





## Diseño de un sistema de tránsito seguro y sostenible

Las defunciones y traumatismos graves causados por el tránsito son en gran parte evitables, pues el riesgo de que se produzcan lesiones por una colisión es, en términos generales, previsible y existen muchas medidas correctivas que han demostrado ser eficaces. Los traumatismos causados por el tránsito deben considerarse, junto con las cardiopatías, el cáncer y los accidentes cerebrovasculares, como un problema de salud pública que se puede prevenir y que responde bien a las intervenciones especialmente diseñadas para ello (1).

La provisión de medios de desplazamiento seguros, sostenibles y de precio accesible es un objetivo clave en la planificación y diseño de los sistemas de tránsito. Para lograrlo, se requiere una firme voluntad política y un enfoque integral, resultado de la colaboración estrecha de muchos sectores, con una presencia activa y preponderante del sector de la salud. El enfoque sistémico permite tratar al mismo tiempo otras cuestiones asociadas al tránsito como el problema de las aglomeraciones, la emisión de ruidos, la contaminación ambiental y la falta de ejercicio físico (2).

En tal sentido, se observan grandes progresos en muchas partes del mundo donde la puesta en práctica de planes estratégicos multisectoriales está incrementando la reducción de muertes y traumatismos causados por el tránsito (3, 4). Estas estrategias contemplan los tres elementos fundamentales del sistema de tránsito: los vehículos, los usuarios de la vía pública y la infraestructura vial. Las medidas de ingeniería que se aplican a los vehículos y a la vía pública deben tomar en cuenta las necesidades de seguridad y las limitaciones físicas de los usuarios. La tecnología vehicular debe considerar el equipamiento de los costados del camino. Las medidas de infraestructura vial deben ser compatibles con las características de los vehículos. Las medidas que correspondan a los vehículos deben complementarse con formas apropiadas de comportamiento de parte de los usuarios, por ejemplo, que usen el cinturón de seguridad. Para todas estas estrategias, la gestión de la velocidad es un factor fundamental.

Este capítulo resume las diversas intervenciones de seguridad vial y examina lo que se sabe sobre su factibilidad, eficacia, costo y aceptación por parte del público. Las intervenciones que han sido probadas en un entorno pueden, por supuesto, no ser fácilmente transferibles a otros lugares, y requerirán una adaptación y evaluación minuciosas. Si no existieran intervenciones eficaces, se necesitan estudios científicos para elaborar y poner a prueba medidas nuevas.

## Gestión de la exposición a los riesgos mediante políticas de uso de la tierra y de transporte

Las estrategias menos utilizadas entre las intervenciones de seguridad vial quizá sean las que están dirigidas a reducir la exposición a los riesgos. Sin embargo, los factores subyacentes que determinan la exposición a los riesgos tienen sin duda efectos importantes (5). Si bien es necesario investigar más a fondo las estrategias de intervención, se sabe que es posible reducir la exposición a los riesgos de traumatismos causados por el tránsito aplicando estrategias encaminadas a:

- reducir el volumen del tránsito de vehículos motorizados mediante un uso más adecuado de la tierra;
- proporcionar redes viales eficientes en las que los caminos más cortos o más rápidos sean también los más seguros;
- fomentar el uso de medios de transporte más seguros en lugar de los de mayor riesgo;
- establecer restricciones que se apliquen a los usuarios de vehículos motorizados, a los vehículos y al sistema de infraestructura vial.

Se sabe que los efectos de las estrategias dirigidas a influir sobre la movilidad y el acceso a las vías de tránsito tienden a ser acumulativos y se potencian mutuamente, y que si las estrategias se aplican en forma combinada resultan más eficaces. En los países de ingresos altos, se ha considerado que un programa integral complementado con un conjunto de medidas eficaces y de poco costo podría reducir entre 20% y 40% los desplazamientos en automóvil por habitante (6). Muchos países se están

ocupando ahora de este tema, fundamentalmente en cuanto a una movilidad sostenible. Por ejemplo, en Bogotá, Colombia, se ha implantado un programa que intenta reducir la exposición a los riesgos mediante un plan de transporte masivo para los usuarios vulnerables de la vía pública y restricciones de acceso a la ciudad para los vehículos motorizados en determinados horarios (7, 8).

### Reducir el tránsito de vehículos motorizados

#### Modalidades eficientes de uso de la tierra

La forma en que se organiza el uso de la tierra influye sobre el número de desplazamientos que deben realizar las personas, el medio que eligen para desplazarse, la extensión del viaje y la ruta que toman (9). Las diferentes modalidades de uso de la tierra crean diferentes pautas de tránsito (10). Los principales aspectos del uso de la tierra que influyen sobre la seguridad vial son (9):

- la distribución espacial de los puntos de origen y destino de los viajes por carretera;
- la densidad de la población urbana y las pautas de crecimiento urbano;
- la configuración de la red vial;
- la extensión de las zonas residenciales;
- las posibilidades de reemplazar el automóvil particular.

Las prácticas de planeamiento del uso de la tierra, así como las políticas en esta materia de “crecimiento inteligente”—construcción de edificios compactos de alta densidad, con servicios y lugares de recreación fácilmente accesibles— sirven para disminuir la exposición al riesgo de los usuarios de la vía pública. La creación, por ejemplo, de servicios comunitarios agrupados, de uso mixto, puede acortar las distancias entre los destinos más frecuentes, reduciendo la necesidad de desplazarse y disminuyendo la dependencia respecto de los automóviles particulares (6).

#### Evaluaciones del efecto de los planes de transporte y de uso de la tierra sobre la seguridad vial

Las evaluaciones de la repercusión de los proyectos de transporte sobre la seguridad, por lo general se

concentran en un proyecto determinado, sin prestar demasiada atención a sus efectos sobre el conjunto de la red vial (11). De allí pueden resultar estrategias capaces de optimizar la movilidad, reducir la congestión y mejorar el entorno, pero que son incompatibles con la seguridad vial. Por lo tanto, para evitar consecuencias no deseadas adversas para la seguridad vial, se deberían considerar en una primera etapa los efectos posibles de un plan de transporte o de uso de la tierra sobre el conjunto de la red vial (9, 10, 12).

Siempre que se realicen evaluaciones de las políticas y proyectos relacionados con el transporte y el uso de la tierra se debería incluir, como rutina, una evaluación de los efectos sobre la seguridad de la zona. Esto todavía no es muy común, pero ya hay experiencia en ello en los Países Bajos y, en cierta medida, en otros lugares (13).

#### Ofrecer itinerarios más cortos y seguros

La exposición al riesgo de colisiones se puede reducir al mínimo con un sistema vial eficiente, que ofrezca trayectos cortos y directos, y donde las rutas más rápidas sean también las más seguras. Las técnicas de gestión vial permiten lograr esos objetivos acortando el tiempo de trayecto en los itinerarios deseados, aumentándolo en los itinerarios menos recomendables, y reorientando el tránsito en otras direcciones (14). El tener que tomar un desvío en automóvil significa mayor gasto de combustible, pero para los peatones representa un esfuerzo físico adicional. Hay entonces un fuerte incentivo para encontrar la ruta más fácil y más directa. Los estudios indican que, en realidad, los peatones y los ciclistas le dan más valor al tiempo de viaje que los conductores o que los usuarios del transporte público, y este es un hecho muy importante para tener en cuenta a la hora de tomar una decisión de planificación (15, 16).

Es probable que los puentes peatonales y otros tipos de cruces construidos para la seguridad de peatones y ciclistas no se utilicen si hay que subir muchos escalones o dar largos rodeos, o si están poco iluminados o mal mantenidos. Un estudio realizado en el Brasil indicó que muchos de los peatones atropellados por vehículos habían optado por

trepar las barreras que separan las vías de tránsito rápido en lugar de subir las escaleras de los puentes peatonales (17). Algunas entrevistas realizadas en México a peatones sobrevivientes de choques mostraron que uno de los principales factores determinantes de riesgo era que los puentes estaban mal ubicados o no aparentaban ser muy seguros (18). En Uganda, la construcción de un puente aéreo para peatones sobre una importante vía rápida en Kampala tuvo poco efecto en la incidencia de choques y traumatismos por tener una ubicación inadecuada (19).

### Medidas para reducir los desplazamientos

Estudios realizados en los países de ingresos altos indican que, en ciertas condiciones, a cada reducción de 1% de la distancia recorrida en vehículos motorizados corresponde una disminución de entre 1,4% y 1,8% en la incidencia de colisiones (20, 21). Las medidas que pueden ayudar a reducir las distancias recorridas requieren:

- incrementar el uso de los medios de comunicación electrónicos para disminuir la circulación de vehículos que distribuyen mensajes;
- fomentar que haya más personas que cumplan actividades laborales desde sus domicilios, utilizando el correo electrónico para comunicarse con la sede de la empresa u organismo para el que trabajan;
- mejorar la gestión del transporte de las personas a sus lugares de trabajo y de regreso a sus hogares, así como del transporte de alumnos de establecimientos primarios, secundarios y terciarios;
- mejorar la gestión del transporte turístico;
- prohibir el transporte de carga;
- limitar los estacionamientos y el uso de la carretera por los vehículos.

### Fomentar el uso de modos más seguros de desplazarse

Ya sea que se mida por el tiempo que se pasa viajando o por el número de viajes, el desplazamiento por tren o autobús es mucho más seguro que cualquier otro modo de transporte por carretera. Deben, por lo tanto, fomentarse políticas que estimulen el

uso del transporte público y su combinación con desplazamientos a pie o en bicicleta. Aunque tanto los tramos de un viaje que se cubren caminando o en bicicleta entrañan riesgos relativamente altos, los peatones y los ciclistas representan un riesgo menor para los otros usuarios de la vía pública que los vehículos de motor (6). Sin embargo, si se instrumentasen las medidas de seguridad conocidas, se podrían aumentar los modos de desplazamiento más saludables, por ejemplo caminar o andar en bicicleta, y al mismo tiempo reducir la incidencia de muertes y traumatismos entre los peatones y ciclistas. Esos son los objetivos que persiguen cada vez más las políticas nacionales de transporte en los países de ingresos altos (15).

Entre las estrategias que pueden aumentar el uso del transporte público cabe mencionar las que fomentan (6):

- mejores sistemas de transporte masivo (lo que incluye los itinerarios y los sistemas de emisión de billetes, acortar las distancias entre paradas y aumentar la comodidad y seguridad en los vehículos y en los lugares de espera);
- una mejor coordinación entre los diferentes medios de transporte (incluida la coordinación de horarios y la unificación de tarifas);
- el acondicionamiento de zonas protegidas y seguras para guardar bicicletas;
- el transporte de bicicletas en trenes, transbordadores y autobuses;
- el estacionamiento de automóviles particulares fuera de un área urbana para ingresar en esta a bordo de un medio de transporte público;
- mejoras en los servicios de taxis;
- impuestos más elevados a los combustibles y otras medidas sobre precios que desalienten el uso del automóvil y favorezcan el transporte público.

En los países altamente motorizados, los incentivos económicos han probado ser eficaces. Por ejemplo, en los Países Bajos, los pases gratuitos a estudiantes para el transporte público dieron por resultado una disminución del uso de automóviles (22).

En muchos países de ingresos bajos, sin embargo, los servicios de transporte público a menudo

funcionan sin ninguna regulación y crean riesgos de grados inaceptables tanto para los pasajeros como para los demás usuarios de la vía pública. Esos riesgos son producto de la sobrecarga de los vehículos, las largas horas de trabajo de los conductores, la tendencia a acelerar y otros comportamientos peligrosos. De todos modos, un buen sistema de transporte público con una regulación y control apropiados, combinado con formas de desplazamiento no motorizadas —en bicicleta o caminando—, desempeña un papel importante como respuesta a la creciente demanda de servicios de transporte en los países de ingresos bajos y medios.

Aun cuando el riesgo de lesiones asociado al transporte público sea menor, quedan todavía muchas investigaciones por hacer en cuanto a la eficacia de las estrategias que fomentan el uso del transporte público para reducir la incidencia de traumatismos causados por el tránsito vial.

### **Reducir al mínimo la exposición a situaciones peligrosas**

#### ***Restringir el acceso a ciertos tramos de la red vial***

Impedir a peatones y ciclistas el acceso a carreteras de alta velocidad, así como prohibir el paso de vehículos de motor por las zonas peatonales son dos medidas de seguridad vial de probada eficacia para minimizar el contacto entre el tránsito de alta velocidad y los usuarios desprotegidos de la vía pública. Debido a la restricción de acceso para los vehículos motorizados, las zonas peatonales resultan más seguras para desplazarse a pie y también, cuando el uso es compartido, en bicicleta. Las carreteras de alta velocidad tienen las tasas más bajas de colisiones de toda la red vial en términos de distancias recorridas, debido a que en ellas solo circulan vehículos motorizados, segregados por tipo y velocidad y con intersecciones bien separadas.

#### ***Dar prioridad a los vehículos que transportan mayor número de personas***

Dar prioridad en el tránsito a los vehículos que transportan mayor cantidad de personas es una medida que sirve para reducir la distancia total recorrida

por el transporte motorizado privado y, en consecuencia, reduce la exposición a los riesgos. Esta es una estrategia que ya se ha adoptado en muchas ciudades del mundo. Por ejemplo, en Curitiba, Brasil, el sistema de transporte de la ciudad, que cuenta con autobuses de gran capacidad, ha previsto carriles separados para ellos y prioridad en los semáforos, así como accesos seguros y rápidos para los usuarios (23).

#### ***Restringir la velocidad y potencia del motor de los vehículos de dos ruedas***

Muchos países de ingresos altos han adoptado normas que regulan la velocidad y la potencia de ciclomotores y motocicletas con el propósito de reducir las tasas de colisiones y traumatismos (24).

Limitar la cilindrada de las motocicletas que pueden conducir los principiantes ha probado ser una medida exitosa. En el Reino Unido, a principios de la década de 1980 se redujo de 250 cc a 125 cc la cilindrada máxima de las motocicletas permitidas a los principiantes, y se limitó a 12 HP (9 kW) la máxima potencia del motor. Como resultado, muchos motociclistas sin experiencia debieron pasarse a vehículos de menor potencia, lo que condujo a una reducción estimada de 25% de lesionados entre los motociclistas jóvenes (25). Un estudio posterior puso de manifiesto que el riesgo de colisiones asociado a las motocicletas más grandes era significativamente más elevado pese a que la mayor parte de los conductores de esos vehículos eran más experimentados (25).

El Japón es uno de los países que limitan, por razones de seguridad, el tamaño y la potencia de los motores de las motocicletas grandes que se fabrican para el mercado interno, pero no para las que se exportan (26). En el caso de las motocicletas de exportación, es muy común que tengan una potencia de freno de 75 a 90 HP (56 a 67 kW), o incluso de 130 HP (97 kW), con topes de velocidad que alcanzan casi los 322 km/hora (200 millas/hora) (27).

#### ***Aumentar la edad mínima para los conductores de vehículos motorizados de dos ruedas***

Entre una serie de normas adoptadas en Malasia para reducir los choques causados por motocicletas,

la elevación de la edad mínima de 16 a 18 años para los conductores de motocicletas fue la medida que tuvo mejor relación costo–beneficio. Se evaluó asimismo la prohibición a los conductores jóvenes de manejar por la noche. Aunque esta disposición también logró un beneficio neto positivo, la mejora relativa fue pequeña pues la mayoría de los choques se producían durante el día (28).

### **Sistemas graduales de permisos para conducir**

Ya nos hemos referido a los elevados riesgos que enfrentan los conductores jóvenes —tanto de motocicletas como de automóviles— y sus acompañantes durante los primeros meses de conducción (véase el capítulo 3). Para estos conductores, los dos peligros mayores son conducir de noche y transportar pasajeros jóvenes (29). Como respuesta a ello, se creó un sistema para el otorgamiento gradual de permisos que se adoptó primero en Nueva Zelandia, en 1987, y luego en el Canadá, los Estados Unidos y otros países. Esos sistemas prevén un acceso gradual a diferentes tipos de permisos para los conductores principiantes hasta llegar al permiso final sin restricciones (30) (véase el cuadro 4.1).

La adopción de esos sistemas ha mostrado reducciones en la incidencia de choques que varían de 4% hasta más de 60%. Semejante variación puede en parte explicarse por las diferencias metodológicas, las diferencias de restricciones y el grado de aplicación (35). Las reducciones más importantes parecerían deberse a un mayor período de conducción supervisada y al grado en que se cumplen las restricciones (37). Lo que todavía no está claro, sin embargo, es cuál de las muchas restricciones —si los límites al número de pasajeros, el uso de cinturones de seguridad, los límites de alcoholemia inferiores, la prohibición de conducir a horas de la noche, etc.— es la más eficaz en relación con los costos (35). Los sistemas graduales para otorgar permisos de conducción son generalmente bien aceptados (29).

El sistema neozelandés consta de tres etapas y se aplica a todos los conductores principiantes de entre 15 y 24 años. Para la primera etapa se otorga un permiso para principiante, luego de aprobar una

prueba escrita y oral y pasar un examen de visión, para conducir con supervisión, de 6 meses de validez. La etapa del permiso restringido dura 18 meses y se completa con la aprobación de un examen práctico. En las dos primeras etapas no se permite manejar entre las 22.00 horas y las 05.00 horas, ni llevar a pasajeros menores de 20 años (salvo que se esté conduciendo con supervisión), ni superar una alcoholemia de 0,03 gramos por decilitro (g/dl). Si se viola alguna de esas prohibiciones, las restricciones pueden llegar a extenderse seis meses más. Una evaluación del programa reveló que este permitió reducir 8% los choques con traumatismos graves, y que las restricciones, en particular la prohibición de conducir en horas de la noche, habían contribuido enormemente (36).

Con otra versión del sistema gradual de permisos que se puso en práctica en Austria en 1993, se consiguió disminuir la incidencia de choques en más de un tercio (22). En ese programa, el período de aprendizaje y prueba para los conductores principiantes duraba dos años, y el límite de alcoholemia era de 0,01 g/dl. Si durante ese período el conductor novato cometía alguna infracción por exceso de alcohol o provocaba algún choque que causara traumatismos o muertes, el período de prueba se extendía por dos años más y se le exigía, asimismo, asistir a un curso para conductores.

### **Trazado de una red vial que contribuya a prevenir traumatismos**

Las consideraciones de seguridad vial son fundamentales para la planificación, el diseño y el funcionamiento de una red vial. Las estrategias de la ingeniería aplicada a la seguridad vial, que adaptan el trazado de los caminos y las redes viales considerando las características humanas y la posible comisión de errores, contribuyen enormemente a prevenir y atenuar los traumatismos causados por el tránsito (10).

### **La preocupación por la seguridad en el planeamiento de las redes viales**

El marco de trabajo que se utiliza para la gestión sistémica de la seguridad vial en los países de

**RECUADRO 4.1****Sistemas graduales de permisos para conducir**

Los conductores principiantes de cualquier edad carecen de los conocimientos y la experiencia que les permitan reconocer peligros potenciales. En el caso de adolescentes que acaban de obtener la licencia de conductor, su inmadurez y limitada experiencia al volante son causa de tasas de colisiones desproporcionadamente elevadas. Los sistemas que otorgan permisos graduales de conducción procuran atenuar los altos riesgos que corren los conductores noveles exigiéndoles una práctica de aprendizaje planificada y supervisada, que es la etapa del permiso para principiantes. Una vez aprobada esta etapa, se les otorga un permiso provisional que los habilita para conducir sin supervisión pero con ciertas restricciones (31). Las más corrientes son los límites a la conducción en horas de la noche y a la cantidad de pasajeros, y la prohibición de manejar si se ha ingerido alcohol. Tales restricciones se eliminan a medida que los conductores principiantes adquieren experiencia y que los adolescentes maduran; se les otorga entonces el permiso habilitante sin restricciones (32). Aunque los requisitos específicos para pasar cada una de esas tres etapas —la del permiso para principiantes, el permiso provisional y el permiso sin restricciones— varían según el país, en todos los casos brindan un marco de protección a los conductores bisoños mientras adquieren experiencia (33).

Los sistemas que otorgan permisos graduales de conducción han reducido eficazmente en todas partes el riesgo de choques para los conductores principiantes. Los resultados de las evaluaciones por pares de la eficacia de esos sistemas en el Canadá, los Estados Unidos y Nueva Zelanda muestran reducciones de entre 9% y 43% en los choques de conductores noveles (34–36), pero aún no se ha establecido definitivamente a qué se deben tales reducciones. Lo que sí se acepta en general es que los beneficios en seguridad de esos sistemas son el resultado tanto de que haya menos conductores inexpertos al volante como de la mejora de sus aptitudes de conducción en condiciones de bajo riesgo.

