

Luzón J, Seguí-Gómez M, López Valdés F, Arregui Dalmases C. Epidemiología como herramienta de estudio para la prevención de lesiones por accidente de tráfico (1ª parte). [Epidemiology as a tool to prevent motor vehicle traffic injuries 1 of 2]. *STA Tecnología* nº 171. Enero-Febrero 2006:47-50.

LA EPIDEMIOLOGÍA COMO HERRAMIENTA DE ESTUDIO PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES POR ACCIDENTE DE TRÁFICO (1ª parte)

RESUMEN

El problema de salud que las lesiones por Accidente de Tráfico (AT) suponen para nuestra población es materia de dominio público, dada la repercusión en los medios que las consecuencias de dichos accidentes generan. Este hecho se agrava, sobre todo, en fechas particularmente indicadas de desplazamientos masivos por carretera de la población. El reconocimiento de la epidemia que suponen las lesiones por AT en nuestros días llevó a la Organización Mundial de la Salud a dedicar el día mundial de la salud 2004 a la seguridad vial, bajo el lema "la seguridad vial no es accidental".

Dicho lema ilustra, no en vano, la necesidad de investigación en este campo a fin de poder "predecir" la probabilidad de ocurrencia de las lesiones en función de parámetros como lugar de residencia, edad del individuo o vehículo conducido, por citar tres ejemplos.

Puede, por tanto, utilizarse un enfoque epidemiológico a este problema de salud pública, a fin de determinar no solo que factores contribuyen a la reducción de los accidentes, sino también que factores contribuyen a la reducción de las lesiones producidas o la gravedad de los mismos. La epidemiología es la disciplina científica que nos provee de las herramientas necesarias para el análisis y evaluación de las medidas implementadas con el objetivo de reducir las lesiones por AT. Esta herramienta conlleva un marco conceptual definido, el uso de unos datos, la caracterización en estos datos de la gravedad de los accidentes y de las lesiones, y el uso de análisis estadísticos.

En el presente artículo se resumen algunos de estos aspectos y se comenta acerca de la reciente creación en todo el mundo de equipos multi-disciplinares que realizan de manera sistemática investigaciones "en profundidad" ("in-depth") de los accidentes de tráfico.

INTRODUCCIÓN

Múltiples estudios recientes muestran la magnitud del problema que las lesiones por accidentes de tráfico (AT) suponen para la salud de la población [1,12]. Pese a la gravedad de la situación, hay también que reconocer que en el último siglo se han producido grandes avances en la prevención de estas lesiones, tal y como han reconocido públicamente instituciones como el Center for Disease Control and Prevention de los USA, quienes

AUTORES



Javier Luzón Narro,
STA (Sociedad de Técnicos
de Automoción), Sección
Técnica de Biomecánica.



María Seguí Gómez,
Universidad de Navarra,
Dpto. Medicina Preventiva y
Salud Pública, Facultad de
Medicina



Francisco López Valdés,
CIDAUT Fundación para la
Investigación y Desarrollo en
Transporte y Energía



Carlos Arregui Dalmases,
UPC (Universitat Politècnica
de Catalunya)



Fig. 1. Póster promocional Día mundial de la salud 2004 (WHO)

incluyeron la reducción en lesiones por AT como uno de los diez mayores éxitos de la salud pública en el siglo-XX [3].

Pese al constante aumento tanto del número de vehículos matriculados como de la frecuencia y duración de los viajes en coche, los tasas de mortalidad por AT han continuado descendiendo a lo largo de los últimos años (Fig. 2). Así pues, pese a la dura realidad que vivimos, debe reconocerse el trabajo realizado hasta la fecha. Resulta interesante el investigar cuáles son los factores que han contribuido a este progreso e identificar las áreas susceptibles de mejora. ¿Ha sido, por ejemplo, esta reducción o expensas de reducir el número de accidentes que ocurren (gracias a los sistemas de seguridad primaria) o de que estos accidentes sean de menor gravedad? (seguridad secundaria). ¿Son los accidentes iguales en número y gravedad pero los vehículos y las estructuras viarias amortiguan la frecuencia y gravedad de las lesiones sufridos por los individuos? ¿Son los lesiones exactamente las mismas pero las tratamos médicamente mejor y más deprisa consiguiendo salvar los vidas de las víctimas? (Seguridad terciaria) (Fig. 3)

