

Factores asociados al trauma fatal en motociclistas en Medellín, 2005-2008

Doralba Aristizábal, Germán González, John Fredy Suárez, Piedad Roldán

Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Introducción. En medio de un cambio en la movilidad vial, en el que la motocicleta se ha generalizado como herramienta de transporte y de trabajo, se da el trauma en motociclistas que genera consecuencias desfavorables para la salud pública, por lo que el conocimiento de sus factores asociados sirve de base para formular estrategias de prevención.

Objetivo. Describir las características de persona, tiempo, lugar, vehículo y circunstancias de los accidentes de tránsito en motociclistas y explorar su asociación con trauma fatal en Medellín entre 2005 y 2008.

Materiales y métodos. Se hizo un estudio transversal con análisis de caso y controles de datos retrospectivos de la población de la Secretaría de Transporte y Tránsito y de la Secretaría de Salud. Se analizaron 24.062 registros de motociclistas lesionados y 345 fallecidos. Se calculó la razón de momios (*odds ratio*, OR) ($IC_{95\%}$) para explorar la asociación entre el trauma fatal y las características de exposición, y la OR ajustada ($IC_{95\%}$) mediante un análisis de regresión logística.

Resultados. Se encontró una fuerte asociación entre el trauma fatal en motociclistas y el choque contra objeto fijo. Hay mayores posibilidades de morir en los tramos de vía y vías diferentes a intersección o glorieta, vías de dos carriles, en las comunas Robledo, Aranjuez y Guayabal. Los hombres y motociclistas entre 20 y 30 años, entre 40 y 49, y los mayores 50 años, tienen mayores posibilidades de morir e, igualmente, cuando conducen motocicletas de modelo anterior a 1991, o conducen en la madrugada o en horas de alta densidad vehicular.

Conclusiones. En Medellín, los motociclistas son un grupo de interés en el sistema vial; por su mayor exposición, la energía que acumulan en los choques contra un objeto fijo es mucho mayor y más letal que la acumulada en otra clase de accidentes, y aunque hay más accidentes de tránsito en glorietas e intersecciones, la mayor posibilidad de morir se presenta en los tramos de vía de doble carril y en otras vías.

Palabras clave: heridas y traumatismos, accidentes de tránsito, motocicletas, carreteras, factores de riesgo, tasa de mortalidad, resultado fatal.

Factors associated with fatal trauma in Medellín (Colombia) motorcyclists

Introduction. Motorcycles have come into widespread use as mode of transport and commuting to work. Given the degree of trauma occurring in motorcycle accidents, this increased use has generated adverse consequences for public health. Categorization of factors associated with these events can form the basis for prevention strategies.

Objective. The characteristics of person, time, place, vehicle and circumstances of occurrence were described for motorcycle accidents involving rider injury, and the associations were explored with fatal trauma in the city of Medellín, Colombia, in 2005-2008.

Materials and methods. A cross-sectional case-control retrospective study was conducted based on population data from the Secretaría de Transporte y Tránsito and Secretaría de Salud. Records were analyzed of incidents involving 24,062 injuries and 345 fatalities. The odds ratio statistic (95% CI) was used to detect significant associations between fatalities and characteristics of trauma exposure; adjusted ORs (95% CI) were obtained by logistic regression analysis.

Results. A strong association emerged between fatal trauma and collision with a fixed object. There is a greater chance of dying at railroad crossings, approaches to intersections or roundabouts, and (in the districts of Robledo, Aranjuez and Guayabal) two lane roads. Males, motorcyclists between 20-30 yrs, between 40 and 49 yrs, and >50 yrs were more likely to die. Motorcycle models prior to 1991, travel in early morning hours, or periods of high vehicular density were additional factors of high association.

Conclusions. Because motorcyclists have greater exposure, crashes against fixed objects were much more lethal than in other kinds of events. Although an increased mortality occurred at roundabouts and intersections, a greater mortalities occurred at railroad crossings in the sections of single-rail, double-rail and other configurations.

Keywords: Wounds and Injuries; accidents, traffic; motorcycles, roads, risk factors, mortality rate, fatal outcome.

El trauma incluye las lesiones intencionales y las no intencionales, entre las cuales se encuentran los eventos causados por el tránsito, denominados comúnmente como “accidentes de tránsito”, que se consideran como un importante problema de salud pública por las discapacidades y fatalidades que generan, además de la pérdida social de sus víctimas y familias.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año 1,2 millones de personas en el mundo pierden la vida en la carretera (1), y los motociclistas son usuarios de la vía pública que tienen un alto riesgo de sufrir lesiones fatales y no fatales (2), porque su cuerpo absorbe la energía que se disipa en el momento del accidente.

En Medellín se ha dado un cambio evidente en la movilidad vial durante la última década, en la que se ha generalizado el uso de la motocicleta como herramienta de transporte y de trabajo; para el año 2005, el parque automotor de motocicletas en esta ciudad era de 171.502 y, para el año 2008 se incrementó a 337.477. A este incremento se suma el gran número de choques en la vía pública en los que se involucran motociclistas. El Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses reportó que los hechos relacionados con el transporte causaron el 20 % de las lesiones fatales en el año 2007, con 1.824 muertes y 17.061 lesiones en accidentes de tránsito en motocicletas, que representaron el 35 % de los muertos y el 46 % de los lesionados (3). Según el Fondo de Prevención vial, para el año 2007—después de Bogotá—Medellín es la segunda ciudad con mayor número de accidentes de tránsito, con 34.315 accidentes, 13.181 heridos leves y 3.174 heridos graves y 325 muertos; dichos accidentes generaron costos totales a precios constantes del 2007 por Col\$ 536.016 millones (4).

Mundialmente, se ha encontrado que la presentación del trauma fatal en motociclistas se debe a factores inherentes al individuo, al medio ambiente, al vehículo (motocicleta) y al clima; sin embargo, se han estudiado especialmente los factores relacionados con el individuo, principalmente el

consumo de licor (5,6), la velocidad excesiva o inapropiada (7), la distracción, ser joven de sexo masculino (1,8) y conducir sin una licencia válida (7). Otros factores, como el uso del casco (9) y “el hecho de hacerse ver” mediante el uso de prendas de vestir fluorescentes, el uso de un casco blanco y la luz encendida durante el día (10), se han considerado como protectores.

Sin embargo, en Colombia, se han llevado a cabo pocos estudios que permitan el conocimiento de la frecuencia y distribución de los accidentes y la exploración de los posibles factores de riesgo y de protección asociados al trauma fatal en motociclistas, aunque se emiten informes anuales de los accidentes de tránsito, con cifras de mortalidad y morbilidad.

El presente estudio se hizo con el objetivo de explorar la asociación entre el trauma fatal por accidente de tránsito y algunas características de persona, tiempo, lugar, vehículo y de las circunstancias de los accidentes de tránsito en motociclistas en el período 2005-2008 en Medellín.

Materiales y métodos

Se hizo un estudio transversal con análisis de tipo casos y controles, basado en datos retrospectivos de población, de fuentes secundarias. Se definió como variable desenlace el trauma fatal (o muerte) en motociclistas, y como variables de exposición, algunas características de persona (edad, sexo, uso del casco), de tiempo (mes, día de la semana, hora), de lugar (comuna, sector, tiempo, diseño, utilización, calzadas, carriles, material, estado, condiciones y agente en la vía principal), de la motocicleta (modelo, servicio) y las circunstancias del accidente (clase de accidente). Todas ellas fueron medidas en un solo momento, con el fin de explorar su asociación (11).

