

Revisión

e Efectividad de las intervenciones de seguridad vial basadas en la evidencia: una revisión de la literatura

Ana M. Novoa^{a,b}, Katherine Pérez^{a,c,*} y Carme Borrell^{a,c,d}

^a Agència de Salut Pública de Barcelona, Barcelona, España

^b Programa de Doctorado en Biomedicina, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España

^c CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), España

^d Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 23 de diciembre de 2008

Aceptado el 16 de abril de 2009

Palabras clave:

Accidentes de tráfico

Heridas y lesiones

Estudios de intervención

Estudios de evaluación

Efectividad

Keywords:

Accidents, traffic

Wounds and injuries

Intervention studies

Evaluation studies

Effectiveness

RESUMEN

Introducción: Únicamente se deberían implementar las intervenciones de seguridad vial con evidencia científica de su efectividad. El objetivo de este trabajo consiste en resumir la evidencia disponible sobre la efectividad de las intervenciones de seguridad vial para reducir las colisiones, las lesiones y las muertes de tráfico.

Metodología: Se incluyeron todas aquellas revisiones de la literatura publicadas en una revista científica que evaluaran la efectividad de una o más intervenciones de seguridad vial, y cuyas medidas de resultado fueran colisiones, lesiones o muertes de tráfico. Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en bases de datos de la literatura científica. Las intervenciones se clasificaron según su evidencia de efectividad para reducir las lesiones de tráfico (intervenciones efectivas, insuficiente evidencia de efectividad, intervenciones no efectivas) siguiendo la estructura de la matriz de Haddon.

Resultados: Se incluyeron 54 revisiones. Se hallaron intervenciones efectivas antes, durante y después de la colisión, y para todos los factores: *a*) el individuo: el permiso de conducir gradual (reducción del 31% de las lesiones de tráfico); *b*) el vehículo: control electrónico de estabilidad (2 a 41%); *c*) las infraestructuras: pacificación del tráfico (0 a 20%), y *d*) el entorno social: radares (7 a 30%). Algunas intervenciones no son efectivas, en especial la educación vial, y otras requieren mayor investigación.

Conclusión: Las intervenciones más efectivas son aquellas que reducen o eliminan el riesgo y que no dependen del cambio de comportamiento de los usuarios ni de sus conocimientos sobre seguridad vial. Aquellas intervenciones basadas exclusivamente en la educación no son efectivas para reducir las lesiones de tráfico.

© 2008 SESPAS. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Evidence-based effectiveness of road safety interventions: a literature review

ABSTRACT

Introduction: Only road safety interventions with scientific evidence supporting their effectiveness should be implemented. The objective of this study was to identify and summarize the available evidence on the effectiveness of road safety interventions in reducing road traffic collisions, injuries and deaths.

Methodology: All literature reviews published in scientific journals that assessed the effectiveness of one or more road safety interventions and whose outcome measure was road traffic crashes, injuries or fatalities were included. An exhaustive search was performed in scientific literature databases. The interventions were classified according to the evidence of their effectiveness in reducing road traffic injuries (effective interventions, insufficient evidence of effectiveness, ineffective interventions) following the structure of the Haddon matrix.

Results: Fifty-four reviews were included. Effective interventions were found before, during and after the collision, and across all factors: *a*) the individual: the graduated licensing system (31% road traffic injury reduction); *b*) the vehicle: electronic stability control system (2 to 41% reduction); *c*) the infrastructure: area-wide traffic calming (0 to 20%), and *d*) the social environment: speed cameras (7 to 30%). Certain road safety interventions are ineffective, mostly road safety education, and others require further investigation.

Conclusion: The most successful interventions are those that reduce or eliminate the hazard and do not depend on changes in road users' behavior or on their knowledge of road safety issues. Interventions based exclusively on education are ineffective in reducing road traffic injuries.

© 2008 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Las lesiones de tráfico son un importante problema de salud pública. En todo el mundo son la novena causa de muerte y de carga de enfermedad. Afectan sobre todo a personas jóvenes: son

la segunda causa de muerte entre los 5 y 29 años, y la tercera entre los 30 y 44 años; en los países desarrollados son la primera y segunda causa, respectivamente¹⁻³. En España, en el año 2006 se produjeron 99.779 colisiones con lesionados y 4140 muertos de tráfico⁴. Desde el año 2004, la seguridad vial se considera una prioridad política y se creó el Plan Estratégico de Seguridad Vial 2005-2008⁵.

Según el modelo etiológico propuesto por Haddon, las lesiones de tráfico se producen por la interacción de diversos elementos: el

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cperez@aspb.cat (K. Pérez).

vehículo, que es el transmisor de la energía causante de las lesiones; el individuo susceptible de ser lesionado; y el entorno o contexto en que se produce la colisión. La matriz de Haddon permite clasificar las intervenciones de seguridad vial según los factores que pretende modificar (del individuo, del vehículo, del entorno físico —infraestructuras— o del entorno social —legislación, políticas públicas, normas sociales, cultura—) y según el momento con respecto a la colisión (antes —fase precolisión—, durante —fase de la colisión— y después de la colisión —fase poscolisión—). En la fase precolisión, las intervenciones tienen por objetivo reducir la exposición al riesgo y la probabilidad de que se produzca una colisión. En la fase de la colisión, pretenden reducir la probabilidad de que se produzcan lesiones o de que éstas sean graves, una vez se ha producido la colisión. Y en la fase poscolisión pretenden reducir la probabilidad de que las lesiones tengan consecuencias (discapacidad o muerte)⁶.

Entre las intervenciones de seguridad vial destinadas a reducir el impacto de las lesiones de tráfico, únicamente se deberían implementar aquellas con evidencia científica de su efectividad. Sin embargo, dado que continúa prevaleciendo la concepción del error humano como causa principal de las colisiones de tráfico, con frecuencia las intervenciones se basan en la educación de las personas usuarias de la vía pública, a pesar de que la literatura científica sugiere que la educación vial no se encuentra entre las medidas más efectivas^{7,8}.

El objetivo de este trabajo consiste en identificar y sintetizar las intervenciones de seguridad vial que se han demostrado efectivas para reducir las lesiones y muertes por colisiones de tráfico, aquellas que se han demostrado no efectivas y aquellas para las cuales todavía no existe suficiente evidencia de su efectividad.

Métodos

Se llevó a cabo una revisión sistemática de todas aquellas revisiones de la literatura publicadas en una revista científica que analizaran la efectividad de una o más intervenciones de seguridad vial. Se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en MEDLINE, la Biblioteca Cochrane, el ISI Web of Knowledge y el Centro de Revisiones y Diseminación de la Universidad de York, que concluyó el 24 de febrero de 2009. No se fijó un límite temporal en la búsqueda. Se incluyeron aquellas revisiones cuya medida resultado fueran colisiones, lesionados o muertos de tráfico. Dado que varios estudios sugieren que los sistemas de retención en los turismos reducen las lesiones^{9,10}, también se incluyeron aquellas revisiones cuya medida resultado fuera el aumento en la utilización de estos dispositivos. En caso de existir más de una revisión sobre la misma intervención, se incluyó la más reciente, aunque en algún caso se añadió algún comentario sobre las revisiones previas.

Los términos utilizados en la búsqueda bibliográfica fueron los siguientes: *Accidents*, *Traffic* [MeSH], *Review* [Publication Type], *Effectiveness*, *Efficacy*, *Efficiency*, *Evaluation Studies* [Publication Type]. Además, se revisaron las referencias bibliográficas de las revisiones incluidas.

En la tabla 1 se detalla si las revisiones incluidas realizaron un metaanálisis, las intervenciones que evaluaron, sus principales conclusiones y sus limitaciones. Siguiendo la estructura de la matriz de Haddon, en la tabla 2 se clasifican las intervenciones evaluadas según su evidencia de efectividad para reducir las lesiones de tráfico: intervenciones efectivas (es decir, recomendadas por los autores de la revisión), insuficiente evidencia de efectividad (es decir, requieren más investigación) e intervenciones no efectivas (es decir, los autores recomiendan no utilizarlas)¹¹.

Resultados

Se incluyeron 54 revisiones (tabla 1), todas en inglés. La mayoría evaluaron intervenciones que se centran en la fase precolisión (72,2%) y en factores relacionados con el individuo (46,3%). Diez revisiones (18,5%) llevaron a cabo un metaanálisis.

Fase precolisión

1) Intervenciones centradas en el individuo

No existe evidencia de la efectividad para reducir las infracciones, colisiones y lesiones de tráfico de los programas educativos para conductores impartidos a estudiantes de instituto¹⁰ o a personas que ya disponen de un permiso de conducir, se centren o no en los conductores con un elevado número de infracciones^{12,13}. Además, se ha observado que estos programas inducen a los jóvenes a obtener el permiso de conducir más pronto, de manera que aumenta la proporción de personas jóvenes implicadas en colisiones de tráfico, y por tanto se elevan las tasas de lesionados por tráfico en este grupo de edad. Tampoco existe evidencia de que los programas educativos dirigidos a mejorar la conducción de las personas mayores reduzcan las colisiones de tráfico en este grupo de edad¹⁴. Todavía no se ha evaluado el impacto de los programas educativos dirigidos a peatones sobre el número de colisiones y lesionados de tráfico¹⁵. En cuanto a los programas comunitarios que combinan componentes educativos con otro tipo de medidas (p. ej., disminución de los límites de velocidad, implementación de programas de rutas escolares seguras), existe insuficiente evidencia sobre su efectividad en prevenir lesiones en peatones menores de 15 años¹⁶.

El conjunto de los programas impartidos a conductores con un elevado número de infracciones o colisiones son efectivos para reducir las colisiones de tráfico en estas personas (reducción del 6,5%). Sin embargo, su efectividad depende de los componentes incluidos en el programa: la anulación y la suspensión del permiso de conducir se encuentran entre las intervenciones más efectivas, mientras que el uso de folletos con material educativo o informativo no es efectivo¹⁷.

