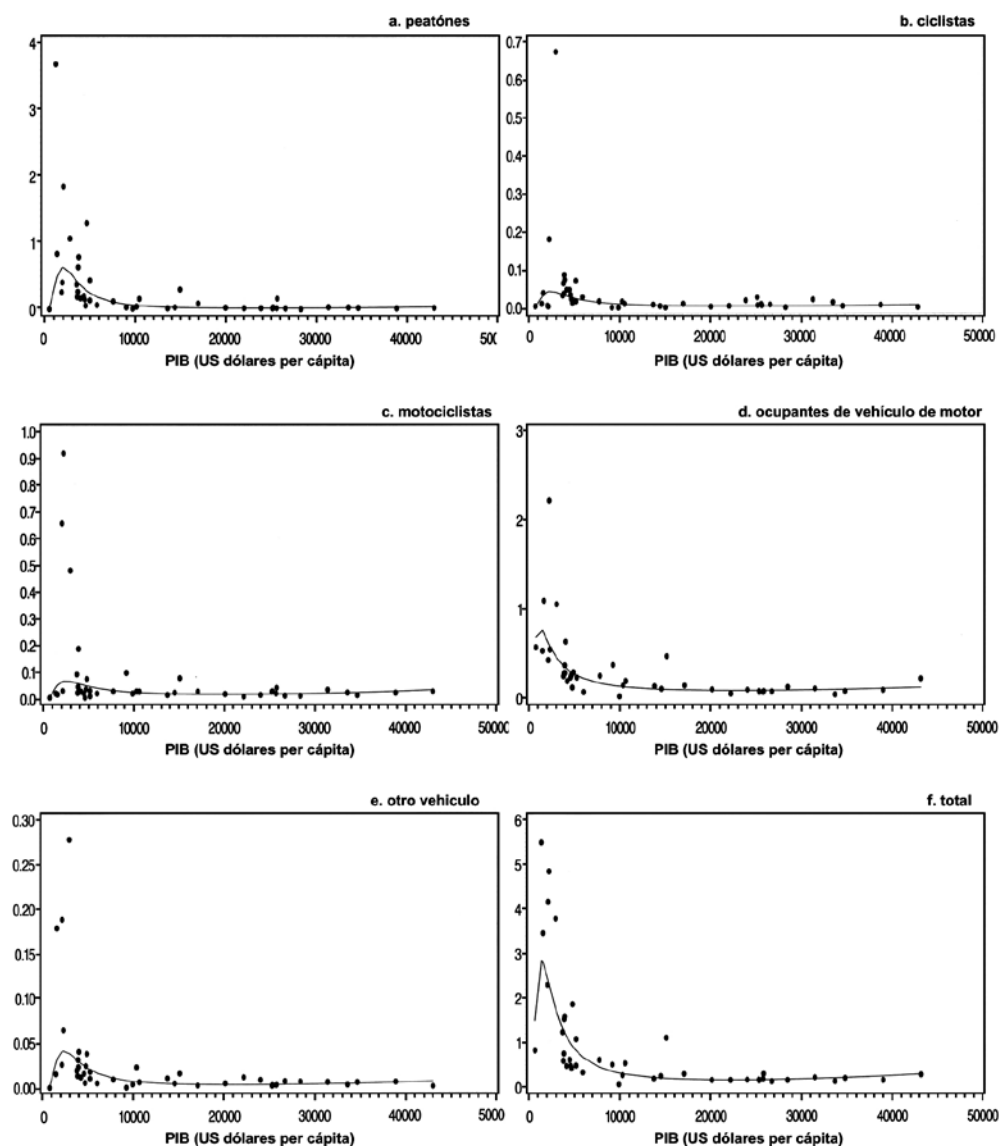


Gráfica 1. Relación entre las tasas de mortalidad y el PIB per cápita, según el modo de transporte (muertes por 100.000 habitantes).

sólo para los peatones, otros vehículos, y para la mortalidad total por vehículos de motor (no se presentan estos resultados).

La gráfica de las muertes por 1.000 vehículos versus el PIB per cápita reveló patrones similares (Gráfica 2). La única diferencia comparada con la Gráfica 1 fue entre los ocupantes de vehículos, Gráfica 2d, donde después del primer punto de cambio las

