



ORIGINAL DE INVESTIGACIÓN

Factores del conductor asociados a la mortalidad precoz de los ciclistas tras una colisión

Marín-Burdallo, Inés^{1,2}; Granados-Fernández, Javier^{2*}; Jiménez-González Sonia^{1,2}

¹Dpto. de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Granada

²Academia de Alumnos Internos

*Autor de correspondencia: javigf2011@gmail.com

Fecha de recepción: 26/02/2024

Fecha de revisión: 01/03/2024

Fecha de aceptación: 26/04/2024

Resumen

Introducción: El aumento del uso de la bicicleta como medio de transporte en España ha generado preocupación por la seguridad vial, especialmente en colisiones con vehículos a motor.

Objetivos: Analizar las características de los conductores involucrados en accidentes mortales con ciclistas y examinar las variables relacionadas con estos conductores que puedan influir en el desarrollo de colisiones fatales.

Material y Métodos: Se realizó un estudio observacional longitudinal utilizando datos de la Dirección General de Tráfico entre 2014 y 2021. Se evaluaron mediante un análisis descriptivo variables sociodemográficas, lugar de la colisión y la producción de infracciones por parte de conductores y ciclistas. Se realizó un análisis bivariante con pruebas de asociación como la T de Student y el test de Chi-cuadrado para estudiar factores del conductor asociados a la mortalidad precoz de los ciclistas.

Resultados: El análisis descriptivo mostró que el 66,89% de los conductores involucrados en colisiones mortales con ciclistas eran hombres, y el 44,22% cometieron infracciones. La mayoría de las colisiones ocurrieron en zonas urbanas (76,34%). Los factores del conductor asociados con la mortalidad de los ciclistas en los 30 días posteriores a la colisión fueron: el sexo masculino y la colisión en autovía ($p < 0,05$).

Conclusiones: Los resultados sugieren que el sexo masculino del conductor y las colisiones en autovía son factores asociados a la mortalidad precoz en colisiones entre vehículos y ciclistas.

Palabras clave: Accidente de tráfico, colisión, automóviles, ciclismo, ciclista, registros de mortalidad

Abstract

Introduction: The increased use of bicycles as a mean of transport in Spain has raised concerns about road safety, especially in collisions with motor vehicles.

Objectives: To analyze the characteristics of drivers involved in fatal crashes involving cyclists and to examine the variables related to these drivers that may influence the development of fatal crashes.

Material and Methods: A longitudinal observational study was conducted using data from the *Dirección General de Tráfico* between 2014 and 2021. Sociodemographic variables, location of the collision and the production of infractions by drivers and cyclists were evaluated by means of a descriptive analysis. A bivariate analysis was performed with association tests such as Student's t-test and Chi-square test to study driver factors associated with early cyclist mortality.

Results: Descriptive analysis showed that 66,89% of drivers involved in fatal collisions with cyclists were male, and 44,22% committed violations. Most collisions occurred in urban areas (76,34%). Driver factors associated with cyclist fatalities in the 30 days after the collision were: male sex and highway collision ($p < 0,05$).

Conclusions: The results suggest that the male sex of the driver and highway collisions are factors associated with early mortality in collisions between vehicles and cyclists.

Keywords: Road traffic accident, collision, automobile, cycling, cyclist, mortality records

1. Introducción

El número de usuarios que utilizan la bicicleta semanalmente en España se encuentra en torno a los 9 millones (1). Se prevé un aumento de este dato debido al impulso a través de estrategias de fomento tanto a nivel nacional como europeo que se está llevando a cabo, tales como la Estrategia estatal por la bicicleta y el EU cycling strategy. Ambas sugieren, de acuerdo con la Agenda 2030, que el ciclismo no sólo es un medio de transporte con una menor huella de carbono, sino que además supone un beneficio para la salud de los usuarios (2,3). En contraposición, la conducción de vehículos a motor se ha convertido en una actividad cotidiana en la cual, desde sus inicios, se han registrado accidentes de tráfico (4) hasta llegar a la situación actual con una estimación de 1.350.000 muertes al año a nivel mundial por esta causa (5).