La población de referencia estuvo conformada por todos los motociclistas que circularon por la vía pública de Medellín entre el 2005 y el 2008, y la población objetivo se conformó por dos grupos: muertos (casos) y lesionados (controles). En el grupo de casos se incluyeron todos los conductores de motocicleta que murieron en el sitio del accidente de tránsito, ocurrido entre el 1° de enero de 2005 y el 31 de diciembre de 2008 en Medellín, o que murieron hasta 30 días después, por esta causa, y fueron registrados por la Secretaría de Transporte y Tránsito de Medellín en el formato “Informe

Correspondencia:

Doralba Aristizábal, Facultad Nacional de Salud Pública, Universidad de Antioquia, Calle 62 N° 52-59, oficina 238, Medellín, Colombia
Teléfono: (574) 219-6837; fax: (574) 219-6831
doralba_aristizabal@yahoo.com

Recibido: 19/07/10; aceptado: 16/11/11

policial de accidentes de tránsito” y que tienen certificado de defunción. En el grupo de controles se incluyeron todos los conductores de motocicleta que resultaron lesionados, pero no muertos, en un accidente de tránsito ocurrido entre el 1° de enero de 2005 y el 31 de diciembre de 2008 en Medellín y que fueron registrados por la Secretaría de Transporte y Tránsito de Medellín en el formato “Informe policial de accidentes de tránsito”.

Se utilizaron dos fuentes secundarias de información. La primera fue la base de datos suministrada por la Secretaría de Transporte y Tránsito de Medellín con la información del “Informe policial de accidentes de tránsito” del período 2005-2008, de la cual se tomaron 24.407 registros correspondientes a los motociclistas que resultaron lesionados o muertos en un accidente de tránsito en Medellín. La segunda fuente fue la base de datos suministrada por la Secretaría de Salud de Medellín con la información del “Certificado de defunción antecedente para el registro civil” del período 01/01/2005 a 31/01/2009 de las personas que fallecieron por accidentes de tránsito en Medellín; de esta se tomaron 345 registros correspondientes a los motociclistas fallecidos en el sitio del accidente de tránsito o hasta los 30 días después por esta causa.

El manejo de los datos incluyó la comparación de los registros de ambas fuentes de información, con el fin de constatar la veracidad de los datos de las personas fallecidas. En este proceso se utilizaron las variables: identificación o cédula del motociclista, nombres, apellidos, edad, sexo, tipo de usuario vial, barrio, comuna, fecha del accidente de tránsito, fecha de muerte y causa de muerte. Además se depuraron y volvieron a categorizar las variables.

Para controlar un posible sesgo de selección, se utilizaron todos los registros de motociclistas con trauma fatal y no fatal de Medellín, por lo que los muertos y lesionados fueron representativos de la población; aunque se reconoce un posible sesgo de selección al no incluir en el estudio otro tipo de controles, como motociclistas con accidentes en los que hubo solo daños materiales, motociclistas que no habían tenido trauma por tránsito, o motociclistas que habían tenido trauma por tránsito pero que por razones de diversa índole no se reportaron a la Secretaría de Transporte y Tránsito (por ejemplo, por fuga del motociclista por incumplimiento de la norma, lesiones leves) y por lo que no quedan registrados en el “Informe policial de accidentes de tránsito”.

Para controlar un posible sesgo de información, se depuraron los datos de todas las variables incluidas en el estudio; no siempre se hizo un buen diligenciamiento del “Informe policial de accidente de tránsito” por parte de las autoridades de tránsito, lo cual limita este estudio en variables tales como la alcoholemia y el uso de medidas protectoras como son el chaleco y el casco.

Con el fin de evitar el sesgo de mala clasificación por el diagnóstico en la causa de muerte, se excluyeron del estudio los motociclistas que murieron 30 días posteriores a la fecha del accidente, atendiendo a la definición de muerte causada por tránsito reconocida mundialmente (12,13); por lo anterior, no se consideraron muertes por otra causa, como son las intencionales, mientras se conducía la motocicleta. Asimismo, sólo se consideraron como variables explicativas las características del momento en que ocurrió el accidente de tránsito y no aquellas relacionadas con la prestación del servicio médico posteriormente.

Los datos se procesaron mediante el *software* Microsoft Access 2007® y, para el análisis estadístico, se utilizaron los *software* SPSS®, versión 15.0, EPIDAT®, versión 3.1, y Microsoft Excel 2007®. Para la elaboración de las figuras sobre la distribución espacial de muertos y lesionados por comunas y puntos de mayor riesgo en la ciudad, se utilizó ArcGIS 9.3® y la cartografía del área urbana de Medellín con comunas, malla vial y límite urbano, y también, un geocodificador para calcular las coordenadas geográficas a partir de los sitios de los accidentes de tránsito.

El análisis de los datos comprendió cuatro etapas. En la primera, se calculó la proporción de muertos y lesionados por cada 100.000 habitantes y la razón de ambos grupos por cada 100.000 motocicletas que circulaban en la ciudad para cada año del estudio. En la segunda, se determinaron las frecuencias absolutas y relativas (%), y se calculó la proporción de letalidad para cada una de las categorías de las variables, dividiendo el número de muertos por el número de lesionados y muertos, y multiplicando por 100.

La tercera etapa consistió en el análisis bivariado mediante la construcción de cuadros de (2 x n) con la variable desenlace y las variables de exposición; además, se calculó la prueba de ji al cuadrado de independencia, para constatar la hipótesis de la relación entre el trauma fatal y las características de persona, tiempo, lugar, motocicleta y circunstancias de ocurrencia del accidente. Como nivel de

significación se tomó un valor de p menor de 0,05 o el valor p de la prueba exacta de Fisher menor de 0,05 cuando la frecuencia esperada de, al menos, una de las categorías fuera menor de 5. El valor de p se acompañó por la medida de asociación del riesgo OR (razón de momios) con su respectivo intervalo de confianza del 95 %. Se excluyeron de este análisis los datos correspondientes a la categoría "No reportado" en todas las variables y los datos de la categoría "No aplica" en las variables de lugar: utilización, calzadas, carriles, material, estado, condiciones y agente en la vía principal.

En la cuarta y última etapa, se hizo el análisis de regresión logística binario para explorar la asociación entre el trauma fatal en motociclistas y algunas variables independientes, controlando simultáneamente el efecto de las demás variables. Como variables independientes candidatas a entrar en el modelo se eligieron aquellas que, en el análisis bivariado, presentaron un valor de p menor de 0,25 según criterio estadístico de Hosmer Lemeshow (14). Además, se incluyeron las variables que, según criterio teórico basado en los conocimientos actuales, se consideran como factores de riesgo o de protección para trauma fatal.

Para la estimación de los distintos modelos se utilizó el método de selección por pasos hacia adelante (*forward*) y las variables con más de dos categorías se llevaron a variables *dummy*. Las categorías de referencia fueron seleccionadas por tener menor probabilidad de trauma fatal. Para evaluar la pertinencia de cada variable en el modelo, se utilizó el valor estadístico de Wald y se consideraron como variables significativas en el modelo (bi es significativamente diferente de cero) aquellas que presentaron un valor de p menor de 0,05.