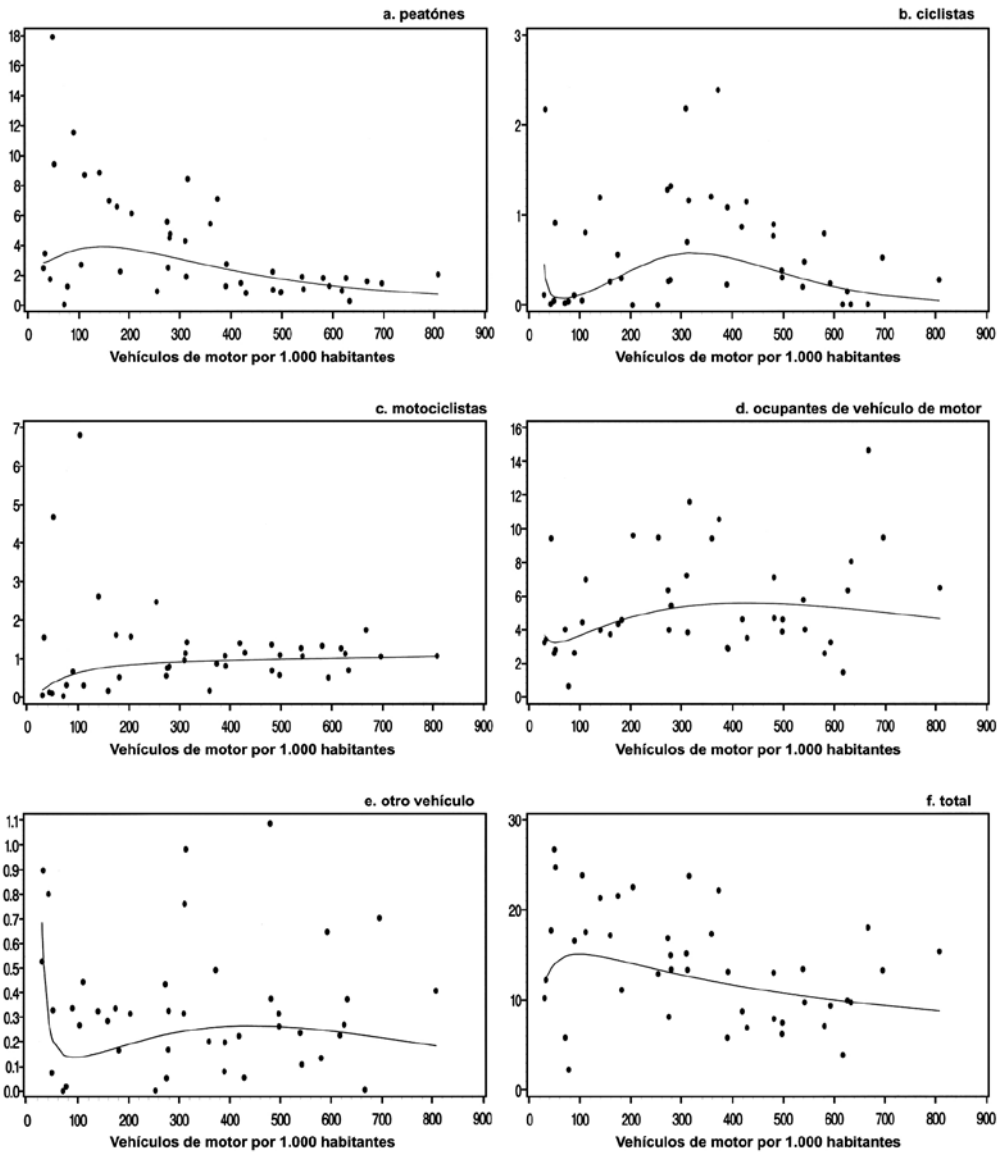
tasas decrecieron y en los primeros puntos; El cambio en la Gráfica 2 ocurrió a un PIB per cápita de US \$1.330 a US \$2.180, un tanto más bajo que en la Gráfica 1; el segundo punto de cambio ocurrió en el rango de US \$20.090 a US \$25.270 (Tabla 4). Todas las seis regresiones en la Gráfica 2 fueron estadísticamente significativas, como lo fueron los términos cúbicos en cada ecuación.



**Gráfica 2.** Relación entre las muertes por 1.000 vehículos de motor y el PIB per cápita, según el modo de transporte (muertes por 1.000 vehículos de motor).

El número de vehículos por 1.000 personas (V/P) no explicó la variación en las tasas de mortalidad (Gráfica 3, Tabla 5). Sólo las regresiones para los peatones y los ciclistas fueron estadísticamente significativas. En total, las tasas variaron menos con los cambios en los V/P que con los cambios en el PIB per cápita.

En contraste, V/P explicó grandes fracciones de la varianza de la razón de muertes por 1.000 vehículos de motor (Tabla 5). En general, las curvas de regresión mostraron disminución en las muertes por 1.000 vehículos de motor, con el incremento en los propietarios de vehículos con pocos puntos de cambio



**Gráfica 3.** Relación entre las tasas de mortalidad y los vehículos de motor por 1.000 personas, según el modo de transporte (muertes por 100.000 personas).

(Gráfica 4). A diferencia de las gráficas del PIB per cápita ninguna de éstas, en la Gráfica 4, mostró razones de mortalidad más altas en los países densamente motorizados, comparados con los de rango medio.

Combinando todos los cinco modos de transporte en una figura, se observa la

contribución relativa de cada uno a la carga total de la mortalidad por vehículo de motor, junto con los principales contribuyentes a la forma de las curvas de mortalidad. Las regresiones que involucran las tasas de mortalidad y el PIB per cápita (Gráfica 5), muestran que los peatones, ciclistas, motociclistas y usuarios de otros vehículos juntos,

**Tabla 5.** Análisis de la regresión cúbica de la transformación logarítmica de los vehículos de motor por 1000 personas, sobre la transformación logarítmica de las tasas y razones de mortalidad (muertes/1.000 vehículos de motor)