El riesgo elevado de colisiones para los conductores principiantes es universal y el otorgamiento gradual de permisos de conducción puede efectivamente reducirlo. Esto vale para todos los conductores bisoños, no solo para los jóvenes. Las investigaciones realizadas demuestran claramente que la tasa de colisión es más elevada entre los conductores principiantes de mayor edad que entre los conductores de la misma edad con varios años de experiencia. Por ese motivo, en el Canadá, donde hay muchos conductores novatos que no son jóvenes, se ha adoptado el sistema gradual de permisos de conducción para todos los principiantes, independientemente de su edad. Estos sistemas pueden ser ventajosos incluso en los lugares donde la edad mínima para conducir es mayor que el promedio vigente en el conjunto de los países.

ingresos altos tiene cada vez más en cuenta las siguientes actividades (10, 38–40):

- clasificación de la red vial de acuerdo con las funciones primarias de cada camino;
  - fijación de límites apropiados de velocidad acordes con esas funciones;
  - perfeccionamiento del trazado y diseño de la red vial a fin de facilitar su mejor utilización.
- Los países de ingresos bajos y medios pueden adaptar, en principio, esos enfoques. Considerando

esos principios generales, la ingeniería de seguridad vial y la gestión del tránsito deberían orientarse a:

- impedir que la vía pública se utilice de modo que no corresponda a las funciones para las que fue diseñada;
- gestionar la composición del tránsito separando los distintos tipos de usuarios a fin de evitar que incurran en desplazamientos conflictivos, excepto a bajas velocidades;

- evitar la incertidumbre por parte de los usuarios de un camino acerca de cuál sea su utilización apropiada.

Un amplio acervo de conocimientos avala el enfoque del planeamiento de la vía pública a partir de la seguridad, y ya existen normas de diseño, y guías y manuales de las mejores prácticas. Ejemplo de ello son los requisitos de “seguridad sostenible” que rigen el diseño de las redes viales en los Países Bajos (41) y un conjunto anterior de pautas aplicadas en los países en desarrollo para lograr carreteras más seguras (10).

### **Clasificación de las vías públicas y fijación de los límites de velocidad según su función**

Muchas vías públicas tienen distintas funciones y son utilizadas por diversos tipos de rodados y por peatones, con grandes diferencias de velocidad y masa de los vehículos y del grado de protección que estos brindan. En las zonas residenciales y en las arterias urbanas, ello genera frecuentes conflictos entre el desplazamiento de los usuarios de vehículos motorizados por un lado y la seguridad de los peatones y ciclistas por otro. Gran parte de los traumatismos que sufren los peatones ocurren dentro de un radio de 1 milla (1,6 km) de su vivienda o su lugar de actividad (15, 42).

La clasificación de las vías públicas por funciones —según el modelo de “jerarquía viaria”, como se lo denomina en ingeniería vial— es importante para poder construir mejores caminos con diseños más seguros. Tal clasificación toma en cuenta el uso de la tierra, la ubicación de los sitios de colisiones más frecuentes, el flujo de vehículos y peatones, y objetivos tales como la limitación de la velocidad.

La política holandesa de “seguridad sostenible” fija diferentes límites de velocidad de acuerdo con la función de cada vía pública (véase el recuadro 4.2), así como una serie de requisitos operativos (41). Un estudio mostró que con la aplicación de esos principios se pudo lograr una reducción de más de un tercio en el promedio de colisiones con traumatismos por millón de vehículos-kilómetros, en todos los tipos de caminos de los Países Bajos (43).

Es preciso investigar el modo de hacer que estos principios se adopten más ampliamente, y, en

particular, cómo adaptarlos y aplicarlos a los contextos específicos de los países de ingresos bajos.

### **Incorporar elementos de seguridad al diseño vial**

Un objetivo clave de la ingeniería de seguridad vial es procurar que los conductores respeten espontáneamente los límites de velocidad establecidos. Al utilizar trazados viales de fácil comprensión, la ingeniería de caminos puede favorecer un comportamiento más seguro por parte del usuario y corregir defectos de diseño que, de no ser eliminados, podrían originar colisiones. La descripción de los diferentes tipos de carreteras que se incluye a continuación ilustra la relación entre la función, la velocidad y el diseño de las vías públicas.

#### **Vías de alta velocidad**

Las vías rápidas comprenden las carreteras de alta velocidad, las autopistas y las supercarreteras de varios carriles divididas en dos sentidos de circulación, con accesos limitados. Todas ellas están diseñadas para permitir altas velocidades, con curvas horizontales y verticales de radio amplio, provistas de laterales con tolerancia, intersecciones de entrada y salida separadas por niveles —donde no hay contacto entre el tránsito motorizado y el de peatones y ciclistas— y barreras centrales que separan al tránsito de ambas direcciones. En estas vías se registran las tasas más bajas de traumatismos, en términos de la distancia recorrida, justamente por esos elementos de diseño y porque se prohíbe el acceso al tránsito no motorizado (39). En los países de ingresos bajos, también es necesario separar los vehículos motorizados de dos ruedas de los automóviles y camiones que circulan en la misma dirección.

#### **Calzadas de un solo carril**

Muy diversos tipos de caminos en las zonas rurales son calzadas de un solo carril. Las cifras absolutas, y las tasas correspondientes, de víctimas en esos caminos son mucho más elevadas que en las carreteras debido a las grandes diferencias de velocidad entre los diversos tipos de usuarios. En esos caminos, las colisiones por lo general se producen al salirse el vehículo de la calzada, como resultado de la

**RECUADRO 4.2****Tipos de vías públicas y velocidades apropiadas**

La política holandesa de seguridad sostenible clasifica la vía pública en tres tipos según su función, y luego fija los límites de velocidad para cada tipo (41):

- **Carreteras de flujo constante** (o vías rápidas). En este tipo de caminos, el tránsito circula sin interrupción directamente desde el lugar de partida hasta el de destino. No se permiten velocidades superiores a los 100-120 km/h y las diferentes corrientes de tránsito están completamente separadas.
- **Vías de distribución.** Estas permiten a los usuarios entrar en un área o salir de ella. Las necesidades de circulación del tránsito siguen siendo predominantes. Las vías de distribución locales llevan el tránsito desde y hacia grandes centros urbanos, aldeas y zonas rurales, y cuentan con intersecciones colectoras y empalmes a intervalos regulares. Estas vías dan igual importancia al tránsito local motorizado y no motorizado, pero separan a los usuarios en la medida de lo posible. Las velocidades en las vías de distribución no deben superar los 50 km/h en las zonas urbanizadas y los 80 km/h fuera de ellas. Deben tener sendas exclusivas para peatones y ciclistas, carriles dobles con separación del tránsito en toda su extensión y controles de velocidad en las intersecciones principales. Los vehículos que circulan por ellas gozan de prioridad de paso.
- **Accesos a zonas residenciales.** Estos se utilizan habitualmente para llegar al propio domicilio, a un establecimiento comercial o al lugar de trabajo. Predominan las necesidades de peatones y ciclistas, y el acceso y el intercambio de modos de desplazamiento son constantes. La gran mayoría de los caminos corresponde a este tipo, en los que no se permiten velocidades superiores a 30 km/h para el acceso a zonas residenciales en las ciudades o aldeas. En las zonas rurales, se puede aceptar un límite de 60 km/h, pero en los accesos y los cruces la velocidad no debe superar los 40 km/h.

Cuando un camino cumple distintas funciones, la velocidad apropiada es por lo común la más baja de las velocidades permitidas para cada función de la vía pública.

pérdida de control por circular a una velocidad no apropiada (44). Aparte de los límites de velocidad, se necesitan diversas soluciones de ingeniería vial para alentar el uso de la velocidad apropiada y hacer que los peligros se reconozcan fácilmente. Con tales medidas es posible prever:

- condiciones para el tránsito de circulación lenta y para los usuarios vulnerables de la vía pública;
- carriles para adelantarse, así como carriles para que puedan detenerse los vehículos que esperan la señal que les permita cruzar el carril del tránsito de sentido contrario;
- barreras centrales separadoras que impidan los choques frontales al adelantarse;

- mejor señalización para resaltar los peligros, iluminando bien las intersecciones y las rotondas;
- mejor alineación vertical;
- indicación de límites de velocidad antes de las curvas cerradas;
- señales de límites de velocidad ubicadas regularmente;
- bandas sonoras;
- eliminación sistemática de objetos a los costados del camino que pongan en peligro la seguridad, tales como árboles, postes de servicios públicos u otros objetos sólidos.

Muchas de estas medidas prácticas son fruto de la experiencia de los países de ingresos altos (45).

Un problema particular de la gestión de la velocidad es cómo resolver la transición de una carretera de tránsito rápido a una de tránsito lento, por ejemplo, cuando un vehículo deja una carretera, o cuando entra en un tramo estrecho y sinuoso luego de un trayecto largo y recto. La creación de zonas de transición en los caminos concurridos cuando se aproximan a una ciudad o a una aldea permite disminuir el número de colisiones y traumatismos para todos los tipos de usuarios. Algunas características de diseño se valen de un “portón de acceso” o umbral, para inducir a los conductores a disminuir gradualmente la velocidad, e indicar el comienzo de un tramo de velocidad restringida en una zona comercial o residencial. En las zonas de tránsito lento, tanto las bandas sonoras como los resaltos alargados, las advertencias visuales en la acera y las rotondas son muy útiles para que los vehículos disminuyan la marcha (45). En Ghana, la colocación de bandas sonoras logró reducir 35% de las colisiones y 55% de las defunciones causadas por el tránsito en determinadas localidades (46) (véase el recuadro 4.3).

### **Vías de acceso a las zonas residenciales**

Las vías de acceso a las zonas residenciales se diseñan, en general, para circular a velocidad muy baja. En ellas, los límites de velocidad, por lo común reforzados con obstáculos físicos para ayudar a que se cumplan, no suelen superar los 30 km/h, aunque a menudo se prescriben velocidades menores.

### **Gestión por zonas de la seguridad vial urbana**

Las medidas de ingeniería que se aplican en zonas amplias de una ciudad o aldea crean condiciones más seguras para los peatones y los ciclistas y, a la vez, evitan la circulación de tránsito que podría provocar choques. Es urgente que en los países en desarrollo se investigue más a fondo la gestión de la seguridad vial urbana relacionada con los vehículos motorizados de dos ruedas en zonas amplias.

Las técnicas principales que usa la ingeniería de seguridad vial para ofrecer mayor protección a peatones y ciclistas consisten en separar y diferenciar las vías para que sean más seguras y limitar la velocidad en zonas amplias, o utilizar elementos que

lentifiquen el tránsito (22, 23), como se describe a continuación.

### **Itinerarios más seguros para peatones y ciclistas.**

La creación de una red de caminos convenientemente conectados para peatones y ciclistas, junto con un buen sistema de transporte público, aumenta la seguridad de los usuarios más vulnerables de la vía pública (47). Una red de este tipo puede consistir en sendas peatonales y ciclovías separadas de cualquier otro tipo de carretera, zonas exclusivamente peatonales en las que puede admitirse o no el acceso de las bicicletas, carriles peatonales o ciclovías a lo largo de las carreteras, y carriles u otro tipo de espacios compartidos con vehículos de motor. Cuando los caminos peatonales o las ciclovías cruzan flujos importantes de tránsito vehicular, la ubicación y diseño de los puntos de cruce requieren especial atención. Cuando esos itinerarios no están separados de las carreteras, o cuando el espacio se comparte con los vehículos de motor, será preciso regular mediante el trazado las velocidades adecuadas a cada tipo de usuario (15).

Las sendas peatonales y las aceras se utilizan más en los países de ingresos altos que en los de ingresos bajos, y se las encuentra habitualmente en las zonas urbanizadas. Los peatones corren un riesgo dos veces mayor de ser atropellados cuando circulan por caminos sin aceras que los separen del tránsito motorizado (48). Las aceras en malas condiciones u obstruidas por vehículos estacionados pueden obligar a los peatones a caminar por la calle, con el consecuente aumento de riesgo para ellos. Esto es especialmente peligroso para quienes llevan cargas pesadas, empujan coches de bebés o tienen dificultad para caminar. Hay estudios que indican que en los países de ingresos bajos y medios es muy común que las aceras estén bloqueadas, por ejemplo, por puestos de vendedores callejeros (18, 49).

La construcción de aceras para peatones es una medida de seguridad probada que también mejora la circulación del tránsito vehicular. Las ciclovías han dado asimismo buenos resultados en lo que se refiere a reducir los choques, sobre todo en las intersecciones (22). Según estudios realizados en Dinamarca, la construcción de carriles o sendas exclusivas para

**RECUADRO 4.3****Colocación de badenes en las carreteras de Ghana, ejemplo de intervención de bajo costo en seguridad vial**

La falta de seguridad en el tránsito representa un grave problema en Ghana, donde la tasa de letalidad es entre 30 y 40 veces más elevada que en los países industrializados. Se ha comprobado que el exceso de velocidad en las carreteras interurbanas y los caminos que atraviesan zonas pobladas es uno de los principales factores que contribuyen a las colisiones en la vía pública (46).

En años recientes se han instalado badenes en algunos sitios especialmente peligrosos de las carreteras que obligan a los vehículos a reducir la velocidad y de ese modo mejorar las condiciones del tránsito para los demás usuarios, incluidos peatones y ciclistas, en las zonas pobladas. Los badenes resultan muy molestos para los ocupantes cuando los automotores los sobrepasan a altas velocidades; elevan bruscamente al vehículo con un ruido que obliga al conductor a aminorar la marcha. A su vez, esto reduce la energía cinética del automotor que podría causar traumatismos y muertes en caso de impacto, y le da más tiempo al que maneja para evitar un posible choque, disminuyendo así la posibilidad de colisiones.

La colocación de badenes, tanto en forma de bandas sonoras como de resaltos alargados, ha dado buenos resultados en las carreteras de Ghana. Así, por ejemplo, la instalación de bandas sonoras en la carretera principal que une las ciudades de Accra y Kumasi, en un sitio de colisiones muy frecuentes, sobre el empalme Suhum, redujo la cantidad de choques en alrededor de 35%. Durante los 16 meses transcurridos entre enero de 2000 y abril de 2001, el número de víctimas mortales disminuyó 55%, y el de heridos graves, 76%. Con esta medida de reducción de la velocidad se logró también disminuir o incluso eliminar ciertos tipos de colisiones y mejorar la seguridad de los peatones (46).

Los badenes y resaltos alargados para controlar la velocidad son cada vez más comunes en las carreteras de Ghana, en particular en las zonas urbanizadas donde el exceso de velocidad representa una amenaza para otros usuarios de la vía pública. En la construcción de estos elementos viales de control de la velocidad se han usado distintos materiales, tales como goma vulcanizada, sustancias termoplásticas, mezclas bituminosas, hormigón y ladrillos.

Las bandas sonoras, que son baratas y fáciles de instalar, se utilizaron en sitios peligrosos de las carreteras de Cape Coast a Takoradi, de Bunso a Koforidua y de Tema a Akosombo. También se han colocado resaltos alargados para obligar a aminorar la marcha en las ciudades de Ejisu y Besease, sobre la carretera de Accra a Kumasi.

bicicletas a lo largo de las vías urbanas redujo la cantidad de ciclistas accidentados en 35% (50).

**Medidas para lentificar el tránsito.** A velocidades menores a 30 km/h los peatones pueden coexistir con los vehículos motorizados con relativa seguridad. La gestión de la velocidad y la lentificación del tránsito pueden recurrir a técnicas que desalienten la entrada del tránsito vehicular a determinadas áreas y a la instalación de elementos físicos como

rotondas, estrechamientos, chicanas y resaltos alargados. Estas medidas deben ir a menudo acompañadas por límites de velocidad, normalmente 30 km/h, pero sirven para disminuir la velocidad a determinados niveles.

En Europa, donde existe una amplia experiencia en este tipo de medidas, se consiguió reducir el número de colisiones entre 15% y 80% (44, 51-54). Alrededor de 75% de la red vial de la ciudad austríaca de Baden está ahora dentro de una zona de

velocidad restringida, con un límite máximo de 30 km/h, o son calles residenciales con límites aún menores de velocidad. Desde 1988, año en que se implantó un plan integral de transporte con amplias medidas de seguridad, la cantidad de víctimas del tránsito en esa ciudad se redujo en 60% (55).

La mayoría de los principios incorporados en las pautas de diseño tendientes a lentificar el tránsito en los países de ingresos altos también sirven para los países de ingresos bajos, con las modificaciones que en ellos requiera la proporción mucho mayor de tránsito no motorizado (23). Como muestra el cuadro 4.1, que resume los efectos de las medidas adoptadas en una ciudad de Inglaterra, la gestión zonal de la velocidad y del tránsito puede ser muy eficaz, sobre todo en las áreas residenciales, donde se ha comprobado que los beneficios exceden a los costos por un factor de 9,7 (56).

Una revisión sistemática de 16 estudios controlados de países de ingresos altos también mostró que la lentificación del tránsito en áreas amplias de zonas urbanizadas pudo reducir los traumatismos causados por el tránsito. No se encontraron estudios similares de los países de ingresos bajos y medios (57).

### Auditorías de seguridad vial

Cuando se proponen nuevos proyectos de transporte, es necesario evaluar la repercusión sobre la seguridad vial en una extensa área para asegurarse de que no tendrán un efecto adverso en la red circundante. Se necesitan entonces auditorías de seguridad vial

que verifiquen si el diseño del proyecto y su ejecución son coherentes con los principios de seguridad y que examinen si deben efectuarse modificaciones ulteriores del trazado a fin de prevenir colisiones (12).

Normalmente, este tipo de auditorías se llevan a cabo en diversas etapas del nuevo proyecto, incluidas las siguientes:

- el estudio de factibilidad,
- el proyecto de diseño,
- el diseño detallado,
- la fase previa a la habilitación,
- transcurridos unos meses de la apertura al tránsito.

Un elemento esencial del procedimiento de auditoría es que ha de encomendarse por separado a dos equipos: uno de diseño, independiente, y otro con experiencia y conocimientos especiales en ingeniería de seguridad vial e investigación de colisiones. En muchas partes del mundo, Malasia por ejemplo, ya existen manuales con pautas de guía para estas auditorías de seguridad (58–60).

Los análisis de costos y beneficios de las auditorías de seguridad vial han mostrado que estas resultan muy eficaces para mejorar la seguridad y reducir los costos a largo plazo asociados a una obra vial nueva (39). Las auditorías han sido obligatorias durante años en Australia, Dinamarca, Nueva Zelanda, el Reino Unido, y otros países (61). En Nueva Zelanda, se estimó que la relación costo–beneficio de las auditorías era de 1 a 20 (62). En Dinamarca, un estudio determinó que las tasas de rendimiento del primer año estaban muy por encima de 100% en 13 proyectos (63).

### Costados del camino con protección antichoques

Las colisiones entre los vehículos que se salen de la calzada y los objetos, a menudo de gran masa, que están a los costados del camino —árboles, postes de luz, señales viales— constituyen un grave problema de seguridad en todo el mundo. Una investigación de 1975 (64), que se realizó sobre la

CUADRO 4.1

#### Reducción de la velocidad por zonas: costos y beneficios

	Centro de la ciudad	Área residencial
Número de traumatismos de tránsito evitados/año	53	145
Costo de los choques evitados (£, 25 años, 5% <sup>a</sup> )	33 350 000	91 260 000
Aumento de los costos y del tiempo de desplazamiento (£, 25 años, 5% <sup>a</sup> )	21 900	53 250 000
Pérdida para los consumidores por el excedente de desplazamientos <sup>b</sup> (£)	2 415 000	9 300 000
Beneficios totales (£)	9 035 000	28 710 000
Costos de la ejecución de las medidas (£)	4 910 000	2 955 000
Razón costo–beneficio	1:1,84	1:9,72

<sup>a</sup> 5% es la tasa de descuento anual aplicada para calcular los beneficios a valores actuales.

<sup>b</sup> Pérdida de beneficios para los consumidores.

Fuente: reproducido de la referencia 56 (con cambios editoriales menores), con autorización de la editorial.

base de un trabajo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, sugiere que las estrategias existentes para abordar el problema de los objetos al costado del camino podrían mejorar si (65):

- se proyectaran caminos sin objetos peligrosos a los costados;
- se despejaran ambos lados del camino;
- se diseñaran objetos para los costados del camino que “toleren” mejor los impactos;
- se protegieran los objetos a los costados del camino con barreras que absorban parte de la energía de un impacto;
- se protegiera, mediante un mejor diseño de los vehículos, a sus ocupantes, en caso de colisiones con objetos al costado del camino.

En los años setenta, en los Estados Unidos se instalaron por primera vez postes de alumbrado colapsables y otros dispositivos que se desintegran al ser chocados y que ahora se han generalizado en muchas partes del mundo. Esos objetos están montados sobre pernos de cizallamiento o están contruidos con material deformable que cede al impacto. Se utilizan postes de base quebradiza desplazable por el impacto de un vehículo, provistos de elementos que eviten peligros eléctricos. Un estudio llevado a cabo hace tiempo en los Estados Unidos mostró que la instalación de postes colapsables reducía los traumatismos en alrededor de 30% (66).