De los distintos accidentes registrados en las estadísticas, aquellos que involucran a ciclistas representan un número a tener en cuenta y suponen un problema de salud pública creciente en todo el mundo debido al mayor uso de la bicicleta en países desarrollados (6) además de que, en comparación con otros usuarios, los ciclistas tienen un mayor riesgo de resultar heridos en un accidente de tráfico (7), asociando este aumento en la accidentalidad de los ciclistas a múltiples factores como la meteorología, la iluminación o condiciones de la ruta (8). Varios estudios

han abordado situaciones específicas de conducción que provocan accidentes como, por ejemplo, las rutinas aprendidas por los conductores, que pueden no tener en cuenta a un ciclista y las expectativas de los ciclistas, que pueden interpretar incorrectamente el comportamiento del conductor (9,10). Las colisiones entre bicicletas y turismos son una de las situaciones con un resultado más grave (11).

Partiendo de lo expuesto con anterioridad han surgido una gran variedad de estudios centrados en la influencia del ciclista en el accidente de tráfico (3,12), pero son pocas las publicaciones centradas en las características de los conductores de vehículos a motor, por lo que un abordaje complementario basado en la descripción de factores del conductor que se asocian a una mayor siniestralidad vial permitiría contribuir a la escasa evidencia disponible a este respecto. Por tanto, el objetivo de este estudio es analizar las características de los conductores implicados en un accidente mortal de tráfico con un ciclista así como los factores de los conductores potencialmente asociados a los accidentes mortales con ciclistas.

2. Material y métodos

Este estudio se basó en las recomendaciones de la Guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) (13).

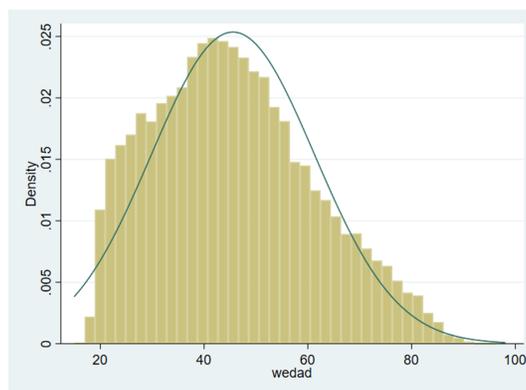


Figura 1.1. Histograma de la variable edad del conductor.

2.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional longitudinal con los casos notificados sobre accidentes de tráfico entre un conductor de un turismo y un ciclista durante 2014 y 2021 en España. Para calcular si el tamaño muestral fue suficiente para considerar los resultados válidos, se utilizó Epidat 3.1, con una confianza del 95%, utilizando como tamaño poblacional una población española de 48 millones de personas, con una proporción esperada del 0,9% y una precisión absoluta de 0,2%. Tras realizar el cálculo de tamaño muestral, para comprobar que la muestra

contenida en la base de datos garantizase buena potencia estadística, se obtuvo un tamaño de muestra mínimo de 8564 sujetos, siendo la base de datos del estudio suficiente para analizar y validar las hipótesis planteadas. Para buscar validez externa, se realizó un histograma (Figura 1.1) y una estimación de la densidad de Kernel (Figura 1.2) para comprobar que las variables cuantitativas seguían una distribución normal. Además se realizó un test de Shapiro-Wilk, obteniendo una $p < 0,001$. Los datos se ajustan a una distribución normal.

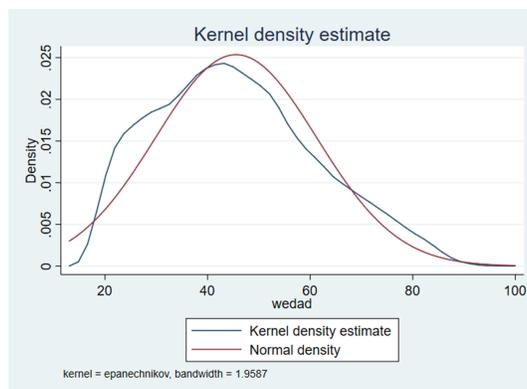


Figura 1.2. Representación gráfica de la estimación de la densidad de Kernel para la variable edad del conductor.

2.2 Fuentes de información y variables

Se recurrió a una base de datos procedente de la Dirección General de Tráfico (DGT). Los distintos datos fueron tomados a nivel nacional por la Guardia Civil de Tráfico en accidentes comprendidos entre los años 2014 y 2021. De todos los accidentes registrados durante esos años, sólo se emplearon aquellas colisiones en las que estuvo

involucrado un conductor de vehículo y un ciclista. Se recogieron variables sociodemográficas (edad y sexo tanto del conductor como del ciclista), lugar de la colisión (si fue en zona urbana o similares; o en autovía o autopista) y si se produjo alguna infracción por parte del conductor o del ciclista. También se estudió la variable muerte del ciclista durante los 30 días posteriores a la colisión.