La herramienta metodológica que mejor nos pueda ayudar en estas averiguaciones es la epidemi-

ología, definida según De Irala et al [2], como la ciencia que permite:

- Describir la frecuencia y características de fenómenos biológicos (patológicos o no), incluyendo las lesiones por AT
- Plantear hipótesis sobre factores que pueden determinar la aparición o desaparición de dichos fenómenos
- Elaborar los estudios para poder investigar dichas hipótesis
- Valorar críticamente la validez y efectividad de los procedimientos preventivos y terapéuticos. (Fig. 4)

LA EPIDEMIOLOGÍA COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS

Fue el profesor de Harvard John F. Gordon quien, en 1949 [6], sugirió que las lesiones o traumatismos se comportaban como las infecciones y se caracterizaban por epidemias, variación estacional, tendencias a largo plazo y distribuciones demográficas; podían, por tanto, ser estudiadas usando el mismo marco conceptual epidemiológico que requería la presencia de un huésped (la víctima), el agente nocivo, y el medio ambiente donde la relación entre ambos se establecía. Esta investigación permite caracterizar cómo, dónde, cuándo, y a quien es más probable que le ocurran lesiones. Es decir, permite predecirlas y por tanto desmitificar el que estas provengan de "accidentes". De ahí que la pasada campaña de la Organización Mundial de la

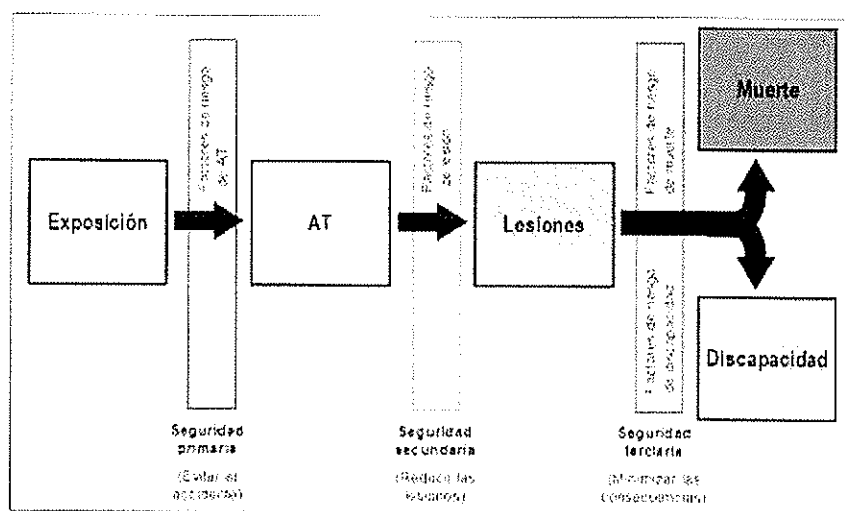


Fig. 3. Factores de riesgo y campos de actuación de los sistemas de seguridad

Salud para el día mundial de la salud 2004 afirma en su lema (Fig. 1.) que la seguridad vial "no es accidental".

Pese al valor de su contribución, el profesor Gordon todavía confundía el agente con el propio vehículo que se accidentaba. No fue hasta principios de los 60 en que, el profesor Gibson primero, y el Dr. Haddon después, introdujeron la noción de que el agente nocivo era en realidad la energía provocada por la velocidad del vehículo, y no el vehículo en sí mismo [7,8]. Y es aquí donde comienza una fructífera relación entre epidemiólogos e ingenieros biomecánicos que permite identificar la cuantía y características de este intercambio de energía durante el accidente que va a permitir evaluar el impacto que otros factores (personales, del vehículo o ambientales) pueden tener tan-