En cuanto a las medidas orientadas a disminuir las colisiones producidas por el alcohol, las intervenciones breves realizadas en urgencias y en los centros de traumatología dirigidas a disminuir el consumo de alcohol se han demostrado efectivas para reducir la conducción bajo los efectos del alcohol y las colisiones causadas por el alcohol^{18,19}, del mismo modo que las campañas realizadas en los medios de comunicación a condición de que éstas sean de elevada calidad y se implementen conjuntamente con otras medidas de seguridad vial (reducción del 6 al 15% en el número de lesionados)²⁰. No hay suficiente evidencia en cuanto a los programas llevados a cabo en las escuelas, tanto aquellos en los que se imparte material educativo o informativo como los que se centran en el desarrollo de habilidades (p. ej., resistencia a la presión social para conducir bajo los efectos del alcohol)²¹. Con relación a la promoción del conductor designado (es decir, persona escogida entre un grupo de amigos como conductor y que, por lo tanto, no deberá consumir alcohol), el efecto de esta medida sobre el número de colisiones ocasionadas por el alcohol todavía no ha sido evaluada, aunque algunos estudios sugieren que la concentración de alcohol en sangre de los conductores designados es menor que la de los conductores no designados. Además, existe insuficiente evidencia sobre la efectividad de las campañas poblacionales destinadas a aumentar el número de conductores designados²². Finalmente, existe insuficiente evidencia sobre la efectividad del entrenamiento de los camareros y la eliminación de la promoción del alcohol (p. ej., *happy hours*) —medidas dirigidas a promover el consumo prudente de alcohol— para reducir las colisiones de tráfico ocasionadas por el alcohol²³.

El Sistema de Permiso de Conducir Gradual (SPCG) conlleva un periodo inicial de varios meses de conducción supervisada, seguido

Tabla 1
Descripción de las revisiones incluidas^a

Revisión ^b	Metaanálisis	Intervenciones evaluadas	Conclusiones principales	Limitaciones
Stav, 2008 ⁵⁰	No	Políticas relacionadas con la renovación del permiso de conducir en personas mayores (p. ej., aumento en la frecuencia de la renovación e inclusión de exámenes visuales o de cribados de problemas de salud asociados a la edad)	Aunque la evidencia sugiere que las <i>políticas relacionadas con la renovación del permiso de conducir</i> reducen las muertes por colisión de tráfico en los conductores de edad avanzada, también producen un aumento del total de muertes por colisión de tráfico en este grupo de edad debido al aumento de su movilidad como peatones y usuarios de bicicleta	-Incluye estudios sin grupo de comparación
Kua, 2007 ¹⁴	No	Programas educativos dirigidos a mejorar la conducción de las personas mayores	Los <i>programas educativos dirigidos a mejorar la conducción de las personas mayores</i> no reducen las colisiones en este grupo de edad	-Únicamente incluye estudios en inglés -Incluye estudios sin grupo de comparación -Únicamente 2 de 8 estudios incluyen las colisiones o lesiones de tráfico como medida de resultado
Ferguson, 2007 ³²	No	Control electrónico de la estabilidad	Existe evidencia de que el <i>control electrónico de estabilidad</i> es efectivo para reducir las colisiones con implicación de vehículo único tanto en los todoterreno como en los turismos convencionales. La efectividad es menor para aquellas colisiones con implicación de más de un vehículo	-No explica la metodología utilizada en la inclusión de los estudios de la revisión
Shope, 2007 ²⁶	No	Sistema de permiso de conducir gradual (SPCG) para conductores jóvenes noveles (actualización de una revisión previa a partir de estudios publicados después del año 2001)	El <i>SPCG</i> es efectivo para reducir las colisiones, lesiones y muertes de tráfico en conductores jóvenes noveles	-Únicamente encontró estudios realizados en Estados Unidos y en Canadá
Williams, 2007 ²⁹	No	SPCG: efecto de sus componentes	El aumento del periodo en que se aplica el <i>SPCG</i> , las restricciones sobre los pasajeros que pueden acompañar al conductor novel, y las restricciones sobre la conducción en horario nocturno son efectivos para reducir las colisiones de tráfico. Existe insuficiente evidencia con relación a la inclusión de restricciones sobre el uso del teléfono móvil y al adelanto de la fecha de finalización del <i>SPCG</i> para aquellos conductores sin infracciones. Los <i>componentes del SPCG</i> son más efectivos cuando éstos se combinan entre sí	-Revisión no exhaustiva basada en trabajos presentados en un simposio sobre SLG -No describe las características de los estudios incluidos ni sus limitaciones
Williams, 2007 ⁵⁵	No	Consejo administrado desde la atención primaria sobre el uso de sistemas de retención en vehículos	El efecto sobre las lesiones de tráfico del <i>consejo administrado desde la atención primaria sobre el uso de sistemas de retención en vehículos</i> todavía no está establecido. Sin embargo, la literatura sugiere un cierto efecto sobre el uso de sillas infantiles en niños y niñas hasta los 4 años, especialmente si se combina con la distribución de sillas gratuitas o a un menor coste, o con una demostración sobre su correcta utilización	-Únicamente incluye estudios en inglés -Únicamente incluye estudios realizados en Estados Unidos o en países desarrollados -Estudios realizados entre 1975 y 1998 -La calidad metodológica de los estudios incluidos fue pobre en general -La mayoría de los estudios se realizaron antes de la promulgación de la ley sobre sillas infantiles
Hiri, 2006 ⁵³	No	Intervenciones dirigidas a aumentar el uso de sillas infantiles de los 4 a 8 años	Las intervenciones basadas exclusivamente en la educación no son suficientes para <i>promover el uso de las sillas infantiles</i> . Sin embargo, la educación puede aumentar el uso cuando se combina con otras estrategias como la distribución de sillas o los incentivos. Su efecto sobre las lesiones de tráfico todavía es desconocido, pues ningún estudio incluyó las colisiones o las lesiones de tráfico como medida resultado	-Ningún estudio evaluó el efecto sobre las colisiones o lesiones de tráfico -2 de 5 estudios se basaron en medidas autorreferidas -4 de 5 estudios se realizaron en Estados Unidos

Tabla 1 (continuación)

Revisión ^b	Metaanálisis	Intervenciones evaluadas	Conclusiones principales	Limitaciones
Fell, 2006 ⁴⁴	No	Disminución de la alcoholemia legal	Existe evidencia de que la <i>reducción del límite legal de alcoholemia</i> de 0,10 a 0,08 g/dl, de 0,08 a 0,05 g/dl, o hasta 0,02 g/dl o menos para conductores jóvenes o noveles, reduce las colisiones, lesiones y muertes de tráfico ocasionadas por el alcohol	-No explica la metodología utilizada en la inclusión de los estudios de la revisión -No describe las características de los estudios incluidos ni sus limitaciones
Ker, 2006 ²³	No	Intervenciones realizadas en los locales donde se consume alcohol	Existe insuficiente evidencia de que las <i>intervenciones realizadas en los locales donde se consume alcohol</i> sean efectivas para prevenir las colisiones de tráfico ocasionadas por el alcohol	-Incluye estudios de baja calidad metodológica -Únicamente 2 de 20 estudios incluyen las colisiones o lesiones de tráfico como medida de resultado
Kwan, 2006 ³⁶	No	Medidas dirigidas a aumentar la visibilidad de los peatones y ciclistas	Las <i>medidas que aumentan la visibilidad de los peatones y ciclistas</i> mejoran su detección y reconocimiento por parte de otros usuarios, aunque se desconoce su efecto en la seguridad vial, pues ningún estudio incluyó las colisiones o las lesiones de tráfico como medida de resultado	-Ningún estudio evaluó el efecto sobre las colisiones o lesiones de tráfico
McCartt, 2006 ⁴⁹	No	Leyes que prohíben el uso manual de teléfonos móviles durante la conducción	Existe insuficiente evidencia sobre el efecto que las <i>leyes que prohíben el uso manual de teléfonos móviles durante la conducción</i> tienen sobre las lesiones de tráfico	-Únicamente incluye estudios en inglés -No describe las características de los estudios incluidos ni sus limitaciones
Robinson, 2006 ⁶⁷	No	Leyes relativas a la obligatoriedad del uso del casco de bicicleta	Las <i>leyes que obligan a utilizar el casco de bicicleta</i> no son efectivas para reducir las lesiones craneoencefálicas	-No describe las características de los estudios incluidos ni sus limitaciones
Simons-Morton, 2006 ²⁸	No	Implicación de los padres en la supervisión de la conducción de los conductores noveles, con relación al SPCC	La <i>implicación de los padres en la supervisión de la conducción de los conductores jóvenes noveles</i> es efectiva para reducir las colisiones de tráfico	-No explica la metodología utilizada en la inclusión de los estudios de la revisión -Únicamente 3 de 15 estudios incluyen las colisiones o lesiones de tráfico como medida de resultado
Wilson, 2006 ³⁸	No	Radars	Los <i>radars</i> son efectivos para reducir el número de colisiones, lesiones y muertes de tráfico. Sin embargo, la evidencia es débil debido a la baja calidad metodológica de los estudios	-La calidad metodológica de los estudios incluidos fue pobre en general
Aeron-Thomas, 2005 ⁴⁰	Sí	Cámaras de luz roja situadas en las intersecciones con semáforos	Las <i>cámaras de luz roja en las intersecciones con semáforos</i> son efectivas para reducir las colisiones de tráfico con lesionados en las intersecciones con semáforos. Sin embargo, existe insuficiente evidencia para el global de las colisiones, las colisiones por la derecha, las colisiones por detrás y las infracciones	-7 de 10 estudios fueron realizados en Estados Unidos -La calidad metodológica de los estudios incluidos fue pobre en general
Ditter, 2005 ²⁰	No	Promoción del conductor designado para prevenir la conducción bajo los efectos del alcohol y las colisiones ocasionadas por el alcohol	Existe insuficiente evidencia sobre la efectividad de las campañas poblacionales destinadas a aumentar la práctica de conductor designado o de los programas que promueven el uso de un <i>conductor designado</i> para aumentar el número de conductores designados o disminuir las colisiones ocasionadas por el alcohol	-Únicamente incluye estudios en inglés -Ningún estudio evaluó el efecto sobre las colisiones o lesiones de tráfico -La mayoría de los estudios consistieron en estudios antes-después con grupo comparativo
Elder, 2005 ¹⁹	No	Programas educativos realizados en las escuelas para reducir la conducción bajo los efectos del alcohol y las colisiones ocasionadas por el alcohol	Existe insuficiente evidencia de que los <i>programas educativos realizados en las escuelas</i> sean efectivos para reducir la conducción bajo los efectos del alcohol, las infracciones y las colisiones ocasionadas por el alcohol	-Incluye estudios antes-después sin grupo comparativo -Únicamente un estudio evaluó el efecto sobre las colisiones o lesiones de tráfico
Elvik, 2005 ³⁷	Sí	Asfalto poroso	No existe evidencia de ningún efecto beneficioso en la seguridad vial del <i>asfalto poroso</i>	-No describe las características de los estudios incluidos, aunque se señala que la mayoría de los estudios fueron de baja calidad metodológica