Variables	n/x ¹	%/sd ²	datos faltantes n (%)
Ciclista			
Hombre	16648	82,07%	161 (0,79%)
Mujer	3475	17,13%	
Edad	38,09	17,33	600 (2,96%)
Fallecimiento	160	0,79%	0 (0,0%)
Infracción cometida	4804	23,68%	10262 (50,59%)
Conductor			
Hombre	13567	66,89%	138 (0,68%)
Mujer	6579	32,43%	
Edad	45,56	15,74	522 (2,6%)
Infracción cometida	8970	44,22%	8597 (42,38%)
Localización de la colisión			
Colisión en zona urbana o similar	15484	76,34%	0 (0,0%)
Colisión en autovía o autopista	4800	23,66%	

Tabla 1. Descripción de las características principales de la muestra

¹n/x: Cómputo de datos.

²%/sd: Porcentaje/desviación típica.

2.3 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo en el que se calculó la frecuencia absoluta y relativa de todas las variables cualitativas mientras que para aquellas que son cuantitativas se calculó la media y la desviación típica. Posteriormente, se realizó un análisis bivalente para identificar posibles

variables asociadas a la muerte del ciclista durante los 30 días posteriores a la colisión, empleando para ello el test de la T de Student (en variables cuantitativas) y el test de Chi-cuadrado (en variables cualitativas). No se realizó ninguna imputación de los datos faltantes. Se consideraron significativas asociaciones cuyo valor p fue menor de 0,05.

Se ha realizado un análisis estadístico multivariante con aquellas variables que han presentado significancia en el análisis bivariante, buscando evitar posibles interferencias entre las distintas variables. Todos los análisis estadísticos se realizaron con Stata SE v.15.0 (Statacorp®, College Station, TX, EEUU.).

2.4 Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Provincial de Granada, con fecha 06/03/2023 y código PI22/01094.

3. Resultados

3.1 Descripción de la muestra

El tamaño de la muestra fue de 20284 colisiones, cuyas características se encuentran reflejadas en la Tabla 1.

Variable	Defunción del ciclista n(%)/x(sd) ¹	No defunción del ciclista	Valor P
Sexo del conductor: Hombre	122 (76,30%)	13445 (67,30%)	0,016 ²
Sexo del conductor: Mujer	38 (23,75%)	6541 (32,73%)	
Edad del conductor	45,05 (17,94)	45,56 (15,72)	0,682 ³
Colisión en autovía	105 (65,63%)	4695 (23,33%)	<0,001 ²
Colisión en zona urbana	55 (34,38%)	15429 (76,77%)	
Infracción o error por parte del conductor	73 (67,59%)	8897 (76,85%)	0,024 ²

Tabla 2. Factores asociados con la mortalidad precoz de los ciclistas

¹n(%)/x(sd): Cómputo de datos, acompañado del porcentaje en relación a su total o la desviación típica.

²Valor p del test chi-cuadrado.

³Valor p del test t de student.

La edad media de los conductores involucrados fue de 45,56 años (66,89% hombres), mientras que la edad media de los ciclistas involucrados fue de 38,09 años (82,07% hombres). En relación a la variable “infracción cometida”, vemos que en un 23,68% de los accidentes es el ciclista quien cometió una infracción mientras que el conductor lo hizo en un 44,22% de los accidentes. En cuanto al lugar de la colisión, se produjo en un 76,34% de las ocasiones en vías urbanas o similares.

3.2 Factores del conductor asociados al fallecimiento del ciclista

En cuanto a los resultados del análisis bivariante que se muestran en la Tabla 2, se observó que el sexo masculino

del conductor se asoció con una mayor mortalidad precoz en ciclistas (p=0,016).

Se observó además una asociación entre la ubicación de la colisión y la probabilidad de fallecimiento del ciclista, siendo más frecuente la muerte en colisiones que tenían lugar en autovía (p<0,001).; y menos frecuente en aquellas colisiones en las que el conductor cometía una infracción (p=0,024). No se encontró asociación para el resto de variables. En cuanto a los resultados del análisis multivariante, que se muestran en la Tabla 3, se observó que las variables sexo masculino del conductor y colisión en autovía aumentan la probabilidad de el fallecimiento del ciclista a los 30 días de la colisión.