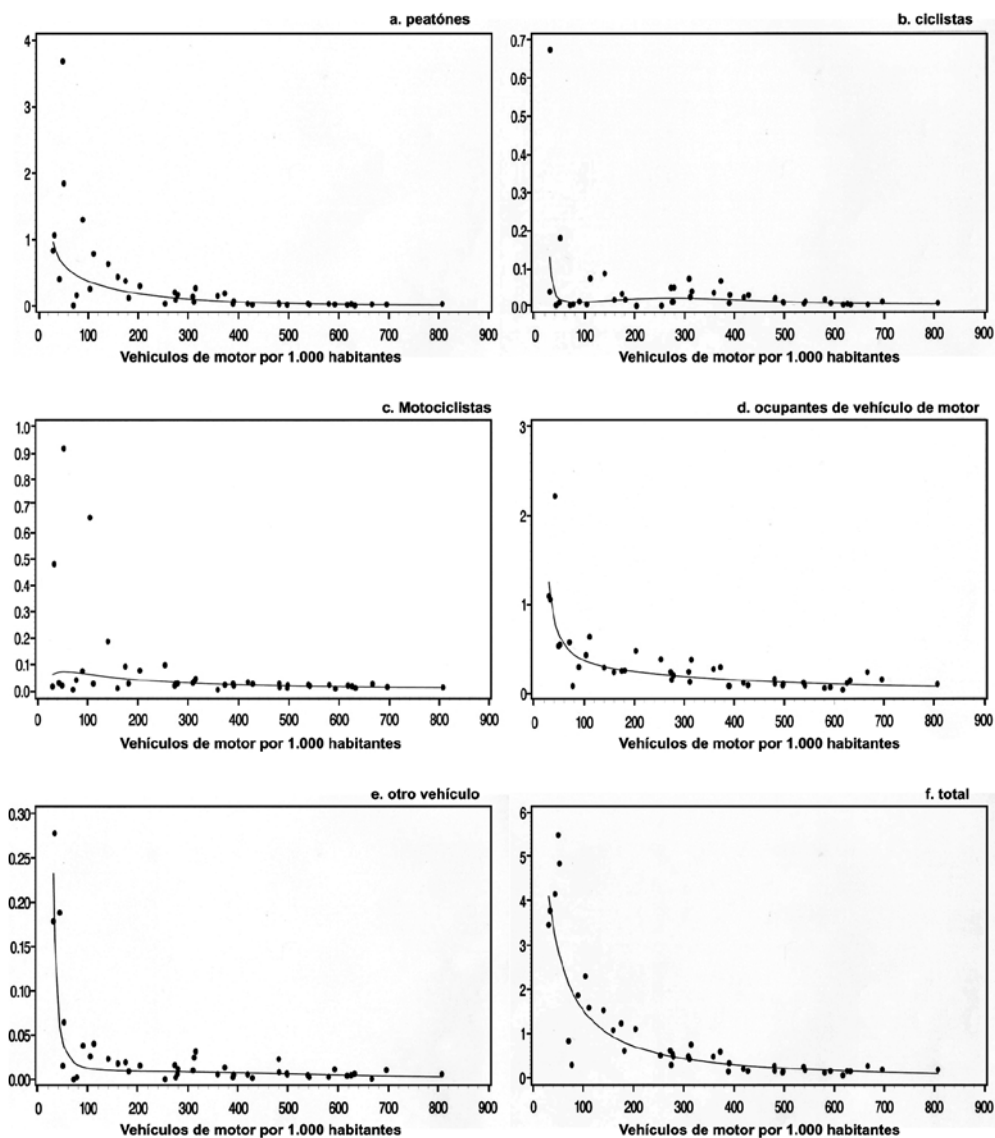
Tipo de usuario de la vía	R-cuadrado	Estadístico F	Valor de P	Primer punto de cambio	Segundo punto de cambio
<b>Tasas de mortalidad ajustadas por edad (43 países)</b>					
Peatón	.1938	3.13	0.0366	140	--
Ciclista	.1855	2.96	0.0440	70	314
Motociclista	.1583	2.44	0.0784	--	--
Ocupante de vehículo de motor	.1061	1.54	0.2186	51	428
Otro especificado	.0747	1.05	0.3817	89	428
TOTAL	.0880	1.25	0.3036	104	--
<b>Muertes por 1000 vehículos de motor (43 países)</b>					
Peatón	.6332	22.44	0.0001	--	--
Ciclista	.2966	5.48	0.0031	89	253
Motociclista	.2370	4.04	0.0136	51	--
Ocupante de vehículo de motor	.6598	25.22	0.0001	--	--
Otro especificado	.4622	11.17	0.0001	--	--
TOTAL	.8170	58.02	0.0001	--	--

contabilizaron la mayoría de muertes a un PIB per cápita menor de US \$10.000 y que los ocupantes de vehículo de motor contabilizaron la mayoría de las muertes de allí en adelante. El agudo incremento y disminución en la mortalidad total visto en la Gráfica 1f, antes y después de US \$2.180, puede ser atribuido a cambios en las tasas de usuarios no ocupantes de vehículos. Las regresiones que involucran las tasas de mortalidad y V/P (Gráfica 6) fueron similares. Los no ocupantes de vehículos contabilizaron la mayoría de las muertes por debajo de 300 V/P y tuvieron una menor contribución de allí en adelante, especialmente porque las tasas declinaron para los peatones y los ciclistas. El incremento en la mortalidad total antes del punto de inflexión de 104 V/P (Gráfica 3f) puede ser atribuido al

incremento de las muertes de ocupantes, peatones y motociclistas, en tanto que la subsiguiente disminución resultó de la reducción en las tasas de peatones.