Tabla 1 (continuación)

Revisión ^b	Metaanálisis	Intervenciones evaluadas	Conclusiones principales	Limitaciones
Ker, 2005 ¹¹	Sí	Programas educativos para conductores con permiso de conducir	No existe evidencia de que los programas educativos impartidos a conductores con permiso de conducir sean efectivos para reducir las lesiones de tráfico	-Únicamente un estudio se realizó fuera de Estados Unidos -Únicamente 3 de 24 estudios tuvieron un periodo de seguimiento superior a un año
Pilkington, 2005 ³⁹	No	Radares	Los radares son efectivos para reducir las colisiones, lesiones y muertes de tráfico. Sin embargo, la evidencia es débil debido a la baja calidad metodológica de los estudios	-Incluye estudios sin grupo de comparación -La calidad metodológica de los estudios incluidos fue pobre en general
Turner, 2005 ⁵⁴	No	Programas comunitarios dirigidos a aumentar el uso de sistemas de retención en los menores de 16 años	Los programas comunitarios son efectivos para promover el uso de sistemas de retención en los menores de 16 años	-1 de 8 estudios se realizó fuera de Estados Unidos
Dill, 2004 ¹⁸	No	Intervenciones breves realizadas en urgencias y en los centros de traumatología dirigidas a disminuir el consumo de alcohol	Las intervenciones breves realizadas en urgencias y en los centros de traumatología dirigidas a disminuir el consumo de alcohol son efectivas para reducir el consumo de alcohol y las colisiones y lesiones de tráfico ocasionadas por el alcohol	-Únicamente un estudio tuvo un periodo de seguimiento superior a 1 año
Dinh-Zarr, 2004 ¹⁹	No	Intervenciones breves realizadas en urgencias y en los centros de traumatología dirigidas a disminuir el consumo de alcohol en sujetos con un consumo de alcohol patológico		-(Sin limitaciones destacables)
Elder, 2004 ²⁰	No	Campañas realizadas en los medios de comunicación para reducir la conducción bajo los efectos del alcohol	Las campañas realizadas en los medios de comunicación de elevada calidad e implementadas conjuntamente con otras medidas de seguridad vial son efectivas para reducir la conducción bajo los efectos del alcohol y las colisiones ocasionadas por el alcohol	-Únicamente incluye estudios en inglés -Estudios realizados entre 1975 y 1998
Hartling, 2004 ²⁷	No	SPCG para conductores jóvenes noveles	El SPCG es efectivo para reducir las colisiones, lesiones y muertes de tráfico en los conductores noveles jóvenes	-Únicamente incluye estudios de diseño ecológico -Corto periodo de seguimiento -Uno de los estudios no tiene grupo comparativo
Hedlund, 2004 ³⁷	No	Intervenciones dirigidas a disminuir las colisiones entre vehículos y ciervos	Los cercados correctamente diseñados y mantenidos, combinados con pasos inferiores o superiores, y las medidas dirigidas a reducir las manadas son efectivos para reducir las colisiones entre ciervos y vehículos	-No describe las características de los estudios incluidos ni sus limitaciones -Incluye estudios sin grupo de comparación
Howat, 2004 ⁴⁷	No	Intervenciones de promoción de la salud dirigidas a prevenir las colisiones de tráfico ocasionadas por el alcohol	La retirada de la licencia para vender alcohol por violar las regulaciones sobre su venta, la movilización comunitaria que involucra grupos locales y los litigios dirigidos a los camareros tras una colisión de tráfico, reivindicando que sirvieron una cantidad peligrosa de alcohol, disminuyen las colisiones de tráfico ocasionadas por el alcohol. Las restricciones sobre la disponibilidad del alcohol y las políticas de precios disminuyen el consumo de alcohol, aunque no se ha podido demostrar su efecto sobre las lesiones de tráfico. Las restricciones sobre la promoción de las bebidas alcohólicas no son efectivas cuando se llevan a cabo de forma aislada	-Únicamente incluye estudios realizados en Australia y en Estados Unidos
Masten, 2004 ¹⁷	Sí	Programas impartidos a conductores con un elevado número de infracciones o colisiones	Los programas impartidos a conductores con un elevado número de infracciones o colisiones son efectivos para disminuir las colisiones de tráfico en estos individuos	-Estudios realizados entre 1971 y 1997 -Únicamente incluye estudios realizados en Estados Unidos
Nathens, 2004 ⁶⁹	No	Centros de traumatología	Tanto los centros de traumatología de Francia como los de Estados Unidos son efectivos para reducir las lesiones de tráfico	-Únicamente compara los centros de traumatología de Francia y Estados Unidos -No describe las características de los estudios incluidos ni sus limitaciones

Tabla 1 (continuación)

Revisión ^b	Metaanálisis	Intervenciones evaluadas	Conclusiones principales	Limitaciones
Shults, 2004 ⁶⁶	No	Leyes primarias y secundarias sobre la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad	La <i>transición de leyes secundarias a primarias sobre la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad</i> reduce las lesiones de tráfico	-Únicamente incluye estudios realizados en Estados Unidos -Únicamente analiza los resultados para los ocupantes delanteros del vehículo -La mediana de seguimiento fue de 9 meses
Turner, 2004 ¹⁶	No	Programas comunitarios, en que se combinan componentes educativos con otro tipo de medidas, para prevenir las lesiones en peatones en los menores de 15 años	Existe insuficiente evidencia sobre la efectividad de las <i>intervenciones comunitarias dirigidas a prevenir las lesiones en peatones menores de 15 años</i>	-Únicamente 3 estudios incluyen las lesiones en peatones como medida de resultado -Los 3 estudios utilizan controles históricos
Bunn, 2003 ³³	Sí	Medidas de pacificación del tráfico	La <i>pacificación del tráfico</i> es efectiva para reducir las lesiones de tráfico	-Intervenciones implementadas
Egan, 2003 ³⁴	No	Construcción de nuevos tipos de carreteras	Las <i>carreteras</i> de circunvalación y las carreteras principales que conectan ciudades son efectivas para reducir las lesiones de tráfico, mientras que las vías de acceso no tienen ningún impacto sobre la seguridad vial	-Incluye estudios sin grupo de comparación -La calidad metodológica de los estudios incluidos fue pobre en general
Liu, 2003 ⁶⁰	No	Cascos de motocicleta	Los <i>cascos de motocicleta</i> reducen las lesiones craneoencefálicas, la mortalidad para velocidades inferiores a 50 km/h y las lesiones de cuello y cara	-La calidad metodológica de los estudios incluidos fue pobre en general
Retting, 2003 ³⁵	No	Medidas de ingeniería dirigidas a reducir el riesgo y la gravedad de las lesiones por colisión entre peatones y vehículos	Las <i>medidas de ingeniería que separan los peatones del tráfico motorizado en el tiempo y en el espacio o aumentan la visibilidad de los peatones</i> disminuyen el riesgo y la gravedad de las lesiones de tráfico en peatones	-Incluye estudios sin grupo de comparación -Incluye estudios con limitaciones metodológicas (falta de control por la regresión a la media...)
Simpson, 2003 ²⁴	No	SPCG para conductores noveles de todas las edades	El <i>SPCG</i> es efectivo para reducir las colisiones, lesiones y muertes de tráfico en conductores noveles de cualquier edad	-Describe los resultados de un estudio no publicado, presentado en una conferencia -No explica la metodología utilizada para la inclusión de los estudios -Incluye estudios sin grupo de comparación
Duperrex, 2002 ¹⁵	No	Programas educativos dirigidos a peatones	El impacto de los <i>programas educativos dirigidos a peatones</i> todavía no se ha evaluado con relación a las lesiones de tráfico	-Estudios realizados entre 1976 y 1997 -La calidad metodológica de los estudios incluidos fue pobre en general -Ninguno de los estudios incluyó personas de edad avanzada -Ninguno de los estudios evaluó el efecto sobre las colisiones o lesiones de tráfico
Attewell, 2001 ⁶¹	Sí	Cascos de bicicleta	Los <i>cascos de bicicleta</i> son efectivos para reducir la mortalidad y las lesiones craneales, las lesiones encefálicas y las lesiones en la cara	-Estudios publicados entre 1987 y 1998 -Únicamente incluye estudios en inglés
Dinh-Zarr, 2001 ⁶⁴	No	Intervenciones dirigidas a aumentar el uso del cinturón de seguridad	Las <i>leyes sobre la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad</i> aumentan su utilización y disminuyen las lesiones y muertes por colisión de tráfico. Las <i>leyes primarias</i> son más efectivas que las <i>leyes secundarias</i> . El <i>aumento de la vigilancia del uso del cinturón de seguridad</i> aumenta su utilización y disminuye las lesiones de tráfico	-Únicamente incluye estudios en inglés -Incluye estudios sin grupo de comparación -Con relación a las leyes sobre la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad, únicamente incluye estudios realizados en Estados Unidos
Elvik, 2001 ³⁴	Sí	Medidas de pacificación del tráfico	La <i>pacificación del tráfico</i> es efectiva para reducir las lesiones de tráfico	-Estudios realizados entre 1971 y 1992 -Incluye estudios sin grupo de comparación -Ninguno de los estudios controla por la regresión a la media o la tendencia temporal

Tabla 1 (continuación)