Variablas asociadas al conductor	OR cruda (IC 95%)	OR ajustada ¹ (IC 95%)
Edad	1,00 (0,99-1,00)	1,00 (0,98-1,00)
Sexo (Varón)	1,56 (1,08-2,25)	1,57 (1,09-2,27)
Colisión en autovía	6,27 (4,52-8,71)	6,31 (4,53-8,79)
Infracción o error por parte del conductor	0,63 (0,42-0,94)	0,60 (0,40-0,90)

Tabla 3. Análisis multivariante. Modelo de regresión logística.

¹El modelo se ajustó para las variables del conductor: sexo, edad (varón), lugar de la colisión en autovía e infracción cometida por parte del conductor. La variable “desenlace” fue la muerte del ciclista durante los 30 días siguientes a la colisión.

4. Discusión

Este trabajo estudió los factores relacionados con el conductor que podrían influir en la muerte del ciclista tras una colisión. Los resultados obtenidos sugieren una asociación significativa entre colisionar con un conductor masculino que no comete una infracción en una autovía y la muerte del ciclista en los 30 días siguientes. Diversos estudios indican que el error humano es una de las principales causas de colisiones entre vehículos y ciclistas, en contraposición con los resultados obtenidos que no presentan una correlación entre la infracción y el desenlace fatal (14). Según estudios previos, se ha observado que la probabilidad de colisiones aumenta cuando el conductor tiene un tiempo de reacción prolongado en la frenada y un tiempo de aceleración reducido, factores que pueden estar asociados con la edad de los conductores de automóviles involucrados. Este hallazgo sugiere que la edad del conductor puede influir en la ocurrencia de colisiones con ciclistas (15). Se ha cuestionado la validez de las fuentes de datos utilizadas en estudios como el nuestro, especialmente en lo que respecta a la existencia de colisiones, pues se ha descrito una infraestimación de colisiones no mortales (12). Sin embargo, en el presente estudio, al enfocarse en la relación con la muerte del ciclista, es más probable que los casos sean notificados de manera precisa al existir una Orden Ministerial que regula la notificación de accidentes de tráfico con víctimas mortales o no (16,17). A diferencia de otros estudios (18) que reflejan que los conductores más ancianos suponen un riesgo menor de accidentes en general pero mayor en aquellos fatales, no encontramos una asociación significativa entre la edad del ciclista y/o del conductor y el desenlace fatal. Estas consideraciones resaltan la importancia de investigaciones adicionales para comprender mejor los factores que contribuyen a la mortalidad precoz en colisiones entre ciclistas y conductores de vehículos a motor. Una de las principales fortalezas de este estudio radica en el amplio tamaño muestral de la base de datos utilizada. Al tratarse de una base de datos nacional, la gran cantidad de datos disponibles proporciona gran potencia estadística. La procedencia de los datos a nivel nacional también constituye una ventaja para este estudio. Esta amplia cobertura geográfica permite abordar el fenómeno de manera integral y obtener una visión completa de los factores asociados a la mortalidad precoz en colisiones entre ciclistas y conductores. En cuanto a las limitaciones de nuestro estudio, una limitación importante es la falta de datos en algunas variables críticas, especialmente aquellas relacionadas con la presencia de infracciones de ambas partes, que puede introducir un sesgo de selección. La insuficiente cumplimentación de ciertas variables podría estar relacionada con la ambigüedad sobre la comisión de infracciones en el momento de la recogida de datos. Para solventar esta limitación se podría realizar un análisis

mediante imputación múltiple de datos. Otra limitación identificada es la posible falta de inclusión de variables importantes en la base de datos, como el uso de casco por parte del ciclista, el consumo de drogas y alcohol, la experiencia de conducción, el clima, velocidad del vehículo y otros factores de confusión potenciales. Cabría suponer que el número de muertes tanto en zonas urbanas como en autovía podría haberse visto afectado por la presencia de casco en el grupo de estudio, ya que en vía urbana no es obligatorio en mayores de 16 años (19). La ausencia de estas variables puede afectar la validez interna del estudio y sesgar los resultados.

5. Conclusiones

Para concluir este estudio y de acuerdo con los resultados derivados del análisis de la base de datos, podemos determinar la importancia del sexo del conductor y del lugar de la colisión en el desarrollo de accidentes con ciclistas generando una mayor mortalidad precoz cuando los conductores del vehículo son hombres, así como cuando el accidente ocurre en autovía. No obstante, sería necesario ampliar este estudio con otras variables, o reproducirlo en diferentes poblaciones. Para futuros estudios podrían tenerse en cuenta aspectos relacionados con el coche involucrado en la colisión, como la potencia o el tiempo de frenada.