Las barreras de seguridad se utilizan normalmente para separar el tránsito o para impedir que los vehículos salgan de la carretera. Están diseñadas para desviar o contener al automotor que las golpea, de modo que al ser chocadas, las fuerzas en juego no causen traumatismos graves a los ocupantes del vehículo. Si están bien instaladas, y en los lugares apropiados, las barreras de seguridad resultan muy eficaces para disminuir la incidencia de colisiones, así como su gravedad y consecuencias (67). Los estudios sobre colisiones ponen de relieve que es necesario establecer una mejor vinculación entre las normas de protección de los vehículos y las normas de las barreras de seguridad, teniendo en cuenta la diversidad de automotores —desde automóviles

pequeños hasta camiones pesados— que pueden chocar con las barreras.

Las vallas y rieles de contención se colocan a los costados de la calzada para desviar los vehículos o contenerlos, o bien en las isletas centrales, para impedir que los vehículos puedan cruzar a la otra calzada y chocar contra los que circulan en sentido contrario. Pueden ser rígidas (de hormigón), semi-rígidas (con vigas de acero o barras de acero revestidas de madera) o flexibles (de cable o alambre). En Dinamarca, el Reino Unido, Suecia y Suiza, las barreras de cable han demostrado su eficacia en relación con el costo (65). En Suecia se están utilizando cada vez más las separaciones centrales de cable para impedir adelantamientos peligrosos en carreteras de una sola calzada. Se ha estimado que su uso en las carreteras de doble carril, con cruces a distintos niveles, permitió reducir entre 45% y 50% el número de muertos y heridos graves (68).

### **Amortiguadores de impacto**

Los amortiguadores de impacto resultan muy eficaces para reducir las consecuencias de un choque, ya que atenúan el impacto del vehículo antes de que este golpee contra objetos rígidos peligrosos situados a los costados del camino, tales como pilares de puentes, extremos de barreras, postes de alumbrado o soportes de señales. Evaluaciones realizadas en los Estados Unidos, mostraron que el emplazamiento de amortiguadores de impacto en los lugares peligrosos redujo los traumatismos mortales y las lesiones graves en 75% (66). En Birmingham, Inglaterra, su utilización logró reducir los choques causantes de traumatismos en 40%, y el número de colisiones mortales y graves de 67% a 14% en los sitios donde se instalaron (69).

### **Acciones correctivas en sitios de alto riesgo de colisiones**

La aplicación sistemática de medidas de bajo costo de ingeniería vial y del tránsito es un método muy rentable para crear pautas de uso de la vía pública más seguras y para corregir defectos de planeamiento y diseño causantes de colisiones. Las auditorías de seguridad vial y la evaluación de los

impactos ayudan a prevenir la repetición de tales fallas tanto al construir nuevos caminos como al modificar los existentes (12).

Esas intervenciones de bajo costo consisten en soluciones técnicas a las que se recurre específicamente para mejorar la seguridad del sistema vial. En términos ideales, deberían ser baratas, de rápida aplicación y muy rentables (véase el cuadro 4.2). Para ilustrarlas, cabe citar:

- las modificaciones físicas de un camino para hacerlo más seguro (por ejemplo, colocando superficies antiderrapantes);
- la instalación de refugios e isletas centrales;
- el mejoramiento del alumbrado, la señalización y las marcas;
- las modificaciones en el funcionamiento de las intersecciones, por ejemplo con la instalación de pequeñas rotondas, cambios en el control de señales o el mejoramiento de la señalización y las marcas.

Tales medidas se pueden aplicar:

- en los sitios de alto riesgo, por ejemplo, una determinada curva o intersección;
- a lo largo de un tramo de la carretera donde el riesgo es mayor que el promedio, aunque las intervenciones no se concentren forzosamente en sitios específicos;
- en todo un distrito.

La experiencia demuestra que un rendimiento elevado en relación con los costos exige tanto un

enfoque sistemático y multidisciplinario que permita identificar sitios críticos, poner en ejecución las medidas de bajo costo de ingeniería vial y del tránsito y evaluar sus resultados, como definir un marco organizacional eficiente (71).

## Ofrecer vehículos bien visibles, “inteligentes” y que aseguren protección antichoque a sus ocupantes

### Mejorar la visibilidad de los vehículos

#### Luces de circulación diurna en los automóviles

Las “luces de circulación diurna” designan el empleo de los faros (ya sea de propósitos múltiples o diseñados especialmente) de la parte delantera de un vehículo mientras este circula de día, a fin de que resulte más visible. En algunos países, tales como Austria, Canadá, Hungría, los países nórdicos y algunos estados norteamericanos, existen ya disposiciones legales que exigen distintos niveles de uso de las luces de circulación diurna (16). Esto puede implicar que los conductores tengan que hacer cambios de luces con sus faros delanteros o bien instalar dispositivos conmutadores para estos, o luces especiales.

Dos metanálisis de los efectos de las luces de circulación diurna en los automóviles muestran que esas disposiciones contribuyen sustancialmente a reducir las colisiones en la vía pública. El primer

CUADRO 4.2

#### Algunos ejemplos de medidas de seguridad vial de bajo costo en Noruega

Medida de seguridad	Costo promedio (en coronas noruegas)	Media anual del tránsito diario promedio <sup>a</sup>	Relación costo-beneficio
Puente peatonal o pasaje subterráneo	5 990 000	8 765	1:2,5
Transformación de una intersección de 3 vías en rotonda	5 790 000	9 094	1:1,6
Transformación de una intersección de 4 vías en rotonda	4 160 000	10 432	1:2,2
Remoción de obstáculos en los costados del camino	310 000	20 133	1:19,3
Mejoras menores diversas	5 640 000	3 269	1:1,5
Rieles de contención a los lados del camino	860 000	10 947	1:10,4
Barreras centrales separadoras	1 880 000	42 753	1:10,3
Señalización de curvas peligrosas	60 000	1 169	1:3,5
Alumbrado del camino	650 000	8 179	1:10,7
Mejoramiento de la marcación de cruces peatonales	390 000	10 484	1:14,0

<sup>a</sup> Suma de todos los vehículos motorizados que pasan por un punto en el camino en un año, dividido por 365; este valor excluye a los peatones y los ciclistas.

Fuente: reproducido de la referencia 70 (con cambios editoriales menores), con autorización del autor.

estudio, que examinó los choques ocurridos en horas del día que involucraban a más de una parte, mostró una disminución de aproximadamente 13% con el uso de las luces diurnas, y una reducción de entre 8% y 15% cuando se imponía su uso obligatorio (16). El número de peatones y ciclistas atropellados por automóviles se redujo en 15% y 10%, respectivamente. El segundo estudio reveló una reducción de poco más de 12% en los choques en horas del día que involucraban a más de una parte, y en ellos hubo 20% menos de heridos y 25% menos de víctimas mortales (72). Un estudio de datos recogidos durante cuatro años en nueve estados norteamericanos concluyó que, como término medio, los automóviles equipados con luces automáticas de circulación diurna se vieron involucrados en 3,2% menos colisiones múltiples que los vehículos que no las tenían (73). En Hungría, la obligatoriedad de circular con luces diurnas dio lugar a una disminución de 13% en el número de choques frontales en horas del día (74).

Un análisis de costos y beneficios de la instalación de conmutadores automáticos para las luces bajas delanteras estándares durante la circulación diurna mostró que los beneficios superaban a los costos por un factor de 4,4. La instalación de lámparas especiales de bajo consumo como luces diurnas aumentó 6,4 veces la relación costo–beneficio (75). Los usuarios de vehículos motorizados de dos ruedas han manifestado temor que el empleo de luces de circulación diurna por parte de los automóviles los haga menos visibles a ellos. Aunque no hay pruebas empíricas que confirmen ese temor, los investigadores han indicado que, si así fuera, el efecto estaría compensado porque los motociclistas verían mejor a los automóviles (22, 72). Los dos metanálisis antes mencionados comprobaron que el uso de las luces de circulación diurna en los automóviles redujo el número de peatones y ciclistas accidentados (16, 72).

### **Luces de freno en la parte superior de los automóviles**

Las luces de freno colocadas en la parte superior de los automóviles ya integran su equipamiento estándar en muchos países. Con ellas se ha conseguido

reducir entre 15% y 50% el número de colisiones traseras, con una relación costo–beneficio de 1:4,1 en Noruega y de 1:8,9 en los Estados Unidos (16).

### **Luces de circulación diurna en vehículos motorizados de dos ruedas**

En varios países, el uso de estas luces en los vehículos motorizados de dos ruedas ha reducido los choques relacionados con la visibilidad entre 10% y 15%. En un estudio llevado a cabo en 14 estados norteamericanos en los que rigen leyes que regulan el uso de las luces delanteras de las motocicletas, se observó una disminución de 13% en las colisiones mortales registradas en horas del día (76). En Singapur, un estudio realizado 14 meses después de la aprobación de una ley que exige a los motociclistas circular con las luces delanteras encendidas, reveló una reducción de 15% en los choques mortales diurnos (77). En Malasia, donde la obligación de usar luces en horas del día fue precedida por una campaña de información pública de dos meses, el número de choques relacionados con la visibilidad bajó 29% (78). En Europa, la tasa de choques de los motociclistas que usan las luces de circulación diurna es aproximadamente 10% inferior a la de los motociclistas que no las usan (22).

Una estimación de la relación costo–beneficio de la utilización de luces diurnas indica un resultado aproximado de 1:5,4 para los ciclomotores y de 1:7,2 para las motocicletas (16).

### **Mejorar la visibilidad de los vehículos no motorizados**

La intervención principal que pueden efectuar los peatones para protegerse consiste en llevar ropas que aumenten su visibilidad, especialmente en condiciones de escasa luz diurna y de oscuridad. En los países de ingresos altos, a menudo se requiere que los ciclistas instalen en sus bicicletas reflectores delanteros, traseros y en las ruedas, y luces que sean visibles a determinadas distancias. La calidad y el uso de las luces pueden mejorarse mediante sistemas que permitan su funcionamiento por separado, o que las integren al cuadro de la bicicleta (15).

Quienes han investigado el tema de la seguridad en los países de ingresos bajos sugieren diversos

medios para mejorar la visibilidad de los usuarios vulnerables de la vía pública. El uso de chalecos retrorreflectores, común en los países de ingresos altos, puede ser problemático por su costo y por la incomodidad de llevarlos puestos en climas cálidos. Para los usuarios de vehículos de dos ruedas de los países de ingresos bajos, se ha propuesto el diseño de un morral anaranjado o amarillo brillante que puede rápidamente transformarse en un conspicuo chaleco (79). También se ha sugerido promover el uso de los colores naranja y amarillo para las bicicletas, las ruedas y las partes traseras de los rickshaws [vehículos de dos ruedas tirado por una persona] y otros vehículos no motorizados (23).

En muchos países se exigen reflectores en las partes delantera y trasera de los vehículos no motorizados. Tales normas deberían extenderse, en los países de bajos ingresos, a todos los carros tirados por animales, a los trishaws [triciclos para dos pasajeros] y otras formas locales de transporte que representan actualmente un riesgo para la seguridad vial debido a que son muy poco visibles de noche. El uso de reflectores a los costados de los vehículos puede ser ventajoso en las intersecciones (23). No obstante, si bien todas estas ayudas a la visibilidad parecen tener un considerable potencial, se desconoce su real efectividad para aumentar la seguridad de los peatones y ciclistas, y es preciso efectuar estudios adicionales (80).

### Diseño de vehículos con protección antichoques

Mientras los intereses del mercado promueven la incorporación de nuevos elementos de seguridad en algunos modelos de automóviles en particular, el objetivo de la unificación de las normas de diseño reglamentarias es asegurar un nivel de seguridad aceptable y uniforme para todas las líneas de producción.

Diferentes autoridades definen las normas reglamentarias en los niveles nacional e internacional, entre ellos la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, en el orden internacional, hasta agrupaciones de carácter regional como la Unión Europea. La normalización a nivel regional o nacional, que tiene en cuenta las condiciones locales, es

usualmente más expeditiva que otros procedimientos similares en el ámbito internacional. Las prioridades nacionales de los países de ingresos altos se exponen habitualmente en los informes que presentan en las *International Technical Conferences on the Enhanced Safety of Vehicles* (Conferencias Internacionales sobre Mejora de la Seguridad de los Vehículos). También se han identificado las prioridades de algunos países de ingresos bajos y medios (23, 81–83).

Un estudio realizado en el Reino Unido llegó a la conclusión de que el perfeccionamiento de la protección contra impactos (llamada también “seguridad secundaria” o “seguridad pasiva”) de los vehículos, tanto para los ocupantes como para los peatones, tendría, entre todas las nuevas políticas en consideración, el efecto más significativo para reducir las muertes relacionadas con el tránsito en Gran Bretaña (véase el cuadro 4.3) (84). En análisis comparables efectuados en Nueva Zelanda se estimó que las mejoras que se están haciendo en la seguridad del parque automotor reducirían los costos sociales proyectados para 2010 casi en 16% (85).

El concepto de “desempeño en las colisiones” en el diseño vehicular está ahora bien claro y se lo ha incorporado al diseño actual de los automóviles en los países altamente motorizados. Su adopción a nivel mundial contribuiría sustancialmente a acrecentar la seguridad vial (82) (véase el recuadro 4.4).

### Partes delanteras más seguras para los peatones y ciclistas

La mayor parte de las muertes de peatones relacionadas con el tránsito han sido causadas por impactos en la parte delantera del vehículo. Por lo tanto, un medio clave para mejorar la seguridad de los peatones es diseñar automóviles con partes delanteras más seguras (26, 88, 89).

Hace tiempo que los ingenieros especialistas en colisiones saben cómo utilizar las técnicas de protección antichoques para disminuir el número de defunciones y de heridos graves entre los peatones golpeados por las partes delanteras de los vehículos (90–93). Desde fines de los años setenta, se realizaron estudios para determinar cómo influyen la forma, la rigidez y la velocidad de los automóviles en los traumatismos de peatones y ciclistas.

CUADRO 4.3

Efectos estimados de las nuevas políticas en la reducción de las víctimas graves y mortales de choques, en promedio para todos los tipos de vías públicas y para distintos usuarios en el Reino Unido (expresados como porcentajes de reducción de las víctimas)

Política	Ocupantes de automóviles	Peatones	Ciclistas	Motociclistas	Otros	Total de usuarios
Nuevos programas de ingeniería de seguridad vial	6,0	13,7	4,3	6,0	6,0	7,7
Vehículos con mejor resistencia a los impactos (seguridad pasiva)	10,0	15,0	—	—	—	8,6
Otras mejoras de seguridad de los vehículos	5,4	2,0	3,2	8,0	3,0	4,6
Cascos para motociclistas y ciclistas	—	—	6,0	7,0	—	1,4
Mejorar la seguridad en los caminos rurales de un solo carril	4,1	—	—	4,2	4,1	3,4
Reducir la participación de los conductores principiantes en choques	2,8	1,3	1,0	0,8	0,4	1,9
Medidas adicionales para proteger a peatones y ciclistas	—	6,0	4,0	—	—	1,2
Medidas adicionales para reducir la velocidad	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Medidas adicionales para proteger a los niños	—	6,9	0,6	—	—	1,7
Reducir la cantidad de víctimas de accidentes causados por el alcohol	1,9	0,4	0,2	0,8	0,5	1,2
Reducir la cantidad de colisiones durante los largos trayectos ligados al trabajo	2,1	0,9	1,2	1,9	1,9	1,9
Medidas adicionales para mejorar el comportamiento de los conductores	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Efecto combinado de todas las medidas	33	42	24	30	19	35

Fuente: reproducido de la referencia 84 (con cambios editoriales menores), con autorización del editor.

Aunque se ha insistido mucho en el peligro que supone la instalación de parachoques rígidos y de diseño agresivo del tipo bull-bars, las investigaciones muestran que, en realidad, las partes delanteras estándares de los automóviles representan, por un amplio margen, el mayor riesgo para peatones y ciclistas en un impacto frontal (93–95).

Por tal motivo, un organismo establecido por los gobiernos europeos, el *European Enhanced Vehicle-safety Committee*, EEVC (Comité Europeo para el Mejoramiento de la Seguridad en los Vehículos), ha elaborado requisitos de rendimiento y métodos de prueba. Entre 1988 y 1994, un grupo de trabajo del EEVC sobre la protección de peatones definió una serie completa de métodos de prueba para evaluar la parte delantera de los automóviles desde el punto de vista de la seguridad de los peatones (92), y estos métodos se mejoraron en 1998 (95). Las pruebas suponen una velocidad de impacto de 40 km/h y consisten en lo siguiente:

- una prueba de los parachoques para prevenir lesiones graves en la articulación de la rodilla y fracturas en las piernas;

- una prueba de la arista saliente del capó para prevenir fracturas de fémur y de cadera en los adultos así como traumatismos craneales en los niños;
- dos pruebas de la parte superior del capó para prevenir los traumatismos craneales que ponen la vida en peligro.

Se considera que la adopción de estas pruebas permitiría evitar cada año 20% de las defunciones y traumatismos graves entre los peatones y ciclistas en los países de la Unión Europea (87, 94, 96).

Desde 1997, el Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos (Euro-NCAP), utiliza una versión ligeramente modificada de estas pruebas, también adoptadas desde hace poco por el Programa Australiano de Evaluación de Automóviles Nuevos. De los numerosos automóviles nuevos probados hasta la fecha, solo se ha encontrado un modelo que ofrece protección razonable: aproximadamente 80% de la requerida por las pruebas mencionadas, con un costo adicional de fabricación estimado en 10 euros por unidad para los nuevos modelos (97). Los estudios llevados a cabo

**RECUADRO 4.4****Normas de seguridad de los vehículos**

La seguridad de los vehículos puede mejorar mediante modificaciones de ingeniería que ayuden al conductor a evitar un choque o, en caso de producirse, a evitar que las personas que se encuentran dentro o fuera de los automóviles resulten heridas. Las investigaciones indican que la protección antichoques en los vehículos constituye una estrategia muy eficaz para reducir las defunciones y los traumatismos graves causados por el tránsito. Un examen sobre la eficacia de las medidas para reducir el número de víctimas en el Reino Unido, entre 1980 y 1996, indicó que las mejoras en seguridad secundaria o en protección antichoques son las que aportaron la contribución más importante. A estas medidas correspondió alrededor de 15% de la reducción conseguida, en comparación con 11% debido a la prohibición de conducir bajo los efectos del alcohol y con 6,5% por intervenciones de ingeniería en materia de seguridad vial (84).

Otro examen, realizado por el *European Transport Safety Council* (Consejo Europeo de Seguridad en el Transporte), estimó que la aplicación de mejores normas de protección antichoques en Europa podría reducir las defunciones y las lesiones graves causadas por el tránsito hasta en 20% (86). Los análisis indican que si todos los automóviles estuvieran diseñados para ofrecer, en caso de impacto, una protección equivalente a la de los mejores modelos de la misma categoría, podría evitarse la mitad de las muertes y de los traumatismos incapacitantes (87).

En los países muy motorizados se tomaron importantes medidas durante los años noventa para proteger mejor a los ocupantes de automóviles. En la Unión Europea, se adoptaron varias directivas con respecto a las protecciones en caso de impacto frontal y lateral, y se difundió ampliamente la información sobre las pruebas de impacto realizadas por el Programa Europeo de Evaluación de Automóviles Nuevos (Euro-NCAP). Ya se han completado muchos de los trabajos de investigación y desarrollo necesarios para mejorar la seguridad de los ocupantes de vehículos en otros aspectos —por ejemplo, las alarmas recordatorias del uso de cinturones de seguridad—, ahora solo falta que se sancionen las disposiciones que pongan en vigencia sus resultados.

En el ámbito mundial, los usuarios más vulnerables de la vía pública seguirán siendo hasta el año 2020 la categoría predominante entre las víctimas del tránsito. Por lo tanto, la protección contra los impactos para quienes están fuera de los vehículos debe ser una prioridad en el diseño de los nuevos modelos.

por los organismos nacionales de investigación sobre la seguridad vial en Europa han revelado que los beneficios de adoptar las cuatro pruebas del EEVC son superiores a los costos (98).

Se espera que varios países adopten en breve una reglamentación en la materia, si bien su contenido es todavía tema de discusión en el plano internacional (87, 99). Los expertos creen que la adopción de las minuciosas pruebas del EEVC permitiría salvar muchas vidas (82, 93, 100): quizás hasta 2000 por año tan solo en la Unión Europea (87).