Se hizo la prueba de bondad de Hosmer-Lemeshow para determinar qué tan bien se ajustaba el modelo con las variables seleccionadas. Se estimaron varios modelos con inclusión de variables de persona, tiempo, lugar, vehículo y circunstancias del accidente y se presentó el modelo final que mejor se ajustara a los datos, con el fin de presentar la medida de asociación del riesgo OR y su respectivo intervalo de confianza (95 %) del trauma fatal con las variables significativas en el modelo, tras controlar el efecto de las demás.

Resultados

Descripción de la población de estudio

En el cuatrienio 2005-2008, la Secretaría de Transporte y Tránsito de Medellín reportó 139.345

accidentes de tránsito en general, con la participación de motociclistas, peatones, pasajeros, conductores de vehículo o ciclistas. De este total, los motociclistas aportaron el 37,5 % de los lesionados por tránsito y el 28,9 % de las víctimas fatales, con certificado de defunción y que murieron en el sitio del accidente o hasta 30 días después.

Con base en lo anterior, se conformó la población objeto de estudio que incluyó 24.407 registros de motociclistas. El grupo de los lesionados (controles) estuvo conformado por los registros de los 24.062 motociclistas lesionados que fueron reportados por la Secretaría de Transporte y Tránsito. El grupo de los muertos (casos) se conformó con los registros de los 345 motociclistas reportados por la Secretaría de Transporte y Tránsito, que murieron en un periodo no mayor a los 30 días después de ocurrido el accidente de tránsito según el certificado de defunción de la Secretaría de Salud; de ellos, 256 (74,2 %) motociclistas murieron el mismo día del accidente, 37 (10,7 %) murieron un día después del accidente, 38 (11,0 %) de ellos murieron entre 2 y 7 días después y 14 (4,1 %) entre 8 y 17 días después.

Magnitud y distribución del trauma fatal y no fatal en motociclistas

Entre el 2005 y el 2008 en Medellín, se presentó un incremento de 96,8 % en el número de motocicletas y de 71,9 % en el número de motociclistas lesionados, no siendo así con la letalidad que fue mayor en los años 2005 y 2006, con cifras de 1,6 % y 1,7 %, respectivamente.

El promedio de fallecimientos mensuales fue de 6 para el año 2005, 9 en el 2006, 7 en el 2007 y 8 en el 2008, mientras que el promedio diario de lesionados fue de 11 en 2005, 17 en 2006, 18 en 2007 y 19 en 2008 (cuadro 1).

La razón de motociclistas lesionados y muertos por cada 10.000 motocicletas circulantes, presenta una tendencia a la disminución, a excepción del 2006 en el que se presentó un ascenso importante (cuadro 1).

Trauma fatal según características de persona

Con relación al sexo, se encontró una razón de masculinidad del trauma fatal de 33:1. La letalidad fue mayor en los hombres (1,5 %), quienes presentaron 2,42 más veces la posibilidad de morir en comparación con las mujeres (OR cruda, 2,42; IC_{95%} 1,29-4,56); cuando se ajusta por las demás variables en el modelo multivariado, esta

Cuadro 1. Motociclistas muertos y lesionados según el número de habitantes y de motocicletas, Medellín, 2005-2008

Año	Población*	Motocicletas**	Muertos			Lesionados		
			n (%)	Proporción *100.000 habitantes	Razón *10.000 motocicletas	n (%)	Proporción 100.000 habitantes	Razón *10.000 motocicletas
2005	2'214.494	171.502	67 (1,6)	3	3,9	4.112 (98,4)	185,7	239,8
2006	2'238.626	220.719	105 (1,7)	4,7	4,8	6.138 (98,3)	274,2	278,1
2007	2'264.776	300.000	80 (1,2)	3,5	2,7	6.744 (98,8)	297,8	224,8
2008	2'290.831	337.477	93 (1,3)	4,1	2,8	7.068 (98,7)	308,5	209,4

* Fuente: Departamento Nacional de Estadística DANE** Fuente: Secretaría de Transporte y Tránsito de Medellín

probabilidad se incrementa a 3,55 (OR multivariado, 3,55; IC_{95%} 1,30-9,66) (cuadro 2).

El grupo de personas con 50 o más años de edad presentó la mayor letalidad (2,3 %) y una mayor posibilidad de morir (OR cruda, 2,49, IC_{95%} 1,28-4,86) con respecto a los de 10 a 19 años. Los jóvenes de 20 a 29 años tienen 1,66 veces más posibilidades de morir (OR cruda, 1,66; IC_{95%} 1,06-2,61), e igualmente ocurre con los de 40 a 49 años (OR cruda, 1,76; IC_{95%} 1,02-3,03); después de ajustar por las demás variables en el modelo multivariado, en estos grupos se incrementa esta posibilidad a 1,72, 2,16 y 2,70, respectivamente (cuadro 2).

Trauma fatal según características de tiempo

En cada año de estudio, la mayor proporción de mortalidad se observó en el primer y cuarto trimestres (26,7 % y 28,7 %, respectivamente). Los de febrero, marzo, junio y diciembre presentaron los mayores porcentajes de trauma fatal con respecto a los demás meses, aunque sin asociación estadística. Para los lesionados, el porcentaje aumenta a medida que avanzan los trimestres del año (21,7 % en el primer trimestre, 22,9 % en el segundo, 26,8 % en el tercero y 28,6 % en el cuarto).

Los fines de semana (domingo y sábado) agrupan el 45,2 % de la mortalidad, mientras que viernes y sábado agrupan la mayor proporción de lesionados (31,8 %). Los motociclistas que sufren un accidente de tránsito el domingo tienen 75 % mayores posibilidades de morir con respecto a los que lo sufren el lunes (OR=1,75; IC_{95%} 1,20-2,55). Cuando se ajusta en el modelo multivariado, se pierde la asociación entre el día del accidente de tránsito y el trauma fatal.

Los motociclistas se lesionan con mayor frecuencia en horas de densidad vehicular regular diurna (09:00-16:59), pero la letalidad es mucho mayor

en horas de la madrugada (00:00-04:59). Aquellos que conducen en horas de alta densidad vehicular (05:00-08:59, 17:00-18:59) o en la madrugada (00:00-04:59) tienen, respectivamente, 1,52 y 4,58 veces más posibilidades de morir con respecto a los que conducen en horas de densidad vehicular regular diurna (09:00-16:59). Al ajustar por las demás variables, esta posibilidad sigue siendo significativa (1,64 y 3,92 veces más, respectivamente) (cuadro 2).