Revisión ^b	Metaanálisis	Intervenciones evaluadas	Conclusiones principales	Limitaciones
Roberts, 2001 ¹²	No	Programas educativos para conductores dirigidos a estudiantes de instituto	No existe evidencia de que los <i>programas educativos para estudiantes de instituto</i> reduzcan las infracciones, colisiones o lesiones de tráfico. De hecho, podrían inducir a los jóvenes a obtener el permiso de conducir más pronto, de manera que aumentaría la proporción de jóvenes involucrados en colisiones de tráfico y, por tanto, las tasas de lesionados de tráfico en este grupo de edad	-Basado únicamente en 3 ensayos controlados aleatorizados -Estudios realizados entre 1982 y 1984
Shults, 2001 ⁴⁶	No	Intervenciones dirigidas a reducir la conducción bajo los efectos del alcohol	<i>Las leyes que aumentan la edad mínima permitida de consumo de alcohol</i> de los 18 a los 21 años son efectivas para prevenir las colisiones y lesiones ocasionadas por el consumo de alcohol. Tanto los <i>controles de alcoholemia selectivos como los aleatorios</i> son efectivos para reducir el número de lesionados en colisiones ocasionadas por el consumo de alcohol	-El 72% de los estudios se realizaron en Estados Unidos -Muchos de los estudios utilizan variables <i>proxy</i> para estimar las colisiones ocasionadas por el alcohol
Zaza, 2001 ⁵²	No	Intervenciones poblacionales dirigidas a aumentar el uso de sillas infantiles en niños y niñas hasta los 4 años: leyes sobre la obligatoriedad del uso de estos dispositivos y programas basados en educación, información, distribución de sillas, aumento de vigilancia e incentivos	Existe evidencia sobre la efectividad de las <i>leyes sobre la obligatoriedad del uso de sillas infantiles</i> para aumentar el uso de estos dispositivos. Algunos <i>programas poblacionales</i> son efectivos para aumentar el uso de sillas infantiles en niños y niñas hasta los 4 años. Son efectivos los programas que combinan la educación y la distribución de sillas, la educación y los incentivos, o la información a la comunidad con un aumento de las campañas de vigilancia. Existe insuficiente evidencia para aquellos programas basados únicamente en la educación	-Incluye estudios sin grupo de comparación -Búsqueda bibliográfica finalizada en 1998
Coben, 1999 ⁴⁸	No	Programas que utilizan los mecanismos de bloqueo del arranque dirigidos a conductores reincidentes	<i>Los programas que utilizan los mecanismos de bloqueo del arranque</i> son efectivos para reducir la conducción bajo los efectos del alcohol en los conductores reincidentes	-Únicamente 1 de 6 estudios evalúa los efectos sobre el número de colisiones de tráfico -Únicamente incluye estudios realizados en Estados Unidos
Elvik, 1999 ³¹	Sí	Uso de neumáticos con tacos durante el invierno	Aunque el efecto es pequeño, el uso de <i>neumáticos con tacos</i> disminuye las colisiones de tráfico durante el invierno	-Estudios realizados entre 1971 y 1996 -Algunos estudios no controlan por variables confusoras
Foss, 1999 ²⁵	No	SPCG y restricciones sobre la conducción en horario nocturno	El <i>SPCG</i> y las <i>restricciones sobre la conducción en horario nocturno</i> son efectivos para reducir las colisiones de tráfico, especialmente si cubren las horas previas a medianoche	-Estudios realizados entre 1982 y 1996 -Únicamente incluye estudios de diseño ecológico
Rivara, 1999 ⁶⁵	No	Leyes primarias y secundarias sobre la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad	<i>Las leyes primarias y secundarias sobre la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad</i> son efectivas para reducir las lesiones graves y las muertes por colisión de tráfico, y para aumentar el uso del cinturón de seguridad. Las leyes primarias son más efectivas que las secundarias	-Estudios realizados entre 1973 y 1996 -Únicamente da resultados para conductores -Únicamente incluye estudios de diseño ecológico
Seguí-Gómez, 1999 ⁵⁸	No	Intervenciones dirigidas a promover el uso del asiento trasero por los niños	<i>Las intervenciones dirigidas a promover el uso del asiento trasero por los niños</i> son efectivas para reducir las lesiones de tráfico	-Estudios realizados entre 1973 y 1997 -Únicamente 1 de 6 estudios evalúa una intervención dirigida específicamente a promover el uso del cinturón de seguridad en los asientos traseros del vehículo por los niños -Únicamente incluye estudios de diseño ecológico

Tabla 1 (continuación)

Revisión ^b	Metaanálisis	Intervenciones evaluadas	Conclusiones principales	Limitaciones
Zwerling, 1999 ⁴⁵	No	Leyes que disminuyen la alcoholemia legal para jóvenes y conductores noveles	Existe evidencia de que las leyes que disminuyen la alcoholemia legal en jóvenes y en conductores noveles son efectivas para reducir las colisiones, lesiones y muertes de tráfico	-Estudios realizados entre 1984 y 1994 -4 de 6 estudios utilizan variables proxy para estimar las colisiones ocasionadas por el alcohol
Mayhew, 1998 ²⁸	No	Programas de educación o entrenamiento de los conductores como parte del SPCG	Los programas de educación o entrenamiento del SPCG no son efectivos para reducir las colisiones de tráfico	-No explica la metodología utilizada en la inclusión de los estudios -No describe las características de los estudios incluidos ni sus limitaciones
Charman, 1997 ⁵¹	No	Aumento en la frecuencia de los exámenes visuales y utilización de estándares visuales más estrictos para la renovación del permiso de conducir en personas mayores	Existe insuficiente evidencia de que el aumento de la frecuencia de los exámenes visuales o la utilización de estándares visuales más estrictos para la renovación del permiso de conducir reduzca el número de colisiones de tráfico en las personas mayores	-Estudios realizados entre 1967 y 1993 -No explica la metodología utilizada en la inclusión de los estudios -No describe las características de los estudios incluidos ni sus limitaciones
Eddy, 1997 ⁵⁶	No	Programas dirigidos a aumentar el uso de los cinturones de seguridad en el ámbito laboral	Existe insuficiente evidencia sobre la efectividad de los programas dirigidos a aumentar el uso de los cinturones de seguridad realizados en el ámbito laboral para aumentar el uso de estos dispositivos	-Estudios realizados entre 1982 y 1990 (no hay estudios publicados después de 1990) -Incluye estudios sin grupo de comparación -Únicamente 2 de 14 estudios controlan por la tendencia temporal y otras intervenciones -Corto periodo de seguimiento (únicamente 4 de 14 estudios tienen periodos de seguimiento > = 6 meses)
Elvik, 1996 ⁴³	Sí	Luces de conducción diurna	El uso de luces de conducción diurna es efectivo para reducir el número de colisiones diurnas con implicación de varios vehículos, aunque a costa de aumentar el número de colisiones por detrás	-Estudios realizados entre 1964 y 95 -Incluye estudios sin grupo de comparación -Únicamente evalúa el efecto sobre colisiones en que están implicados varios vehículos, no sobre colisiones de vehículo único o en horario nocturno
Elvik, 1995 ⁶²	Sí	Medianas, guardarraíles y cojines amortiguadores en carretera	Las medianas aumentan el número de colisiones, pero disminuyen su gravedad. Los guardarraíles y los cojines amortiguadores disminuyen tanto el número de colisiones como su gravedad	-Estudios realizados entre 1956 y 1993 -Incluye estudios sin grupo de comparación -Algunos estudios no controlan por importantes variables confusoras

^a Ordenadas por fecha de publicación y apellido del primer autor.

^b Primer autor, año de publicación.

de un periodo de conducción no supervisada pero restringida a situaciones de bajo riesgo de colisión (p. ej., conducción únicamente en horario diurno), hasta la obtención del permiso de conducir sin restricciones. El SPCG pretende evitar que los conductores noveles conduzcan en situaciones de riesgo elevado, dándoles la oportunidad de adquirir experiencia en condiciones de bajo riesgo^{24,25}.

La efectividad del SPCG para reducir las colisiones, los lesionados y los muertos de tráfico ha sido confirmada en varias revisiones, tanto entre los conductores noveles jóvenes como entre los conductores noveles de cualquier edad (31% de reducción en el número de colisiones y 7 a 19% de reducción en muertos)^{24,26,27}. Entre las medidas específicas que componen el SPCG, los programas de entrenamiento o educación de los conductores no son efectivos²⁸, y la evidencia es insuficiente con relación al adelanto de la fecha de finalización del SPCG para aquellos conductores sin infracciones y a la inclusión de restricciones sobre el uso del teléfono móvil²⁹. Sin embargo, sí son efectivos el aumento del periodo en que se aplica el SPCG²⁹, las restricciones sobre los pasajeros —en cuanto a número de pasajeros o edad de éstos— que pueden acompañar al conductor novel²⁹, las restricciones sobre la conducción en horario nocturno^{25,29} (en especial si cubren las horas previas a la medianoche)²⁵ y la implicación de los padres en la supervisión de la conducción³⁰. A

pesar de que estos componentes son efectivos de forma aislada, el efecto obtenido es mayor cuando se combinan²⁹.

2) Intervenciones centradas en el vehículo

Únicamente se hallaron dos revisiones para este apartado. La primera de ellas concluye que los neumáticos con tacos mejoran la seguridad vial durante el invierno (reducción del 5% de las colisiones)³¹. La segunda revisión evaluó la efectividad del sistema de control electrónico de estabilidad, cuyo objetivo es prevenir las colisiones debidas a la pérdida de control causado por velocidades excesivas, maniobras bruscas y carreteras con superficies resbaladizas. Los resultados muestran que el control electrónico de estabilidad reduce las colisiones (31 a 53%), los lesionados (2 a 41%) y las muertes (41 a 56%) con implicación de vehículo único, y las colisiones (3 a 30%), los lesionados (5%) y las muertes (17%) con implicación de más de un vehículo. El efecto observado fue mayor en los todoterreno que en los turismos convencionales³².