**Frentes de autobuses y camiones más seguros**

Para proteger a los usuarios vulnerables de la vía pública en los países de ingresos bajos, es una necesidad apremiante extender a las furgonetas, camionetas, camiones y autobuses la noción de interfaz externa protectora (82, 88, 101). En los países de ingresos bajos los autobuses y los camiones participan en mayor proporción de colisiones que en los países de ingresos altos (102). Hay investigaciones preliminares que indican que se podría reducir significativamente el número de traumatismos si se

modificaran la geometría y el diseño delantero de los camiones (102). Ya se ha establecido cuáles son las características geométricas críticas que influyen en la incidencia de lesiones y a las que los diseñadores de camiones deben seguir prestando atención (101). Dado el crecimiento de las megaciudades como Bangkok, Beijing, México, São Paulo, Shanghai y otras, resulta muy importante proteger a los usuarios vulnerables de la vía pública de traumatismos causados por la parte delantera de autobuses y camiones. En muchas de esas ciudades circulan vehículos de características singulares, como el tuk-tuk de Bangkok, el *becak* de Yakarta y los *trishaws* de la India. Estos vehículos no incorporan casi ningún concepto de protección antichoques, ni para los peatones ni para sus ocupantes. Tal situación representa, por ende, una buena oportunidad para transferir el conocimiento técnico adquirido por los diseñadores occidentales en materia de seguridad peatonal y vehicular (23).

### **Protección de los ocupantes del automóvil**

Los objetivos esenciales de la protección en caso de choques son:

- mantener, mediante un diseño apropiado, la integridad del compartimiento (o “habitáculo”) de los ocupantes;
- proporcionar protección contra elementos que podrían causar daños en el interior del automóvil;
- asegurar que los ocupantes del vehículo estén debidamente sujetos por sus cinturones o sillas protectoras;
- reducir la probabilidad de que resulte despedido del vehículo algún ocupante;
- prevenir las lesiones mutuas de los ocupantes (en un choque frontal, los ocupantes del asiento trasero que no estén bien sujetos pueden golpear contra los del asiento delantero que sí lo estén);
- mejorar la compatibilidad entre los vehículos de distinta masa (por ejemplo, entre un automóvil y un vehículo utilitario deportivo, un automóvil y otro, un automóvil y un autobús o camión, un automóvil y una bicicleta o cualquier vehículo motorizado de dos ruedas).

Las normas de protección antichoques se centran actualmente en el diseño estructural, el diseño e instalación de los cinturones de seguridad, los dispositivos de retención para niños, las bolsas autoinflables, las trabas antiestallido de puertas, los parabrisas de vidrio laminado, los asientos y los apoyacabezas. Todos los países deberían adoptar estas normas, que ofrecen un grado de protección mínimo pero elevado.

### **Protección en caso de impacto frontal y lateral.**

En los países de ingresos altos, la gran mayoría de los choques de automóviles corresponden a colisiones frontales dispares (en las que solo una parte del frente de un vehículo impacta contra el otro vehículo u objeto). En los Estados Unidos, por ejemplo, 79% de los traumatismos por colisiones frontales son resultado de ese tipo de choques (81). Para los ingenieros en seguridad que trabajan en la protección contra impactos frontales, se ha planteado recientemente como prioridad mejorar la estructura del automóvil de modo que pueda resistir el fuerte impacto de las colisiones frontales dispares, con poca, o ninguna, intrusión de objetos externos. Con esa finalidad, dejan espacio suficiente para que los cinturones de seguridad y las bolsas autoinflables puedan moderar el desplazamiento de los ocupantes con un mínimo riesgo de traumatismo en caso de colisión.

En la mayoría de los países de ingresos altos, hay reglamentaciones que exigen que los automóviles pasen pruebas de desempeño en situaciones de colisión frontal a todo lo ancho contra una barrera y de colisión dispar contra una barrera deformable. La primera se considera un método apropiado para probar los sistemas de retención de los ocupantes en caso de choque frontal. La segunda, contra una barrera deformable, ofrece una simulación más realista de lo que le sucede a la estructura de un automóvil en el caso de un choque frontal típico que causa lesiones. Por lo tanto, estas dos pruebas son importantes para garantizar la protección de los ocupantes de vehículos en caso de colisión (83, 103), y resultan apropiadas no solo para los tipos de vehículo a los que se aplican actualmente sino para muchos otros.

Los impactos laterales, si bien son menos frecuentes que las colisiones frontales, suelen causar lesiones más graves. En caso de impacto lateral es difícil impedir que los ocupantes del lado chocado resulten heridos al golpearse contra el interior del automóvil. Para mejorar la protección en este sentido, es necesario, entonces, atender el problema de la intrusión instalando rellenos protectores y bolsas autoinflables laterales. En los años noventa, en la mayoría de los países de ingresos altos se adoptaron reglamentaciones que exigen mejor protección en caso de impacto lateral. Luego de la experiencia y evaluación de esos requerimientos para la protección contra el impacto frontal y lateral en Europa, se han conocido varias mejoras (83, 104).

Como ya se mencionó, las pruebas minuciosas de colisiones —realizadas por diversos programas de evaluación de automóviles nuevos y por organismos de seguridad vial como el *Insurance Institute for Highway Safety* de los Estados Unidos, con el fin de informar mejor a los consumidores— son de vital importancia para alentar el diseño de automóviles que garanticen una buena protección en caso de choques frontales y laterales.

**Dispositivos de retención para los ocupantes.** La utilización de los cinturones de seguridad sigue siendo la forma más importante de retención para los ocupantes de vehículos. Las medidas tendientes a incrementar su utilización —reglamentaciones, información, controles y las alarmas acústicas inteligentes que advierten que no se están usando— son fundamentales para mejorar la seguridad de los ocupantes de un automóvil. Se ha comprobado que el cinturón de seguridad reduce el riesgo de traumatismo grave o mortal entre 40% y 65%. La instalación de puntos de anclaje y de cinturones de seguridad está prevista en diversas normas técnicas en todo el mundo y, en la mayoría de los países, esas normas son obligatorias para los automóviles. No obstante, hay pruebas incidentales de que, en los países de ingresos bajos, la mitad de los vehículos de motor, o quizá más, no están equipados con cinturones de seguridad operativos (17).

Como un medio adicional de protección, además de los cinturones de seguridad de tres puntos,

es cada vez más frecuente que los automóviles estén equipados con bolsas autoinflables. La instalación de estos dispositivos debería ser universal para proteger mejor a los pasajeros de un vehículo en caso de colisión. Si bien las bolsas autoinflables para el conductor y su acompañante en el asiento delantero no ofrecen protección para todos los tipos de impacto y no disminuyen el riesgo de que sean expulsados del vehículo (105), está probado que cuando se combinan con el uso del cinturón de seguridad reducen 68% del riesgo de muerte en las colisiones frontales (106). Se estima que la eficacia general de las bolsas autoinflables para reducir las defunciones en todos los tipos de choques oscila entre 8% y 14% (106–108). Junto con la instalación de bolsas autoinflables para los pasajeros, es preciso que se den instrucciones claras para evitar que en esos asientos se coloquen sillas para niños orientadas en sentido contrario a la marcha. También son necesarios los dispositivos que detectan automáticamente la presencia de sillas para niños y de ocupantes “fuera de su sitio”, y desactivan las bolsas en forma inmediata.

**Protección contra objetos que se encuentran a los costados del camino.** Las colisiones de los automóviles contra los árboles o postes situados a los costados del camino se caracterizan por la gravedad de los traumatismos que ocasionan. La legislación vigente solo requiere que se realicen pruebas de choques contra barreras que representan el impacto de un automóvil contra otro automóvil. Quizá ya sea tiempo de que esas pruebas se complementen con pruebas de colisión frontal y lateral de un automóvil contra los postes, como se hace en algunos programas de ensayo dirigidos a los consumidores. Se requiere una mejor coordinación entre el diseño de los automóviles y el de las barreras de seguridad (65, 109).

#### **Compatibilidad entre vehículos**

La compatibilidad entre vehículos en caso de choque depende de la combinación particular de tipos de automotores. En los Estados Unidos, por ejemplo, lo que más se necesita es conciliar la presencia de vehículos utilitarios deportivos y de carga liviana

con los automóviles de pasajeros. El organismo nacional de seguridad de tránsito de ese país (*National Highway Traffic Safety Administration*) ha hecho de la compatibilidad entre vehículos una de sus prioridades fundamentales y ha publicado sus iniciativas en la materia en un informe reciente (110). En Europa, los trabajos se han centrado en la compatibilidad entre los automóviles, para los choques frontales y frontolaterales, y se han formulado recomendaciones al respecto (83). En los países de ingresos bajos y medios, las cuestiones relativas a la compatibilidad entre los vehículos están más relacionadas con las colisiones entre automóviles y camiones, tanto en choques frontales como entre el frente de un automóvil y la parte trasera de un camión. La prioridad fundamental de estos países debe ser mejorar la geometría y la estructura de los camiones de manera que mitiguen el impacto que reciben los vehículos más pequeños, no solo los automóviles sino también las motocicletas y las bicicletas (82).

La estructura frontal de muchos de los modelos nuevos de automóviles puede absorber su propia energía cinética en un choque, lo cual impide que se produzcan intrusiones significativas en el compartimiento de los ocupantes del vehículo. Sin embargo, no hay actualmente reglamentaciones que exijan controlar, por medio de las pruebas de rendimiento, los grados relativos de rigidez de los frentes de los distintos modelos de automóviles. En consecuencia, cuando chocan dos automóviles de rigidez dispar, el más rígido aplasta al más débil (83).

### **Protecciones delanteras, posteriores y laterales en los camiones**

La colocación de protecciones en la parte frontal y trasera de los camiones ha demostrado ser un medio muy eficaz para prevenir que los automóviles se incrusten por debajo del camión (debido a la diferencia de altura entre el frente de los automóviles y los costados y el frente de los camiones). Del mismo modo, las protecciones laterales impiden que los ciclistas sean arrollados por los camiones. Se ha estimado que la colocación de las protecciones delanteras, posteriores y laterales que absorben energía puede reducir las defunciones en alrededor de 12% en los choques entre camiones y vehículos

más livianos (111). También se ha sugerido que los beneficios excederían los costos aun cuando el efecto de estas medidas sobre la seguridad no superase el 5% (56).

### **Diseño de los vehículos no motorizados**

Las investigaciones indican que ciertas modificaciones ergonómicas en el diseño de las bicicletas podrían mejorar su seguridad (23, 112). Las bicicletas presentan grandes diferencias en la resistencia de sus componentes y la fiabilidad de sus frenos y luces. En los Países Bajos, aproximadamente tres de cada cuatro colisiones que afectan a los pasajeros transportados en bicicletas suelen producirse al engancharse los pies en los rayos de la rueda, y 60% de las bicicletas no disponen de protección para esto (112).

### **Vehículos “inteligentes”**

Las nuevas tecnologías, a medida que van desarrollando sistemas más inteligentes para los vehículos, brindan nuevas posibilidades de mejorar la seguridad vial. Se comienza a equipar a los vehículos con tecnologías que podrían mejorar la seguridad vial en lo que atañe a la exposición a riesgos, la prevención de colisiones y la reducción de traumatismos, así como a la notificación automática del choque inmediatamente después de ocurrido (113).

La tecnología es la principal fuerza impulsora del desarrollo de los sistemas inteligentes. Esto significa que, en el caso de muchas de las características que se están promoviendo, se deben examinar sus consecuencias para la seguridad vial, así como la reacción de los usuarios y la aceptación pública. En general se reconoce que algunos dispositivos pueden distraer a los conductores o influir en su comportamiento, a menudo de manera no prevista por sus diseñadores (113, 114). Por estas y otras razones, se recomienda mucho no dejar enteramente en manos de las fuerzas del mercado el desarrollo y la aplicación de sistemas de transporte inteligentes (87, 113).

Se presentan a continuación algunos de los ejemplos de dispositivos de seguridad “inteligentes” más prometedores que ya están de alguna manera “en camino”.

### **Alarmas sonoras “inteligentes”, recordatorias del uso de los cinturones de seguridad**

Como ya se mencionó, la instalación y el uso de los cinturones de seguridad constituyen la forma más importante de retención de los ocupantes. Las medidas para incrementar su uso —reglamentaciones, información, aplicación de la ley y dispositivos acústicos para recordar que se deben utilizar— son fundamentales para mejorar la seguridad interior de los automóviles.

Los dispositivos recordatorios del uso del cinturón de seguridad son mecanismos visuales y acústicos inteligentes que detectan si se están usando los cinturones y que emiten señales de advertencia cada vez más insistentes hasta que sean ajustados (83). No bloquean la función de arranque. Las versiones más modernas de este tipo de dispositivos difieren mucho de los modelos antiguos que emitían un sonido de campanilla y una luz durante cuatro a ocho segundos y que probaron ser ineficaces para aumentar el uso de los cinturones de seguridad (115).

En Suecia, por ejemplo, 35% de los nuevos modelos de vehículos que se venden actualmente están equipados con estos mecanismos (116). Según estimaciones realizadas en ese país, si todos los automóviles tuvieran esos dispositivos el índice de utilización de los cinturones de seguridad a nivel nacional podría aumentar hasta alrededor de 97%, lo que haría disminuir un 20% el número de defunciones de los ocupantes (117).

Las investigaciones y pruebas sobre los usuarios realizadas en los Estados Unidos y en Suecia indican que los dispositivos sonoros recordatorios del uso del cinturón de seguridad constituyen un medio eficaz para aumentar su uso. Las investigaciones preliminares sobre el único sistema actualmente disponible en los Estados Unidos comprobaron un incremento de 7% en el uso de los cinturones de seguridad entre los conductores de automóviles equipados con ese sistema en comparación con los conductores de vehículos que no lo tenían (118). Además, una encuesta a conductores reveló que, de los dos tercios de los encuestados que activaban el sistema, 75% manifestaron que usaban el cinturón, y casi la mitad de todos los encuestados dijeron que lo usaban más que antes (119).

En un informe reciente de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos se insta a la industria automotriz a colocar en todos los nuevos vehículos utilitarios livianos, como parte del equipo estándar, un sistema más perfeccionado que recuerde a los ocupantes del asiento delantero que deben abrocharse el cinturón de seguridad, con una alarma acústica y un indicador visual que no sean fáciles de desactivar (120).

Según un análisis australiano, la relación costo-beneficio es de 1:5 para un dispositivo sencillo destinado solo al conductor (121). En los países de la Unión Europea, la instalación de alarmas recordatorias del uso del cinturón de seguridad en los nuevos vehículos mostró una relación costo-beneficio de 1:6 (75). Estos dispositivos ofrecen una opción poco costosa y eficaz para ayudar a que se respete la obligación de usar el cinturón de seguridad.

### **Regulación de la velocidad**

Como se mencionó en otras partes de este informe, existen diversos medios eficaces para reducir la velocidad de los vehículos, desde la fijación de límites de velocidad según la función de las distintas vías públicas y un mejor trazado vial, hasta el control policial efectivo del cumplimiento de esos límites, además del empleo de radares y cámaras con la misma finalidad. Los dispositivos de limitación de la velocidad incorporados al vehículo pueden contribuir en este proceso controlando la velocidad máxima del vehículo, y algunos de ellos pueden establecer límites variables (véase más abajo).

Las estadísticas de las aseguradoras muestran que los automóviles muy veloces —con motores de gran potencia, aceleración rápida y altas velocidades máximas— se ven involucrados en choques con mayor frecuencia que los automóviles más lentos (16). El aumento de las velocidades máximas en los últimos 30 a 40 años hace que sea cada vez más fácil conducir excesivamente rápido, y ello contrarresta los efectos de las medidas tendientes a mejorar la seguridad de los automóviles. En 1993, los diez modelos de automóvil más vendidos en Noruega permitían velocidades máximas dos veces superiores a los límites nacionales más altos permitidos (16).

La Regulación Inteligente de la Velocidad (RIV) es un dispositivo que se está desarrollando y que parece muy prometedor en términos de su efecto potencial sobre la incidencia de víctimas del tránsito. Con este dispositivo, el vehículo “reconoce” la velocidad máxima permitida o recomendada en la carretera por la que circula.

El modelo estándar, incorporado al tablero de control del vehículo, utiliza un mapa digital de caminos en el que se han codificado los límites de velocidad, combinado con un sistema de localización satelital. El nivel de intervención del dispositivo regulador de la velocidad del vehículo puede ser:

- consultivo: informa al conductor los límites de velocidad y cuándo se los está excediendo;
- voluntario: el sistema regulador está conectado a los dispositivos de control del vehículo pero el conductor puede cancelarlo en cualquier momento si así lo desea;
- obligatorio: el conductor no puede cancelar la regulación automática.

Se ha estimado que la reducción potencial del número de colisiones mortales para estos diferentes tipos de sistemas sería del orden de 18% a 25% para los sistemas consultivos, 19% a 32% para los sistemas voluntarios y 37% a 59% para los sistemas obligatorios (122). En teoría, la información relativa a los límites de velocidad puede ampliarse para incorporar las velocidades más bajas de ciertos puntos de la red vial y, en el futuro, podrá variar de acuerdo con las condiciones del momento de la red vial, por ejemplo las condiciones climáticas, la densidad de la circulación y los incidentes de tránsito ocurridos.

Algunas pruebas experimentales se han realizado o están en curso en Australia, Dinamarca, los Países Bajos, el Reino Unido y Suecia (113). La prueba de los sistemas de regulación de la velocidad más importante es, con mucha diferencia, la que se llevó a cabo en cuatro municipios de Suecia como parte del proyecto trienal de Regulación Inteligente de la Velocidad. Para esta prueba, se instalaron distintos tipos de reguladores inteligentes de la velocidad en alrededor de 5000 automóviles, autobuses y camiones. Si el conductor excedía el límite de velocidad, se activaban las señales sonoras y luminosas. La

prueba se realizó principalmente en las zonas urbanas con límites de velocidad de 50 km/h o 30 km/h, y los que participaban en el proyecto eran conductores de automóviles particulares y de transporte comercial. La Administración Nacional de Carreteras de Suecia (SNRA) notificó un nivel alto de aceptación de los sistemas por parte de los conductores en las zonas urbanizadas y sugirió que su empleo permitiría reducir entre 20% y 30% el número de heridos en esas zonas (109, 116).

### **Dispositivos bloqueadores del encendido por detección de alcohol**

Estos dispositivos han sido ideados para bloquear automáticamente el encendido si detectan que la alcoholemia del conductor supera el límite permitido por la legislación, para impedir que manejen los contraventores reincidentes. En principio, pueden instalarse en cualquier automóvil. Como elemento disuasivo, se pueden instalar en los automóviles de los conductores que han infringido repetidamente el límite legal de alcohol permitido, para que soplen en el dispositivo antes de encender el automóvil. Si la alcoholemia del conductor está por encima de cierto nivel, el auto no arrancará. Cuando esos dispositivos etilométricos se instalaron como parte de un programa integral de vigilancia, se logró reducir entre 40% y 95% el índice de reincidencias (123).

Alrededor de la mitad de las provincias y territorios del Canadá han adoptado programas que promueven el uso de los sistemas de bloqueo etilométrico del encendido, y en la mayoría de los estados norteamericanos ya existe legislación que autoriza la instalación de tales dispositivos. En algunos estados de Australia se están poniendo en práctica pequeños programas experimentales, aplicados al transporte público y al transporte comercial por carretera, y en la Unión Europea se está realizando un estudio de factibilidad (124). En Suecia, ya se han instalado bloqueadores del encendido en más de 1500 vehículos y, desde 2002, dos importantes fabricantes los ofrecen como parte del equipo estándar de los camiones para el mercado sueco (116).

Si los dispositivos bloqueadores por detección de alcohol solo se utilizan con los conductores

reincidentes en transgredir el límite legal de alcoholemia permitido, quizá su efecto sea cuantitativamente limitado. Sin embargo, un uso más generalizado en el futuro, que abarque al transporte público y comercial, podría ampliar su efecto potencial como instrumento de lucha contra el alcohol al volante.

### **Programas de estabilidad electrónica dentro de los vehículos**

Las condiciones meteorológicas pueden influir sobre el control de los vehículos y aumentar el riesgo de derrapes y colisiones debidos a la pérdida del control en carreteras mojadas o con hielo. Los programas de estabilidad electrónica, incorporados al sistema de seguridad del automóvil, pueden ayudar a mantener la estabilidad del automóvil en condiciones climatológicas adversas. Estos dispositivos ya se están ofreciendo en el mercado, pero son muy costosos. Una reciente evaluación sueca de los efectos de esta nueva tecnología —la primera de ese tipo— mostró resultados muy prometedores, especialmente en condiciones meteorológicas adversas, con reducciones de 32% y 38%, respectivamente, en los traumatismos causados por choques sobre hielo y nieve (125).

### **Vigencia de las principales normas de seguridad vial y formas de garantizar su cumplimiento**

Velar por el cumplimiento de las normas es parte integral de la seguridad vial. Como ya se ha mencionado, hay medidas de ingeniería vial que inducen a respetar las normas, así como tecnologías nuevas que influyen sobre el comportamiento de los usuarios de la vía pública. En esta sección se examinará el papel del control policial y el uso de las cámaras como forma de garantizar el cumplimiento de la legislación pertinente.