#### Valores Extremos (Outliers)

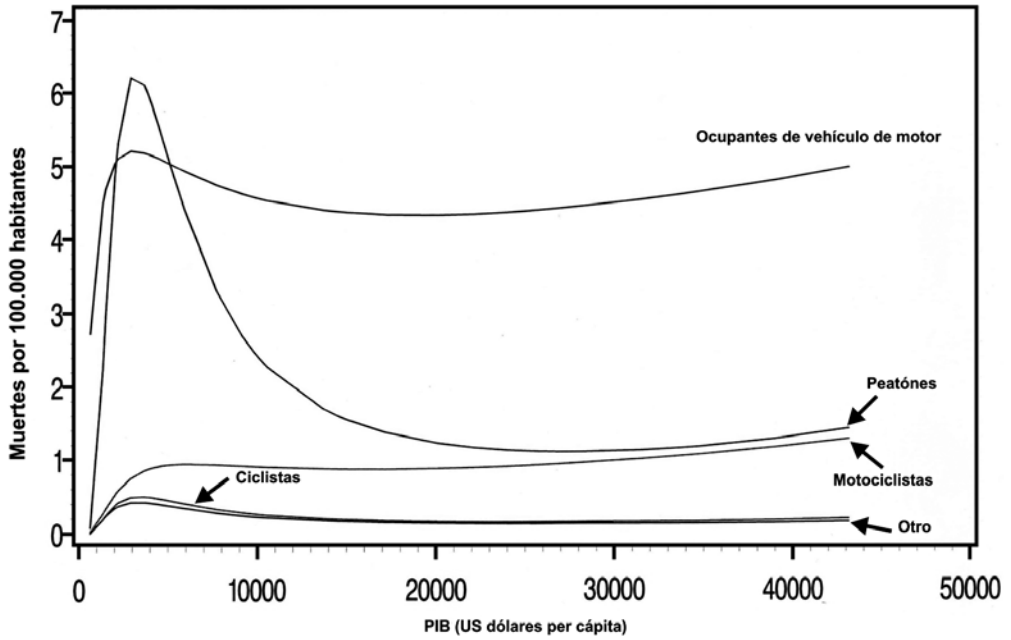
Los valores estadísticamente extremos para todas las gráficas están señalados en las Tablas 2 y 3. De los 1.038 puntos en las gráficas, 75 (7.2%) fueron valores extremos estadísticamente: 45 en el análisis de PIB per cápita, y 30 en el análisis de V/P. Georgia estuvo por debajo de lo esperado en las 11 regresiones. Para las tasas totales de mortalidad por vehículo de motor o para las razones, Georgia, Hong Kong SAR y Malta fueron los únicos países por debajo de lo esperado, y las Bahamas fue el único país por encima de



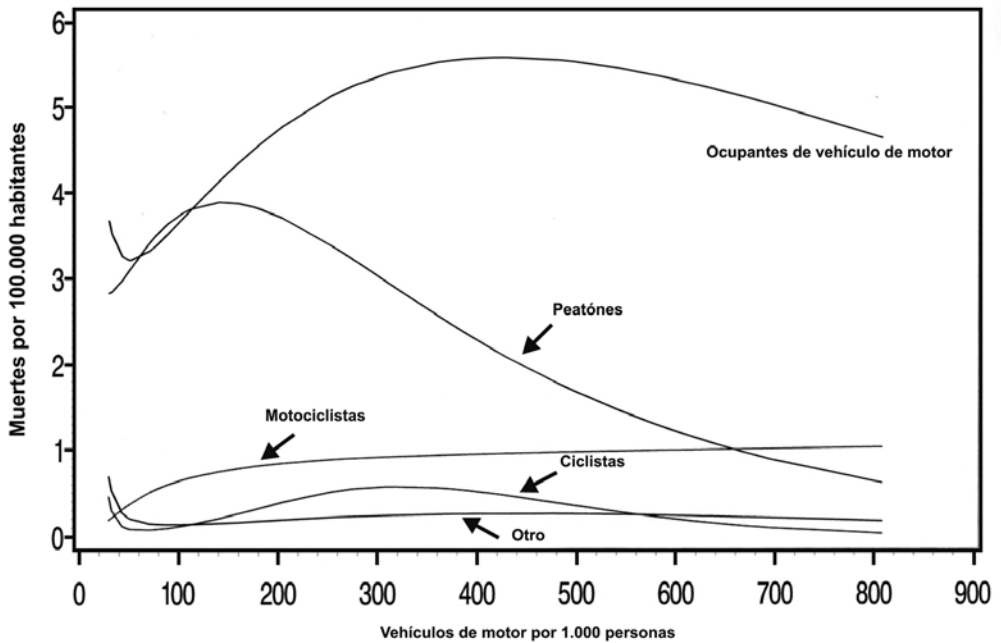
**Gráfica 4.** Relación entre las muertes por 1.000 vehículos de motor y los vehículos de motor por 1.000 personas, según el modo de transporte (muertes por 1.000 vehículos de motor).

lo esperado. Los valores extremos altos para las tasas y/o razones de regresión fueron Ecuador, las Bahamas y Hong Kong SAR para peatones; Cuba para ciclistas; Colombia, Cuba, y Tailandia para motociclistas; las Bahamas, Perú, y Luxemburgo para los ocupantes de vehículo de motor; y Cuba junto con Egipto para otra clase de vehículos. Los

valores extremos bajos fueron Georgia e Islandia para peatones; las Bahamas, Barbados, Luxemburgo, Malta y Perú para ciclistas; Estonia, Georgia, Egipto y México para motociclistas; Hong Kong SAR y Malta para ocupantes de vehículo de motor; y Barbados, Georgia, Luxemburgo y las Islas Vírgenes para otro tipo de vehículos.