Trauma fatal según características de lugar

La comuna con mayor frecuencia de motociclistas muertos y lesionados fue La Candelaria, 13,6 % y 18,0 %, respectivamente; esta comuna representa la zona central y comercial de la ciudad. Después de La Candelaria, se encuentran las comunas Castilla (12,2 % y 9,9 %), Guayabal (11,9 % y 7,9 %) y Laureles-Estadio (9,9 % y 10,6 %), que se caracterizan por tener vías de gran flujo vehicular y se encuentran aledañas a las autopistas que recorren la ciudad de norte a sur (figuras 1 y 2). Sin embargo, los motociclistas que sufren un accidente de tránsito en la comuna Robledo, tienen 2,45 veces más posibilidades de trauma fatal en comparación con las comunas Popular y Santa Cruz; las tres comunas se caracterizan por tener vías inclinadas. Después de ajustar por las demás variables, se encontró que quienes conducen en las comunas de Aranjuez, Robledo y Guayabal tienen, respectivamente, 4,18, 4,48 y 4,12 veces más posibilidades de trauma fatal con respecto a los que conducen en las comunas de Popular o Santa Cruz (cuadro 2).

En el sector residencial se presenta el 53,6 % de los muertos, en el comercial, el 31,6 %, y en el industrial, el 10,1 %. En los lesionados se observó una distribución similar (53,9 %, 31,9 % y 7,1 %, respectivamente). El sector donde ocurrió el accidente de tránsito no se asoció con el trauma fatal (p=0,134), aunque la mayor letalidad

Cuadro 2. Trauma fatal y no fatal en motociclistas y su asociación con algunas características de persona, tiempo, lugar, vehículo y circunstancias de ocurrencia, Medellín, 2005-2008

Variable	Trauma			Análisis bivariado		Análisis multivariado	
	Muertos n (%)	Lesionados n(%)	Letalidad (%)	OR cruda (IC 95 %)	Valor p**	OR multivariado (IC 95 %)**	Valor p***
Edad							0,029
10-19 *	21 (6,1)	2.244 (9,3)	0,9	1	0,056	1	
20-29	194 (56,2)	12.473 (51,8)	1,5	1,66 (1,06-2,61)		1,72 (1,01-2,93)	0,046
30-39	73 (21,2)	5.473 (22,7)	1,3	1,43 (0,88-2,32)		1,29 (0,72-2,33)	0,389
40-49	35 (10,1)	2.128 (8,8)	1,6	1,76 (1,02-3,03)		2,16 (1,15-4,07)	0,017
50 o más	15 (4,3)	643 (2,7)	2,3	2,49 (1,28-4,86)		2,70 (1,19-6,12)	0,017
No reportado	7 (2,0)	1.101 (4,6)	0,6				
Sexo							0,000
Mujer *	10 (2,9)	1.624 (6,7)	0,6	1	0,006	1	
Hombre	335 (97,1)	22.438 (93,3)	1,5	2,42 (1,29-4,56)		3,55 (1,30-9,66)	0,013
Hora							0,000
Hora densidad vehicular regular diurna (9:00-16:59) *	85 (24,6)	9.419 (39,1)	0,9	1	<0,001	1	
Hora densidad vehicular regular nocturna (19:00-23:59)	66 (19,1)	5.226 (21,7)	1,2	1,40 (1,01-1,93)		1,34 (0,90-2,00)	0,147
Hora alta densidad vehicular (5:00-8:59, 17:00-18:59)	97 (28,1)	7.071 (29,4)	1,4	1,52 (1,13-2,04)		1,64 (1,16-2,34)	0,006
Madrugada (00:00-4:59)	97 (28,1)	2.346 (9,7)	4,0	4,58 (3,41-6,15)		3,92 (2,67-5,75)	0,000
Comuna							0,027
Popular/Santa Cruz *	6 (1,7)	574 (2,4)	1,0	1	0,026	1	
Aranjuez	12 (3,5)	660 (2,7)	1,8	1,74 (0,65-4,66)		4,18 (1,14-15,39)	0,032
Manrique	22 (6,4)	1.470 (6,1)	1,5	1,43 (0,58-3,55)		2,15 (0,61-7,59)	0,235
Castilla	42 (12,2)	2.384 (9,9)	1,7	1,69 (0,71-3,98)		3,00 (0,90-9,99)	0,073
Doce de Octubre	6 (1,7)	565 (2,3)	1,1	1,02 (0,33-3,17)		1,67 (0,36-7,67)	0,509
Robledo	29 (8,4)	1.134 (4,7)	2,5	2,45 (1,01-5,93)		4,48 (1,31-15,36)	0,017
Villa Hermosa	5 (1,4)	446 (1,9)	1,1	1,07 (0,33-3,54)		2,18 (0,50-9,42)	0,298
Buenos Aires	14 (4,1)	857 (3,6)	1,6	1,56 (0,60-4,09)		2,61 (0,71-9,61)	0,149
La Candelaria	47 (13,6)	4.322 (18,0)	1,1	1,04 (0,44-2,44)		1,94 (0,58-6,45)	0,281
Laureles-Estadio	34 (9,9)	2.554 (10,6)	1,3	1,27 (0,53-3,05)		2,78 (0,82-9,37)	0,099
La América	9 (2,6)	859 (3,6)	1,0	1,00 (0,35-2,83)		1,64 (0,40-6,71)	0,492
San Javier	4 (1,2)	431 (1,8)	0,9	0,89 (0,25-3,17)		1,62 (0,35-7,52)	0,535
Poblado	20 (5,8)	1.666 (6,9)	1,2	1,15 (0,46-2,87)		1,79 (0,50-6,41)	0,368
Guayabal	41 (11,9)	1.895 (7,9)	2,1	2,07 (0,87-4,90)		4,12 (1,23-13,77)	0,021
Belén	27 (7,8)	1.787 (7,4)	1,5	1,45 (0,59-3,52)		3,01 (0,89-10,26)	0,078
Corregimientos (zona rural)	0 (0,0)	90 (0,4)	0,0				
No reportado	27 (7,8)	2.368 (9,8)	1,1				
Diseño de la vía							0,002
Intersección/glorieta *	68 (19,7)	6.605 (27,4)	1,0	1	<0,001	1	
Tramo de vía	263 (76,2)	16.989 (70,6)	1,5	1,50 (1,15-1,97)		1,41 (1,01-1,96)	0,042
Otro (paso inferior/elevado/a nivel/puente/lote o predio/vía peatonal/vía troncal/ciclorruta)	14 (4,1)	468 (1,9)	2,9	2,91 (1,62-5,20)		3,56 (1,70 - 7,46)	0,001
Carriles de la vía principal							0,004
Uno *	44 (12,8)	4.797 (19,9)	0,9	1	<0,001	1	
Dos	214 (62,0)	11.744 (48,8)	1,8	1,99 (1,43-2,75)		1,87 (1,26-2,80)	0,002
Tres	51 (14,8)	3.616 (15,0)	1,4	1,54 (1,02-2,31)		1,46 (0,89-2,38)	0,130
Más de tres o variable	20 (5,8)	2.120 (8,8)	0,9	1,03 (0,60-1,75)		1,02 (0,55-1,90)	0,938
No reportado	15 (4,3)	1.643 (6,8)	0,9				
No aplica (accidente en lote o predio)	1 (0,3)	142 (0,6)	0,7				
Modelo de la motocicleta							0,014
2006-2009 *	100 (29,0)	8.701 (36,2)	1,1	1	0,013	1	
2001-2005	79 (22,9)	5.861 (24,4)	1,3	1,17 (0,87-1,58)		0,92 (0,64-1,32)	0,638
1991-2000	106 (30,7)	6.824 (28,4)	1,5	1,35 (1,03-1,78)		1,34 (0,97-1,84)	0,074
Hasta 1990	42 (12,2)	2.082 (8,7)	2,0	1,76 (1,22-2,52)		1,74 (1,14-2,65)	0,010
No reportado	18 (5,2)	594 (2,5)	2,9				
Clase de accidente							0,000
Caída ocupante/volcamiento/atropello/incendio *	19 (5,5)	3.134 (13,0)	0,6	1	<0,001	1	
Choque con vehículo/tren/semoviente	202 (58,6)	17.933 (74,5)	1,1	1,86 (1,16-2,98)		1,67 (0,98-2,84)	0,058
Choque con objeto fijo	87 (25,2)	720 (3,0)	10,8	19,93 (12,05-32,96)		13,76 (7,82-24,22)	0,000
Otro/no reportado	37 (10,7)	2.275 (9,5)	1,6				
Constante						0,001	0,000