Un estudio exhaustivo sobre la aplicación de las leyes de tránsito señaló varias conclusiones importantes (126):

- Es esencial que los elementos de disuasión sean de peso para que la aplicación de las leyes del tránsito resulte efectiva.
- El grado de control debe ser elevado y sostenido en el tiempo para que se perciba que hay un alto riesgo de ser sorprendido en falta.
- Cuando se detiene a los infractores, las sanciones deben ser rápidas y eficaces.
- La aplicación de estrategias de control selectivas para detectar determinados comportamientos de riesgo y la selección de sitios específicos donde aplicarlas son, ambas, medidas que mejoran la efectividad de la aplicación de la ley.
- De todos los métodos de aplicación de la ley, los mecanismos automatizados —como las cámaras— son los más rentables en relación con los costos.
- La publicidad en apoyo a las medidas de aplicación de la ley incrementa su eficacia, pero la publicidad por sí sola afecta mínimamente al comportamiento de los usuarios de la vía pública.

Un estudio realizado en el Canadá mostró que la aplicación de las normas de tránsito ha reducido la frecuencia de colisiones con víctimas mortales en los países muy motorizados. Paralelamente, una aplicación insuficiente o incoherente de las normas podría contribuir a causar miles de defunciones al año en todo el mundo (127). Se ha estimado que si en los países de la Unión Europea se hicieran cumplir rigurosamente todas las estrategias rentables de aplicación de las normas de tránsito en vigencia, se podría prevenir hasta 50% de las muertes y traumatismos graves causados por el tránsito (128).

### **Vigencia y aplicación de los límites de velocidad**

Como ya se ha dicho, el establecimiento de los límites de velocidad está estrechamente ligado a la función y el diseño de la vía pública. Tanto las disposiciones físicas del trazado vial y del diseño vehicular como los controles policiales contribuyen a garantizar el cumplimiento de los límites de velocidad fijados y a que se elija una velocidad apropiada a las condiciones existentes. Numerosos estudios, así como la experiencia internacional, indican que el hecho de fijar límites de velocidad y

hacerlos cumplir es una estrategia eficaz para reducir la frecuencia y gravedad de las colisiones en la vía pública (16, 129). El cuadro 4.4 muestra algunos ejemplos de los efectos resultantes de cambios en los límites de velocidad. La fijación de límites de velocidad variables para un mismo tramo (diferentes límites de velocidad según los horarios) también ha demostrado ser un medio eficaz de gestión de la velocidad (128, 130).

### Control de la velocidad en los caminos rurales

Un metanálisis del control de la velocidad en los caminos rurales, ya sea mediante la instalación de radares u otros instrumentos que miden la velocidad media de un vehículo entre dos puntos fijos, o mediante la instalación de puestos de control —sitios donde policías uniformados o coches policiales detienen a los vehículos—, puso de manifiesto que las dos estrategias combinadas reducen los choques mortales en 14% y los choques con heridos en 6%. Los puestos de control por sí solos redujeron en 6% las defunciones y traumatismos causados por el tránsito (16).

Leggett describió una estrategia de baja intensidad y larga duración, para controlar el cumplimiento de los límites de velocidad en Tasmania, Australia, que consistió en estacionar sendos vehículos policiales, solos y bien visibles, en tres tramos de alto riesgo de un camino rural (131). Con la adopción de esta estrategia se consiguió mejorar el comportamiento de los conductores en materia de velocidad, pues se observó una significativa

reducción de 3,6 km/h en la velocidad media en general. Se notificó también una disminución de 58% en las colisiones graves con víctimas mortales o traumatismos que requirieron hospitalización. La relación costo–beneficio de ese programa de dos años fue de 1:4 (131).

### Cámaras que vigilan la velocidad

En muchos países se emplean ahora procedimientos automáticos de aplicación de la ley tales como el uso de cámaras que controlan la velocidad. La experiencia de distintos países de ingresos altos indica que las cámaras que registran una prueba fotográfica de la infracción, admisible ante los tribunales, son muy eficaces para hacer respetar los límites de velocidad (véase el cuadro 4.5). La utilización, muy divulgada, de la presencia de estos equipos en lugares donde los límites de velocidad generalmente no se respetan y donde el riesgo de choque es por consecuencia elevado, ha implicado una reducción sustancial del número de colisiones (113, 132, 134). La relación costo–beneficio de las cámaras detectoras de la velocidad oscila entre 1:3 y 1:27 (135, 136). En varios países —Finlandia, Noruega y el Reino Unido, entre otros— la aceptación social de estas cámaras es alta (113).

### Dispositivos limitadores de la velocidad en vehículos de carga pesados y de transporte público

También se puede controlar la velocidad por medio de “limitadores” o “reguladores” de la velocidad,

CUADRO 4.4

#### Ejemplos de los efectos de cambios en los límites de velocidad

Fecha	País	Tipo de camino	Cambio del límite de velocidad	Efecto del cambio sobre la velocidad	Efecto del cambio sobre el número de defunciones
1985	Suiza	Carreteras	de 130 km/h a 120 km/h	la velocidad media disminuyó 5 km/h	12% menos
1985	Suiza	Caminos rurales	de 100 km/h a 80 km/h	la velocidad media disminuyó 10 km/h	6% menos
1985	Dinamarca	Caminos en zonas urbanizadas	de 60 km/h a 50 de km/h	la velocidad media disminuyó 3-4 km/h	24% menos
1987	Estados Unidos	Carreteras interestatales	de 55 mi/h (88,5 km/h) a 65 mi/h (104,6 km/h)	la velocidad media aumentó 2-4 mi/h (3,2-6,4 km/h)	19%-34% más
1989	Suecia	Carreteras	de 110 km/h a 90 km/h	la velocidad media disminuyó 14,4 km/h	21% menos

Fuente: reproducido de la referencia 130, con autorización del editor.

que son dispositivos que se pueden instalar en un vehículo para limitar su velocidad máxima. Estos dispositivos ya se están usando en muchos países en los vehículos de carga pesada y en los autocares. Se ha calculado que los reguladores de velocidad en los vehículos de carga pesada podrían contribuir a una reducción de 2% en el número total de choques con traumatismos (137).

En las zonas rurales, convendría utilizar limitadores de velocidad en los autobuses, minibuses y camiones (46). Dada la alta participación de esos vehículos en choques que dan lugar a traumatismos en los países de ingresos bajos, sería importante que se exigiese su instalación en camiones y autobuses para mejorar la seguridad vial.

### Vigencia y aplicación de leyes sobre alcoholemia

A pesar de los progresos alcanzados en muchos países en cuanto a disuadir a los conductores de beber antes de ponerse al volante, el alcohol sigue siendo un factor común e importante en los choques en la

vía pública. Los estudios científicos y los programas de seguridad vial nacionales coinciden en que es necesario adoptar un paquete de medidas eficaces para reducir el número de colisiones relacionadas con el alcohol y los traumatismos resultantes.

### Límites de alcoholemia

El elemento básico de todo paquete de medidas destinado a reducir los daños ocasionados a los usuarios de la vía pública por los efectos del alcohol es fijar un límite legal de alcoholemia. En muchos países, se usa un límite del análisis del aliento a los fines del procesamiento judicial. Los límites de alcoholemia de carácter obligatorio constituyen un medio objetivo y sencillo para detectar la pérdida de facultades causada por el alcohol (138). Además, el nivel de alcoholemia les indica claramente a los conductores si se hallan en condiciones adecuadas para conducir. Actualmente se considera que el límite máximo de 0,05 g/dl para los conductores en general y de 0,02 g/dl para los conductores jóvenes y los motociclistas son los más indicados.

CUADRO 4.5

#### Beneficios de seguridad estimados de las cámaras detectoras de velocidad

País o región	Reducción de colisiones en distintos niveles de la red vial	Reducción de colisiones en sitios determinados
Australia	Reducción de 22% en el total de colisiones en Nueva Gales del Sur Reducción de 30% en el total de colisiones en las arterias urbanas de Victoria Reducción de 34% en las colisiones mortales en Queensland	
Nueva Zelanda		Reducción de 11% en las colisiones y de 20% en el número de víctimas en las pruebas realizadas con cámaras ocultas
República de Corea		Reducción de 28% en las colisiones y de 60% en el número de muertes en sitios de alto riesgo
Reino Unido		Reducción de 35% en las defunciones y traumatismos graves por colisiones y de 56% en el número de peatones muertos o con traumatismos graves en el sitio de la cámara
Europa (varios países)	Reducción de 50% en el total de colisiones	
Diversos países (metanálisis)	Reducción de 17% en colisiones causantes de traumatismos Reducción de 28% en el total de colisiones en las zonas urbanas Reducción de 4% en el total de colisiones en las zonas rurales	

Fuentes: referencias 16, 113, 132, 133.

### Límites de alcoholemia para los conductores en general

El riesgo de colisiones comienza a aumentar significativamente cuando el nivel de alcoholemia llega a 0,04 g/dl (139). Hay gran variedad entre los límites de alcoholemia de todo el mundo —oscilan entre 0,02 g/dl y 0,10 g/dl (véase el cuadro 4.6)—. El límite más corriente en los países de ingresos altos es de 0,05 g/dl; un límite legal de 0,10 g/dl triplica el riesgo de choque comparado con el riesgo correspondiente al límite de 0,05 g/dl, mientras que un límite de 0,08 g/dl lo duplica.

Los exámenes de la eficacia de los límites de alcoholemia cuando se los impone por primera vez muestran una disminución de las colisiones relacionadas con el alcohol, pero la magnitud de los efectos varía considerablemente. Cuando luego de un tiempo se bajan los límites, las investigaciones indican que ello por lo general está acompañado por una reducción adicional en los choques, lesiones y muertes vinculados con el alcohol (138).

La reducción de los límites de alcoholemia de 0,10 g/dl a 0,08 g/dl (como se hizo en algunos estados en los Estados Unidos) o de 0,08 g/dl a 0,05 g/dl (en Australia) o de 0,05 g/dl a 0,02 g/dl (en Suecia) resultó en un menor número de defunciones y traumatismos graves (143–145). En los Estados Unidos, un examen sistemático de las leyes de alcoholemia en 16 estados encontró que la reducción de 0,10 g/dl a 0,08 g/dl tuvo como resultado una disminución media de 7% en los accidentes automovilísticos mortales relacionados con el alcohol (145).

### Límites de alcoholemia más bajos para los conductores jóvenes o sin experiencia

Como ya se señaló en el capítulo anterior, el riesgo de colisiones para los adultos jóvenes sin experiencia comienza a aumentar sensiblemente a niveles

CUADRO 4.6

Límites de concentración de alcohol en la sangre (CAS) para conductores, por país o región

País o región	CAS (g/dl)	País o región	CAS (g/dl)
Alemania	0,05	Italia	0,05
Australia	0,05	Japón	0,00
Austria	0,05	Lesotho	0,08
Bélgica	0,05	Luxemburgo	0,05
Benin	0,08	Noruega	0,05
Botswana	0,08	Nueva Zelanda	0,08
Brasil	0,08	Países Bajos	0,05
Canadá	0,08	Portugal	0,05
Côte d'Ivoire	0,08	Reino Unido	0,08
Dinamarca	0,05	República Checa	0,05
España	0,05	República Unida de Tanzania	0,08
Estados Unidos <sup>a</sup>	0,10 ó 0,08	Sudáfrica	0,05
Estonia	0,02	Suecia	0,02
Federación de Rusia	0,02	Suiza	0,08
Finlandia	0,05	Swazilandia	0,08
Francia	0,05	Uganda	0,15
Grecia	0,05	Zambia	0,08
Hungría	0,05	Zimbabwe	0,08
Irlanda	0,08		

<sup>a</sup> Depende de la legislación del estado.

Fuentes: referencias 140–142.

de alcoholemia inferiores que los establecidos para los conductores mayores más experimentados.

Un examen de los estudios publicados halló que las leyes que establecen un límite de alcoholemia inferior —entre cero y 0,02 g/dl— para los conductores jóvenes o sin experiencia pueden determinar reducciones de choques de entre 4% y 24% (145). En los Estados Unidos, donde se aplica un límite de alcoholemia inferior para todos los conductores menores de 21 años, se ha calculado que la razón costo–beneficio de esa medida es de 1:11 (146). En otros países, los sistemas graduales de otorgamiento de permisos para conducir prevén límites legales de alcoholemia inferiores para las personas recién autorizadas a conducir y para los conductores principiantes que aún no alcanzaron una determinada edad.

### Leyes de edad mínima para el consumo de alcohol

Las leyes que estipulan una edad mínima para el consumo de alcohol prohíben la compra o consumo de bebidas alcohólicas por debajo de cierta edad. En los Estados Unidos, la edad mínima establecida para el consumo de alcohol en los 50 estados

es actualmente 21 años. Un examen sistemático de 14 estudios de diversos países que analizan los efectos del incremento de la edad mínima para el consumo de alcohol reveló una disminución media de 16% en las colisiones relacionadas con el alcohol en los grupos de edad correspondientes. Paralelamente, nueve estudios que examinaron los efectos de la disminución de la edad mínima para el consumo de alcohol, mostraron un aumento promedio de los choques relacionados con el alcohol de 10% en los grupos de edad correspondientes (145).

### **Disuasión de los infractores que conducen alcoholizados**

En la mayoría de los países, el grado de aplicación de las leyes que prohíben el alcohol al volante influye directamente sobre la incidencia de la conducción bajo los efectos del alcohol (147). El medio más eficaz para disuadir a las personas de que conduzcan si han bebido es aumentar su percepción del riesgo de verse sorprendidas en falta (148). Los instrumentos utilizados en pruebas de alcoholemia “con valor probatorio” (es decir, dispositivos etilométricos suficientemente precisos para que sus resultados se acepten como prueba ante un tribunal) permiten incrementar sensiblemente la detección de alcohol en el aliento. Aunque se los utiliza en la mayoría de los países de ingresos altos, su empleo no se ha generalizado en otros lugares, lo que limita enormemente la capacidad de muchos países de responder con eficacia al problema del alcohol al volante.

El efecto disuasivo de los dispositivos etilométricos depende en gran parte de las leyes que rigen su utilización (126). Las atribuciones de la policía varían de un país a otro, y entre ellas figuran las de:

- parar a los conductores con signos evidentes de disminución de facultades por ingestión de alcohol;
- parar a los conductores en los puestos de control de sobriedad y hacer la prueba únicamente a aquellos de quienes se sospecha que han bebido;
- parar al azar a los conductores y someter a todos ellos a las pruebas.

Se ha comprobado que los siguientes elementos son esenciales para que las operaciones de control policial resulten exitosas (128):

- Las pruebas deben aplicarse a una alta proporción de conductores (al menos a uno de cada diez al año y, si fuera posible, a uno de cada tres, como se hace en Finlandia). Esto solo será posible mediante la aplicación en gran escala de pruebas de alcoholemia aleatorias y pruebas etilométricas de valor probatorio.
- Los controles deben realizarse en lugares y momentos imprevisibles, y deben garantizar una amplia cobertura de toda la red vial, para que los conductores no puedan eludir los puestos de vigilancia.
- Las operaciones policiales deben ser muy visibles. Para reducir la probabilidad de reincidencia, a los conductores sorprendidos con alcoholemia superior a la permitida se les puede ofrecer como alternativa a las sanciones tradicionales que realicen un tratamiento de rehabilitación.

### **Análisis aleatorios del aliento y puestos de control de sobriedad**

En varios países, por ejemplo en Australia, Colombia, Francia, Nueva Zelandia, los Países Bajos, los países nórdicos y Sudáfrica, se llevan a cabo análisis aleatorios del aliento. La realización de estas pruebas, en forma sostenida e intensiva, es un medio sumamente eficaz para reducir los traumatismos relacionados con el alcohol. En Australia, por ejemplo, desde 1993 se logró reducir los índices de defunciones relacionadas con el alcohol en 36% en Nueva Gales del Sur (realizando pruebas a uno de cada tres conductores), 42% en Tasmania (con pruebas a tres de cada cuatro) y 40% en Victoria (uno de cada dos) (126).

Un examen internacional de la eficacia de las pruebas aleatorias del aliento y la instalación de puestos de control de sobriedad concluyó que ambas medidas reducen los choques relacionados con el alcohol en aproximadamente 20% (149). Los resultados parecen ser los mismos para los casos en que los puestos de control se utilicen en campañas

intensivas de corta duración o continuamente durante varios años.

Un estudio suizo reveló que la prueba aleatoria del aliento es una de las medidas de seguridad más económicas que se pueden emplear, con una relación costo–beneficio estimada en 1:19 (150). En Nueva Gales del Sur, Australia, la razón estimada costo–beneficio de las pruebas aleatorias del aliento es del orden de 1:1 a 1:56 (126, 151, 152). De manera análoga, los análisis económicos de los programas con puestos de control de sobriedad existentes en los Estados Unidos calcularon que los beneficios superaban entre 6 y 23 veces el costo original de estos programas (153, 154).

### **Campañas en los medios de difusión**

Ya está ampliamente aceptado que las leyes que prohíben conducir bajo la influencia del alcohol son más eficaces cuando van acompañadas de campañas de información dirigidas a que:

- las personas sean más conscientes del riesgo de ser sorprendidas en falta y arrestadas, y de las consecuencias que ello representa;
- se considere menos aceptable conducir después de haber consumido alcohol;
- se acepten más las diversas formas de control.

Por ejemplo, en Nueva Gales del Sur, Australia, el apoyo público a los análisis aleatorios del aliento se mantiene alto gracias a la información que difunden los medios de comunicación.

Un examen sistemático reciente demostró que las campañas mediáticas que se planifican y ejecutan escrupulosa y adecuadamente, que llegan a un público suficientemente amplio y que van acompañadas de otras actividades de prevención —como, por ejemplo, controles bien visibles— resultan eficaces para reducir la conducción bajo los efectos del alcohol y la frecuencia de las colisiones relacionadas con el alcohol (155). En Nueva Zelandia, una evaluación reciente del paquete de medidas del programa quinquenal de seguridad vial (*Supplementary Road Safety Package*) que combina una publicidad agresiva con medidas de control, señaló que esa doble estrategia permitió salvar entre 285 y 516 vidas durante esos cinco años (156).

### **Sanciones para los infractores que conducen alcoholizados**

En varios países (Australia, Canadá, Estados Unidos y Suecia, entre otros) se han dictado penas de prisión por infracción a las leyes que prohíben conducir bajo los efectos del alcohol. Según las investigaciones, sin embargo, la vigencia de esas penas, cuando no se acompaña de una aplicación efectiva de las sanciones, no ha bastado, en general, para disuadir a las personas de conducir bajo los efectos del alcohol o para reducir los índices de reincidencia (148, 157). Cuando los conductores confían en que la probabilidad de ser detectados y castigados es baja, el efecto disuasivo de la sanción, por más severa que sea, será probablemente pequeño. En todo caso, probablemente por la rapidez de la sanción y la certeza de que será aplicada, más eficaz parece ser la inhabilitación del conductor si el análisis de su aliento resulta positivo o si se niega a realizar la prueba (157).

### **Intervenciones para infractores de alto riesgo**

Los “infractores de alto riesgo” suelen definirse como los que presentan una alcoholemia superior a 0,15 g/dl. En muchos países industrializados se ofrecen cursos de rehabilitación para esta clase de infractores, aunque el contenido de los cursos es muy variado. Los estudios que han seguido a los participantes en los cursos de rehabilitación han mostrado que la participación reduce el índice de reincidencia cuando las personas están motivadas para afrontar sus problemas (158, 159).

### **Fármacos y drogas de uso recreativo**

Los requisitos legales para que la policía pueda efectuar pruebas para detectar drogas varían según las jurisdicciones. En muchos países, se permite realizar análisis de sangre o de orina para determinar si un conductor está en condiciones de tomar el volante después de haber consumido determinados fármacos. La relación entre el consumo de drogas y fármacos y la participación en colisiones aún no resulta clara. Sin embargo, se están llevando a cabo una considerable cantidad de investigaciones para comprender mejor este tema. Todavía no se han definido

estrategias de control que desalienten la conducción cuando se está bajo la influencia de drogas o fármacos. También en este campo se están realizando investigaciones con el fin de encontrar métodos eficaces y económicos para ayudar a aplicar las leyes sobre la conducción bajo los efectos de fármacos.

