

# Comparación de datos sobre mortalidad por atropellamientos en la Ciudad de México: ¿se han presentado cambios en una década?

Jorge Martín Rodríguez-Hernández, D en C,<sup>(1)</sup> Julio César Campuzano-Rincón, D en C,<sup>(1)</sup>  
Martha Híjar, D en C.<sup>(1)</sup>

Rodríguez-Hernández JM, Campuzano-Rincón JC, Híjar M.  
Comparación de datos sobre mortalidad por atropellamientos en la Ciudad de México: ¿se han presentado cambios en una década?  
Salud Publica Mex 2011;53:320-328.

## Resumen

**Objetivo.** Comparar y analizar las principales características de los peatones asociadas con muertes por atropellamiento en la Ciudad de México. **Material y métodos.** Diseño transversal comparativo que emplea registros de muertes por atropellamiento en la Ciudad de México durante dos periodos iguales 1994-1997 y 2004-2007. Variables analizadas: sexo, edad, lugar de residencia y de ocurrencia, escolaridad y cohorte de nacimiento. Se elaboraron razones estandarizadas de mortalidad por delegación. **Resultados.** La mortalidad por atropellamientos en 2004-2007 desciende 17.5% y la tasa en 1.9/100.000 habitantes respecto del primer periodo. El descenso es mayor en hombres (4,6/100.000) que en mujeres (1,2/100,000). El riesgo se concentra en cuatro delegaciones, para ambos periodos. **Conclusiones.** La metodología permite observar cambios significativos entre los periodos analizados y genera la necesidad del análisis por sexo. Los resultados plantean nuevas preguntas a resolver con otros diseños encaminados a la prevención de este problema de salud pública.

Palabras clave: mortalidad; peatones; prevención de lesiones; México

Rodríguez-Hernández JM, Campuzano-Rincón JC, Híjar M.  
Comparing pedestrian injury mortality in Mexico City: ¿have changes occurred over a decade?  
Salud Publica Mex 2011;53:320-328.

## Abstract

**Objective.** To compare and analyze the main characteristics associated with pedestrian injuries mortality in Mexico City. **Material and Methods.** A crosssectional design was done using the mortality database related with pedestrian fatality during the periods 1994-1997 and 2004-2007. Variables as sex, age, residence, education and place of event occurrence were analyzed. Standardized mortality ratios by delegation were used to the analysis. **Results.** There was a reduction during 2004-2007 at least 17.5% in deaths by pedestrian injuries and mortality rate of 1.9/100.000 inhabitants on the first period. The high decrease was in men (4,6/100.000) than in women (1,2/100.000). ( $p < 0,05$ ). Four delegations presented the highest risk of pedestrian injuries death during both periods. **Conclusions.** Results show significant changes among both periods. Differences by sex pointed out the need of a differential analysis of the problem. Contribute to elaborate new research questions to be addressed in the future to work on the prevention of this public health problem.

Key words: mortality; pedestrian; injury prevention; Mexico

(1) Centro de Investigación en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México

Recibido: junio 2011 • Aceptado: julio 2011

Autor de correspondencia: Julio César Campuzano Rincón. Centro de Investigaciones en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública. Av. Universidad 655, col. Santa María Ahuacatlán. 62100, Cuernavaca, Morelos, México.  
Correo electrónico: jcampuzano@correo.insp.mx

La seguridad vial se define como el conjunto de instrumentos técnicos que favorecen el desplazamiento y movilidad de las personas a través de acciones sobre los patrones de uso del territorio, la vía, el mobiliario urbano, los sistemas de control del tráfico, los vehículos, el control policial y los usuarios, entre otros. La meta primordial es reducir la frecuencia y gravedad de lesionados.<sup>1-3</sup> La mayoría de intervenciones para reducir las lesiones causadas por el tránsito (LCT) de vehículos de motor se han diseñado en países de ingresos altos,<sup>4-8</sup> y en su mayoría están dirigidas al conductor u ocupantes de vehículos de motor y poco al resto de otros actores del tránsito.<sup>9-12</sup> No se ha valorado que en muchas ciudades de países de ingresos medios y bajos la vía pública se caracteriza por una mezcla de usuarios, donde peatones, comerciantes ambulantes, ciclistas y motociclistas comparten y luchan en condiciones desiguales por su espacio, con vehículos de motor, lo que los convierte en grupos altamente vulnerables para LCT.<sup>6-8,12,13</sup>

Por lo anterior, tampoco es raro que la mayoría de las intervenciones centradas en el conductor y en los ocupantes de vehículos de motor hayan aumentado la desigualdad y vulnerabilidad del resto de los usuarios.<sup>9-12</sup> En el caso de los peatones, los usuarios más numerosos en ciudades como la Ciudad de México (CM), las medidas de seguridad vial se han limitado, en el mejor de los casos, al diseño y puesta en funcionamiento de puentes peatonales y muy poco en promover una política de respeto al peatón y sus espacios.

En 2001 se publicaron los resultados de un análisis de mortalidad por atropellamientos ocurridos entre 1994-1997 en la población que vivía en CM.<sup>14</sup> Dicho estudio permitió identificar algunos factores relacionados con este problema, como edad, sexo, delegación política con mayor riesgo de muerte, entre otros. Una de las recomendaciones planteadas, como resultado de este análisis fue la incorporación al certificado de defunción del lugar de ocurrencia del evento que produjo la muerte. En México, a partir del año 2002 aparece la posibilidad de registrar el lugar exacto de ocurrencia del evento que llevó a la muerte (a nivel de delegación, colonia y calle) ya que en los años previos solamente se registraba la delegación donde ocurría la muerte.