3) Intervenciones centradas en las infraestructuras

La pacificación del tráfico, que tiene como objetivo reducir el volumen del tráfico y la velocidad de los vehículos en las vías urbanas mediante el uso de medidas físicas (p. ej., rotondas,

Tabla 2

Nivel de evidencia de la efectividad de las intervenciones de seguridad vial en reducir las lesiones de tráfico

FASE PRE-COLISIÓN		
Efectivas	Insuficiente evidencia de efectividad	No efectivas
<i>Intervenciones centradas en el individuo</i>		
Campañas de elevada calidad realizadas en los medios de comunicación e implementadas conjuntamente con otras medidas de seguridad vial (colisiones ocasionadas por el alcohol)	Programas educativos para peatones (efectividad no evaluada en colisiones de tráfico)	Programas educativos para conductores impartidos a estudiantes instituto y universitarios
Intervenciones breves realizadas en urgencias y en los centros de traumatología dirigidas a disminuir el consumo de alcohol	Programas comunitarios para prevenir las lesiones de tráfico en peatones menores de 15 años	Programas educativos para conductores mayores
Sistema de Permiso de Conducción Gradual (SPCG) (en conductores noveles de cualquier edad)	Programas realizados en las escuelas (colisiones ocasionadas por el alcohol)	Programas educativos para individuos que ya disponen de un permiso de conducir (tanto aquellos impartidos en la población general o a conductores con un elevado número de infracciones)
Aumento del periodo en que se aplica el SPCG, restricciones sobre los pasajeros que pueden acompañar al conductor novel, restricciones sobre la conducción en horario nocturno e implicación de los padres en la supervisión de la conducción de estos conductores	Campañas poblacionales destinadas a promover el uso de un conductor designado	Folletos con material educativo o informativo como parte de un programa impartido a conductores con un elevado número de infracciones o colisiones
Programas impartidos a conductores con un elevado número de infracciones o colisiones, según los componentes del programa	Utilización de un conductor designado (efectividad no evaluada en colisiones de tráfico)	Programas educativos para conductores como parte del SPCG
Políticas más estrictas de renovación del permiso de conducir en personas mayores (disminuye las muertes de tráfico en conductores mayores, pero a costa de aumentar las muertes de tráfico en peatones y ciclistas)	Intervenciones realizadas en los locales donde se consume alcohol (entrenamiento de los camareros o la eliminación de la promoción del alcohol)	
<i>Intervenciones centradas en el vehículo</i>		
Neumáticos con tacos, durante el invierno		
Sistema del control electrónico de la estabilidad (ESC)		
<i>Intervenciones centradas en las infraestructuras</i>		
Pacificación del tráfico	Aumento de la visibilidad de los peatones y ciclistas (efectividad no evaluada en colisiones de tráfico)	Educación, señales pasivas, disminución de los límites de velocidad, silbatos para ciervos (colisiones ciervo-vehículo)
Medidas de ingeniería dirigidas a separar los peatones del tráfico motorizado en el tiempo y en el espacio o aumentar la visibilidad de los peatones		Vías de acceso
Cercados correctamente diseñados y mantenidos, combinados con pasos inferiores o superiores; medidas de reducción de manada (colisiones ciervo-vehículo)		Asfalto poroso
Carreteras de circunvalación y carreteras principales que conectan ciudades		
<i>Intervenciones centradas en el entorno social</i>		
Radares	Cámaras de luz roja (total de colisiones – con y sin lesionados -, colisiones por la derecha, colisiones por detrás, infracciones)	Regulaciones referentes a restricciones en la promoción de bebidas alcohólicas, siempre que se efectúen de forma aislada
Cámaras de luz roja (colisiones con lesionados)	Políticas de precios sobre el alcohol (consumo de alcohol)	
Luces de conducción diurna (colisiones con más de un vehículo implicado, aunque a costa de aumentar el número de colisiones por detrás)	Restricciones sobre la disponibilidad de alcohol (lesiones de tráfico ocasionadas por el alcohol)	
Reducción de los niveles de alcoholemia legal de 0,10g/dl a 0,08, de 0,08 a 0,05 y hasta 0,02 o menos para conductores jóvenes o noveles (colisiones ocasionadas por el alcohol)	Programas que utilizan mecanismos de bloqueo de la ignición (efectividad no evaluada en colisiones de tráfico)	
Leyes que aumentan la edad mínima permitida de consumo de alcohol de los 18 a los 21 años (colisiones ocasionadas por el alcohol)	Leyes que prohíben el uso manual de teléfonos móviles durante la conducción	
Controles de alcoholemia selectivos y aleatorios (colisiones ocasionadas por el alcohol)	Aumento de la frecuencia de realización de los exámenes visuales en los conductores mayores	
Litigios a los camareros posteriormente a una colisión de tráfico (muertes de tráfico ocasionadas por el alcohol)	Utilización de estándares visuales más estrictos para la renovación del permiso de conducir en personas mayores	
Movilización comunitaria involucrando a grupos locales (lesiones de tráfico ocasionadas por el alcohol)		
Suspensión de la licencia para vender alcohol por violar las regulaciones sobre su venta (lesiones de tráfico ocasionadas por el alcohol)		

Tabla 2 (continuación)

FASE DE LA COLISIÓN		
Efectivas	Insuficiente evidencia de efectividad	No efectivas
<i>Intervenciones centradas en el individuo</i>		
Programas poblacionales dirigidos a aumentar el uso de sistemas de retención en niños y niñas hasta los 4 años de edad (combinación de: educación y distribución de sillas, información a la comunidad y aumento de campañas de vigilancia, incentivos e educación)	Consejos desde la atención primaria sobre el aumento del uso de sistemas de retención	Programas poblacionales dirigidos a aumentar el uso de sistemas de retención en niños y niñas hasta los 4 años de edad basados únicamente en la educación
Programas poblacionales dirigidos a aumentar el uso de sistemas de retención en niños y niñas entre los 4-8 años de edad (combinación de educación e incentivos o distribución de sillas de niños)	Programas realizados en el ámbito laboral dirigidos a aumentar el uso del cinturón de seguridad en los trabajadores	Programas poblacionales dirigidos a aumentar el uso de sistemas de retención en niños y niñas entre los 4-8 años de edad basados únicamente en la educación
Programas comunitarios para promover el uso de sistemas de retención en niños y niñas menores de 16 años		
Intervenciones que promueven el uso del asiento trasero en niños		
<i>Intervenciones centradas en el vehículo</i>		
Casco de motocicleta		
Casco de bicicleta		
<i>Intervenciones centradas en las infraestructuras</i>		
Pacificación del tráfico		
Medianas (descenso de la gravedad de las lesiones, aunque aumento de la frecuencia de colisiones), guarda-raíles y cojines amortiguadores		
<i>Intervenciones centradas en el entorno social</i>		
Radars		Leyes sobre el uso del casco de bicicleta
Leyes sobre el uso de cinturón de seguridad		
Leyes primarias y secundarias del uso del cinturón de seguridad (primarias>secundarias)		
Leyes relativas al uso de sillas infantiles		
Aumento de la vigilancia del uso del cinturón de seguridad		
<i>FASE POST-COLISIÓN*</i>		
Efectivas	Insuficiente evidencia de efectividad	No efectivas
<i>Intervenciones centradas en las infraestructuras</i>		
Centros de traumatología estadounidense y francés		

* No se encontraron revisiones sobre la efectividad de intervenciones realizadas en la fase post-colisión centradas en el individuo, en el vehículo o en entorno social.

badenes), reduce las lesiones de tráfico (0 a 20%)^{33,34}. Además, las medidas de ingeniería dirigidas a separar los peatones del tráfico motorizado en el tiempo y en el espacio (p. ej., aceras) o a aumentar la visibilidad de los peatones (p. ej., mejora de la iluminación de las vías), disminuyen el riesgo y la gravedad de las lesiones en los peatones³⁵. En concreto, el aumento de la visibilidad de los peatones y ciclistas mediante reflectores, luces y similares mejora la detección y el reconocimiento de estos usuarios, aunque su efecto sobre el número de lesionados todavía no se ha evaluado³⁶.

En los países con un elevado número de colisiones de ciervos y vehículos es posible reducir este tipo de colisiones instalando cercados correctamente diseñados y mantenidos, combinados con pasos inferiores o superiores, y con medidas dirigidas a reducir las manadas³⁷.

La construcción de determinados tipos de carreteras (de circunvalación y carreteras principales que conectan ciudades) reduce las lesiones de tráfico, mientras que otros tipos de carreteras (vías de acceso) no tienen ningún impacto sobre la seguridad vial³⁸. No existe evidencia de ningún efecto beneficioso sobre la seguridad vial del uso de *asfalto poroso*³⁹.

4) Intervenciones centradas en el entorno social

Willson et al⁴⁰ concluyeron, a partir de estudios controlados, que los radars reducen el número de colisiones (9 a 35%), lesiones (7 a 30%) y muertes de tráfico (13% a 58%). Estos resultados son consistentes con los de una revisión previa realizada por Pilkington y Kinra, que incluyó tanto estudios controlados como estudios no controlados⁴¹.

La principal causa de colisión en las intersecciones es el incumplimiento por parte de los conductores de la luz roja de los semáforos. Las *cámaras de luz roja* situadas en las intersecciones con semáforos, que pretenden aumentar el cumplimiento de las indicaciones de los semáforos, reducen el número de colisiones con lesionados (7 a 45%). Sin embargo, la evidencia es insuficiente con relación al total de colisiones (con y sin lesionados), a las colisiones por la derecha, a las colisiones por detrás y a las infracciones⁴².

El uso de *luces de conducción diurna* reduce el número de colisiones con más de un vehículo implicado y que tienen lugar en horario diurno (10 a 15%), aunque a costa de aumentar el número de colisiones por detrás. El efecto ha sido mayor en los países más alejados del ecuador, donde la duración del amanecer y del crepúsculo (momentos en que la iluminación es de baja intensidad) es más larga⁴³.

La *disminución de los niveles de alcoholemia legal* reduce las colisiones, lesiones y muertes de tráfico ocasionadas por el alcohol, tanto cuando se disminuye de 0,10 a 0,08 g/dl (reducción del número de lesionados del 5 al 16%), de 0,08 a 0,05 g/dl (7%) o hasta 0,02 g/dl o menos en los conductores jóvenes o noveles (17%)^{44,45}. Además, las *leyes que aumentan la edad mínima permitida de consumo de alcohol* de los 18 a los 21 años previenen las colisiones y lesiones ocasionadas por el consumo de alcohol (reducción del 6 al 33%)⁴⁶.