OR: razón cruda de momios; OR-multivariado: razón ajustada de momios ; IC: intervalo de confianza* Categoría de referencia ** Un valor $p < 0,05$ indica asociación estadísticamente significativa.*** Ajustada por: edad, sexo, mes, día de la semana, hora, comuna, sector, tiempo, diseño de la vía, utilización de la vía, calzadas de la vía, carriles de la vía, material de la vía, estado de la vía, modelo de la motocicleta y clase de accidente.****Un valor $p < 0,05$ indica que la variable es significativa en el modelo de regresión logística multivariado.

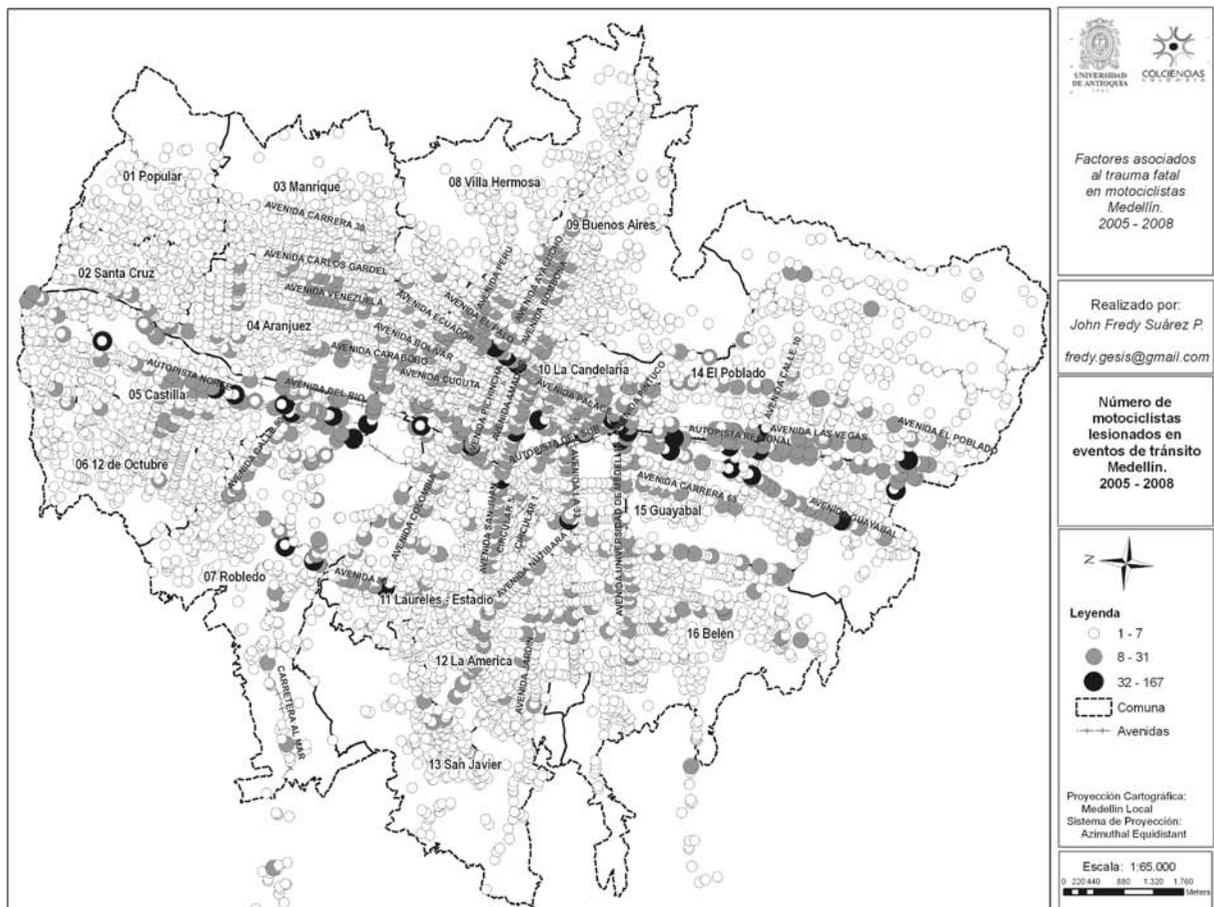


Figura 2. Distribución espacial del número de motociclistas lesionados en accidentes de tránsito, Medellín, 2005-2008

explorar la magnitud de la asociación, se encontró que hay 1,70 más posibilidades de trauma fatal en las vías de dos calzadas con respecto a las de una sola (OR=1,70; IC_{95%} 1,35-2,14). Cuando se ajusta en el modelo multivariado, se pierde esta asociación.

Las vías con dos carriles agrupan la mayor frecuencia de muertos y lesionados (62,0 % y 48,8 %, respectivamente). Las vías de dos y tres carriles presentan la mayor letalidad; además, en estas vías los motociclistas tienen 1,99 y 1,54 más posibilidades de trauma fatal en comparación con las vías de un carril. Tras ajustar por las demás variables, se encontró que en las vías de dos carriles la posibilidad de morir es de 1,87 veces mayor (OR multivariado=1,87; IC_{95%} 1,26-2,80), permaneciendo significativa la asociación, no siendo así con las vías de tres carriles (cuadro 2).

Las vías cuya superficie estaba hecha con material de asfalto agruparon el 93,3 % de los muertos y el 91,5 % de los lesionados; aun así, las vías

diseñadas con material de concreto, afirmado o tierra, presentaron mayor letalidad que las de asfalto (2,7 % y 1,4 %, respectivamente), aunque no se presentó asociación significativa con el accidente (OR=1,92; IC_{95%} 0,98-3,77).

En general, las personas fallecieron o resultaron lesionadas en vías que se encontraban en buen estado (93,6 % y 89,7 %, respectivamente). Aunque las vías en buen estado tuvieron mayor letalidad que aquellas en mal estado, como con huecos, en reparación, con hundimientos, derrumbes, parcheo, rizado o inundación (1,5 % y 0,7 %, respectivamente), no se evidenció asociación estadística con el trauma fatal (OR=0,46; IC_{95%} 0,15-1,45).