En la CM diariamente ocurren millones de desplazamientos hacia ella y desde ella; está inmersa en una gran zona metropolitana con cerca de 20 millones de habitantes, aunque su crecimiento ha sido inferior a 1% anual. Durante el periodo 1994-2007, las muertes por LCT se distribuyeron de la forma siguiente: más de 55% ocurrieron en peatones, entre 30 y 35% ocurrieron en ocupantes de vehículos, 5 a 7% en motociclistas, 1% en ciclistas y el resto como otras formas de LCT inespecíficas (INEGI, 2009). Durante ese mismo periodo se

han realizado acciones que pudieran haber impactado el problema de estudio, como las siguientes: en el año 2002 se estableció el largamente esperado Sistema Integral de Urgencias Médicas (SIUM) para la CM cuyo objetivo fue mejorar la atención de los pacientes que requieren tratamiento médico de urgencia, así como la capacidad de respuesta ante incidentes con saldo masivo de víctimas como las LCT; éste se diseñó para que participaran todas las instituciones públicas de salud de la Ciudad de México.<sup>15</sup> Durante el mismo decenio fueron construidos alrededor de 160 puentes peatonales,\* se diseñó e instaló el segundo piso del periférico de la ciudad<sup>16</sup> y el parque vehicular en la CM se incrementó en cerca de 70%. Por lo mencionado anteriormente se planteó la necesidad de realizar el presente trabajo con el fin de analizar, en un primer momento, si efectivamente ha habido cambios en la mortalidad por atropellamientos al comparar el periodo analizado con anterioridad, 1994-1997, con un periodo igual, 2004-2007, que permita generar algunas hipótesis relacionadas con el posible impacto (positivo o negativo) que pueden haber causado las acciones mencionadas, realizadas en el decenio entre ambos periodos.

## Material y métodos

*Diseño- población.* Se realizó un estudio comparativo de mortalidad peatonal que analiza los periodos 1994-1997 y 2004-2007, empleando las bases de datos producto de los certificados de defunción de las personas que fallecieron en la CM y cuya muerte quedó codificada como E814-7: "Colisión entre un vehículo de motor y peatón", para las muertes del primer periodo, con base en la novena versión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE), y como V03, V04 y V09 para las muertes en peatones del segundo periodo, con base en la décima versión de la CIE.<sup>17</sup> Se usó la división política administrativa de CM: delegaciones.

*Procesamiento de la información.* Las variables analizadas para ambos periodos fueron: edad, sexo, lugar de residencia, delegación de ocurrencia de la muerte, escolaridad, periodo de estudio, lugar de ocurrencia de la defunción. Con la edad se formaron los siguientes grupos etáreos (de 0 a 4, de 5 a 9, de 10 a 14, de 15 a 24, de 25 a 34, de 35 a 49, de 50 a 64, de 65 a 74, y 75 y más). Además, a partir de la edad se creó una nueva variable denominada cohorte de nacimiento, recategorizada según año de nacimiento en tres periodos: nacidos antes de 1955, nacidos entre 1955 y

\* Guerra-Solalinde H. Historia y contexto de la Ciudad de México en el que se ha dado la toma de decisiones para la colocación, diseño y ubicación de los puentes peatonales entre 1952-2006. México. 2007. Informe de trabajo a Conacyt. Documento no publicado.

1974, y nacidos desde 1975. Las tasas específicas se calcularon con las proyecciones de población reportadas por el Consejo Nacional de Población (Conapo, 2009), para cada uno de los años por delegación. Todas se reportan por 100 000 habitantes.

*Análisis de la información.* Se realizó un análisis comparativo por periodos y sexo según lugar de residencia, cohorte de nacimiento, escolaridad y lugar de ocurrencia de la muerte; se obtuvieron proporciones e intervalos de confianza al 95% (IC 95%). También se calculó la tasa de mortalidad específica según delegación de ocurrencia de la muerte por año y periodo, se estimó el comportamiento de la tasa de mortalidad por sexo y grupos de edad, y además, se calculó la tasa promedio de cada grupo etáreo, junto con la diferencia entre periodos.

Se estimaron las razones estandarizadas de mortalidad (REM) por delegación de ocurrencia de la muerte, usando el método indirecto de estandarización con IC 95%;<sup>18</sup> se empleó, como referencia, la población de CM de cada periodo. Con el REM, se estableció un riesgo en tres categorías de mortalidad: REM baja (menor o igual a 100), REM media (de 101 a 300) y REM alta (arriba de 300); estos resultados se georreferenciaron en mapas. Desde 2002 se comenzó a registrar el lugar de *ocurrencia de la lesión* que generó la muerte, lo que permitió estimar la REM por delegación de ocurrencia de la lesión para el segundo periodo (2004-2007).

Con el objeto de identificar el riesgo de morir dentro o fuera de la delegación de residencia, y comparar cambios entre los periodos, se calculó la razón de mortalidad (RMIE) entre las tasas de mortalidad interna (personas que vivían y morían en la misma delegación) y la tasa de mortalidad externa (personas que morían en una delegación diferente a donde vivían). En ambos casos el denominador correspondió a la población de la delegación de donde procedían las víctimas fatales.<sup>14</sup>

Finalmente, se efectuó una corrección de un posible subregistro (y a su vez de la tasa de mortalidad cruda), teniendo en cuenta que con la 10ª versión de la CIE se ha observado que las muertes clasificadas con los códigos X59 (X590 a X599: muertes con exposición accidental a otros factores y no especificados), dentro del capítulo XX de causas externas,<sup>17</sup> afectan principalmente al grupo de eventos relacionados con LCT. Por tanto, las muertes clasificadas en estos códigos se distribuyeron de forma proporcional entre los diferentes actores viales (peatones, motociclistas, ciclistas y ocupantes de vehículo). El porcentaje correspondiente a peatones se sumó a las muertes codificadas bajo el rubro de atropellamiento a peatones, siguiendo las recomendaciones hechas por autores que han trabajado este tema.<sup>19-21</sup>

Los análisis se realizaron por medio de Stata versión 10 y Excel. Para la georreferenciación se empleó ArcGIS. Este trabajo recibió la aprobación del Comité de Ética del Instituto Nacional de Salud Pública dentro del proyecto "Impacto de los puentes peatonales en la prevención de atropellamientos en la Ciudad de México".