Tanto los *controles de alcoholemia selectivos* (aquellos en que, para poder exigir la realización de una prueba de alcoholemia, el policía debe de tener una razón para sospechar que el conductor a quien ha parado ha consumido alcohol) como los *aleatorios* (cualquier conductor puede ser parado) son efectivos para reducir el número de lesionados en las colisiones causadas por el consumo de alcohol (reducción del 5 al 23% y del 11 al 20%, respectivamente)⁴⁶.

Los *litigios dirigidos a los camareros* tras una colisión de tráfico, reivindicando que sirvieron una cantidad peligrosa de alcohol, disminuyen las colisiones de tráfico ocasionadas por el alcohol, del mismo modo que la *movilización comunitaria que involucra a grupos locales* y la *retirada de la licencia para vender alcohol por violar las regulaciones sobre su venta*. Tanto las *restricciones sobre la disponibilidad del alcohol* (p. ej., prohibición de venta a determinados grupos de población o durante unas horas concretas del día) como las *políticas de precios* disminuyen el consumo de alcohol, aunque no se ha demostrado su efecto sobre las lesiones de tráfico. Las *restricciones sobre la promoción de las bebidas alcohólicas* no son efectivas cuando se llevan a cabo de forma aislada⁴⁷.

Los *programas que utilizan mecanismos de bloqueo de la ignición*, que exigen al conductor una muestra de aire espirado con un grado de alcoholemia por debajo de un determinado umbral para que el motor arranque, reducen la conducción bajo los efectos del alcohol en los conductores reincidentes, aunque su efectividad sobre las lesiones de tráfico aún no se ha evaluado⁴⁸.

No hay suficiente evidencia sobre el impacto que tienen las *leyes que prohíben el uso manual de teléfonos móviles durante la conducción* en el número de lesionados de tráfico⁴⁹.

Las *políticas relacionadas con la renovación del permiso de conducir en las personas mayores* (p. ej., aumento en la frecuencia de la renovación e inclusión de exámenes visuales o de cribados de problemas de salud asociados a la edad) reducen el número de conductores muertos por colisión de tráfico en este grupo de edad. Sin embargo, aumentan el número total de muertos por tráfico en estos individuos debido al incremento que se produce en el número de peatones y ciclistas muertos por colisión de tráfico⁵⁰. Por lo tanto, la reducción del número de conductores muertos probablemente se deba a una disminución de la exposición. De hecho, una revisión previa sugiere que el *aumento en la frecuencia de los exámenes visuales* y la *utilización de estándares visuales más estrictos* no son efectivos, dado que no son capaces de diferenciar

entre los conductores con un mayor riesgo de sufrir una colisión de tráfico y aquellos conductores que son más seguros⁵¹.

Fase de la colisión

1) Intervenciones centradas en los individuos

Con relación a las intervenciones poblacionales dirigidas a aumentar el *uso de sistemas de retención infantil* en niños hasta 4 años de edad, son efectivos los programas que combinan la educación con la distribución de sillas infantiles (aumento del uso de sillas de un 4 a 21%), los que combinan la información a la comunidad con un aumento de las campañas de vigilancia (4 a 21%) y los que combinan la educación con incentivos (5 a 36%). La evidencia es insuficiente para aquellos programas basados exclusivamente en medidas educativas⁵². Con relación a los sistemas de retención para niños de 4 a 8 años, la educación por sí sola no es efectiva, aunque combinada con otras estrategias (como los incentivos o la distribución de sillas) aumenta su uso⁵³. Finalmente, los programas comunitarios (aquellos en que expertos e individuos de la comunidad comparten la responsabilidad de un problema y de su solución) son efectivos para promover el uso de sistemas de retención en los menores de 16 años⁵⁴.

En cuanto al efecto del *consejo administrado desde la atención primaria sobre el uso de sistemas de retención en vehículos*, la evidencia todavía es insuficiente, aunque la literatura sugiere un cierto efecto sobre el uso de sillas infantiles en niños hasta los 4 años de edad, especialmente si se combina con la distribución de sillas gratuitas o a un menor coste o con una demostración sobre su correcta utilización⁵⁵.

La efectividad de los *programas dirigidos a aumentar el uso de los cinturones de seguridad* únicamente se ha revisado con relación a programas realizados en el ámbito laboral dirigidos a los trabajadores. Aunque los resultados de la revisión sugieren un aumento del uso del cinturón de seguridad, la evidencia es insuficiente dada la baja calidad de los estudios realizados⁵⁶.

La literatura sugiere que es más seguro *sentarse en los asientos traseros* que en los delanteros, tanto para niños como para adultos⁵⁷. Se ha demostrado que las intervenciones que promueven el uso de los asientos traseros por los niños reducen las lesiones de tráfico⁵⁸.

2) Intervenciones centradas en los vehículos

Diversos estudios sugieren que los *sistemas de retención* reducen las lesiones de tráfico: los cinturones de seguridad de tres puntos de anclaje disminuyen la mortalidad en un 45%⁹, las sillas de retención infantiles confieren mayor protección a los niños en comparación con el cinturón de seguridad¹⁰, y los *airbag* disminuyen la mortalidad por lesión de tráfico en un 12 a 14%⁵⁹. Sin embargo, no existe ninguna revisión de la literatura que haya evaluado los sistemas de retención en cuanto a su impacto sobre las lesiones de tráfico.

Los *cascos de motocicleta* reducen las lesiones craneoencefálicas (65 a 77%), la mortalidad (únicamente para velocidades inferiores a 50 km/h) y las lesiones del cuello y la cara, aunque se desconoce la influencia de los distintos tipos de cascos sobre dicha efectividad⁶⁰.

Según una revisión realizada por Attewell et al., los *cascos de bicicleta* reducen la mortalidad (73%), las lesiones craneales (60%), las lesiones encefálicas (58%) y las lesiones en la cara (47%)⁶¹.

3) Intervenciones centradas en las infraestructuras

Las *medianas en las carreteras* disminuyen la gravedad de las colisiones (reducción de la mortalidad del 14 al 46%), aunque aumentan la probabilidad que se produzca una colisión. Los *guarda-raíles* y los *cojines amortiguadores* reducen tanto las colisiones (18 a 35% y 74 a 90%, respectivamente) como su gravedad (reducción de la mortalidad entre un 40 y un 48% y entre

un 46 y un 83%, respectivamente)⁶². Es posible que el impacto de los guarda-raíles sobre el número de lesionados graves fuera mayor si su diseño confiriera más protección a las personas usuarias en caso de colisión, en especial a los motoristas⁶³.

4) Intervenciones centradas en el entorno social

Las leyes sobre la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad aumentan su utilización y disminuyen las lesiones (3 a 20%) y las muertes de tráfico (2 a 18%)⁶⁴. Las leyes primarias (aquellas según las cuales el policía puede parar a un conductor por no llevar el cinturón de seguridad) son más efectivas que las leyes secundarias (aquellas según las cuales el policía únicamente puede multar al conductor por no llevar el cinturón de seguridad después de haber parado el vehículo por otra razón)^{64,65}. Además, la transición de leyes secundarias a primarias reduce las lesiones de tráfico⁶⁶.

El aumento de la vigilancia del uso del cinturón de seguridad hace que se utilice más y disminuye las lesiones de tráfico (7 a 15%)⁶⁴.

En cuanto a las leyes sobre la obligatoriedad del uso de sillas infantiles, éstas son efectivas para reducir el número de lesionados (11 a 36%)⁵². Sin embargo, las leyes relativas a la obligatoriedad del uso del casco de bicicleta no disminuyen las lesiones craneoencefálicas⁶⁷; es más, disuaden del uso de la bicicleta, lo cual es contraproducente dada la menor mortalidad entre los usuarios de bicicleta en comparación con los individuos que no utilizan la bicicleta⁶⁸.

Fase poscolisión

No existe ninguna revisión que evalúe la efectividad de intervenciones realizadas en la fase poscolisión y que se centren en factores relacionados con el individuo, el vehículo o el entorno social.

1) Intervenciones centradas en las infraestructuras

La asistencia en centros de traumatología reduce las lesiones de tráfico (reducción del 10% en las lesiones mortales y no mortales), tanto en Estados Unidos de América (con un sistema basado en minimizar el tiempo entre la lesión y el tratamiento de reanimación definitivo administrado en el hospital) como en Francia (con un sistema basado en la selección médica prehospitalaria de los pacientes y la inclusión de personal médico entrenado en sus ambulancias para estabilizar al individuo lesionado en el menor tiempo posible). No se pudo comparar la efectividad entre ambos sistemas⁶⁹.

Discusión

Éste es el primer estudio que resume todas las revisiones de la literatura que analizan la efectividad de las intervenciones de seguridad vial para reducir las lesiones de tráfico.

Diversas medidas de seguridad vial se han demostrado efectivas. Existen intervenciones efectivas para todos los factores que intervienen en las lesiones de tráfico: el individuo (p. ej., permiso de conducir gradual), el vehículo (p. ej., control electrónico de la estabilidad), las infraestructuras (p. ej., medidas de pacificación del tráfico) y el entorno social (p. ej., disminución de la alcoholemia legal). La evidencia todavía es insuficiente para determinadas intervenciones, en especial las dirigidas a reducir las colisiones causadas por el consumo de alcohol. Entre las medidas de seguridad vial que no son efectivas destacan las intervenciones basadas exclusivamente en la educación de las personas usuarias.

En general, el impacto de las intervenciones de seguridad vial es mayor cuando se administran conjuntamente con otras intervenciones⁴⁷.

Aspectos que requieren mayor investigación

Existen pocas revisiones sobre las intervenciones centradas en el vehículo (p. ej., recordatorios sobre el uso del cinturón de seguridad, diseño del vehículo, inspección técnica del vehículo), en las infraestructuras (p. ej., zonas escolares, planificación del transporte) y en la fase poscolisión (p. ej., habilidades de la población sobre primeros auxilios, entrenamiento de los profesionales en la asistencia a los lesionados). A pesar de que la investigación sobre la seguridad del vehículo es muy extensa, se encontraron pocas revisiones que evaluaran este tipo de medidas debido a que la mayoría de los estudios no analizan su impacto en las lesiones de tráfico, o porque se asume que estas medidas son efectivas a pesar de que no existen revisiones sobre el tema (p. ej., cinturones de seguridad).