En ambos grupos (muertos y lesionados), las vías se encontraban secas en el momento del accidente (83,5 % y 82,7 %, respectivamente) y una baja proporción de ellas estaba húmeda, con material suelto o aceite (10,7 % y 9,4 %, respectivamente). El hecho de que la vía estuviera seca o húmeda, con material suelto o aceite, no se asoció

estadísticamente con el trauma fatal (OR=1,13; IC_{95%} 0,80-1,59), aunque la letalidad fue mayor en estas últimas.

En 99,1 % de los accidentes con muertos y en 98,7 % de los con lesionados no hubo presencia de un agente de tránsito en el momento del accidente. Esta característica tampoco se asoció con el trauma fatal (OR=1,97; IC_{95%} 0,28-14,15).

Trauma fatal según características de la motocicleta

La mayor proporción de muertos conducía motocicletas modelo 1991 a 2000 (30,7 %), seguido por modelos 2006 a 2009 (29,0 %), 2001 a 2005 (22,9 %) y en el 12,2 % era modelo anterior a 1991. La mayor proporción de lesionados conducía motocicletas modelo 2006 a 2009 (36,2 %), seguido por 1991 a 2000 (28,4 %) y 2001 a 2005 (24,4 %) y en el 8,7 % la motocicleta era modelo anterior a 1991. A medida que la motocicleta tiene más años de vida útil, se incrementa la letalidad. Con respecto a aquellos que conducen una motocicleta modelo 2006-2009, los que conducen motocicletas modelo 1991-2000 tienen 1,35 más posibilidades de morir (OR, 1,35; IC_{95%} 1,03-1,78); de forma similar, los que conducen una motocicleta de modelo anterior a 1991 tienen 1,76 más posibilidades de morir (OR=1,17; IC_{95%} 0,87-1,58). Luego de ajustar por las demás variables, esta posibilidad es de 1,74 más veces en este último grupo (OR=1,74; IC_{95%} 1,14-2,65), lo que indica que a mayor antigüedad de la motocicleta mayor es la posibilidad de trauma fatal del motociclista (cuadro 2).

Trauma fatal según circunstancias del accidente

La clase de accidente más predominante en las lesiones fatales fue el choque con vehículo, tren o semoviente (58,6 %), seguido por el choque con un objeto fijo, como inmueble, muro, valla-señal, árbol, poste, semáforo, hidrante, vehículo estacionado o baranda (25,2 %); en menor proporción, se encontraron los accidentes con caída de ocupante, volcamiento, atropello o incendio (5,5 %). En el grupo de lesionados las proporciones fueron diferentes, siendo el choque con vehículo, tren o semoviente el más predominante (74,5 %), seguido por los accidentes con caída de ocupante, volcamiento, atropello o incendio (13,0 %) y, en menor proporción se presentó el choque con un objeto fijo, como inmueble, muro, valla-señal, árbol, poste, semáforo, hidrante, vehículo estacionado o baranda (3,0 %) (cuadro 2).

La mayor letalidad se presentó cuando el accidente fue un choque contra objeto fijo (10,8 %). Los motociclistas que se chocan contra un objeto fijo tienen mucha mayor representación entre los muertos que entre los lesionados (25,2 % y 3,0 %, respectivamente), contrario a lo que ocurre con otra clase de accidentes, como caída ocupante, volcamiento, atropello, incendio o choque con vehículo, tren o semoviente, que tienen mayor representación entre los lesionados que entre los muertos (cuadro 2).

Se encontró asociación estadísticamente significativa entre la clase de accidente y el trauma fatal en motociclistas ($p < 0,001$). Los motociclistas que se ven involucrados en un choque contra un cuerpo en movimiento, como vehículo, tren o semoviente, tienen casi dos veces más posibilidades de muerte, en comparación con los que sufren una caída, volcamiento, atropello o incendio (OR=1,86; IC_{95%} 1,16-2,98), y mucha mayor posibilidad tienen los que se ven involucrados en un choque contra un objeto fijo, como inmueble, muro, valla-señal, árbol, poste, semáforo, hidrante, vehículo estacionado o baranda (OR=19,93; IC_{95%} 12,05-32,96); aun realizando el ajuste por las demás variables, la posibilidad de morir en este grupo permanece siendo significativa (OR=13,76; IC_{95%} 7,82-24,22) (cuadro 2).

Discusión

Mediante un análisis transversal de tipo casos y controles, en el presente estudio se exploró la asociación entre un conjunto de características y el trauma fatal en motociclistas, dando una medida del riesgo de cada una mediante la estimación de la OR y con técnicas estadísticas multivariadas que permitieron la estimación de la OR tras mantener constantes las demás variables; sin embargo, por su carácter transversal no fue posible establecer causalidad (11).

Se encontró asociación entre el trauma fatal en motociclistas con variables relacionadas: con el accidente (choque contra un objeto fijo); con el lugar (comunas de Robledo, Aranjuez y Guayabal; vías de doble carril, tramos de vía u otro tipo de vías, como paso inferior, elevado, a nivel puente, lote o predio, vía peatonal, vía troncal o ciclorruta); con el tiempo (horas de madrugada o de alta densidad vehicular); con factores humanos (hombres y las edades de 20 a 29 y de 40 o más años), y con el vehículo (modelo anterior a 1991).

La energía acumulada en los choques contra un objeto fijo es mucho mayor y más letal que la

acumulada en otra clase de accidentes en los que las personas resultan solamente lesionadas. Cuando se presenta un choque con un objeto fijo, generalmente éste tiene muy baja capacidad de absorber energía, lo cual lleva a que la víctima absorba la mayoría y, por ende, se presente mayor daño tisular y compromiso funcional. Muchos de estos objetos fijos en las vías de la ciudad pueden ser muros, postes, árboles, barandas, semáforos, inmuebles, hidrantes, vallas o señales de tránsito, tarimas o casetas o vehículos estacionados; esto implica pensar más a fondo el diseño de las vías, para que no representen un mayor riesgo para las personas.

Aunque las vías de tres o más carriles son las que permiten un mayor flujo de vehículos y de velocidad, en el presente estudio fueron las de doble carril las que se asociaron al trauma fatal, además de ser las más frecuentes en la ciudad. En general, las condiciones de la vía principal en la que se presentaron los muertos y los lesionados fueron buenas, aun así ocurre este tipo de traumas. Además, se encontró que los motociclistas que conducen en vías diferentes a intersección o glorieta, tienen mayores posibilidades de morir, y que en el tramo de la vía existe un mayor porcentaje de heridos y de muertos; esto podría ser explicado por la razón de que un vehículo que ingresa a una glorieta o puente debe reducir la velocidad que podría incidir en el trauma fatal, mientras que en otro tipo de vías, como tramo de vía o puentes, no tendría que reducirla.

En relación con las comunas que se asociaron al trauma fatal, dos de ellas (Robledo y Aranjuez) presentan muchas vías inclinadas y con gran sector residencial, no siendo así con la comuna Guayabal, que tiene pocas vías inclinadas pero que está caracterizada por tener un alto flujo de vehículos que atraviesan la ciudad de centro a sur, además de tener zonas residenciales e industriales. En este estudio se presentó una proporción mayor de muertos que de lesionados en el sector industrial, aunque esta característica no se asoció con el trauma fatal. El acondicionamiento de paraderos para recoger pasajeros usuarios de transporte público en diferentes puntos de la ciudad, es una medida que evitaría el riesgo de choque de los motociclistas contra los vehículos de servicio público que paran en cualquier sitio o tramo de vía para recoger o descargar pasajeros.