## Resultados

El cuadro I describe la mortalidad comparativa entre el primer (1994/1997) y segundo periodo de estudio (2004/2007), estratificado por sexo, según residencia, cohorte de nacimiento, nivel de escolaridad y lugar de ocurrencia de la muerte. Respecto a *residencia*, la proporción de mortalidad en hombres aumentó 4.3% para aquellos que residían dentro de CM, mientras que para los que residían fuera de CM, se redujo de forma similar ( $p<0,05$ ). Con respecto a la cohorte de *nacimiento*, los hombres nacidos antes de 1975 presentaron descenso de 6% entre los dos periodos, mientras que para la población más joven, aumentó 11%, ( $p<0,05$ ). En cuanto al comportamiento por *escolaridad*, en hombres hubo descensos de 2.3% en quienes no tenían escolaridad, mientras que en aquellos con escolaridad universitaria se presentó un aumento de 2% ( $p<0,05$ ); en mujeres se observó descenso de 5% en quienes no tenían escolaridad ( $p<0,05$ ). Hubo un descenso de la mortalidad según el lugar de ocurrencia del atropellamiento, de 48.1% en hombres y 46.1% en mujeres (primer periodo) a 38% en hombres y 35.3% en mujeres (segundo periodo), ( $p<0,05$ ) (cuadro I).

En el cuadro II se observan las tasas específicas de mortalidad por delegación, año y periodo; en el primer periodo hubo mayores tasas (10.7, IC 95%:10.3-11.0), que en el segundo (7.8, IC 95%:7.5-8.1). No obstante el descenso global en las tasas específicas de mortalidad, entre los dos periodos la disminución sólo fue estadísticamente significativa para las delegaciones Coyoacán, Iztapalapa, Tláhuac y Miguel Hidalgo ( $p<0,05$ ).

Al analizar las tasas de mortalidad específicas por grupos de edad, sexo y periodo, en *hombres* se observa que durante el primer periodo hubo una diferencia en la tasa de mortalidad de 3.14/100 000 (0 a 4 años) a 97.3/100 000 (75 y más años); para el segundo periodo la tasa de mortalidad estuvo entre 1.8/100 000 a 67.2/100 000, en los mismos grupos de edad. En *mujeres*, durante el primer periodo la tasa de mortalidad se comportó de 2.7/100 000 (0 a 4 años) a 46.2/100 000 (75 y más años); para el segundo periodo las tasas de mortalidad estuvieron entre 1.6/100 000 y 30.1/100 000, en los mismos grupos de edad. De forma global, se observó mayor descenso en las tasas de mortalidad en *hombres* (4.6/100 000) que en *mujeres* (1.2/100 000) ( $p<0,05$ ) (cuadro III).

**Cuadro I**  
**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PERSONAS FALLECIDAS POR ATROPELLAMIENTO, SEGÚN GÉNERO Y PERIODO.**  
**CIUDAD DE MÉXICO 1994-1997-2004-2007**

	Periodo 1994 a 1997						Periodo 2004 a 2007					
	Femenino			Masculino			Femenino			Masculino		
	%	IC 95 %		%	IC 95 %		%	IC 95 %		%	IC 95 %	
<b>Residencia</b>												
En CM	71.3	68.4	74.2	<b>63.7</b>	61.8	65.5	74.0	70.8	77.0	<b>68.0</b>	65.9	70.0
Fuera de CM	28.7	25.8	31.6	<b>36.3</b>	34.5	38.2	26.0	23.0	29.2	<b>32.0</b>	30.0	34.1
<b>Cohorte de nacimiento</b>												
Antes de 1955	58.8	55.6	61.9	<b>46.7</b>	44.8	48.6	56.1	52.6	59.6	<b>41.0</b>	38.8	43.2
Entre 1955 y 1974	18.6	16.2	21.2	<b>34.0</b>	32.3	35.9	18.7	16.1	21.6	<b>28.4</b>	26.4	30.4
Desde 1975	22.5	19.9	25.3	<b>19.2</b>	32.2	35.8	24.9	21.9	28.1	<b>30.3</b>	28.3	32.4
<b>Escolaridad</b>												
Sin escolaridad	<b>19.5</b>	17.1	22.2	<b>10.0</b>	8.9	11.2	<b>14.5</b>	12.1	17.1	<b>7.7</b>	6.5	8.9
Primaria a preparatoria	69.3	66.3	72.2	79.3	77.7	80.8	72.5	69.2	75.5	76.1	74.2	78.0
Universitaria	3.9	2.8	5.3	<b>4.4</b>	3.6	5.2	4.4	3.1	6.1	<b>6.6</b>	5.5	7.7
<b>Lugar de ocurrencia de la muerte</b>												
Vía pública	<b>46.1</b>	42.5	49.7	<b>48.1</b>	45.9	50.3	<b>35.3</b>	32.0	38.8	<b>38.0</b>	35.8	40.2

En **negrita** se encuentran los porcentajes por sexo con cambios significativos entre los dos periodos

**Cuadro II**  
**TASAS DE MORTALIDAD POR ATROPELLAMIENTO SEGÚN DELEGACIÓN EN LA CIUDAD DE MÉXICO,**  
**POR AÑOS Y PERIODOS DE ESTUDIO**