Cabe destacar que aunque el 90% de las muertes de tráfico se producen en los países en vías de desarrollo, la mayoría de los estudios se realizan en países desarrollados. Sin embargo, algunos autores han revisado qué intervenciones realizadas en los países desarrollados podrían ser efectivas en los países en vías de desarrollo, teniendo en cuenta su coste, viabilidad y sostenibilidad, y adaptándolas previamente a la situación política del país, la composición del tráfico, las creencias culturales, las bajas tasas de alfabetización y otros problemas de salud prioritarios. Recomiendan, entre otras, la promoción, la legislación y la vigilancia del uso del cinturón de seguridad y del casco de motocicleta, aceras para peatones y sistemas de pacificación del tráfico^{70,71}.

Medidas basadas en la educación y en la formación de los usuarios

Cabe destacar la falta de efectividad de las medidas basadas en la educación y la formación vial. Sin embargo, en muchos países todavía se encuentran entre las principales medidas de seguridad vial. Este tipo de intervenciones únicamente son efectivas si se utilizan como apoyo a otro tipo de medidas. De hecho, el impacto de determinadas intervenciones depende en parte de su grado de divulgación, es decir, de su visibilidad⁴⁴. Por ejemplo, la información en los medios de comunicación sobre la existencia de campañas de control de la alcoholemia aumenta la percepción del riesgo de ser detenido para realizar un control de alcoholemia.

Seguridad vial y personas mayores

Se está produciendo una creciente preocupación sobre temas de seguridad vial y personas mayores, en parte debido al progresivo envejecimiento de la población y al aumento de la proporción de individuos mayores de 65 años. La mayoría de las políticas de seguridad vial en este grupo de edad se centran en aumentar la frecuencia de la renovación del permiso de conducir y en el uso de criterios más estrictos para obtener dicha renovación. Sin embargo, a pesar de que las tasas de colisiones por kilómetro recorrido son más elevadas en las personas mayores, su contribución a las lesiones graves de tráfico causadas a terceros es pequeña y menor que la de grupos de edad más jóvenes. Las colisiones ocasionadas por los individuos mayores suelen ser de baja energía, y son ellos mismos los que se suelen lesionar de gravedad debido al aumento de la fragilidad asociado a la edad⁷². De hecho, se ha observado que el uso de exámenes visuales más estrictos no disminuye las colisiones de tráfico entre los conductores de este grupo de edad, probablemente debido a la autorregulación, según la cual estos individuos evitan aquellas situaciones en que experimentan dificultad visual (u otras dificultades asociadas a otras disminuciones funcionales), como en el caso de la conducción nocturna o en malas condiciones meteorológicas^{51,72}. Además, tal y como se ha comentado previamente, las intervenciones basadas en reducir el

número de personas mayores con permiso de conducir pueden producir un aumento en el total de fallecidos en este grupo de edad, dado que pasan a ser peatones o usuarios de bicicleta, para los cuales la probabilidad de morir es mayor que como conductores⁵⁰.

Efectos colaterales de las medidas de seguridad vial

Antes de implementar una medida de seguridad vial, aunque se haya demostrado efectiva, se deben considerar sus posibles efectos colaterales positivos o negativos⁷³. Por un lado, tal y como ya se ha comentado, determinados programas educativos inducen a los jóvenes a obtener el permiso de conducir a una edad más temprana, con el consecuente aumento en el número de jóvenes implicados en colisiones de tráfico¹². También, las leyes que prohíben el uso manual de teléfonos móviles durante la conducción podrían dar el mensaje equivocado de que la utilización de móviles con manos libres es segura, mientras que las distracciones provenientes de la conversación telefónica todavía se mantienen⁴⁹. Por otro lado, una mayor vigilancia del uso del cinturón de seguridad puede aumentar las detenciones por otras infracciones, como la conducción bajo los efectos del alcohol⁶⁴.

Limitaciones de las revisiones incluidas

No se puede descartar que las revisiones incluidas en este trabajo estén afectadas por un sesgo de publicación, según el cual entre los estudios incluidos estarían sobrerrepresentados aquellos con resultados positivos. Además, algunas revisiones incluyen estudios con limitaciones metodológicas que pueden llevar a sobrestimar el efecto de las intervenciones evaluadas, tales como la ausencia de un grupo de comparación, la falta de control por factores de confusión (p. ej., tendencia temporal, efecto de otras intervenciones) o el uso de periodos de seguimiento cortos. Las conclusiones de algunas revisiones se basan en estudios publicados antes del año 1990 o realizados de forma exclusiva o mayoritariamente en Estados Unidos, de modo que es posible que no sean generalizables a la época actual o a otros países, respectivamente. Éste es el caso de la revisión sobre el casco de bicicleta⁶¹, que incluye estudios realizados en una época en que predominaba el uso de cascos de armazón rígido, mientras que en la actualidad este tipo de cascos está en desuso^{74,75}. Finalmente, sólo 10 de las 54 revisiones realizaron un metaanálisis, debido a la heterogeneidad de la población de estudio, de las intervenciones evaluadas y de la metodología utilizada para evaluar su efectividad.

Limitaciones y fortalezas de este trabajo

Las limitaciones de este trabajo están sujetas sobre todo a las propias limitaciones de las revisiones incluidas. A medida que los estudios de evaluación sean más rigurosos, será necesario realizar nuevas revisiones de la literatura utilizando estudios de mayor calidad metodológica, que permitirán aumentar el nivel de evidencia sobre la efectividad de las intervenciones evaluadas. Del mismo modo, se deberán realizar nuevas revisiones sobre aquellas intervenciones que hayan cambiado o mejorado con el tiempo. A pesar de no incluir revisiones de la literatura publicadas en la "literatura gris", se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en cuatro bases de datos potentes, dos de ellas especializadas en revisiones.

Este trabajo permite disponer en un único artículo de un resumen de todas aquellas intervenciones de seguridad vial sobre las que existe evidencia científica de su efectividad. Además, la utilización del número de colisiones y lesionados como variable

resulta permite concluir sobre la efectividad de las intervenciones evaluadas con un mayor nivel de evidencia.

Conclusión

Las intervenciones de seguridad vial más efectivas son aquellas centradas en los factores relacionados con el vehículo o con las infraestructuras, es decir, las que reducen o eliminan el riesgo de padecer una lesión de tráfico y que no dependen del conocimiento o cambio de comportamiento de los usuarios⁷⁶. La legislación y la regulación también son efectivas, pero en menor medida, pues dependen del cumplimiento de los usuarios. Finalmente, las intervenciones centradas en los individuos, como la educación vial, son las menos efectivas, de modo que sólo se aconseja utilizar la educación vial como apoyo a otro tipo de intervenciones. Los recursos limitados se deberían utilizar para implementar únicamente aquellas intervenciones que se han demostrado efectivas para reducir las lesiones de tráfico.

Financiación

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+I) e Instituto de Salud Carlos III-Subdirección General de Evaluación y Fomento de la Investigación) (PI07/90157).

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a Neus Cerdà, Alex Banús y Akdnoma su colaboración en este estudio, y a Dolors Pardo la revisión del manuscrito.

Este artículo se incluirá en la tesis de una de las autoras (Ana M. Novoa), realizada en la Universidad Pompeu Fabra (UPF).

Bibliografía

- Peden M, McGee K, Sharma G. The injury chart book: a graphical overview of the global burden of injuries. Geneva: World Health Organization; 2002.
- Peden M, Scurfield R, Sleet D, et al., editores. World report on road traffic injury prevention. Geneva: World Health Organization; 2004.
- Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, et al. Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet*. 2006;367:1747–57.
- European Road Safety Observatory. Annual Statistical Reports 2008. SafetyNet; 2008.
- Dirección General de Tráfico. Ministerio de Interior. Plan Estratégico de Seguridad Vial 2005–2008. Plan de Acciones Estratégicas Claves 2005–2008. Madrid: Dirección General de Tráfico; 2006.
- Haddon Jr W. The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based. *Am J Public Health Nations Health*. 1968;58:1431–8.
- Mohan D. Road traffic injuries—a neglected pandemic. *Bull World Health Organ*. 2003;81:684–5.
- Petridou E, Moustaki M. Human factors in the causation of road traffic crashes. *Eur J Epidemiol*. 2000;16:819–26.
- US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, National Center for Statistics and Analysis. Traffic Safety Facts 2001: Occupant Protection. Report No. DOT HS 809 474. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration; 2002.
- Winston FK, Durbin DR, Kallan MJ, et al. The danger of premature graduation to seat belts for young children. *Pediatrics*. 2000;105:1179–83.
- Zaza S, Carande-Kulis VG, Sleet DA, Task Force on Community Preventive Services, et al. Methods for conducting systematic reviews of the evidence of effectiveness and economic efficiency of interventions to reduce injuries to motor vehicle occupants. *Am J Prev Med*. 2001;21 Suppl 4:23–30.
- Roberts I, Kwan I, the Cochrane Injuries Group Driver Education Reviewers. School-based driver education for the prevention of traffic crashes. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2001; Issue 3. Art. N.º: CD003201. DOI:10.1002/14651858.CD003201.