Declaraciones

Agradecimientos

Los autores agradecen a Mario Rivera Izquierdo, Pablo Redruello Guerrero, Manuel González Alcaide y Alejandro Verdejo Iáñez por su asesoramiento en la elaboración del artículo; y al Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública por la cesión de la base de datos con la que se ha trabajado.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias

1. Estrategia Estatal por la bicicleta — Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://esmovilidad.transportes.gob.es/estrategia-estatal-por-la-bicicleta>
2. Ministerio de Derechos Sociales, Consumo y Agenda 2030 - Conoce la Agenda [Internet]. [citado 20 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/index.htm>
3. Díaz Fernández P, Lindman M, Isaksson-Hellman I, Jeppsson H, Kovaceva J. Description of same-direction car-to-bicycle crash

- scenarios using real-world data from Sweden, Germany, and a global crash database. *Accid Anal Prev.* 2022;168:106587.
4. Goniewicz K, Goniewicz M, Pawłowski W, Fiedor P. Road accident rates: strategies and programmes for improving road traffic safety. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2016;42(4):433-8.
 5. Febres JD, Mariscal MÁ, Herrera S, García-Herrero S. Pedestrians' Injury Severity in Traffic Accidents in Spain: A Pedestrian Actions Approach. *Sustainability.* 2021;13(11):6439.
 6. Martínez-Ruiz V, Jiménez-Mejías E, Luna-del-Castillo J de D, García-Martín M, Jiménez-Moleón JJ, Lardelli-Claret P. Association of cyclists' age and sex with risk of involvement in a crash before and after adjustment for cycling exposure. *Accid Anal Prev.* 2014;62:259-67.
 7. Martínez-Ruiz V, Lardelli-Claret P, Jiménez-Mejías E, Amezcua-Prieto C, Jiménez-Moleón JJ, Luna del Castillo J de D. Risk factors for causing road crashes involving cyclists: An application of a quasi-induced exposure method. *Accid Anal Prev.* 2013;51:228-37.
 8. Aldred R, García-Herrero S, Anaya E, Herrera S, Mariscal MÁ. Cyclist Injury Severity in Spain: A Bayesian Analysis of Police Road Injury Data Focusing on Involved Vehicles and Route Environment. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;17(1):96.
 9. Räsänen M, Summala H. Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: an in-depth study. *Accid Anal Prev.* 1998;30(5):657-66.
 10. Gohl I, Stoll J, Wisch M, Nitsch V, Schneider A. Car-to-cyclist accidents from the car driver's point of view. 2019.
 11. Isaksson-Hellman I, Werneke J. Detailed description of bicycle and passenger car collisions based on insurance claims. *Saf Sci.* 2017;92:330-7.
 12. Branion-Calles M, Götschi T, Nelson T, Anaya-Boig E, Avila-Palencia I, Castro A, et al. Cyclist crash rates and risk factors in a prospective cohort in seven European cities. *Accid Anal Prev.* 2020;141:105540.
 13. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ.* 2007;335(7624):806-8.
 14. Jurecki RS, Stańczyk TL. Driver reaction time to lateral entering pedestrian in a simulated crash traffic situation. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav.* 2014;27:22-36.
 15. Zhao Y, Miyahara T, Mizuno K, Ito D, Han Y. Analysis of car driver responses to avoid car-to-cyclist perpendicular collisions based on drive recorder data and driving simulator experiments. *Accid Anal Prev.* 2021;150:105862.
 16. Ministerio del Interior. Orden INT/2223/2014, de 27 de octubre, por la que se regula la comunicación de la información al Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico. [Internet]. Orden INT/2223/2014 2014 p. 15. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/o/2014/10/27/int2223/con>
 17. interior D Ministerio. Comunicación de accidentes de tráfico [Internet]. [citado 7 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.dgt.es/nuestros-servicios/para-ayuntamientos-y-otras-administraciones/comunicacion-de-accidentes-de-traffic/>
 18. Lyman S, Ferguson SA, Braver ER, Williams AF. Older driver involvements in police reported crashes and fatal crashes: trends and projections. *Inj Prev.* 2002;8(2):116-20.
 19. BOE-A-2015-11722 Real Decreto Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial. [Internet]. [citado 7 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-11722>