Delegación / Año de defunción	1994	1995	1996	1997	Per. 1*	2004	2005	2006	2007	Per. 2*
002 Azcapotzalco	4.7	3.5	5.4	4.8	4.6	3.1	3.3	3.1	3.3	3.2 <sup>§</sup>
003 Coyoacán	6.8	7.5	7.3	7.8	7.4	5.0	3.5	3.1	3.3	3.7 <sup>‡</sup>
004 Cuajimalpa	2.9	8.6	8.5	8.3	7.1	4.4	8.7	4.3	3.0	5.1 <sup>§</sup>
005 Gustavo Madero	15.3	13.7	15.4	12.4	14.2	12.0	10.9	10.4	8.8	10.5 <sup>‡</sup>
006 Iztacalco	4.2	4.2	5.2	8.0	5.4	4.3	2.9	2.6	6.3	4.0 <sup>§</sup>
007 Iztapalapa	7.9	8.5	6.1	8.1	7.6	6.0	5.1	4.8	4.8	5.1 <sup>‡</sup>
008 Magdalena Contreras	1.4	3.7	1.4	1.4	2.0	1.7	1.3	0.4	1.3	1.2 <sup>§</sup>
009 Milpa Alta	6.2	3.6	2.4	2.3	3.6	2.1	2.0	2.0	3.0	2.3 <sup>§</sup>
010 Álvaro Obregón	5.1	4.9	5.6	5.3	5.2	5.4	4.2	2.9	5.4	4.5 <sup>§</sup>
011 Tláhuac	3.2	3.8	5.6	5.5	4.6	1.9	2.2	3.3	2.1	2.4 <sup>‡</sup>
012 Tlalpan	5.1	5.0	4.0	4.7	4.7	4.2	3.6	4.1	4.5	4.1 <sup>§</sup>
013 Xochimilco	2.7	2.1	2.6	5.6	3.3	2.2	2.9	1.4	3.0	2.4 <sup>§</sup>
014 Benito Juárez	22.5	22.6	15.8	20.1	20.3	14.1	25.0	26.0	19.9	21.3 <sup>§</sup>
015 Cuauhtémoc	10.3	11.8	10.1	9.3	10.4	10.3	9.0	7.3	8.3	8.8 <sup>§</sup>
016 Miguel Hidalgo	41.5	40.5	48.5	46.4	44.2	30.6	24.7	26.9	29.2	27.9 <sup>‡</sup>
017 Venustiano Carranza	22.9	27.6	23.9	19.3	23.4	17.7	26.1	19.4	18.4	20.4 <sup>§</sup>
Total	10.7	10.9	10.5	10.5	10.7	8.4	8.1	7.4	7.4	7.8 <sup>‡</sup>

Tasa específica por 100 000 habitantes

\* Per. 1: Primer periodo (1994-1997). Per. 2: Segundo periodo (2004-2007)

‡ Diferencia estadísticamente significativa (ES)

§ Diferencia no estadísticamente significativa (NE)

**Cuadro III**  
**COMPORTAMIENTO DE LA MORTALIDAD POR ATROPELLAMIENTO EN LA CIUDAD DE MÉXICO POR GRUPOS ETÁREOS Y POR SEXO.**  
**1994-1997 Y 2004-2007**

Grupos de edad	1994	1995	1996	1997	TE*	2004	2005	2006	2007	TE*	Dif
<b>Hombres</b>											
0 a 4	3.1	3.3	3.6	2.5	3.1	2.5	1.1	1.2	2.3	1.8	-1.3 <sup>‡</sup>
5 a 9	4.6	4.8	4.1	3.9	4.4	2.5	1.1	1.7	2.0	1.8	-2.5 <sup>§</sup>
10 a 14	5.1	7.0	4.4	5.6	5.5	4.3	2.6	0.8	1.3	2.3	-3.3 <sup>‡</sup>
15 a 24	15.0	14.2	14.0	13.8	14.2	10.6	9.1	8.1	8.1	9.0	-5.2 <sup>‡</sup>
25 a 34	15.1	15.7	13.6	11.6	14.0	9.8	12.2	10.4	9.4	10.5	-3.6 <sup>‡</sup>
35 a 49	16.9	18.1	19.0	18.5	18.1	12.1	13.6	12.3	10.4	12.1	-6.0 <sup>‡</sup>
50 a 64	31.2	32.6	34.1	32.7	32.6	17.5	19.1	16.6	17.7	17.7	-14.9 <sup>‡</sup>
65 a 74	48.7	69.9	49.8	40.7	52.3	40.1	35.4	32.6	37.0	36.3	-16.0 <sup>§</sup>
75 y mas	102.3	98.2	90.6	98.1	97.3	71.4	70.7	70.9	55.8	67.2	-30.1 <sup>‡</sup>
Total	16.0	17.0	16.0	15.4	16.1	12.1	12.2	11.1	10.8	11.5	-4.6 <sup>‡</sup>
<b>Mujeres</b>											
0 a 4	2.2	2.0	3.5	3.1	2.7	1.2	2.4	1.8	0.9	1.6	-1.1 <sup>§</sup>
5 a 9	2.5	1.0	1.5	3.3	2.1	1.4	0.8	0.9	0.6	0.9	-1.2 <sup>§</sup>
10 a 14	2.5	2.5	3.0	3.5	2.9	1.0	2.5	0.8	1.3	1.4	-1.5*
15 a 24	4.4	3.0	3.5	3.5	3.6	2.7	2.7	2.7	3.1	2.8	-0.8 <sup>§</sup>
25 a 34	3.2	2.9	2.7	2.2	2.8	2.2	2.5	2.1	1.6	2.1	-0.7 <sup>§</sup>
35 a 49	3.8	3.9	3.5	4.5	3.9	3.4	2.5	3.4	2.7	3.0	-0.9 <sup>§</sup>
50 a 64	9.7	9.5	8.1	9.1	9.1	7.0	7.2	5.2	8.0	6.8	-2.3 <sup>§</sup>
65 a 74	22.8	19.6	24.7	27.0	23.5	19.1	13.2	12.4	16.3	15.3	-8.3*
75 y mas	41.2	51.5	44.9	47.2	46.2	40.8	27.1	25.5	27.1	30.1	-16.1*
Total	5.6	5.2	5.3	5.9	5.5	4.7	4.2	3.9	4.3	4.3	-1.2*