### Horas de trabajo de los conductores del transporte comercial y público

En el capítulo anterior se trataron los riesgos asociados con la fatiga acumulada como resultado de la falta de sueño, el trabajo nocturno y las guardias o turnos prolongados. La investigación indica que la fatiga es especialmente frecuente entre los conductores de camiones de larga distancia (160) y que es un factor presente en 20% a 30% de los choques en los que se ven envueltos vehículos de transporte comercial en Europa y los Estados Unidos (161, 162). Un estudio reciente sobre la fatiga entre conductores del transporte comercial en Australia comprobó que de 10% a 50% de los camioneros por lo regular manejan con signos de cansancio. Según datos recogidos de los propios conductores, el uso de pastillas para mantenerse despiertos en el transporte de larga distancia varía entre 5% y 46% (163).

Hay fuerzas económicas y sociales poderosas que influyen sobre la pauta de trabajo habitual de los conductores de vehículos comerciales. En muchos lugares es común que por razones comerciales se descuiden los aspectos de seguridad (161, 164–166). En los Estados Unidos, sin embargo, se estima que 60% del total de los costos de las colisiones de camiones comerciales recae sobre la sociedad y no sobre las empresas de transporte (167).

La cantidad de horas de trabajo —que con frecuencia determina el tiempo transcurrido desde el último período significativo de sueño— es más importante para la fatiga del conductor que el tiempo real de conducción. Las exigencias de horario que no toman en cuenta el momento del día o de la noche en que les toca manejar a los conductores, obligándolos a trabajar en turnos cambiantes, pueden traducirse en una mayor privación de sueño y dificultarles el ajuste de sus ritmos circadianos (161).

Las únicas categorías de vehículos regidas por leyes laborales específicas son los autobuses, los autocares y el transporte comercial. No obstante, se reconoce cada vez más que las horas de trabajo y de conducción se deben regular con una perspectiva más amplia. Es preciso que los conductores y los empresarios del transporte, por ejemplo, estén capacitados e informados sobre cómo encarar el problema de la fatiga. En Europa, en particular, las leyes relativas a las horas de trabajo y de conducción y su aplicación, en los últimos 30 años, aún no satisfacen los criterios de seguridad que exigen los estudios en la materia (161). Los expertos en seguridad sostienen que las pautas de fijación de los horarios de conducción y de trabajo deben tomar más en cuenta las pruebas científicas sobre la fatiga y el riesgo de colisiones y, en particular, lo siguiente:

- **Descanso diario y semanal.** El riesgo de verse implicado en un choque se duplica después de 11 horas de trabajo (168). Se debe prever tiempo suficiente e instalaciones adecuadas que permitan al conductor hacer pausas para comer, tomar su descanso diario y recuperarse. Cuando el conductor no pueda hacer un descanso en los momentos del día que sean fisiológicamente apropiados, se le deberán otorgar períodos de reposo semanales, o incluso más frecuentes, que le permitan una cabal recuperación.
- **Trabajo nocturno.** El riesgo de choques relacionados con la fatiga es 10 veces mayor de noche que durante el día (161). El número de horas de trabajo permitidas durante los períodos de baja actividad circadiana debe ser sensiblemente menor que el de las autorizadas durante el día.
- **Horas de trabajo y de conducción.** Las horas de trabajo y de conducción deben regularse en forma coordinada a fin de asegurarse de que las horas de conducción permitidas no conduzcan inevitablemente a jornadas de trabajo demasiado largas que duplican el riesgo de colisiones.

Algunas de las nuevas tecnologías de la industria automotriz —tales como los dispositivos de

vigilancia del conductor integrados al vehículo— permitirán eventualmente detectar la fatiga y el exceso de horas de trabajo. Las normas de diseño vial deben incorporar ya todo lo que se sabe en la actualidad sobre las causas y características de las colisiones debidas al cansancio y la disminución de la atención; además se necesita seguir investigando para definir mejores normas de diseño vial que ayuden a prevenir ese tipo de colisiones (163). Estos progresos tecnológicos pueden ciertamente ayudar, pero ninguno de ellos puede sustituir la implantación de un régimen adecuado que regule y controle en forma rigurosa las horas de trabajo de los conductores.

### Cámaras en los semáforos

Los choques en los cruces de calles figuran entre los que más traumatismos ocasionan. Además de las mejoras del diseño y trazado de las intersecciones, y de la conversión de cruces señalizados en rotondas —allí donde resulte apropiado hacerla—, se ha comprobado que la instalación de cámaras es una medida eficaz en relación con el costo, para reducir las colisiones en los cruces con semáforos. Estas cámaras, colocadas en los semáforos, fotografían los vehículos circulantes y detectan así a los que cruzan con luz roja. La instalación de estas cámaras en Australia, a fines del decenio de 1980, disminuyó el total de colisiones en los sitios donde se ubicaron en 7%, y los impactos frontolaterales en 32% (169). En los Estados Unidos, después de la instalación de cámaras en algunos lugares de Oxnard, California, el número de colisiones con resultado de traumatismo se redujo 29% y el de impactos frontolaterales 68%. Los impactos en la parte posterior de los vehículos no aumentaron (170). Un metanálisis de los estudios de la eficacia de las cámaras en los semáforos indica que su instalación está asociada a una reducción de 12% en la cantidad de colisiones que causaron traumatismos (16). Un análisis de costo–beneficio de la instalación de estas cámaras en el Reino Unido mostró que el rendimiento era casi dos veces superior a la inversión después de un año, y 12 veces superior después de cinco años (171).

## Obligación de usar cinturones de seguridad y sillas infantiles

### Cinturones de seguridad

El nivel del uso de cinturones de seguridad depende de:

- la vigencia de leyes que obliguen a usarlos;
- el grado de rigor con que se aplica la ley y las campañas de información pública que la acompañan;
- los incentivos que se ofrecen para promover su uso.

Las curvas que muestra la figura 4.1 se basan en 30 años de experiencia relativa al uso del cinturón de seguridad en Finlandia. Se ve en la figura que si la legislación que establece la obligatoriedad de uso no va acompañada de sanciones, publicidad, ni control riguroso, solo tiene efecto temporario sobre las tasas de utilización.

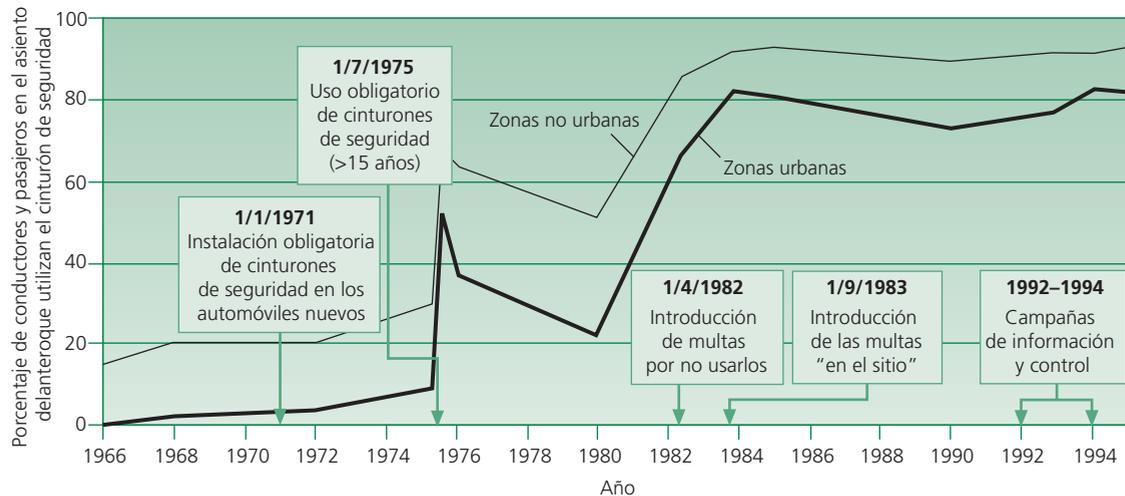
### Leyes que exigen el uso del cinturón de seguridad

El uso obligatorio del cinturón de seguridad, uno de los mayores éxitos en materia de prevención de los traumatismos causados por el tránsito, ha salvado muchas vidas. Los dispositivos de retención para los ocupantes de vehículos comenzaron a instalarse en los automóviles a fines del decenio de 1960, y la primera ley que estableció la obligatoriedad de su uso se sancionó en Victoria, Australia, en 1971. A finales de ese año, el número anual de ocupantes de automóviles que perdieron la vida en colisiones había descendido 18%, y en 1975, 26% (173). Siguiendo el ejemplo de Victoria, muchos países adoptaron leyes sobre el uso del cinturón gracias a las cuales se salvaron cientos de miles de vidas en todo el mundo.

En Europa, los cinturones de seguridad estuvieron disponibles en el mercado 20 años antes de que se impusiera su uso por ley, en general con resultados sorprendentes. En el Reino Unido, por ejemplo, el uso de cinturones de seguridad en el asiento delantero pasó de 37%, antes de la introducción de la ley, a 95% poco tiempo después, acompañado de una disminución de los traumatismos que requirieron hospitalización de 35% (174,

FIGURA 4.1

Utilización de cinturones de seguridad por los conductores de automóviles y los pasajeros que viajan en el asiento delantero, en zonas urbanas y no urbanas de Finlandia, 1966–1995



Fuente: referencia 172.

175). Las grandes variaciones que existen en cuanto al uso del cinturón de seguridad en los países de la Unión Europea indican que se podrían salvar aún muchas vidas (7000 defunciones menos al año) si se lograra incrementar el índice de utilización hasta igualar el más alto mundo. En 1999, los índices más elevados medidos en los países de ingresos altos oscilaron entre 90% y 99% para los ocupantes del asiento delantero, y entre 80% y 89% para los del asiento trasero (128). Las leyes sobre el uso del cinturón de seguridad no son aún generales en los países de ingresos bajos, y su adopción será cada vez más importante a medida que aumenten los niveles de tránsito.

Se ha estimado que la relación costo–beneficio de la obligación de usar los cinturones de seguridad está entre 1:3 y 1:8 (16).

### Aplicación de la ley y publicidad

Según las investigaciones, el control primario —por el cual se puede detener a un conductor solo por no llevar puesto el cinturón de seguridad— es más eficaz que el control secundario —que permite detener a un conductor solo cuando ha cometido otra infracción (176, 177)—. El control primario puede

aumentar el uso del cinturón de seguridad, aun cuando el nivel de utilización sea ya alto (178).

Muchos estudios, tanto nacionales como locales, muestran que la aplicación de la ley aumenta el uso del cinturón de seguridad bajo ciertas condiciones. Debe ser selectiva y muy visible, debe tener amplia difusión, realizarse durante un período suficientemente largo y repetirse varias veces en un año (179–183). En Francia, en algunas partes de los Países Bajos y en varios estados de los Estados Unidos se han puesto en marcha programas de aplicación selectiva de las normas de tránsito y otros similares. En general, se encontró que, pasado un año de su aplicación, el índice de utilización se había incrementado entre 10% y 15% por encima de los niveles previos (184). La relación costo–beneficio estimada de tales programas está en el orden de 1:3 o más (172).

Los programas de aplicación selectiva de las leyes de tránsito llevados a cabo en algunas provincias canadienses lograron promover el uso del cinturón de seguridad y, por ende, aumentaron las tasas de utilización. Si bien estos programas difieren en sus detalles de una provincia a otra, sus elementos básicos son en general similares y consisten en:

- reuniones informativas para instruir a las fuerzas policiales sobre el uso del cinturón y su importancia;
- después de esta campaña, un período de una a cuatro semanas de aplicación intensiva de las normas por parte de la policía, multas incluidas, y la repetición de la operación varias veces al año;
- amplia difusión y publicidad;
- brindar apoyo a las campañas sobre la aplicación de las leyes de tránsito en los medios y comentarios regulares destinados al público y a la policía acerca de los progresos registrados.

En la provincia de Saskatchewan, el programa se ha repetido todos los años desde 1988. En 1987, cuando aún no se había puesto en práctica, 72% de los conductores y 67% de los pasajeros del asiento delantero usaban el cinturón de seguridad. La figura 4.2 muestra el aumento gradual del índice de utilización, que alcanzó tasas superiores a 90% por parte de los conductores y de los ocupantes del asiento delantero desde el lanzamiento del programa hasta 1994 (185, 186).

Los motivos por los que este tipo de programa ha tenido tanto éxito son, entre otros, los siguientes (186):

- El programa se considera como una medida de seguridad, más que de aplicación de la ley, gracias a la información transmitida al público previamente a su inicio.
- La amplia cobertura mediática y la visibilidad de los operativos policiales hicieron que aumentara la percepción del riesgo de ser sorprendido en falta.
- Las medidas de estímulo (véase más adelante) reforzaron el mensaje relativo a la seguridad y los resultados, e incluso dieron mayor visibilidad a la policía.
- La información sobre los progresos registrados motivó tanto al público como a la policía.
- El programa es más que la suma de sus distintos componentes, pues estos se potencian mutuamente.

En la República de Corea, en la segunda mitad de 2000, el Gobierno se impuso la meta de aumentar el uso del cinturón de seguridad de 23% a 80% para 2006. Hacia agosto de 2001, las esfuerzos en tal sentido, que incluyeron campañas de difusión, medidas de aplicación de la ley y un aumento de 100% en las multas a los infractores, hicieron que dicho uso aumentara espectacularmente de 23% a 98%, índice que se mantuvo en 2002 (133).

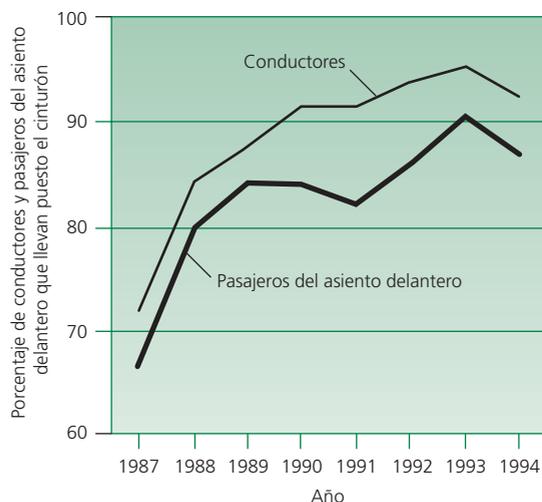
En Tailandia, seis meses después de que entraran en vigor las disposiciones sobre el uso del cinturón de seguridad, un estudio en cuatro ciudades reveló que la proporción de los conductores que lo usaban en realidad había disminuido. La razón no está muy clara, pero es probable que haya estado vinculada a los problemas con los continuos controles policiales (187).

### Programas de incentivos

En varios países se han instrumentado programas de incentivos a fin de reforzar el control policial del uso del cinturón de seguridad. Tales programas consisten en un monitoreo de la utilización del cinturón de seguridad y el sorteo de premios entre quienes cumplen con las disposiciones vigentes al respecto. Las recompensas van desde un vale de comida o un billete de la lotería hasta premios más importantes, tales como aparatos de vídeo o vacaciones gratuitas (188). En general, estos programas

FIGURA 4.2

Uso de cinturones de seguridad por los conductores de automóviles y pasajeros del asiento delantero en Saskatchewan, Canadá, 1987-1994



Fuente: referencia 185.

parecen muy eficaces y gozan de amplia aceptación. Un metanálisis de 34 estudios, que examinó los efectos de los incentivos sobre la utilización del cinturón de seguridad, encontró que la magnitud del efecto estaba relacionada con ciertas variables, tales como la población objetivo, la tasa de uso del cinturón previamente observada y la perspectiva de recompensas inmediatas (184).

### **Dispositivos de retención para niños**

En el capítulo anterior ya se hizo referencia a la gran eficacia de los dispositivos de retención para niños en la disminución del número de traumatismos graves y mortales causados por el tránsito. Para que la protección sea adecuada, se requiere que el tipo de retención corresponda a la edad y al peso del niño. Existen varios modelos que cumplen con las normas internacionales, por ejemplo (189):

- Sillas de seguridad infantiles para colocar en sentido contrario a la marcha: para lactantes de hasta 10 kg (del nacimiento a los 6–9 meses), o para lactantes de hasta 13 kg (del nacimiento hasta los 12–15 meses).
- Sillas de seguridad para colocar en el sentido de la marcha: para niños pequeños de 9 kg a 18 kg (9 meses a 4 años aproximadamente).
- Asientos elevadores: para niños de entre 15 kg y 25 kg (4 a 6 años aproximadamente).
- Cojines elevadores: para niños de entre 22 kg y 36 kg (6 a 11 años aproximadamente).

Entre las intervenciones que han demostrado ser eficaces para aumentar el uso de los dispositivos de retención para niños figuran las siguientes (172, 190):

- las leyes que obligan a usarlos;
- la información pública y el refuerzo de las campañas de aplicación de las leyes;
- los programas de incentivo y de educación en apoyo a las medidas en cuestión;
- los sistemas de préstamo de dispositivos de retención para niños.

En América del Norte, se recomienda a los niños menores de 12 años sentarse en la parte de atrás del vehículo, mientras que en Europa se está difundiendo la costumbre de colocar las sillas infantiles orientadas hacia atrás en el asiento delantero. Como

se mencionó en el capítulo anterior, si bien los estudios indican que las sillas que se colocan en sentido contrario a la marcha ofrecen mayor protección que las orientadas hacia adelante, es riesgoso colocar las primeras en el asiento delantero directamente frente a la bolsa autoinflable del pasajero. Debería haber instrucciones claras que adviertan que no deben colocarse las sillas allí. Existen dispositivos que detectan automáticamente la presencia de sillas infantiles o de pasajeros fuera de su sitio en el asiento delantero, que desactivan la bolsa autoinflable del pasajero.

En los países de ingresos bajos, el costo y la disponibilidad de los mecanismos de retención para niños son factores importantes.

### **Leyes que exigen el uso de sillas para niños**

Un examen de estudios sobre la incidencia de las leyes que exigen el uso de sillas de retención para niños en los Estados Unidos concluyó que lograron una reducción media de 35% en los traumatismos mortales y de 17% en todos los traumatismos, así como un aumento de 13% en la utilización de sillas para niños (190, 191).

Si bien la mayoría de los automóviles en los países de ingresos altos están equipados con sistemas de retención para adultos, el uso de dispositivos de retención para niños depende de la información que tengan sus padres o tutores sobre el diseño, la disponibilidad y la forma correcta de colocarlos. Una cuestión adicional es el hecho de que las sillas para niños que corresponden a una determinada edad, solo pueden utilizarse durante un lapso limitado, y el costo puede disuadir a los padres de reemplazarlas.

Como ya se ha mencionado, el uso incorrecto y la colocación inadecuada de los dispositivos de retención para niños disminuyen significativamente sus posibles beneficios en cuanto a la seguridad. La normalización de los puntos de anclaje en los automóviles podría ayudar a resolver muchos de estos problemas. Ya hace muchos años que se discuten distintas propuestas para adoptar una norma internacional, pero aún no se ha llegado a un acuerdo.

Cuando no se dispone de este tipo de sillas, es importante que se haga entender a los adultos que no

deben llevar a los niños en el regazo. Las fuerzas en caso de colisión son tales, que todo lo que puedan hacer los adultos para proteger al niño difícilmente impedirá que este resulte herido si no viaja bien sujeto con los medios de retención apropiados (192).

### **Programas de préstamo de sillas de seguridad infantiles**

Los programas de préstamo de sillas de seguridad para niños son muy comunes en los países de ingresos altos. En el marco de estos programas, los padres pueden tomar en préstamo, por un precio módico o gratuitamente, una de estas sillas en la misma maternidad donde ha nacido el niño. Otro aspecto interesante de esos programas es su valor educativo, ya que ofrecen la oportunidad de asesorar a los padres sobre la ventaja de las sillas de seguridad infantiles y la forma de utilizarlas. Influyen considerablemente en el índice de uso y en la elección apropiada de las sillas de acuerdo con la edad (191, 193).

### **Hacer obligatorio el uso del casco y velar por la aplicación de esta norma**

#### **Cascos para ciclistas**

Como ya se mencionó, se ha demostrado que el uso de cascos para bicicleta reduce el riesgo de traumatismos craneoencefálicos entre 63% y 88% (194–196). Igual que en el caso de otros equipos de seguridad, para aumentar el uso de cascos entre los ciclistas se pueden aplicar diversas estrategias. Las normas que se emplean en todo el mundo en lo que atañe a la utilización de estos cascos son muy variadas. Aunque todavía está en discusión si el uso del casco debe ser obligatorio —por temor a que tal medida podría desalentar el uso de la bicicleta, que por otro lado es un buen ejercicio para la salud—, no hay duda alguna respecto de su eficacia para la seguridad vial (195) (véase el recuadro 4.5). En general, el uso de cascos para bicicleta es bajo en todo el mundo.