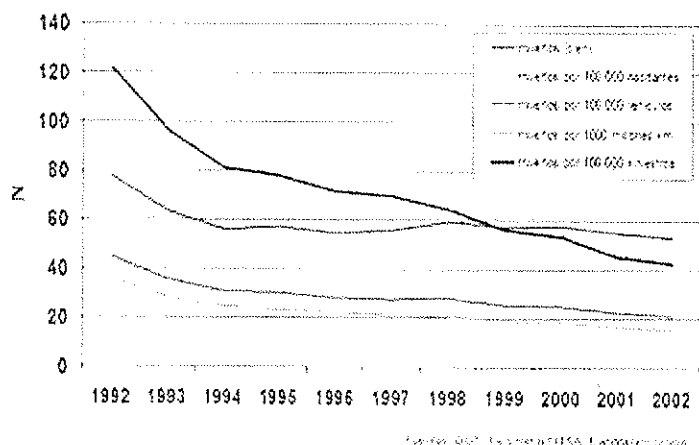


Fig. 2. Evolución de las mortalidad por AT en España

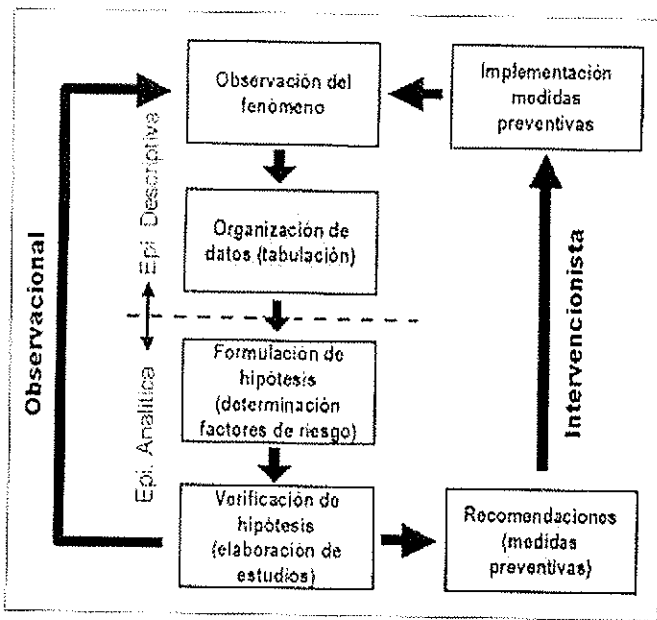


Fig. 4. Organización de la investigación epidemiológica

to en la ocurrencia como en la gravedad y secuelas de las lesiones resultantes.

CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DEL ACCIDENTE

Si bien en última instancia es la energía cinética que está en juego en el accidente, la causante de las lesiones que se producen en el mismo, la forma en que esta energía es disipada bien por el vehículo bien por los ocupantes determinará los daños en el vehículo y las lesiones en los pasajeros. Debe tenerse en cuenta asimismo que esta energía se disipará de una forma u otra dependiendo de la interrelación entre persona, vehículo y entorno, tal y como propuso el Dr. Haddon (Fig. 5).

	Persona	Vehículo	Entorno
Pre-incidente			
Incidente			
Post-incidente			

Fig. 5. Matriz de Haddon

Fuente: Haddon (1972)

Por tanto, accidentes similares en términos de velocidad, ángulo de impacto, tipo de vehículo, etc. pueden tener consecuencias muy diversas en cuanto a las lesiones de los ocupantes de los vehículos, dependiendo de sus características personales, de si han utilizado de forma correcta o no los sistemas de retención. Etc. La comparación entre distintos accidentes creyendo solamente a las lesiones que se producen es, por tanto, difícil y en ocasiones carente de mucho sentido.

Con el fin de comparar la gravedad de distintos accidentes en cuanto a las características físicas de los mismos, se utilizan diferentes parámetros físicos que caracterizan el impacto.