\* TE: Tasa específica para cada periodo. Periodo 1 y Periodo 2

<sup>‡</sup> Diferencia estadísticamente significativa (ES)

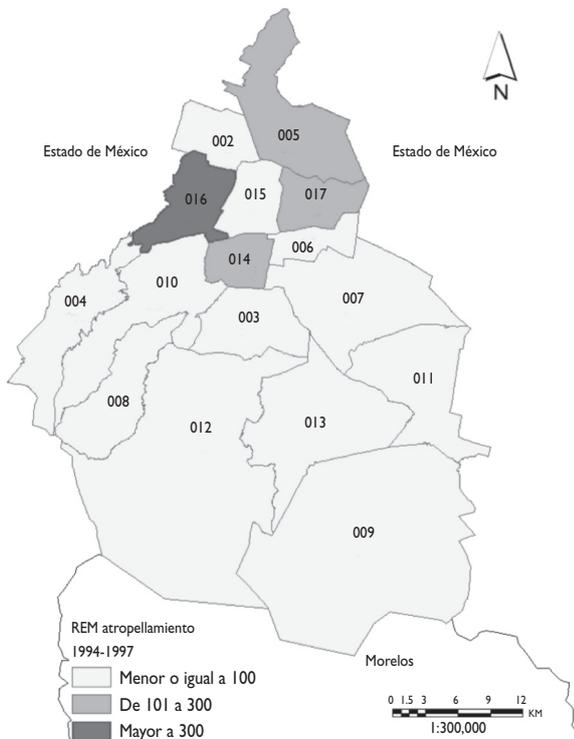
<sup>§</sup> Diferencia no estadísticamente significativa (NE)

Para los dos periodos, las REM, según *delegación de ocurrencia de la defunción*, se georreferenciaron en mapas (mapas 1 y 2). Fue alta en Miguel Hidalgo (016), moderada en Gustavo Madero (005), Venustiano Carranza (017) y Benito Juárez (014). No obstante, la REM por *delegación de ocurrencia del evento*—es decir del atropellamiento que llevó a la muerte—solamente se dispuso para el segundo periodo; fue media en Álvaro Obregón (010): 193.3 (IC 95%:175.3-211.3) y alta en Cuauhtémoc (015):730 (IC 95%:688-772.1).

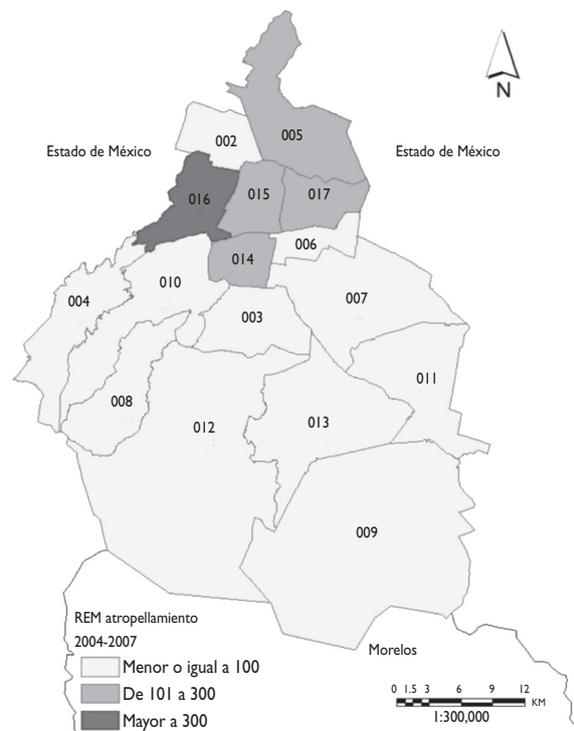
En cuanto a la razón de mortalidad entre tasas internas y externas (RMIE), referido al riesgo de morir dentro o fuera de la delegación de residencia del atropellado, durante los dos periodos en la mayor parte de delegaciones la RMIE fue menor a 1 (12/16 delegaciones en el primer periodo y 10/16 del segundo periodo), lo que sugiere que la mayoría de muertes dentro de las delegaciones son de personas que viven fuera de éstas.

Tres delegaciones, Tlalpan (012), Benito Juárez (014) y Venustiano Carranza (017) pasaron de tener una RMIE menor de 1 (primer periodo) a mayor de 1 (segundo periodo), es decir, aquí la mayoría de muertes pasaron a ser personas que vivían en la misma delegación. En dos delegaciones los cambios observados se mantuvieron en el mismo rango, menor de uno: Álvaro Obregón (010), donde la razón se incrementó (0.65 a 0.79), mientras que en Tláhuac (011), la RMIE descendió (de 0.67 a 0.44). En el resto de delegaciones no hubo cambios estadísticamente significativos.