Un metanálisis de estudios ha mostrado que el uso obligatorio del casco redujo el número de traumatismos craneales entre los ciclistas en un 25% aproximadamente (16). En 1990, después de 10 años de campañas de promoción del casco para

bicicleta, se sancionó en el estado de Victoria, Australia, la primera ley en el mundo que obligaba a los ciclistas a usarlo. Como consecuencia de ello, el porcentaje de utilización de cascos, de 31% inmediatamente antes de la aplicación de la ley, pasó a 75% un año después, y la medida se asoció a una reducción de 51% en el número de víctimas de choques que fueron hospitalizadas con traumatismos craneales o que fallecieron por esta causa. La utilización del casco por los ciclistas aumentó sensiblemente en todos los grupos de edad, pero las tasas fueron más bajas entre los adolescentes (205). En Nueva Zelandia, las leyes que exigen el uso obligatorio del casco para ciclistas implantadas en 1994, también aumentaron considerablemente su utilización y redujeron el número de traumatismos craneales entre 24% y 32% en el caso de colisiones entre vehículos no motorizados y en 19% en el caso de choques con vehículos motorizados (203). Actualmente, el índice de utilización en Nueva Zelandia es de alrededor de 90% en todos los grupos de edad (206).

Junto con la legislación, los programas organizados en escala comunitaria que promueven el uso del casco mediante distintas estrategias educativas y publicitarias, han mostrado ser eficaces para aumentar el uso de cascos en los Estados Unidos (207). Así, en el estado de Florida es obligatorio por ley que todos los ciclistas menores de 16 años lleven casco; esta ley, que se acompañó de estrategias de apoyo tales como programas en las escuelas sobre la seguridad del transporte en bicicleta y la distribución de cascos gratuitos a las personas más pobres, logró reducir el índice de traumatismos relacionados con la bicicleta de 73,3 a 41,8 por 100 000 habitantes (208). En el Canadá, las tasas de uso del casco subieron rápidamente luego de la entrada en vigor de leyes que hicieron obligatorio su uso para los ciclistas, y luego se mantuvieron durante los dos años siguientes gracias a las campañas educativas regulares y a la aplicación de la ley por parte de la policía (198).

La relación costo–beneficio en lo que atañe al uso de cascos para bicicleta se ha estimado en alrededor de 1:6,2 para los niños, 1:3,3 para los adultos jóvenes y 1:2,7 para los adultos (16).

**RECUADRO 4.5****Cascos para ciclistas**

La incidencia de los traumatismos relacionados con la bicicleta varía entre los diferentes países. Esto se debe, en parte, a factores tales como el diseño vial, la composición del tránsito, el clima y las actitudes culturales (197). Más de tres cuartas partes de las heridas mortales sufridas por los ciclistas son traumatismos craneales (198). Entre los niños, los accidentes de bicicleta son la principal causa de esos traumatismos (199).

Actualmente, hay pruebas suficientes de que los cascos para ciclistas son eficaces para reducir las heridas en la cabeza. Los primeros estudios de carácter demográfico revelaron que los cascos reducían el riesgo de este tipo de traumatismo en alrededor de 85% (200). Estudios más recientes corroboran ese resultado y estiman que el casco asegura una protección que varía de 47% a 88% (195, 201).

Para promover el uso de los cascos para ciclistas, muchos países han sancionado leyes que lo hacen obligatorio. Durante la década de 1990, Australia, Canadá, Estados Unidos y Nueva Zelandia adoptaron leyes en tal sentido. Desde entonces, han seguido su ejemplo España, Finlandia, Islandia y la República Checa. En la mayoría de los casos, las leyes están dirigidas a los niños y a los jóvenes menores de 18 años; solo en Australia y Nueva Zelandia la legislación se aplica a los ciclistas de todas las edades (197).

Las evaluaciones de las leyes que obligan a usar el casco para bicicleta son alentadoras. En el Canadá, por ejemplo, en las provincias que adoptaron esas leyes los traumatismos craneales relacionados con la bicicleta disminuyeron 45% (202). En Nueva Zelandia, se ha estimado que los traumatismos craneales entre ciclistas se redujeron 19% en los tres primeros años posteriores a la sanción de las leyes que imponen el uso del casco (203).

Quienes se oponen a las leyes relativas al uso obligatorio del casco para bicicleta alegan que esta medida incita a los ciclistas a correr mayores riesgos y, por consiguiente, los expone aún más al riesgo de lesiones. Hasta la fecha, no hay pruebas empíricas que sustenten este argumento. Otros sostienen que estas leyes en realidad reducen el número de ciclistas, y que ese es el motivo de que haya menos traumatismos craneales. Pruebas más recientes, sin embargo, indican lo contrario: el número de niños ciclistas en el Canadá en realidad aumentó en los tres años siguientes a la adopción de las leyes relativas al uso obligatorio del casco (204).

Hay pruebas inequívocas de que los cascos para bicicleta reducen tanto la incidencia como la gravedad de los traumatismos craneoencefálicos y de las heridas en la parte superior de la cara. La obligatoriedad del uso de cascos, junto con el mejoramiento del entorno vial que aumenta la seguridad de los ciclistas, constituye por consiguiente una estrategia eficaz para reducir los traumatismos relacionados con la bicicleta.

**Cascos para motociclistas**

Diversas estrategias permiten reducir el número de traumatismos craneales entre los motociclistas. Por ejemplo, la adopción de criterios de rendimiento en lo que atañe a los cascos de motocicletas, la legislación que obliga a utilizarlos —con sanciones para los que no la cumplen—, y las campañas de

información y de control específicas, son todas medidas eficaces.

En muchas regiones del mundo, las normas relativas a los cascos establecen determinados requisitos de rendimiento. Estas normas alcanzan máxima eficacia cuando se basan en los hallazgos de investigaciones sobre los traumatismos causados

por colisiones. Recientemente, un estudio europeo ha examinado y corregido las normas existentes para los cascos a la luz de los conocimientos e investigaciones actuales sobre choques (209).

En los países de ingresos bajos sería muy ventajoso que se diseñaran cascos eficaces, cómodos y de bajo costo, y que, además, aumentara la capacidad de fabricarlos localmente. Por ejemplo, la *Asia Injury Prevention Foundation* (Fundación Asiática de Prevención de los Traumatismos) ha logrado crear un casco liviano apropiado para zonas tropicales como Viet Nam, y fijó normas de rendimiento para los cascos. En Malasia, la primera norma para cascos de motocicleta para adultos se preparó en 1969 y se actualizó en 1996. Actualmente están trabajando en el diseño de cascos para niños (210).

### Leyes que exigen el uso del casco

Adoptar una legislación que haga obligatorio el uso del casco es una medida importante para aumentar su utilización, sobre todo en los países de ingresos bajos donde se utilizan mucho los vehículos motorizados de dos ruedas y donde los niveles de uso actuales son bajos. Algunos señalan que la adquisición de un casco reglamentario debería ser obligatoria —o al menos recomendarse firmemente— al comprar una motocicleta, especialmente en los países de ingresos bajos (17).

En Malasia, se estimó que las leyes relativas al uso de cascos, vigentes desde 1973, permitieron reducir aproximadamente en 30% el número de defunciones de motociclistas (211). En Tailandia, al año siguiente de que entrara en vigor la ley sobre el uso de cascos, este se quintuplicó, mientras que los traumatismos craneales de motociclistas disminuyeron 41,4%, y las defunciones 20,8% (212).

Una evaluación del uso del casco y los traumatismos cerebrales en la región de Romagna, Italia, antes y después de la adopción de la normativa correspondiente, halló que este había aumentado de un promedio de menos de 20% en 1999 a más de 96% en 2001, y que había sido eficaz para prevenir traumatismos cerebrales en todas las edades (213).

Un metanálisis de estudios —realizados principalmente en los Estados Unidos, donde muchas de las leyes en materia de cascos se adoptaron entre

1967 y 1970 y, luego, casi la mitad se derogaron entre 1976 y 1978— encontró que la aprobación de las leyes que hacen obligatorio el uso del casco redujeron entre 20% y 30% la cantidad de traumatismos entre los usuarios de ciclomotores y motocicletas (16). Del mismo modo, el análisis de la incidencia de la derogación de las leyes mostró que esta medida había producido un aumento de alrededor de 30% en el número de víctimas mortales, y de 5% a 10% en los traumatismos sufridos por los conductores de ciclomotores y motocicletas (16). Un estudio reciente sobre la derogación de ese tipo de leyes en los Estados Unidos reveló que el uso observado de cascos en los estados de Kentucky y Luisiana había descendido del cumplimiento casi total, cuando las leyes estaban todavía vigentes, a alrededor de 50%. Después de la derogación, las muertes de motociclistas aumentaron 50% en Kentucky y 100% en Luisiana (214).

Las evaluaciones económicas de las leyes que obligan a usar casco, basadas en gran parte en la experiencia de los Estados Unidos, hallaron razones costo-beneficio altas, dentro de un intervalo de valores de 1:1,3 a 1:16 (215).

### El papel de la educación, la información y la publicidad

Las campañas del sector de la salud pública en el ámbito de la prevención de los traumatismos causados por el tránsito han comprendido una gama amplia de medidas, pero la educación ha sido siempre su pilar fundamental (216). A la luz de las actuales investigaciones y de la experiencia del enfoque sistémico de la prevención de traumatismos causados por el tránsito, muchos profesionales en la materia han revisado el papel que cumple la educación en la prevención (26, 216, 217). Está claro que la información y la educación del público mejoran el conocimiento sobre las normas viales y sobre cuestiones tales como la compra de vehículos y equipamiento más seguros. También se pueden enseñar las destrezas básicas para controlar un vehículo. Asimismo, la educación puede despertar el interés por la seguridad vial y contribuir a crear una mayor aceptación pública de las intervenciones eficaces. Para elaborar los planes de gestión de la

seguridad vial urbana es esencial consultar a los usuarios de la vía pública y a los habitantes.

Como se mencionó en la sección anterior, la publicidad y la información, cuando se utilizan en apoyo de las leyes y de su aplicación, pueden contribuir a establecer normas de conducta social que favorezcan la seguridad. Por sí solas, la educación, la información y la publicidad no reducen en forma tangible y sostenible los choques mortales y los traumatismos graves (26, 190, 217). Siempre se ha

puesto considerable énfasis en los esfuerzos para reducir los errores de los usuarios de la vía pública mediante la educación en materia de seguridad vial, con programas para peatones y ciclistas en las escuelas para niños, cursos de rehabilitación para los conductores adultos, etc. Aunque tales esfuerzos pueden ser eficaces para cambiar los comportamientos (218), no hay ninguna evidencia de que lo hayan sido para reducir los índices de colisiones en la vía pública (218, 219) (véase el recuadro 4.6).

#### RECUADRO 4.6

### Enfoques educativos de la seguridad peatonal

La educación vial para peatones es un componente esencial de toda estrategia que tenga por objeto reducir los traumatismos de que suelen ser víctimas, y es una medida recomendada para todos los tipos de países.

Para llegar a los dos grupos de peatones particularmente vulnerables, es decir, los niños y los ancianos, los programas educativos utilizan distintos métodos, con frecuencia combinados, que van desde charlas, material impreso, películas, paquetes multimedia, maquetas y simulaciones de cruces o intersecciones, hasta canciones y otros recursos musicales. La educación puede impartirse directamente a la población objeto de la campaña o indirectamente —por intermedio de los padres o los maestros, por ejemplo— en contextos diversos, como el hogar, el aula o una situación de tránsito real.

La información que proveen la mayor parte de los estudios sobre la eficacia de los programas educativos se refiere a resultados secundarios, tales como el comportamiento observado o informado, las actitudes y el conocimiento. Desde la perspectiva de la salud pública, sin embargo, los resultados de mayor interés son los que atañen a las colisiones, las defunciones, los traumatismos y las discapacidades. Los estudios que informan estos resultados presentan generalmente limitaciones metodológicas que les restan utilidad a los fines comparativos. Entre esas limitaciones figuran la falta de aleatorización para asignar sujetos a los grupos de intervención y de control (220–223), la carencia de datos detallados sobre los grupos de control (221), o la ausencia de grupos de control (224).

Un examen sistemático (218) que incluye 15 ensayos aleatorios controlados que midieron la eficacia de los programas de educación para peatones sobre seguridad vial, llegó a las siguientes conclusiones:

- Faltaban pruebas concretas acerca de los adultos, en particular en el caso de las personas de edad avanzada.
- Faltaban pruebas confiables referidas a los países de ingresos bajos y medios.
- La calidad de los estudios era bastante deficiente, incluso en los estudios aleatorios controlados.
- La variedad de los modelos de intervención y de los métodos de medición de resultados dificultó la comparación entre los estudios.
- Solo se informaron los resultados secundarios.
- Si bien se confirmó un cambio en los conocimientos y actitudes de los niños, la magnitud del efecto medido varió considerablemente.

**Recuadro 4.6 (continuación)**

- Se observó un cambio en el comportamiento de los niños, aunque no en todos los estudios, pero influyó en la magnitud del efecto el método de medición, así como el contexto, por ejemplo si el niño estaba solo o con otros niños.
- El efecto de la educación sobre el riesgo de que un peatón sufra un traumatismo sigue siendo incierto.

En términos generales, el efecto de los programas educativos para peatones en materia de seguridad vial sobre su comportamiento varió considerablemente. Lo que aprenden los niños en materia de seguridad para peatones puede traducirse en cambios de actitud e incluso en formas de comportamiento apropiadas, pero no hay certeza acerca del grado en que los cambios de comportamiento observados persisten en el tiempo. No hay pruebas de que exista una relación de causalidad entre el comportamiento observado y el riesgo de que un peatón resulte herido. Aunque así fuera, de todos modos no se dispone de información fehaciente acerca de la amplitud del efecto del comportamiento de los peatones sobre la frecuencia con que sufren lesiones. Falta información científica fidedigna sobre la eficacia de los programas educativos sobre la seguridad de los peatones en los países de ingresos bajos y medios. Son necesarias también más investigaciones sobre la eficacia de estos programas para los peatones de edad avanzada en todos los países.

## Dispensación de cuidados después del choque

### Cadena de asistencia para los lesionados a causa de un choque en la vía pública

El objetivo de la atención inmediata después de producirse un choque es prevenir las muertes y discapacidades evitables, limitar la gravedad de los traumatismos y del sufrimiento que ocasionan y velar por una evolución óptima de los sobrevivientes y por su reintegración a la sociedad. La forma en que se trata a las personas accidentadas inmediatamente después de ocurrida la colisión es crucial y determina sus posibilidades de sobrevivir y la calidad de vida posterior.

Un estudio en los países de ingresos altos mostró que cerca de la mitad de las defunciones causadas por el tránsito se producen minutos después del choque, ya sea en el mismo sitio donde se produjo o camino al hospital. En el caso de las víctimas llevadas al hospital, alrededor de 15% de las defunciones sobrevienen en las primeras cuatro horas siguientes al choque, pero una proporción mucho mayor —aproximadamente 35%—, después de

transcurridas cuatro horas (225). Por consiguiente, en realidad no existe tanto una “hora ideal” para hacer las intervenciones (226), sino una sucesión de oportunidades para intervenir a lo largo de un lapso más prolongado. Esta cadena de intervenciones incluye a las personas presentes en el lugar del choque, el servicio de rescate de emergencia, el acceso a la atención médica de urgencia, la atención traumatológica y la rehabilitación.

### Cuidados antes de la llegada al hospital

Como ya se señaló en el capítulo anterior, la gran mayoría de las defunciones causadas por el tránsito en los países de ingresos bajos y medios sobrevienen en la etapa anterior a la atención hospitalaria (227). En Malasia, por ejemplo, 72% de las muertes de motociclistas se producen en esa etapa (228). En los países de ingresos altos, por lo menos la mitad de las muertes por traumatismos causados por el tránsito acontecen antes de la llegada al hospital (225, 227). Existen numerosas opciones para mejorar la calidad de la atención prehospitalaria, sin embargo, aunque no son costosas, su práctica todavía no está suficientemente difundida (229).

### **Papel de los circunstantes no especializados en salud**

Quienes presencian una colisión o llegan primero al lugar donde se produce pueden desempeñar un papel importante. Pueden, por ejemplo:

- llamar a los servicios de emergencia o solicitar otras formas de ayuda;
- ayudar a extinguir incendios
- tomar medidas para proteger el lugar (por ejemplo, impedir que se produzcan otras colisiones y que los socorristas u otros circunstantes resulten lesionados, y controlar a la gente que se aglomera en el lugar);
- brindar primeros auxilios.

Los circunstantes con formación en primeros auxilios podrían prevenir muchas de las defunciones resultantes de la obstrucción de las vías respiratorias o de hemorragias externas (230).

En los países de ingresos bajos y en algunos de ingresos medios, es muy infrecuente que se cuente con una ambulancia para servicios de socorro, y los circunstantes son generalmente los que brindan los primeros cuidados. En Ghana, por ejemplo, la mayoría de las víctimas de traumatismos que llegan a un hospital lo hacen en vehículos comerciales (227, 231). Se ha planteado que sería útil que los conductores de esos vehículos tuvieran una formación básica en primeros auxilios (227), aunque aún no se ha probado científicamente si tal medida disminuiría el índice de mortalidad antes de la llegada al hospital (229).

En Camboya y el norte de Irak, en zonas sembradas con minas terrestres donde las personas a menudo sufrían traumatismos, se puso en marcha un proyecto piloto (232). La primera etapa del proyecto consistió en impartir durante dos días formación básica en socorrismo a 5000 personas con posibilidades de ser las “primeras en actuar” en caso de producirse las explosiones. En la segunda etapa, se impartieron 450 horas de formación paramédica. Los efectos del proyecto sobre los traumatismos relacionados con la explosión de minas terrestres en las dos regiones se evaluaron rigurosamente mediante un sistema de vigilancia de los traumatismos. Entre los heridos de gravedad en las dos regiones cubiertas por el proyecto, la tasa de

mortalidad bajó de 40% antes del proyecto a 9% después. El proyecto solo se basaba en el adiestramiento y proveía algunos suministros básicos, pero no ambulancias ni otro tipo de vehículos. El traslado siguió estando a cargo del sistema de transporte público y privado existente en cada región.

Se han realizado o están en curso programas piloto similares dirigidos a la formación de las personas que tienen posibilidades de ser las “primeras en actuar” en un sitio de peligro conocido, o a quienes, sin ser profesionales de la salud, pueden encontrarse con cierta regularidad en situación de atender heridos. Ejemplos de ello son el programa de Uganda, para adiestrar a la policía, y el de la India, para el público en general, aunque todavía no se han publicado las evaluaciones.

Los programas de formación en primeros auxilios, ya sean para el público en general o para un grupo determinado de población (la policía, los conductores de vehículos comerciales o los agentes de salud de las aldeas, etc.) deberían seguir ciertos principios para mejorar aún más los resultados. Por ejemplo, se recomienda que:

- el contenido de la formación se base en las pautas epidemiológicas de la región en cuestión;
- la formación impartida se ajuste a las normas internacionales;
- los resultados se sometan a seguimiento;
- se planifiquen cursos periódicos de actualización, sobre la base de los resultados del seguimiento para modificar el contenido de los cursos.

### **Acceso a servicios médicos de urgencias**

En los países de ingresos bajos, el desarrollo de los sistemas médicos de urgencias se ve limitado por las restricciones económicas y por la poca disponibilidad de medios de telecomunicación. Si bien algunos países de ingresos bajos han comenzado a prestar servicios rudimentarios de ambulancias en las zonas urbanas, siguen siendo la excepción en la mayor parte del África subsahariana y el sur de Asia (229). Los estudios internacionales aconsejan actuar con cautela cuando se trate de transferir los sistemas médicos de urgencias de los países de ingresos altos a los países de ingresos bajos, y

preguntarse antes si esa es la mejor manera en que se pueden gastar los escasos recursos de dichos países. Otra preocupación es la falta de pruebas concluyentes sobre los beneficios de algunas medidas avanzadas de reanimación comúnmente usadas en los lugares de ingresos altos, como, por ejemplo, la intubación endotraqueal y la reanimación con perfusión intravenosa antes de la hospitalización (233–235). Está claro que se necesitan investigaciones que verifiquen los resultados y midan la relación costo–eficacia de esas medidas más avanzadas. Sería necesario también investigar más sobre el papel de la formación en cuidados básicos de reanimación en los países de ingresos bajos, en particular en las zonas rurales, donde no existen sistemas médicos básicos de urgencia y quizá se tarde días en llegar a un centro de atención médica profesional (229).

En los países de ingresos altos, el contacto con los servicios médicos de urgencias casi siempre se realiza por teléfono, pero la cobertura y la fiabilidad de los servicios telefónicos varían según el país. La creciente utilización de teléfonos móviles, incluso en los países de ingresos bajos y medios, ha mejorado radicalmente el acceso urgente a la ayuda médica y a otro tipo de asistencia. En muchos países existe un número telefónico reservado para las llamadas de emergencia médica. Deberían establecerse en todo el mundo códigos uniformes para la ayuda de emergencia, tanto para los teléfonos de línea fija como para los teléfonos móviles.