**Gráfica 5.** Relación entre las tasas de mortalidad y el PIB per cápita según el modo de transporte.



**Gráfica 6.** Relación entre las tasas de mortalidad y los vehículos de motor por 1.000 personas, según el modo de transporte.



Todos los análisis fueron repetidos excluyendo a Georgia y Perú (los cuales juntos contabilizaron 15 de los 75 valores extremos). Los modelos recalculados (no mostrados aquí) generaron unos valores de  $R^2$  más bajos en la regresión del PIB per cápita sobre las tasas, permaneciendo significativas sólo las regresiones para los peatones y para el total. Los modelos recalculados también mostraron valores más altos de  $R^2$  en las regresiones de V/P sobre ambas las tasas y las razones, sin incrementar la significancia estadística de los resultados. Gráficamente, las regresiones sobre las tasas sin estos valores extremos mostraron la misma forma general que en las Gráficas 1 y 3, con algunos picos altos hacia el extremo más bajo de la distribución del PIB per cápita y V/P. Las regresiones de V/P y las muertes por 1.000 vehículos de motor fueron esencialmente las mismas que en la Gráfica 4. Sin embargo, removiendo estos valores extremos, cambiaron las curvas en la Gráfica 2: las regresiones del PIB per cápita sobre las muertes por 1.000 vehículos de motor, no incrementaron más el punto alto para los peatones, ocupantes, otros vehículos y las razones para las curvas de mortalidad total, entre los países con bajos ingresos. En lugar de ésto, las curvas realizadas nuevamente semejaron las de la Gráfica 4.

## Discusión

El análisis de las muertes recientes resultantes de transporte terrestre para dos medidas del desarrollo económico, reveló que el estado inicial del desarrollo fue marcado por un incremento en las tasas de mortalidad entre los usuarios de las vías hasta un punto crítico, después del cual las tasas declinaron. Este punto crítico estuvo alrededor de US \$2.200

y cerca de 100 vehículos de motor por 1.000 personas. En este punto del desarrollo, los países presentaron tres o más muertes/año/1000 vehículos de motor. En contraste, países con mayores recursos la razón fue de menos de 0.5 muertes por 1.000 vehículos. La mayoría del incremento inicial y descenso de las tasas fue causado por las variaciones en las tasas de peatones y otros usuarios más vulnerables. En el nivel más superior de ingreso per cápita, aparentemente no hubo mayores ganancias en la seguridad. Un riesgo alto para la mortalidad total por vehículos de motor entre países con menores ingresos, ha sido registrado en estudios previos (Bishai et al., 2006; Soderlund and Zwi, 1995).

En 1949, Smeed encontró que las tasas de mortalidad por vehículo de motor para 1938 se incrementaron al mismo tiempo que los vehículos aumentaron; pero sólo dos de los veinte países tuvieron más de 130 vehículos por persona, haciendo sus resultados consistentes con la Gráfica 3f. Ambos, él y Jacobs (Jacobs and Sayer, 1983) también encontraron resultados para las muertes por 1.000 MV con relación con V/P que fueron idénticos a la Gráfica 4f. Utilizando los datos de 1990, Soderlund and Zwi (1995) encontraron una relación entre el Producto Nacional Bruto y las tasas de mortalidad y muertes por 1.000 vehículos, similar, en las Gráficas 1f y 2f. Van Beeck y colegas (2000), utilizando los datos de 1962 a 1990, mostraron un incremento y caída de las tasas de mortalidad relacionadas con el producto doméstico bruto. Aplicando una metodología estadística diferente y datos de mortalidad de 1963 a 1999, Kopits and Cropper (2005) encontraron tasas de mortalidad que tuvieron un pico a PIBs per cápita de \$8.600 dólares internacionales de 1985, y luego declinaron gradualmente.

Lastas y razones de mortalidad mostraron ser medidas de resultado complementarias e inter-relacionadas. La tasa de mortalidad (muertes/persona) puede ser vista como el producto de la otra medida de resultado, muertes por vehículo (M/V) y vehículos por persona (V/P). A un PIB per cápita muy inferior de US \$2.000, los números bajos correspondientes de (V/P) pesan más que los números relativamente altos de M/V, lo cual resulta en bajas tasas de mortalidad. En la medida que se incrementa el PIB también lo hacen los V/P. Inicialmente, la tasa de incremento de V/P es aparentemente más grande que la tasa de disminución de M/V. En un punto dado, el producto de V/P y M/V se maximiza, lo cual tiene como resultado un pico en las tasas de mortalidad (Kopits and Cropper, 2005). Más allá de este pico, los descensos posteriores de M/V tienen mayor influencia que incrementos en V/P, dando como resultado una disminución de las tasas.