El número de muertes por atropellamientos tuvo un descenso de al menos 550 defunciones entre los periodos analizados (de 3.689 a 2.794 sin corrección, a 3.138 con corrección). La corrección de un posible subregistro, para el segundo periodo (2004-2007), con base en los códigos X59 de la 10ª versión de la CIE, tal como se explicó en la sección de metodología, generó 1 123



**MAPA 1. RAZÓN ESTANDARIZADA DE MORTALIDAD POR ATROPELLAMIENTO EN LA CIUDAD DE MÉXICO SEGÚN DELEGACIÓN DE MUERTE, 1994-1997**



**MAPA 2. RAZÓN ESTANDARIZADA DE MORTALIDAD POR ATROPELLAMIENTO EN LA CIUDAD DE MÉXICO SEGÚN DELEGACIÓN DE MUERTE, 2004-2007**

casos de muertes atribuidas a peatones; estas muertes se sumaron a las 2 794 muertes por atropellamiento registradas en el segundo periodo, para un total de 3 138 muertes, lo que arroja una tasa de 8.8/100 000 hab. (IC 95%:8.5–9.1), 12.2% arriba de la tasa no corregida.

## Discusión

Este estudio evidencia que en CM entre el primer (1994-1997) y segundo periodo (2004-2007) hubo un descenso significativo en la mortalidad por atropellamiento en el lugar de ocurrencia; el riesgo de mortalidad bajó 17.5%; no obstante, sólo fue estadísticamente significativo en cuatro delegaciones. La disminución más notoria se dio en varios grupos de hombres, y en mayores de 75 años de ambos sexos.

El descenso de la mortalidad en el sitio de ocurrencia del evento entre los periodos estudiados, podría deberse a mejoras en la oportunidad de atención prehospitalaria, al traslado oportuno del lesionado a una unidad hospitalaria, ambas relacionadas con la implementación del SIUM,<sup>15</sup> o que la severidad de las lesiones fue menor, lo que pudo impactar de manera importante

en el descenso de la letalidad. No obstante, algunos investigadores consideran que en el contexto mexicano existen problemas en la capacidad y calidad de atención por la no estandarización del personal de atención prehospitalaria y deficiencias en el almacenamiento de insumos básicos para la atención del trauma (equipos de pulsimetría, medicamentos para la atención aguda y resucitación), entre otros.<sup>22-24</sup> Aunque este estudio no aporta elementos que permitan confirmar lo anterior, orienta a responder estas preguntas de investigación en el contexto de la Ciudad de México.

Se buscó identificar si durante la década transcurrida entre ambos periodos analizados se realizaron grandes intervenciones que explicaran satisfactoriamente la reducción de la mortalidad por esta causa. La información encontrada se refiere a:

Instalación de un número importante de puentes peatonales, alrededor de 160, algunos con colocación de vallas separadoras a nivel de la calle.\* Sin embargo, se

\* Guerra-Solalinde H. *Op. cit.*

tienen antecedentes de que la puesta en funcionamiento de puentes peatonales en CM y en otros contextos no han generado una disminución en el número de atropellamientos, por el contrario, se ha identificado que algunos atropellamientos suceden en grandes avenidas o en vías de alta velocidad, con gran circulación de vehículos, sin semáforos y cerca de puentes peatonales.<sup>25,26</sup> Lo anterior concuerda con una investigación realizada en Uganda, donde luego de la puesta en funcionamiento de un puente peatonal cerca de una autopista, se observó que la gente continuaba atravesando por debajo y se incrementó el número de atropellamientos, aunque disminuyó la severidad de las lesiones.<sup>27</sup>

Entre los periodos de estudio también se describen una serie de acciones<sup>28</sup> cuyo propósito principal fue incrementar la movilidad de bienes y personas, más que fomentar procesos de seguridad vial, las cuales pudieron haber impactado sobre el menor número de lesiones fatales por atropellamiento: algunas de éstas se enmarcan dentro del diseño y creación de obras de ingeniería (construcción de segundos niveles en viaducto y periférico, adecuaciones geométricas en intersecciones conflictivas, diseño de ciclistas) y ordenamiento del tránsito (creación de corredores estratégicos de transporte público, prohibición de estacionamiento en ejes viales y vías primarias, mejoramiento del tránsito en zonas escolares, reubicación de bases de transporte público y de lugares de ascenso-descenso, entre otras); estas acciones, sumadas al incremento del flujo vehicular, es probable que hayan descendido la velocidad de los autos en algunos sectores de la ciudad, y por tanto, el riesgo de muertes por atropellamiento disminuyó.

Se observó que 68.7% de las delegaciones, entre los dos periodos, presentaron RMIIE menor a uno, lo que indica que la mayoría de las muertes al interior de las delegaciones fueron de personas procedentes de lugares diferentes a donde residían; esto quizá es secundario a la gran movilidad y desplazamientos a que están sometidos los habitantes de CM, ya sea por necesidades laborales, educativas o de otro tipo. Se tiene evidencia que en los últimos años se han incrementado los tiempos de viajes en iguales distancias; además las delegaciones que concentran las ofertas laborales son las que han presentado la más alta proporción de 'accidentalidad vial': Gustavo Madero, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza y Cuauhtémoc. Otras como Iztapalapa y Tláhuac se han convertido en dormitorios de la ciudad.<sup>29</sup>

Otra posible explicación a estos hallazgos corresponde al crecimiento poblacional de la Zona Metropolitana del Valle de México. Como se planteó en la introducción, la Ciudad de México creció menos de 1% al año en el periodo de estudio, no obstante, está inmersa en una gran zona metropolitana con 77 municipios al

interior del país que la hacen ver como una de las zonas más densamente pobladas a nivel mundial; además, el parque vehicular se incrementó en 70% y cerca de 400% en el Estado de México (INEGI 2007-09); estos cambios con seguridad han conllevado modificaciones en los patrones de movilidad, exposición, maduración y acostumbamiento, entre otros. En parte, algunas de estas situaciones pudieran explicar el descenso en la mortalidad en mayores de 75 años y menores de 10 años, lo cual coincide con hallazgos observados en otros países recientemente;<sup>30-32</sup> no obstante, la proporción de muertes por atropellamiento en edad productiva (20 a 45 años) en México continúa siendo alta.<sup>19,25</sup>