13. Ker K, Roberts I, Collier T, et al. Post-licence driver education for the prevention of road traffic crashes: a systematic review of randomised controlled trials. *Accid Anal Prev.* 2005;37:305–13.
14. Kua A, Korner-Bitensky N, Desrosiers J, et al. Older driver retraining: a systematic review of evidence of effectiveness. *J Safety Res.* 2007;38:81–90.
15. Duperrex O, Roberts I, Bunn F. Safety education of pedestrians for injury prevention. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2002; Issue 2. Art. N.º: CD001531. DOI:10.1002/14651858.CD001531.
16. Turner C, McClure R, Nixon J, et al. Community-based programmes to prevent pedestrian injuries in children 0–14 years: a systematic review. *Inj Control Saf Promot.* 2004;11:231–7.
17. Masten SV, Peck RC. Problem driver remediation: a meta-analysis of the driver improvement literature. *J Safety Res.* 2004;35:403–25.
18. Dill PL, Wells-Parker E, Soderstrom CA. The emergency care setting for screening and intervention for alcohol use problems among injured and high-risk drivers: a review. *Traffic Inj Prev.* 2004;5:278–91.
19. Dinh-Zarr T, Goss C, Heitman E, et al. Interventions for preventing injuries in problem drinkers. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2004; Issue 3. Art. N.º: CD001857. DOI:10.1002/14651858.CD001857.pub2.
20. Elder RW, Shults RA, Sleet DA, Task Force on Community Preventive Services, et al. Effectiveness of mass media campaigns for reducing drinking and driving and alcohol-involved crashes: a systematic review. *Am J Prev Med.* 2004;27:57–65.
21. Elder RW, Nichols JL, Shults RA, Task Force on Community Preventive Services, et al. Effectiveness of school-based programs for reducing drinking and driving and riding with drinking drivers: a systematic review. *Am J Prev Med.* 2005;28 Suppl 5:288–304.
22. Ditter SM, Elder RW, Shults RA, Task Force on Community Preventive Services, et al. Effectiveness of designated driver programs for reducing alcohol-impaired driving: a systematic review. *Am J Prev Med.* 2005;28 Suppl 5:280–7.
23. Ker K, Chinnock P. Interventions in the alcohol server setting for preventing injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006; Issue 2. Art. N.º: CD005244. DOI:10.1002/14651858.CD005244.pub2.
24. Simpson HM. The evolution and effectiveness of graduated licensing. *J Safety Res.* 2003;34:25–34.
25. Foss RD, Evenson KR. Effectiveness of graduated driver licensing in reducing motor vehicle crashes. *Am J Prev Med.* 1999;16 Suppl 1:47–56.
26. Shope JT. Graduated driver licensing: review of evaluation results since 2002. *J Safety Res.* 2007;38:165–75.
27. Hartling L, Wiebe N, Russell K, et al. Graduated driver licensing for reducing motor vehicle crashes among young drivers. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2004; Issue 2. Art. N.º: CD003300. DOI:10.1002/14651858.CD003300.pub2.
28. Mayhew DR, Simpson HM, Williams AF, et al. Effectiveness and role of driver education and training in a graduated licensing system. *J Public Health Policy.* 1998;19:51–67.
29. Williams AF. Contribution of the components of graduated licensing to crash reductions. *J Safety Res.* 2007;38:177–84.
30. Simons-Morton B, Ouimet MC. Parent involvement in novice teen driving: a review of the literature. *Inj Prev.* 2006;12 Suppl 1:130–7.
31. Elvik R. The effects on accidents of studded tires and laws banning their use: a meta-analysis of evaluation studies. *Accid Anal Prev.* 1999;31:125–34.
32. Ferguson SA. The effectiveness of electronic stability control in reducing real-world crashes: a literature review. *Traffic Inj Prev.* 2007;8:329–38.
33. Bunn F, Collier T, Frost C, et al. Traffic calming for the prevention of road traffic injuries: systematic review and meta-analysis. *Inj Prev.* 2003;9:200–4.
34. Elvik R. Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects. *Accid Anal Prev.* 2001;33:327–36.
35. Retting RA, Ferguson SA, McCartt AT. A review of evidence-based traffic engineering measures designed to reduce pedestrian-motor vehicle crashes. *Am J Public Health.* 2003;93:1456–63.
36. Kwan I, Mapstone J. Interventions for increasing pedestrian and cyclist visibility for the prevention of death and injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006; Issue 4. Art. N.º: CD003438. DOI:10.1002/14651858.CD003438.pub2.
37. Hedlund JH, Curtis PD, Curtis G, et al. Methods to reduce traffic crashes involving deer: what works and what does not. *Traffic Inj Prev.* 2004;5:122–31.
38. Egan M, Petticrew M, Ogilvie D, et al. New roads and human health: a systematic review. *Am J Public Health.* 2003;93:1463–71.
39. Elvik R, Greibe P. Road safety effects of porous asphalt: a systematic review of evaluation studies. *Accid Anal Prev.* 2005;37:515–22.
40. Wilson C, Willis C, Hendrikz JK, et al. Speed enforcement detection devices for preventing road traffic injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006; Issue 2. Art. N.º: CD004607. DOI:10.1002/14651858.CD004607.pub2.
41. Pilkington P, Kinra S. Effectiveness of speed cameras in preventing road traffic collisions and related casualties: systematic review. *BMJ.* 2005;330:331–4.
42. Aeron-Thomas AS, Hess S. Red-light cameras for the prevention of road traffic crashes. *Cochrane Database of Systematic Reviews*; 2005, Issue 2. Art. N.º: CD003862. DOI:10.1002/14651858.CD003862.pub2.
43. Elvik R. A meta-analysis of studies concerning the safety effects of daytime running lights on cars. *Accid Anal Prev.* 1996;28:685–94.
44. Fell JC, Voas RB. The effectiveness of reducing illegal blood alcohol concentration (BAC) limits for driving: evidence for lowering the limit to .05 BAC. *J Safety Res.* 2006;37:233–43.
45. Zwerling C, Jones MP. Evaluation of the effectiveness of low blood alcohol concentration laws for younger drivers. *Am J Prev Med.* 1999;16 Suppl 1: 76–80.
46. Shults RA, Elder RW, Sleet DA, Task Force on Community Preventive Services, et al. Reviews of evidence regarding interventions to reduce alcohol-impaired driving. *Am J Prev Med.* 2001;21 Suppl 1:66–88.
47. Howat P, Sleet D, Elder R, et al. Preventing alcohol-related traffic injury: a health promotion approach. *Traffic Inj Prev.* 2004;5:208–19.
48. Coben JH, Larkin GL. Effectiveness of ignition interlock devices in reducing drunk driving recidivism. *Am J Prev Med.* 1999;16 Suppl 1: 81–7.
49. McCartt AT, Hellinga LA, Bratman KA. Cell phones and driving: review of research. *Traffic Inj Prev.* 2006;7:89–106.
50. Stav WB. Review of the evidence related to older adult community mobility and driver licensure policies. *Am J Occup Ther.* 2008;62:149–58.
51. Charman WN. Vision and driving – a literature review and commentary. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1997;17:371–91.
52. Zaza S, Sleet DA, Thompson RS, Task Force on Community Preventive Services, et al. Reviews of evidence regarding interventions to increase use of child safety seats. *Am J Prev Med.* 2001;21 Suppl 4:31–47.
53. Ehiri JE, Ejere HO, Hazen AE, et al. Interventions to increase children's booster seat use: a review. *Am J Prev Med.* 2006;31:185–92.
54. Turner C, McClure R, Nixon J, et al. Community-based programs to promote car seat restraints in children 0–16 years – a systematic review. *Accid Anal Prev.* 2005;37:77–83.
55. Williams SB, Whitlock EP, Edgerton EA, US Preventive Services Task Force, et al. Counseling about proper use of motor vehicle occupant restraints and avoidance of alcohol use while driving: a systematic evidence review for the US Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med.* 2007;147:194–206.
56. Eddy JM, Fitzhugh EC, Wojtowicz GG, et al. The impact of worksite-based safety belt programs: a review of the literature. *Am J Health Promot.* 1997;11: 281–9.
57. Smith KM, Cummings P. Passenger seating position and the risk of passenger death in traffic crashes: a matched cohort study. *Inj Prev.* 2006;12:83–6.
58. Seguí-Gómez M. Evaluating interventions that promote the use of rear seats for children. *Am J Prev Med.* 1999;16 Suppl 1:23–9.
59. National Highway Traffic Safety Administration, US Department of Transportation. Fifth/sixth report to Congress—effectiveness of occupant protection systems and their use. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration; 2001.
60. Liu B, Ivers R, Norton R, et al. Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*; 2003, Issue 4. Art. N.º: CD004333. DOI:10.1002/14651858.CD004333.pub2.
61. Attewell RG, Glase K, McFadden M. Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis. *Accid Anal Prev.* 2001;33:345–52.
62. Elvik R. The safety value of guardrails and crash cushions: a meta-analysis of evidence from evaluation studies. *Accid Anal Prev.* 1995;27:523–49.
63. Gabler HC, Gabauer DJ. Opportunities for reduction of fatalities in vehicle-guardrail collisions. *Annu Proc Assoc Adv Automot Med.* 2007;51:31–48.
64. Dinh-Zarr TB, Sleet DA, Shults RA, Task Force on Community Preventive Services, et al. Reviews of evidence regarding interventions to increase the use of safety belts. *Am J Prev Med.* 2001;21 Suppl 4:48–65.
65. Rivara FP, Thompson DC, Cummings P. Effectiveness of primary and secondary enforced seat belt laws. *Am J Prev Med.* 1999;16 Suppl 1:30–9.
66. Shults RA, Elder RW, Sleet DA, et al. Primary enforcement seat belt laws are effective even in the face of rising belt use rates. *Accid Anal Prev.* 2004;36: 491–3.
67. Robinson DL. No clear evidence from countries that have enforced the wearing of helmets. *BMJ.* 2006;332:722–5.
68. Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, et al. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med.* 2000;160:1621–8.
69. Nathens AB, Brunet FP, Maier RV. Development of trauma systems and effect on outcomes after injury. *Lancet.* 2004;363:1794–801.
70. Forjuoh SN. Traffic-related injury prevention interventions for low-income countries. *Inj Control Saf Promot.* 2003;10:109–18.
71. Mohan D. Road traffic injuries: a stocktaking. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2008;22:725–39.
72. Eberhard J. Older drivers' "high per-mile crash involvement": the implications for licensing authorities. *Traffic Inj Prev.* 2008;9:284–90.
73. Richter ED, Berman T, Friedman L, et al. Speed, road injury, and public health. *Annu Rev Public Health.* 2006;27:125–52.
74. Thompson DC, Rivara FP, Thompson R. Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists. *Cochrane Database of Systematic Reviews*; 1999, Issue 4. Art. N.º: CD001855. DOI:10.1002/14651858.CD001855.
75. Curnow WJ. The Cochrane Collaboration and bicycle helmets. *Accid Anal Prev.* 2005;37:569–73.
76. Jagger J. Prevention of brain trauma by legislation, regulation, and improved technology: a focus on motor vehicles. *J Neurotrauma.* 1992;9 Suppl 1:S313–6.