Ambos, el PIB per cápita y los vehículos por persona, fueron buenos predictores de la variación en el total de muertes por vehículo, con cada uno explicando al menos 75% de la varianza. El PIB per cápita explicó menos de 50% de la varianza en las tasas de mortalidad, y V/P explicaron menos de 10% de la varianza en el total de las tasas de mortalidad. El PIB per cápita (o PDB) debería así mismo ser preferido sobre los V/P como predictor de las tasas totales de mortalidad por vehículo de motor.

Aparte de la mortalidad total, ningún estudio previo describe cómo el desarrollo económico afecta el riesgo de diferentes modos de transporte, específicamente los componentes individuales de las tasas y razones de mortalidad. Para los peatones, se presumía un riesgo más alto en los

países con menos ingresos a causa del alto porcentaje de peatones entre las víctimas de tráfico (Mohan, 2002; Jacobs and Sayer, 1983). Nuestros resultados confirmaron esta presunción, igual sugirieron que los incrementos en el PIB per cápita están asociados con una pronta reducción en las tasas de mortalidad de peatones, mientras que el incremento en los vehículos de motor per cápita está asociado con un descenso gradual más lento. A un PIB per cápita promedio de US \$9.490 por ejemplo, las tasas de peatones declinaron a menos de la mitad de la tasa más alta, en tanto que a un promedio de vehículos por 1.000 personas de 311, las tasas declinaron menos.

Los patrones para ciclistas son menos claros, especialmente para las regresiones sobre las tasas. Las estadísticas para muertes de ciclistas por vehículo de motor sugieren que el descenso en las tasas ocurre con el incremento del PIB per cápita, y es más lento con el incremento de los vehículos de motor per cápita. Esto fue consistente con niveles comparables de vulnerabilidad para peatones y ciclistas. Los patrones de ciclistas semejaron estrechamente las curvas para "otro tipo de vehículos", reflejando el hecho que la mayoría de otros tipos de vehículos fueron de tracción animal o vehículos utilizados en agricultura y con mayor probabilidad de compartir la vía con automóviles, en los países con menos ingresos.

Para los motociclistas, ni el PIB per cápita o los V/P tuvieron poder explicativo. Quizás no toda la gente que viaja en motocicleta lo hace sólo por razones económicas. Al ser un modo de transporte relativamente económico, las motocicletas son populares en los países con menos ingresos, aunque se han incrementado

como vehículo de recreación en los países con mayores ingresos (Paulozzi, 2005).

Las regresiones de ambas medidas de exposición sobre las tasas basadas en población para los ocupantes de vehículos de motor no fueron significativas, sugiriendo que otras variables explicativas son necesarias para este análisis. Sin embargo, las muertes de ocupantes por 1.000 vehículos de motor declinaron significativamente con el incremento del PIB per cápita y de los V/P. Las tendencias de la mortalidad de ocupantes de vehículos pueden ser la más clara evidencia de los beneficios en la capacitación de los conductores, en la regulación, en la resistencia de los vehículos a las colisiones, y el mejoramiento en el diseño de las vías, que llega con el incremento del ingreso en el país. Al mismo tiempo, es interesante la falta de un descenso posterior en las muertes de ocupantes por 1.000 vehículos por encima de un PIB per cápita de US \$22,140. Este estancamiento en el progreso sugiere que inversiones sociales adicionales en el sistema de transporte en los países con altos ingresos, pueden ser desplazadas por el incremento en el tamaño y velocidad de los vehículos, por el incremento en las millas de viaje de los vehículos, o por el incremento en los factores de riesgo, (por ej., alcohol y uso de sustancias).

Estos datos transversales pueden ser probados contra datos longitudinales para diferentes modos de transporte. En los Estados Unidos, por ejemplo, los datos históricos de la mortalidad y de la propiedad de vehículos, cubren considerablemente el alcance mostrado en la Gráfica 6. En 1910, cuando existían cinco vehículos por cada 1.000 personas en los Estados Unidos, la tasa total de mortalidad por vehículo de motor fue 2 por

100.000 (Hoskin, 2000). En 1937, hubo 198 vehículos por cada 1.000 personas (Federal Highway Administration, 2003), y la tasa de mortalidad se incrementó a 31 por 100.000 — 12/100.000 para peatones y 19/100.000 para no peatones (National Center for Health Statistics, 1943). Las tasas declinaron de allí en adelante. Para el 2000, los vehículos registrados se habían incrementado a 802 por 1.000 personas, y la tasa total de mortalidad por vehículos de motor había descendido a 15/100.000 (2/100.000 para peatones y 13/100.000 para no peatones). Por lo tanto, al igual que en este estudio, el descenso en la mortalidad de peatones explicó mayormente el descenso en la mortalidad por vehículos de motor en los Estados Unidos desde 1937, a pesar del incremento en la motorización. El hecho que las tasas de mortalidad por vehículo de motor en los Estados Unidos no hayan declinado más allá desde 1999, (CDC, 2005) es también consistente con este estudio.