Probablemente el más utilizado entre todos ellos, es el delta-V o cambio de velocidad. Este parámetro se define como el cambio del vector velocidad de un vehículo antes y después de la colisión (bien por un cambio en el módulo, un cambio de dirección o bien debido a ambos). Esta magnitud es calculada para cada vehículo implicado en el accidente y para cada uno de los impactos. Es decir:

$$\Delta V = |V_2 - V_1|$$

siendo V_1 el vector velocidad del vehículo después del impacto considerado y V_2 la velocidad antes del impacto del mismo vehículo.

El delta-V se utiliza de forma generalizada cuando se trata de establecer la relación entre la gravedad de las lesiones y las características del impacto. Es importante señalar que, en el caso de un accidente real, para poder calcular el delta-V del impacto es necesario disponer de gran cantidad de información, como el valor de las velocidades pre y post impacto, así como los ángulos de la trayectoria del vehículo también pre y post impacto.

En algunas ocasiones no es posible disponer de toda esta información, lo que da lugar al desarrollo de métodos de estimación del delta-V en función de las deformaciones residuales de los vehículos como consecuencia de la colisión (Fig. 6). Al investigar un accidente se tiene habitualmente acceso a los vehículos accidentados, por lo que se podrá estimar el valor del delta-V a partir de las deformaciones. Cabe señalar sin embargo lo aproximado de estos métodos, ya que la información que ofrece la deformación residual del vehículo no representa fielmente todo el proceso físico que ocurre durante el impacto al no tener en cuenta el período de restitución debido al comportamiento parcialmente elástico de la estructura de los vehículos (es decir, estos métodos consideran que el choque es totalmente plástico). Quizá el método de estimación del delta-V más utilizado es el que se propone en la aplicación CRASH3 [17].

Otro parámetro utilizado para describir la gravedad de un accidente es la velocidad equivalente de barrera o EBS (Equivalent Barrier Speed) que se define como la velocidad a la que impacta un vehículo contra una barrera fija y rígida tal que la deformación que se produce en el vehículo sea la misma que se ha producido en el vehículo implicado en el accidente. De esta forma, una vez que se conoce el valor de la energía absorbida en la deformación del vehículo se puede conocer el valor del parámetro EBS:

$$1/2 \cdot m \cdot v^2 = E_d \Rightarrow 1/2 \cdot m \cdot (EBS)^2 = E_d$$

$$EBS = \sqrt{\frac{2 \cdot E_d}{m}}$$

De nuevo hay distintos métodos propuestos para estimar la energía que se ha absorbido en el impacto como los propuestos por Campbell, McHenry o por Prosser.

Distintos investigadores han propuesto relaciones entre el delta-V y el EBS, si bien el fundamento de muchos de ellos considera

que no existe efecto de la restitución, con lo cual este tema es todavía objeto de diversas publicaciones en revistas de la materia.

Posteriormente se definió el concepto de velocidad de energía equivalente o EES, que es un parámetro análogo al EBS, pero que busca separar el concepto de las ideas de ensayo y barrera inherentes al EBS. La expresión que define este parámetro es equivalente por tanto a la del EBS:

$$EES = \sqrt{\frac{2 \cdot E}{m}}$$

Otra diferencia importante entre el EES y el EBS es que la primera considera la velocidad de rebote debido a los efectos elásticos de las estructuras de los vehículos. Es decir, si la barrera contra la que impacta el vehículo es rígida, EES y EBS son equivalentes. En cambio, si el choque es elástico (por ejemplo, se utiliza una barrera deformable) y se llama a la velocidad de rebote, se tendría que la relación entre estos dos parámetros es:

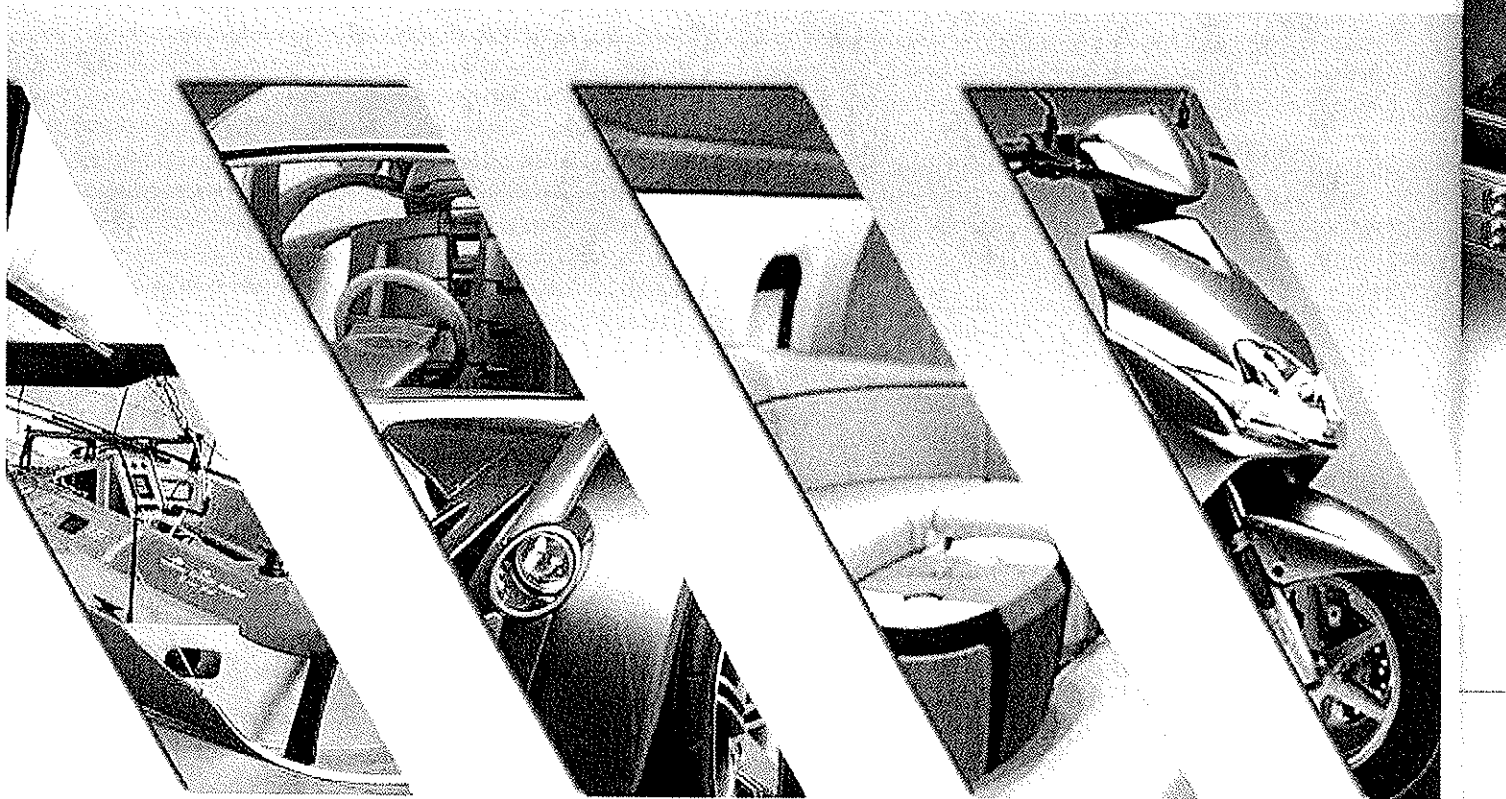
$$EES = \sqrt{EBS^2 - v^2}$$

Una vez que se conoce el EES de uno de los vehículos implicados en el accidente, se podrá estimar el EES del otro vehículo mediante planteamientos realizados utilizando de la 3ª Ley de Newton.

Comúnmente, el EES se estima utilizando los datos contenidos en grandes bases de datos que recogen información de un gran número de vehículos que han sido ensayados contra barreras deformables y comparando si las deformaciones entre el vehículo accidentado y ensayado son similares o no.



Fig. 6. Determinación de las deformaciones residuales en vehículo accidentado



Transportation Design & Engineering