Cuando se estudió el tiempo del accidente de tránsito, se encontraron notables diferencias entre el grupo de lesionados y de muertos, ya que se lesionan

más en días y horas laborales, pero hay mayor posibilidad de morir los fines de semana en horas de la madrugada, en las que se presenta el cierre de los establecimientos de venta de licor, aunque también en horas de alta densidad vehicular.

El sexo en este estudio muestra un perfil en el que predominan los hombres fallecidos sobre las mujeres, con una razón de 33:1, mucho mayor a la encontrada a nivel nacional en 2006 por el Fondo de Prevención Vial, donde fue de 15 hombres a 1 mujer (15). En varios estudios se ha evidenciado que quienes más se lesionan y mueren a causa de colisiones en motocicleta son principalmente los hombres, dado que son ellos quienes usan en mayor proporción las motocicletas como medio de transporte y de trabajo; además, se exponen a factores de riesgo como son la velocidad y la conducción bajo los efectos de licor, lo cual los hace más propensos a sufrir lesiones, algunas de ellas mortales.

Los jóvenes no presentaron el mayor riesgo de morir, como se ha evidenciado en otros estudios (12); contrario a esto, las personas con 50 o más años de edad presentaron la mayor letalidad y un riesgo de morir 2,52 veces mayor con respecto a jóvenes de 10 a 19 años, después de ajustar por otras variables. Con respecto a la edad, es bien conocido en trauma que las personas jóvenes tienen mayor incidencia de accidentes de tránsito, pero la tolerancia al trauma desciende considerablemente luego de los 45 años de edad (16-18). Lo anterior nos lleva a sugerir la realización de actividades de prevención primaria y secundaria, esta última asociada con el diseño y puesta en marcha de los sistemas regionalizados de atención de trauma en las ciudades.

La única característica de la motocicleta que se asoció con el trauma fatal fue el modelo; el resto de características estudiadas, como el servicio, el color, el seguro de responsabilidad civil y la marca, no presentaron asociación estadística con el accidente; esto indica que, a mayor antigüedad de la motocicleta, mayor es la posibilidad de trauma fatal del motociclista.

Las variables anteriormente descritas hacen parte del "Informe policial de accidentes de tránsito", que es el insumo administrativo y de obligatorio cumplimiento diseñado por el Ministerio de Transporte para recaudar la información básica de los accidentes de tránsito que ocurren en el territorio nacional (19-21). Sin embargo, en este estudio se identifican algunas deficiencias del instrumento

que no permiten una adecuada interpretación de los datos, principalmente por la gran cantidad de datos perdidos, por lo que fue necesario excluir del análisis algunas variables importantes, que de acuerdo con la literatura científica han sido consideradas como variables trazadoras en la epidemiología de las lesiones en motociclistas, como el estado de embriaguez alcohólica, el uso de casco, la gravedad del accidente de tránsito y la velocidad (2).

El análisis del estado de embriaguez fue una de las principales limitaciones del presente estudio debido a la falta de reporte, ya que sólo se registró el dato en el 3,5 % de los motociclistas muertos y en el 18 % de los lesionados. En el análisis bivariado, el hecho de estar embriagado en el momento del accidente (con 40 o más mg de etanol en 100 ml sangre) no se asoció con el trauma fatal; esto es contrario a lo que han mostrado estudios a nivel mundial (1,5,8,22-25) y en Colombia (26), en los cuales se ha encontrado, por ejemplo, en ciudades como Cali, que los motociclistas con consumo de alcohol positivo tienen casi 6 veces mayor riesgo de lesiones fatales (6). Cuando esta variable se ingresó en el análisis de regresión logística según criterio teórico, por su plausibilidad con el trauma fatal, no fue posible obtener un modelo, debido a la alta proporción de datos no reportados; pero, al excluir esta variable del análisis, fue posible obtener modelos con buen ajuste y con variables significativas.

Liu, *et al.*, hicieron una revisión sistemática sobre la actual evidencia del uso del casco y su impacto sobre la mortalidad, y encontraron que con base en los estudios revisados de mayor calidad, el uso del casco reduce el riesgo de muerte en un 42 % (OR=0,58; IC_{95%} 0,50-0,68) y, el riesgo de lesión en la cabeza, en un 69 % (OR=0,31; IC_{95%} 0,25-0,38) (27). Según lo reportado por la *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) de Estados Unidos, el uso del casco redujo el riesgo de morir en 29 % entre los años 1982 y 1987, y en 37 % entre 1992 y 2002 (28), y previene el riesgo de lesión de cabeza en 67 % (29). En otros estudios también se ha encontrado que el uso del casco es un factor protector de lesiones y muerte (7,8,22,23) o se enfatiza en la necesidad de su uso (30,31). Sin embargo, en el presente estudio no se encontró asociación entre el trauma fatal y el uso del casco como factor de protección; posiblemente, estos resultados obedecen a la forma como se reporta esta variable, ya que en el informe policial de accidentes de tránsito el uso del casco, aunque se

reporta como “sí” o “no”, solo se registra “sí” cuando el agente de tránsito que diligencia el formato tiene la certeza de que el motociclista efectivamente usaba el casco en el momento del accidente. Por lo anterior, puede darse el caso de registrar erradamente esta variable, en casos en los que el motociclista si usó el casco pero el agente, por no tener la certeza, la registra como “no”.

El formato del informe policial de accidentes de tránsito no permite registrar si el casco que usaba el motociclista cumplía con las especificaciones técnicas establecidas legalmente para Colombia. En la revisión de la literatura científica no se han encontrado datos de que el uso del casco pueda agravar las lesiones en la cabeza, sino que su uso inadecuado puede provocarlas cuando no se lleva el casco ajustado debidamente o la talla del casco no es la adecuada para el tamaño de la cabeza (29). El uso del chaleco es otra de las medidas de protección reglamentarias para Colombia que no se registra en el momento de levantar la información sobre un accidente de tránsito. En un estudio sobre visibilidad de los conductores de motocicleta en la región de Auckland, Nueva Zelanda (10), se encontró un riesgo 37 % menor de lesión por tránsito en los motociclistas que usaban de ropa de alta visibilidad fosforescente o fluorescente, en comparación a los que no lo hacía.

La gravedad del accidente de tránsito se categoriza internacionalmente en tres niveles, solo daños materiales, lesionados o muertos (2). No obstante, en el presente estudio, se consideraron dos niveles: “muertos” y “lesionados”, y se excluyó el nivel de “solo daños materiales”, debido a que en Colombia no se registran datos sobre las características de persona cuando sólo ocurren daños materiales. Se reconoce que las medidas de asociación del riesgo OR podrían ser aún mayores si se hubiera comparado el grupo de muertos con el grupo de motociclistas con accidentes solo con daños de los vehículos.

En relación con la velocidad que es posible medir a partir de la huella de frenado de los vehículos después de ocurrido el accidente, no se registra, aunque hace parte del “Informe policial de accidentes de tránsito”. Por lo anterior, en el presente estudio no fue posible determinar la velocidad. En este sentido, se reconoce que los vehículos nuevos presentan un sistema de frenado ABS (*Antiblockiersystem*) que no dejan huella, por lo que igualmente esta medida dejaría de registrarse por no tener la prueba.