Este presente estudio tiene algunas limitaciones: La distribución geográfica de los países incluidos fue marcadamente sesgada hacia Europa y las Américas. Infortunadamente la mayoría de los países africanos y asiáticos no fueron incluidos debido a los datos inadecuados. Esto esencialmente excluyó a todos los países con PIB per cápita menor de US \$1.000, a excepción de Georgia. Se desconoce si los resultados pueden ser extrapolados a los países con menores ingresos. Además, aproximadamente un cuarto de los países tuvieron registros de muerte incompletos, requiriendo una estimación de la tasa verdadera de mortalidad, con un número de muertes esperadas, basadas en el tamaño y distribución por edad de la población. La exactitud de este procedimiento no es clara, a pesar de su

uso en otras publicaciones de la OMS, en las cuales se describen las tasas totales de mortalidad por vehículos de motor (Peden et al., 2004).

La disponibilidad de los datos para sólo 44 países, de los cuales 43 tuvieron estadísticas del número de vehículos de motor, limitó la robustez de los resultados. La exclusión de los datos de Georgia y Perú, apenas afectó la significancia total de los modelos. Sin embargo, esto cambió el valor crítico bajo de las curvas, describiendo la relación entre el PIB per cápita y las muertes por 1.000 vehículos de motor. Los errores en los datos de exposición o resultado para los países con menos recursos, pueden probablemente tener un efecto desproporcionado en los resultados totales, especialmente cuando el tamaño de la muestra es limitado.

No es claro qué efecto tuvo la falta del código de cómo se movilizaba la víctima en los resultados por modo específico de transporte. Una fracción significativa de estas muertes fue codificada con el CIE-10, como V87 y V88, lo que explícitamente excluyó las muertes de peatones y ciclistas, por lo cual la falta del modo específico de transporte asignado a estos códigos no debe subestimar estos dos modos de transporte. Otros códigos CIE que corresponden a modos de transporte inespecíficos (V89 y V99) pueden representar muertes de algún tipo de usuario. En los Estados Unidos al menos, casi todos los “modos no especificados” representan muertes de ocupantes de vehículos de motor, pero esto puede no ser cierto en otra parte. El porcentaje promedio de las muertes codificadas como “tipo de de transporte no especificado” fue 5%, por lo cual el efecto total no es probablemente muy grande. Hubo 8 países por encima del

ingreso promedio, y 13 países por debajo del ingreso promedio, con un porcentaje de muertes no especificadas mayor de 5%.

El PIB per cápita y V/P son un poco medidas crudas del desarrollo de un país, en parte, porque ninguna mide la distribución del ingreso o de los vehículos de motor. Dos países pueden tener el mismo PIB per cápita, pero en uno la riqueza puede pertenecer sólo a una pequeña porción de la población; mientras que en el otro, la riqueza puede estar equitativamente distribuida. De manera similar, los vehículos pueden no ser distribuidos uniformemente y pueden representar un peligro sólo para un porcentaje pequeño de la población (por ejemplo, residentes de áreas urbanas). Además de esto, V/P fue limitado en la habilidad de medir la exposición para todos los usuarios de la vía, porque los motociclistas no fueron incluidos y las millas recorridas por vehículo de motor pueden variar entre los países. Inclusive, a niveles más altos de propietarios de vehículos, un número adicional de éstos puede reducir artificialmente las razones de muerte por vehículo de motor, si muchos de estos vehículos son utilizados sólo ocasionalmente. Esto puede explicar por qué no hubo puntos de cambio significativos en muertes de ocupantes de vehículos de motor, a niveles altos de propiedad de vehículos.

La principal fortaleza del estudio está en el uso de estadísticas nacionales oficiales de mortalidad. La OMS ha publicado sólo las muertes que han sido codificadas de acuerdo a un esquema de clasificación estándar aceptado internacionalmente: la décima revisión de la CIE. A diferencia de los datos de *World Road Statistics*, la información de la mortalidad puede

ser utilizada para examinar el riesgo por modo de transporte. Las fortalezas adicionales incluyen el gran número de datos, éstos actualizados más que en otras publicaciones similares, y el uso del ajuste por edad para estandarizar las tasas.

## Implicaciones para mejorar la seguridad en el tráfico

Estos resultados y los de otros estudios sugieren que los países con bajos ingresos que están en la transición hacia un transporte motorizado, van a pasar probablemente por un punto alto de mortalidad por vehículo de motor antes de alcanzar las tasas bajas comparables con los países de altos ingresos. Esta dolorosa “transición en el transporte” no es compartida igualmente por toda la sociedad, recayendo de manera significativa en los usuarios más vulnerables de las vías. En gran parte, la mortalidad por vehículo de motor en los países con bajos ingresos, es un costo transferido por una creciente clase media que puede comprar un vehículo particular, hacia miembros de la sociedad con menos ventajas, quienes probablemente nunca han viajado en un vehículo de motor (Ghaffar et al., 2004; Nantulya et al., 2003).