Cabe enfatizar que entre ambos periodos se presentó el cambio de la 9ª a la 10ª versión de la CIE, lo que, de acuerdo con lo documentado por investigadores que trabajan estos temas, provocó una disminución en la especificidad de las causas de muerte por LCT; el uso de la corrección por los códigos X59 permitió corregir el comportamiento de las tasas para el segundo periodo, 2004/2007, y no hacerlo hubiera significado, primero, aceptar de forma injustificada el subregistro de estas muertes, y segundo, pensar que hubo mayor descenso de mortalidad por estas causas.<sup>19-21</sup>

El presente trabajo tiene las limitantes y fortalezas propias de estudios epidemiológicos que abordan la mortalidad de un evento en salud empleando bases de datos secundarias producto de certificados de defunción, los cuales pueden presentar errores de registro y codificación.<sup>33,34</sup> También reconocemos que la información registrada no identifica otros factores importantes en el análisis de los atropellamientos: variables de índole social y cultural (nivel socioeconómico, ingresos, tenencia de automóvil, prácticas de manejo, entre otras), individual (antecedentes de consumo de alcohol, habilidades para conducir, etc.), del vehículo (marca, modelo, tamaño, etc.), y del medio ambiente (velocidad, iluminación de la vía, señalización, infraestructura de riesgo o de protección para el peatón, etc.).<sup>1,35-38</sup> Otra posible limitante de la presente investigación es la no aplicación de modelos de análisis espaciales más robustos que orientan sobre las tendencias y correlaciones de este problema de salud pública; la ausencia de registros con el lugar de ocurrencia de los hechos dificultó hacer análisis geo-espacial con estas características.<sup>39</sup>

Sin embargo, a los estudios de mortalidad realizados con base en certificados de defunción se les considera una herramienta muy útil en la investigación epidemiológica debido a que tienen cobertura nacional obligatoria, son imprescindibles para realizar trámites legales y jurídicos, y en el caso de muertes por atropellamiento, son registrados por médicos legistas. En su gran mayoría tienen información veraz y confiable acer-

ca de las muertes por causa externa pues los registros sociodemográficos del fallecido (edad, sexo, ocupación, lugar de residencia, escolaridad, etc.) sufren un proceso de verificación riguroso.<sup>33,34</sup> Además, la metodología empleada en el presente trabajo aporta información sobre la utilidad de otras aproximaciones para tratar de entender un fenómeno de salud como los atropellamientos: se realizó una comparación exhaustiva entre los periodos seleccionados para identificar la presencia de cambios en el tiempo; se analizó el comportamiento a través de la RMIE, de acuerdo con la delegación donde ocurrió la muerte; y se usaron REM y se reportaron a través del Sistema de Información Geográfica (SIG) (empleando la variable *delegación donde sucedió la muerte*).

Por la magnitud, severidad y peso que han tenido las muertes por atropellamiento en la Ciudad de México, en el futuro se deben continuar analizando patrones geoespaciales, con aplicación de técnicas tipo auditorías viales,<sup>40</sup> a nivel de las intersecciones con antecedentes de accidentes viales y LCT, para identificar y corregir los factores que determinan la existencia de zonas de riesgo para uno de los actores más vulnerables de la vía pública: los peatones. También es imprescindible incluir en nuevas investigaciones aquellas variables y análisis que puedan explicar o comprender mejor el comportamiento de este problema de salud pública. Lo anterior debe ser la base para generar políticas y conductas que tengan en cuenta la vulnerabilidad de los peatones en ciudades como la capital de la República mexicana.

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

## Agradecimientos

Al departamento de Informática y Geografía Médica del INSP por proporcionar las bases de datos. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que brindó apoyo dentro del proyecto 13880.