En conclusión, los motociclistas son un grupo especial de interés en el sistema vial, por su mayor exposición que hace que la energía acumulada en los choques contra un objeto fijo sea mucho mayor y más letal que la acumulada en otra clase de accidentes en los que las personas resultan solamente lesionadas. En coherencia con los datos mundiales y nacionales sobre trauma por tránsito, en Medellín los motociclistas hombres son los que tienen las mayores probabilidades de morir en un accidente de tránsito; sin embargo, no ocurre lo mismo con la variable edad, pues contrario a lo reportado en otros estudios, en Medellín el mayor riesgo de morir lo tienen las personas con 50 o más años de edad. Además, es importante para la ciudad considerar que, aunque pueda observarse mayor cantidad de accidentes de tránsito en las glorietas e intersecciones, no es allí donde se presenta la mayor posibilidad de morir sino en los tramos de vía, de doble carril y de otro tipo de vías como puentes, asunto que debe analizarse de forma especial en la creación de estrategias de prevención y mitigación.

Agradecimientos

Esa investigación fue desarrollada como parte del proyecto "Factores de riesgo y de protección asociados al trauma fatal y no fatal por accidentes de tránsito en las ciudades de Medellín, Cali y Bogotá en el cuatrienio 2005-2008" ejecutado por la Universidad de Antioquia.

Este estudio fue posible gracias a la colaboración permanente del personal de la Secretaría de Transporte y Tránsito, y a la disponibilidad de información por parte del personal de la Secretaría de Salud.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiación

El estudio fue financiado por Colciencias, mediante contrato número: 240, Código: 1115-408-20501.

Referencias

1. **Organización Mundial de la Salud, Banco Mundial.** Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, Banco Mundial; 2004.
2. **Lin MR, Kraus JF.** Methodological issues in motorcycle injury epidemiology. *Accid Anal Prev.* 2008;40:1653-60.
3. **Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.** Forensis. 2007, datos para la vida. Fecha de consulta: 17 de febrero de 2010. Disponible en: http://www.medicinalegal.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=79%3Aforensis-2007&catid=19%3Aforensis&Itemid=55&lang=en.
4. **Fondo de Prevención Vial.** Accidentalidad vial en Colombia 2007. Bogotá: Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Transporte, Fasecolda, Policía Nacional; 2007.
5. **Zambon F, Hasselberg M.** Factors affecting the severity of injuries among young motorcyclists -A Swedish nationwide cohort study. *Traffic Inj Prev.* 2006;7:143-9.
6. **Beitia PN.** Factores de riesgo asociados a la mortalidad por accidentes de tránsito en moto en la ciudad de Cali (tesis). Santiago de Cali: Universidad del Valle; 1994.
7. **Lardelli P, Jiménez JJ, Luna J, García M, Bueno A, Gálvez R.** Driver dependent factors and the risk of causing a collision for two wheeled motor vehicles. *Inj Prev.* 2005;11:225-31.
8. **Sirathranont J, Kasantikul V.** Mortality and injury from motorcycle collisions in Phetchaburi Province. *J Med Assoc Thai.* 2003;86:97-102.
9. **Instituto de Seguridad y Educación Vial, Departamento de Accidentología.** La importancia del casco. *Revista de Seguridad Vial.* 2006;92:18-20.
10. **Wells S, Mullin B, Norton R, Langley J, Connor J, Lay Yee R, et al.** Motorcycle rider conspicuity and crash related injury: Case-control study. *BMJ.* 2004;328:857-60.
11. **Hernández B, Velasco HE.** Encuestas transversales. *Salud Pública Mex.* 2000;42:447-55.
12. **Organización Mundial de la Salud, Banco Mundial.** Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, Banco Mundial; 2004.
13. **World Health Organization.** European status report on road safety: Towards safer roads and healthier transport. Copenhagen: Regional Office for Europe; 2009.
14. **Hosmer D, Lemeshow S.** Applied logistic regression. Estados Unidos: John Wiley; 2000.
15. **Fondo de Prevención Vial.** Accidentalidad vial en Colombia 2006: información para el desarrollo de una cultura vial. Bogotá: Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Transporte, Fasecolda, Policía Nacional; 2006.
16. **Bull JP.** The injury severity score of road traffic casualties in relation to mortality, time of death, hospital treatment time and disability. *Accid Anal Prev.* 1975;7:249-55.
17. **González G.** A model for improving emergency services of hospital Universitario San Vicente de Paúl-Medellín-Colombia (thesis). Montreal: McGill University; 2000.
18. **Sampalis JS.** Evaluation of pre-hospital trauma services in Montreal (thesis). Montreal: McGill University; 1990.
19. **Ministerio de Transporte.** Resolución 6020 de 2006, 29 de diciembre, por la cual se adopta el manual para diligenciar el Informe Policial de Accidentes de Tránsito y se modifica el campo 12 del formato del mismo informe. Bogotá: Ministerio de Transporte; 2006.
20. **Ministerio de Transporte.** Resolución 4040 de 2004, 28 de diciembre, por la cual se adopta el Informe Policial de Accidentes de Tránsito. Bogotá: Ministerio de Transporte; 2004.

21. **Ministerio de Transporte.** Resolución 1814 de 2005, 13 de julio, por la cual se modifica la Resolución número 4040 del 28 de diciembre de 2004. Bogotá: Ministerio de Transporte; 2005.
22. **Nelson D, Sklar D, Skipper B, McFeeley PJ.** Motorcycle fatalities in New Mexico: The association of helmet nonuse with alcohol intoxication. *Ann Emerg Med.* 1992;21:279-83.
23. **Gabella B, Reiner KL, Hoffman RE, Cook M, Stallones L.** Relationship of helmet use and head injuries among motorcycle crash victims in El Paso County, Colorado, 1989-1990. *Accid Anal Prev.* 1995;27:363-9.
24. **Vázquez RA.** Causas de los accidentes de tránsito desde una visión de la medicina social: el binomio alcohol-tránsito. *Rev Med Urug.* 2004;20:178-86.
25. **Casanova L, Borges G, Mondragón L, Medina ME, Cherpitel CH.** El alcohol como factor de riesgo en accidentes vehiculares y peatonales. *Salud Ment (Mex).* 2001;24:3-11.
26. **Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.** Forensis: Accidentes de transporte. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses; 2006.
27. **Liu BC, Ivers R, Norton R, Boufous S, Blows S, Lo SK.** Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008;(1):CD004333.
28. **National Highway Traffic Safety Administration.** Motorcycle helmet effectiveness revisited. Fecha de consulta: 5 de enero de 2010. Disponible en: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/809715.PDF>
29. **CESVI Colombia SA.** El casco de protección: "Seguro de vida de inaplazable uso". *Boletín de Seguridad Vial.* 2008. p. 3.
30. **Khan I, Khan A, Aziz F, Islam M, Shafqat S.** Factors associated with helmet use among motorcycle users in Karachi, Pakistan. *Acad Emerg Med.* 2008;15:384-7.
31. **Ledesma RD, Peltzer RI.** Helmet use among motorcyclists: Observational study in the city of Mar del Plata, Argentina. *Rev Saúde Publica.* 2008;42:143-5.