En el mundo, la transición hacia la propiedad de un vehículo particular es manejada por la demanda de usuarios; las campañas de mercadeo de las compañías productoras de vehículos y las instituciones internacionales de préstamo, las cuales favorecen la propiedad privada (Replogle, 1991). Como una alternativa, la provisión de estímulos económicos para el transporte masivo y desestímulo para la propiedad de vehículos particulares (p.e., impuestos substanciales para los vehículos o el combustible), puede ayudar a reducir el punto alto de la mortalidad al disminuir la competencia por las vías entre los vehículos de motor y los usuarios más vulnerables de las vías, especialmente los peatones. Las vías separadas para los usuarios no motorizados, como es recomendado en el *World Report* (Peden et al., 2004) y en (Mohan, 2002); y en otra parte, (Acero-Velásquez and Concha-Eastman, 2004) debería también reducir esta competencia. Otras intervenciones probadas y promisorias para reducir la mortalidad por vehículo de motor en países con ingresos bajos y medianos, incluyendo estrategias de educación y cumplimiento de la ley, han sido descritas en otras partes (Forjuoh, 2003; Elvik and Vaa, 2004)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acero-Velásquez, H., Concha-Eastman, A. 2004. Road safety: a public policy problem in the Americas. Pan American Health Organization, Washington, DC.
- Ahmad, O.B., Boschi-Pinto, C., Lopez, A.D., Murray, C.J., Lozano, R., Inoue, M. Age standardization of rates: a new WHO standard [Web page]. URL [www3.who.int/whosis/discussion\\_papers/pdf/paper31.pdf](http://www3.who.int/whosis/discussion_papers/pdf/paper31.pdf) [2005 May 12].
- Bishai, D., Quresh, A., James, P., Ghaffar, A. 2006. National road casualties and economic development. *Health Econ.* 15, 65–81.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (Web-based Injury Statistics Query and Reporting System (WISQARS) [Online]. (2003) National Center for Injury Prevention and Control, Centers for Disease Control and Prevention (producer) [Web page]. URL [www.cdc.gov/ncipc/wisqars](http://www.cdc.gov/ncipc/wisqars) [2005, Mar 22].
- Elvik, R., Vaa, T. 2004. The handbook of road safety measures. Elsevier Publishing Co., Boston, MA.
- Evans, L. 2004. Traffic safety. Science Serving Society, Bloomfield Hills, MI.
- Federal Highway Administration. 2003. Highway Statistics 2002. Federal Highway Administration, Washington, DC.
- Forjuoh, S.N. 2003. Traffic-related injury prevention interventions for low-income countries. *Inj. Control Saf. Promot.* 10, 109–118.
- Ghaffar, A., Hyder, A.A., Govender, V., Bishai, D. 2004. Road crashes: a modern plague on South Asia's poor. *J. Coll. Physicians Surg. Pak.* 14, 739–741.
- Haight, F.A. (1980). Traffic safety in developing countries. *J. Safety Res.* 12, 50–58.
- Hoskin, A.F. 2000. Trends in unintentional-injury deaths during the 20th century. *Statistical Bulletin.* 81, 18–26.
- World Road Statistics 2001–2004.. International Road Federation, Geneva, Switzerland.
- Jacobs, G.D., Sayer, I. 1983. Road accidents in developing countries. *Accid. Anal. Prev.* 15, 337–353.
- Kopits, E., Cropper, M. 2005. Traffic fatalities and economic growth. *Accid. Anal. Prev.* 37, 169–178.
- Mohan, D. 2002. Road safety in less-motorized environments: future concerns. *Int. J. Epidemiol.* 31, 527–532.
- Nantulya, V., Sleet, D.A., Reich, M.R., Rosenberg, M., Peden, M., Waxweiler, R. 2003. The global challenge of road traffic injuries. *Inj. Control Saf. Promot.* 10, 3–8.
- National Center for Health Statistics. 1943 Vital Statistics of the United States, 1940 [Web page]. URL [www.cdc.gov/nchs/data/vsus/vsus\\_1940\\_1.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/vsus/vsus_1940_1.pdf) [2006 Feb 10].
- Paulozzi, L.J. 2005. The role of sales of new motorcycles in a recent increase in motorcycle mortality rates. *J. Safety Res.* 36, 361–364.
- Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A.A., Jarawan, E., Mathers, C. 2004. World report on road traffic injury prevention. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Replogle, M.A. 1991. Sustainable transportation strategies for third-world development. *Transportation Research Record.* 1294, 1–8.
- SAS Institute Inc. 2002–2003. SAS (Version 9) SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Smeed, R.J. 1949. Some statistical aspects of road safety research. *J. R. Stat. Soc Series A.* 112, 1–34.
- Soderlund, N., Zwi, A.B. 1995. Traffic-related mortality in industrialized and less developed countries. *Bull. World Health Organ.* 73, 175–182.

U.S. Census Bureau. 2005. International Data Base (IDB) [Web page]. URL [www.census.gov/ipc/www/idbnew.html](http://www.census.gov/ipc/www/idbnew.html) [2005 Sep 12].

United Nations. 2005. Demographic Yearbook System [Web page]. URL <http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/default.htm> [2005 Aug 14].

Van Beeck, E.F., Borsboom, G.J., Mackenbach, J.P. 2000. Economic development and traffic accident mortality in the industrialized world, 1962–1990. *Int. J. Epidemiol.* 29, 503–509.

Wintemute, G.J. 1985. Is motor vehicle-related mortality a disease of development? *Accid. Anal. Prev.* 17, 223–237.

World Bank Group. World Development Indicators [Web page]. URL <http://devdata.worldbank.org/data-query/> [2005 Jul 10].

World Health Organization (WHO). 2005. WHO Mortality Database [Web page]. URL [www3.who.int/whosis/menu.cfm?path=whosis,search,mort&language=english](http://www3.who.int/whosis/menu.cfm?path=whosis,search,mort&language=english) [2005 Aug 12].

World Health Organization (WHO). 1992. International statistical classification of diseases and related health problems, 10th revision. WHO, Geneva, Switzerland.