## Referencias

- Informe Mundial sobre prevención de traumatismos causados por accidentes de tránsito. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2004.
- Elvik R, Vaa T. El manual de las medidas de seguridad vial. Madrid: Elsevier, 2006.
- Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial: es hora de pasar a la acción. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2009.
- Bunn F, Collier T, Frost C, Ker K, Roberts I, Wentz A. Traffic calming for the prevention of road traffic injuries: systematic review and meta-analysis. *Inj Prev* 2003;9:200-204.
- Ameratunga S, Hajar M, Norton R. Road-traffic injuries: confronting disparities to address a global-health problem. *Lancet* 2006;367:1533-1540.
- Mohan D. Traffic safety and city structure: lessons for the future. *Salud Publica Mex* 2008;50(S1):93-100.
- Forjough S. Traffic related injury prevention interventions for low countries. *Inj Control Saf Promot* 2003;10(3):109-118.
- Hijar M. El crecimiento urbano y sus consecuencias no planeadas: El caso de los atropellamientos. *Caleidoscopio de la Salud. México: Funsalud*, 2003:89-97.
- Halman S, Chipman M, Parkin P, Wright J. Are seat belt restraints as effective in school age children as in adults? *BMJ* 2002;324:1123-1125.
- Marshall S, Spasoff R, Nair R, Walraven C. Restricted driver licensing for medical impairments: Does it work? *CMAJ* 2002;167(7):747-751.
- Rivara F, Thompson D, Beahler C, MacKenzie E. Systematic reviews of strategies to prevent motor vehicle injuries. *Am J Prev Med* 1999;16(1S):1-5.
- Tiwari G, Mohan D, Fazio J. Conflict Analysis for prediction of fatal crash locations in mixed traffic stream. *Accident Anal Prev* 1998;30:207-215.
- Echeverry J, Villota J, Zarate C. Actitudes y comportamientos de los peatones en los sitios de alta accidentalidad en Cali. *Colombia Med* 2005;36:79-84.
- Hijar M, Kraus J, Tovar V, Carrillo C. Analysis of fatal pedestrian injuries in Mexico City 1994-1997. *Injury Int J Care Injured* 2001;(32):279-284.
- Secretaría de Salud de la Ciudad de México. Antecedentes de Creación del Sistema Integral de Urgencias Médicas (SIUM). [Consultado 2011 mayo]. Disponible en [http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/index.php?option=com\\_content&task=view&id=118&Itemid=145](http://www.salud.df.gob.mx/ssdf/index.php?option=com_content&task=view&id=118&Itemid=145). Revisado en Mayo de 2011.
- Delgado J, Chías L, Ricardez M, Martínez A, Suarez T, Ruiz A, et al. Vialidad y vialidades en la Ciudad de México. Un contexto para el segundo piso. *Revista Ciencias de la UNAM* 2003; 70:50-64.
- World Health Organization. International statistical classification of diseases and related health problems 10th revision version for 2007. [Consultado 2009 enero]. Disponible en <http://apps.who.int/classifications/apps/icd/icd10online>.
- Dever A. Epidemiología y Administración de Servicios de Salud. Organización Panamericana de la Salud. USA. Aspen Publishers 1991;117-137.
- Bartels D, Bhalla K, Shahraz S, Abraham J, Lozano R, Murray C. Incidence of road injuries in Mexico: country report. *Inj Control Saf Promot* 2010;17(3):169-176.
- Naghavi M, Makela S, Foreman K, O'Brien J, Pourmalek F, Lozano R. Algorithms for enhancing public health utility of national causes of death data. *Population Health Metrics* 2010;8(9):1-42.
- Bhalla K, Shahraz S, Naghavi M, Lozano R, Murray C. Estimating the distribution of external causes in hospital data from injury diagnosis. *Accid Anal Prev* 2008; 40(6):1822-1829.
- Arreola-Risa C, Mock C, Herrera-Escamilla AJ, Contreras I, Vargas J. Cost-effectiveness and benefit of alternatives to improve training for prehospital trauma care in Mexico. *Prehosp Disaster Med* 2004;19(4):318-325.
- Arreola-Risa C, Vargas J, Contreras I, Mock C. Effect of emergency medical technician certification for all prehospital personnel in a Latin American city. *J Trauma* 2007;63(4):914-919.
- Fraga-Sastrías JM, Asensio-Lafuente E, Román-Morales F, Pinet-Peralta LM, Prieto-Sagredo J, Ochmann-Räsch A. Sistemas médicos de emergencia en México. *Archivos de Medicina de Urgencia de México* 2010;2(1):25-34.
- Hijar M, Vasquez-Vela, Arreola-Risa C. Pedestrian traffic injuries in México. *Inj Control Saf Promot* 2003;10(3):37-43.
- Hijar M, Troste J, Bronfman M. Pedestrian injuries in México: a multi-method approach. *Soc Sci Med* 2003;57(11):2149-2159.
- Mutto M, Kobusingye O, Lett R. The effect of an overpass on pedestrian injuries on a major highway in Kampala. *Afr Health Sci* 2002;2(3):89-93.
- Fideicomiso para el mejoramiento de las vías de comunicación del Distrito Federal. Secretaría de finanzas Ciudad de México. Medidas para mejorar la movilidad de personas y bienes en Ciudad de México.

[Consultado 2010 agosto]. Disponible en <http://www.fimevic.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm>

29. Graizbord B, Acuña B. Movilidad residencial en la Ciudad de México. Estudios demográficos y urbanos. El Colegio de México 2007;22:291-335.
30. Department of Transportation (US). National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Traffic Safety Facts 2006: Pedestrians. Washington (DC) 2006. [Consultado 2009 julio]. Disponible en: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/2006%20Data%20summary.pdf>
31. Mabunda MM, Swart LA, Seedat M. Magnitude and categories of pedestrian fatalities in South Africa. *Accid Anal Prev* 2008;40(2):586-593.
32. Forero LJ. Muertes y lesiones por Accidente de Tránsito en Colombia 2008. *Forensis. Instituto Colombiano de Medicina Legal* 2008:219-260.
33. Celis A, Valdez L, Armas J, Gómez Z. El peatón lesionado en accidentes de tráfico de vehículo de motor: Mortalidad en México: 1985-1996. *Gac Med Mex* 1999;135(3):353-358.
34. Comstock GW, Markush RE. Further comments on problems in death certification. *Am J Epidemiol* 1986;124:180-181.

35. Duperrex O, Roberts I, Bunn F. Educación de peatones en temas de seguridad para la prevención de lesiones. *The Cochrane Collaboration* 2007;3:1-38.
36. Crandall J, Bhalla K, Madeley N. Designing road vehicles for pedestrian protection. *BMJ* 2002;324;1145-1148.
37. Peden M, Van der Spuy J, Smith P, Bautz P. Substance abuse and trauma in Cape Town. *S Afr Med J* 2000;90:251-255.
38. Clifton K, Kreamer K. An examination of the environmental attributes associated with pedestrian vehicular crashes near public schools. *Accident Anal Prev* 2007;39:708-715.
39. Aguero-Valverde J, Jovanis P. Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. *Accident Anal Prev* 2006;38:618-625.
40. Cal y Mayor R, Cárdenas J. *Ingeniería del Tránsito: Fundamentos y aplicaciones*. Octava edición. México: Alfa Omega Editores, 2007.