### **Servicios de rescate de emergencia**

Con frecuencia, la policía y los bomberos llegan al lugar del choque antes que el personal médico de urgencias. La pronta intervención de bomberos y socorristas es fundamental cuando ha quedado gente atrapada en un vehículo, sobre todo en casos de incendio o de personas que han caído al agua. Los bomberos y los policías, por consiguiente, deben recibir adiestramiento en técnicas de apoyo vital básico. Debería haber una estrecha cooperación entre los bomberos y otros grupos de socorristas, así como entre los bomberos y otros dispensadores de atención sanitaria (225).

Como ya se mencionó, hay riesgos asociados al transporte en ambulancia, tanto para las personas transportadas dentro del vehículo como para las que están en la calle. Por consiguiente, deben establecerse normas de seguridad para las ambulancias, por ejemplo, con respecto a la utilización de dispositivos de retención para niños y de cinturones de seguridad para adultos.

### **El marco hospitalario**

En los países de ingreso alto, se comprenden cada vez mejor los componentes principales de la atención traumatológica hospitalaria, y se sabe qué aspectos requieren una investigación más profunda. En los últimos 30 años, ha mejorado mucho la atención traumatológica, en gran parte como resultado de las nuevas tecnologías y de una mejor organización (236). Las capacidades clínicas y la dotación de personal, equipamiento y suministros, así como la organización de la atención traumatológica son cuestiones que los expertos en medicina consideran de gran importancia (225, 237).

### **Recursos humanos**

La formación de los equipos a cargo de la atención traumatológica es vital. El curso sobre Cuidados Intensivos Traumatológicos, impartido por el Colegio de Cirujanos de los Estados Unidos, ha sido reconocido ampliamente como la norma para la formación de esos equipos en los países de ingresos altos (225, 229, 238). Su aplicación en los países de ingresos bajos y medios, sin embargo, aún queda por investigarse.

Ya se han mencionado los problemas que enfrentan los países de ingresos bajos en relación con los recursos humanos, el equipamiento y la organización de los servicios. Aunque existe poca información acerca de la manera más efectiva de resolver estos problemas, ya hay algunos datos sobre prácticas exitosas (229). En Trinidad y Tabago, por ejemplo, la implantación del curso de Cuidados Intensivos Traumatológicos para médicos y de Cuidados Intensivos Traumatológicos Prehospitalarios para personal paramédico, junto con la mejora del equipo de urgencias, redujo considerablemente la

mortalidad por traumatismo, tanto en el sitio del choque como en el hospital (239).

En Sudáfrica, país de ingresos medios, también se imparte un curso de Cuidados Intensivos Traumatológicos para médicos (240), pero todavía no se ha realizado un análisis de su relación costo-beneficio. Varios países africanos de ingresos bajos han adaptado el programa de Sudáfrica a su propia situación, por lo general caracterizada por falta de equipamiento de alta tecnología y dificultades prácticas para el envío de pacientes a centros de atención de nivel más elevado (236).

Aparte de los cursos cortos impartidos en el mismo servicio, se necesita también una formación más estructurada y profunda. Es necesario mejorar, en particular, la formación en traumatología de los médicos, las enfermeras y otros profesionales de la salud, tanto en el nivel básico como de posgrado.

### Recursos materiales

Muchos hospitales en los países de ingresos bajos y medios no disponen de equipamiento importante para la atención traumatológica, pese a que algunos materiales no son caros.

En Ghana, por ejemplo, como ya se mencionó en el capítulo anterior, una encuesta realizada en 11 hospitales rurales reveló que ninguno tenía tubos torácicos y solo cuatro disponían de equipamiento de urgencia para las vías respiratorias. Este equipamiento es vital para tratar traumatismos torácicos y obstrucciones de las vías respiratorias que comprometen el pronóstico vital y son causas de muerte importantes pero prevenibles en pacientes traumatizados. Todo este material es barato y en gran parte reutilizable. La encuesta indicó que ello se debía más a una falta de organización y planificación que de recursos (241).

Deficiencias similares se han documentado en otros países. En los hospitales públicos de Kenya se ha verificado que hay escasez de oxígeno, de sangre para transfusiones, de antisépticos, anestésicos y líquidos intravenosos (242). Es urgente estudiar estos problemas. Es importante, también, sacar provecho de la experiencia obtenida en otros campos. Por ejemplo, los centros nacionales de transfusión

sanguínea y su gestión de la sangre destinada a transfusiones —cómo reclutan a los donantes, los análisis que aplican a la sangre que reciben para evitar infecciones transmisibles por transfusión, cómo garantizan el abastecimiento constante de sangre segura en todo el país— constituyen un modelo útil.

### Organización de la atención traumatológica

La existencia de una estrategia de planificación, organización y prestación de servicios traumatológicos nacionales es una condición previa de toda atención traumatológica de alta calidad en los servicios hospitalarios de urgencias. Existe considerable potencial en todo el mundo para mejorar las disposiciones tomadas para los cuidados traumatológicos y la formación que requieren en la atención primaria de salud, en los hospitales de distrito y en los de atención terciaria. Falta que, sobre la base de las investigaciones realizadas, se establezcan pautas internacionales.

Entretanto, la OMS y la Sociedad Internacional de Cirugía están trabajando en forma conjunta en el proyecto de cuidado esencial de traumatismos cuya finalidad es mejorar la planificación y la organización de los tratamientos traumatológicos en todo el mundo (243). Este proyecto tiene por objeto ayudar a los países a desarrollar sus propios servicios de traumatología, con el fin de:

- definir un núcleo de servicios esenciales para el tratamiento de los traumatismos;
- definir los recursos humanos y materiales necesarios para garantizar la prestación de esos servicios de la mejor manera posible, tomando en cuenta las situaciones económicas y geográficas particulares;
- crear mecanismos administrativos —programas de formación específica, programas para mejorar la calidad de los tratamientos e inspecciones de hospitales— en el ámbito nacional e internacional, que promuevan la consecución de esos y otros recursos afines.

Si bien los objetivos del proyecto se extienden mucho más allá del ámbito de la seguridad vial, su éxito reportará grandes beneficios para la atención traumatológica relacionada con el tránsito.

## Rehabilitación

Por cada persona que muere en una colisión en la vía pública, hay muchas más que quedan con discapacidades permanentes.

Los servicios de rehabilitación son un componente esencial de todo paquete integral de atención inicial y poshospitalaria de traumatismos. Estos servicios ayudan a reducir al mínimo las discapacidades funcionales futuras, de modo que la víctima pueda reintegrarse a una vida activa en la sociedad. La importancia de una rehabilitación temprana está bien probada, pero aún queda por determinar cuáles son las mejores prácticas en los programas de tratamiento (225). La mayor parte de los países necesitan incrementar la capacidad de sus sistemas de atención de salud a fin de proveer la rehabilitación adecuada para las personas que sobreviven a los choques de tránsito.

Es primordial que las intervenciones y el tratamiento de rehabilitación en el período de hospitalización inmediatamente después de un traumatismo sean de alta calidad para prevenir complicaciones vinculadas a la inmovilización que pueden poner en riesgo la vida. No obstante, pese a lo óptima que pueda ser la gestión, muchas personas podrán quedar discapacitadas como consecuencia de colisiones en la vía pública. En los países de ingresos bajos y medios, los esfuerzos deberían concentrarse en el fortalecimiento de la capacidad y formación del personal, a fin de mejorar la gestión de los sobrevivientes de choques en la fase aguda, y por lo tanto prevenir, en la medida de lo posible, el desarrollo de una discapacidad permanente.

Los servicios de rehabilitación médica deben contar con profesionales de diversas disciplinas, desde especialistas en medicina física y rehabilitación hasta expertos en otros campos médicos o paramédicos, como la ortopedia, la neurocirugía y la cirugía general, la fisioterapia y ergoterapia ocupacional, la aplicación de prótesis y ortesis, la psicología, la neuropsicología, la ortofonía y la enfermería. En todos los casos, la recuperación en el plano físico y mental del paciente es primordial, igual que la recuperación de su capacidad para volver a manejarse en forma independiente y participar en las actividades de la vida cotidiana.

Los servicios de rehabilitación médica cumplen también un rol esencial al ayudar a que quienes deban vivir con discapacidades puedan manejarse de manera independiente y tengan una buena calidad de vida. Entre otras cosas, estos servicios pueden proveer aparatos mecánicos que ayudan mucho a las personas con discapacidades a reintegrarse y participar en las actividades diarias habituales, e incluso reinsertarse en el trabajo. Esos aparatos, proporcionados por los departamentos de atención ambulatoria o domiciliaria, son a menudo esenciales para impedir un deterioro mayor. En muchos países, una vez que se ha cumplido con la gestión de la fase aguda y se han suministrado los aparatos mecánicos, los servicios de rehabilitación comunitarios siguen siendo el único medio realista de reintegración de la persona en la sociedad.

## Investigación

Gran parte de las investigaciones sobre la eficacia y la relación costo–beneficio de las intervenciones se hace en los países de ingresos altos. Urge, por lo tanto, impulsar el desarrollo de las capacidades de investigación nacionales en muchas otras regiones del mundo (244, 245). La experiencia de los países de ingresos altos muestra la importancia de tener al menos una organización nacional —preferentemente independiente— que disponga de un financiamiento sólido que le permita investigar en el campo de la seguridad vial.

El impulso al desarrollo de conocimientos técnicos en una amplia gama de disciplinas a nivel nacional, sumado al intercambio de información y cooperación regional, reportó muchos beneficios en los países industrializados. Establecer tales mecanismos donde aún no existen debería ser una prioridad. Entre las muchas necesidades relacionadas con la investigación en materia de prevención de los traumatismos causados por el tránsito, las siguientes figuran entre las más apremiantes:

- Métodos de recopilación y análisis de datos que permitan realizar estimaciones más fiables de la carga mundial de traumatismos causados por el tránsito, especialmente en los países de ingresos bajos y medios. Esto incluye los datos sobre la mortalidad, ajustados a

las definiciones internacionalmente aceptadas, y los datos sobre la morbilidad aguda y las discapacidades de larga duración. También se debe intensificar la investigación que permita encontrar métodos de bajo costo para obtener estos datos.

- Datos sobre las consecuencias económicas y sociales de los traumatismos causados por el tránsito, especialmente en los países de ingresos bajos y medios. Se observa una considerable carencia de análisis económicos en el campo de la prevención de traumatismos causados por el tránsito en esos países. No se conocen de manera empírica el costo de los traumatismos ni el costo y la relación costo-eficacia de las intervenciones.
- Estudios que demuestren la eficacia de intervenciones específicas en relación con los traumatismos en los países de ingresos bajos y medios.
- Normas y pautas de diseño para las carreteras interurbanas por las que circula un tránsito mixto.

Los siguientes aspectos requieren una investigación particular:

- cómo evaluar mejor la eficacia de paquetes de medidas de seguridad vial que combinan diferentes acciones, tales como la lentificación del tránsito por zonas y el diseño urbano;
- la interacción entre la planificación del transporte y la planificación urbana y regional, y su incidencia sobre la seguridad vial;
- el diseño de vías públicas y la gestión del tránsito que tengan en cuenta el entorno y la composición del tránsito en los países de ingresos bajos y medios;
- cómo transferir con éxito diversos tipos de medidas preventivas de un país a otro con diferentes condiciones socioeconómicas y diferentes índices de motorización y de composición del tránsito.

En los países de ingresos bajos y medios, se deben hacer investigaciones a nivel regional tendientes a producir:

- cascos para motocicletas livianos y bien ventilados;

- frentes más seguros de autobuses y camiones;
- normas para la protección de los motociclistas en caso de impacto;
- normas de visibilidad y protección contra impactos para los vehículos de diseño local.

Para el sector de la salud, son prioritarias las investigaciones dirigidas a diseñar métodos de bajo costo que permitan mejorar la atención después de un choque. Igualmente importantes son las investigaciones que tiendan a conocer más a fondo los mecanismos que causan los traumatismos craneales y el síndrome cervical postraumático en las colisiones, así como los tratamientos que requieren. Actualmente, por ejemplo, no se conoce un tratamiento farmacológico eficaz para los traumatismos craneales.

En todos los países, se necesitan más estudios sobre la gestión de la exposición a los riesgos, que es la estrategia de prevención de traumatismos menos utilizada. Es también esencial resolver la incompatibilidad creciente en muchos lugares entre los vehículos más pequeños y ligeros y los más grandes y pesados.

## Conclusiones

Los importantes adelantos en investigación y desarrollo de los últimos 30 años han probado que actualmente se cuenta con una amplia gama de intervenciones para prevenir las colisiones en la vía pública y los traumatismos resultantes. Sin embargo, la brecha entre lo que se conoce y lo que en realidad se lleva a la práctica suele ser considerable. Como sucede en otros ámbitos de la salud pública, la prevención de los traumatismos causados por el tránsito exige una gestión firme, que sea capaz de implantar medidas sostenibles, basadas en pruebas, y superar los obstáculos que interfieran en su ejecución.

Las buenas políticas de transportes y uso de la tierra permiten reducir los riesgos de traumatismos causados por el tránsito. Una planificación y diseño viales que den importancia a la seguridad pueden reducir al mínimo el riesgo de colisiones y de los traumatismos resultantes. Los elementos de protección contra los impactos en un vehículo pueden salvar vidas y reducir las lesiones entre los usuarios de la vía pública, tanto dentro como fuera de los

vehículos. El cumplimiento de las principales normas de seguridad vial puede mejorarse sensiblemente utilizando un conjunto de disposiciones legales, y aplicándolas eficazmente y recurriendo a la información y la educación. La disponibilidad de una atención de urgencia de buena calidad puede salvar vidas y reducir considerablemente la gravedad y las consecuencias a largo plazo de los traumatismos causados por el tránsito.

En los países de ingresos bajos y medios, una gran proporción de traumatismos causados por el tránsito afectan a los usuarios más vulnerables de la vía pública. Por consiguiente, es primordial adoptar en gran escala medidas que proporcionen mayor protección a esos usuarios. Todas las estrategias de prevención que se describen en este informe requieren una amplia movilización de esfuerzos y una estrecha colaboración, a todos los niveles, entre muchas disciplinas y sectores, en particular, el sector de la salud.

A pesar de los muchos intentos por encontrar y documentar ejemplos de “buenas prácticas” en materia de seguridad vial en los países en desarrollo, tales ejemplos parecen ser pocos. Por consiguiente, en este capítulo no se ha podido evitar el sesgo de centrar la descripción en las medidas que han tenido éxito en los países muy motorizados. Ello no quiere decir que las intervenciones presentadas no puedan funcionar en los países de ingresos bajos y medios, puesto que muchas de ellas, por cierto, han funcionado bien. Sin embargo, es necesario probar aún más las estrategias de prevención, para encontrar la forma de adaptarlas a las condiciones locales, y no tan solo adoptarlas y aplicarlas sin modificación alguna.

## Referencias

1. Bolen J et al. Overview of efforts to prevent motor vehicle-related injury. En: Bolen J, Sleet DA, Johnson V, eds. *Prevention of motor vehicle-related injuries: a compendium of articles from the Morbidity and Mortality Weekly Report, 1985–1996*. Atlanta, GA, Centers for Disease Control and Prevention, 1997.
2. Dora C, Phillips M, eds. *Transport, environment and health*. Copenhague, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud para Europa, 2000 (European Series No. 89) (<http://www.who.dk/document/e72015.pdf>, consultado el 17 de noviembre de 2003).
3. Evans L. The new traffic safety vision for the United States. *American Journal of Public Health*, 2003, 93:1384–1386.
4. Koornstra M et al. *Sunflower: a comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom and the Netherlands*. Leidschendam, Instituto para la Investigación de la Seguridad Vial, 2002.
5. Rumar K. *Transport safety visions, targets and strategies: beyond 2000*. Bruselas, European Transport Safety Council, 1999 [1ª Conferencia sobre la seguridad de los transportes en Europa] (<http://www.etsc.be/eve.htm>, consultado el 30 de octubre de 2003).
6. Litman T. *If health matters: integrating public health objectives in transportation planning*. Victoria, BC, Victoria Transport Policy Institute, 2003 (<http://www.vtpi.org/health.pdf>, consultado el 4 de diciembre de 2003).
7. Rodríguez DY, Fernández FJ, Velásquez HA. Road traffic injuries in Colombia. *Injury Control and Safety Promotion*, 2003, 10:29–35.
8. TransMilenio. *A high capacity/low cost bus rapid transit system developed for Bogotá, Colombia*. Bogotá, TransMilenio SA, 2001.
9. Hummel T. *Land use planning in safer transportation network planning*. Leidschendam, Instituto para la Investigación de la Seguridad Vial, 2001 (Informe D- 2001-12 del SWOV).
10. Ross A et al., eds. *Towards safer roads in developing countries. A guide for planners and engineers*. Crowthorne, Transport Research Laboratory, 1991.
11. Aeron-Thomas A et al. *A review of road safety management and practice. Final report*. Crowthorne, Transport Research Laboratory and Babbie Ross Silcock, 2002 (Informe PR/INT216/2002 del TRL).
12. Allsop R. *Road safety audit and safety impact assessment*. Bruselas, European Transport Safety Council, 1997.
13. Wegman FCM et al. *Road safety impact assessment*. Leidschendam, Instituto para la Investigación

- de la Seguridad Vial, 1994 (Informe R-94-20 del SWOV).
14. Hummel T. *Route management in safer transportation network planning*. Leidschendam, Instituto para la Investigación de la Seguridad Vial, 2001 (Informe D-2001-11 del SWOV).
  15. Allsop RE, ed. *Safety of pedestrians and cyclists in urban areas*. Bruselas, European Transport Safety Council, 1999 (<http://www.etsc.be/rep.htm>, consultado el 17 de noviembre de 2003).
  16. Elvik R, Vaa T. *Handbook of road safety measures*. Amsterdam, Elsevier [en prensa].
  17. Forjuoh SN. Traffic-related injury prevention interventions for low income countries. *Injury Control and Safety Promotion*, 2003, 10:109–118.
  18. Hajar M, Vásquez-Vela E, Arreola-Rissa C. Pedestrian traffic injuries in Mexico. *Injury Control and Safety Promotion*, 2003, 10:37–43.
  19. Mutto M, Kobusingye OC, Lett RR. The effect of an overpass on pedestrian injuries on a major highway in Kampala, Uganda. *African Health Science*, 2002, 2:89–93.
  20. Litman T. *Distance-based vehicle insurance: feasibility, costs and benefits*. Comprehensive Technical Report. Victoria, BC, Victoria Transport Policy Institute, 2000 ([http://www.vtpi.org/dbvi\\_com.pdf](http://www.vtpi.org/dbvi_com.pdf), consultado el 5 de diciembre de 2003).
  21. Edlin AS. *Per-mile premiums for auto insurance*. Berkeley, CA, Department of Economics, University of California, 2002 (Documento de trabajo E02-318) (<http://repositories.cdlib.org/iber/econ/E02-318>, consultado el 5 de diciembre de 2003).
  22. PROMISING. *Promotion of mobility and safety of vulnerable road users*. Leidschendam, Instituto para la Investigación de la Seguridad Vial, 2001.
  23. Mohan D, Tiwari G. Road safety in low-income countries: issues and concerns regarding technology transfer from high-income countries. En: *Reflections on the transfer of traffic safety knowledge to motorising nations*. Melbourne, Global Traffic Safety Trust, 1998:27–56.
  24. Mayhew DR, Simpson HM. *Motorcycle engine size and traffic safety*. Ottawa, Traffic Injury Research Foundation of Canada, 1989.
  25. Broughton J. *The effect on motorcycling of the 1981 Transport Act*. Crowthorne, Transport and Road Research Laboratory, 1987 (Informe de investigación No. 106).
  26. Trinca GW et al. *Reducing traffic injury: the global challenge*. Melbourne, Royal Australasian College of Surgeons, 1988.
  27. *Motorcycling safety position paper*. Birmingham, Royal Society for the Prevention of Accidents, 2001.
  28. Norghani M et al. *Use of exposure control methods to tackle motorcycle accidents in Malaysia*. Serdang, Road Safety Research Centre, Universiti Putra Malaysia, 1998 (Informe de investigación 3/98).
  29. Williams AF. An assessment of graduated licensing legislation. En: *Proceedings of the 47th Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM) conference*, Lisbon, Portugal, 22–24 September 2003. Washington, DC, Association for the Advancement of Automotive Medicine, 2003: 533–535.
  30. Waller P. The genesis of GDL. *Journal of Safety Research*, 2003, 34:17–23.
  31. Williams AF, Ferguson SA. Rationale for graduated licensing and the risks it should address. *Injury Prevention*, 2002, 8:9–16.
  32. *Graduated driver licensing model law, approved October 24, 1996, by NCUTLO membership (revised 1999, 2000)*. National Committee on Uniform Traffic Laws and Ordinances, 2000 (<http://www.ncutlo.org/gradlaw2.html>, consultado el 11 de diciembre de 2003).
  33. *Licensing systems for young drivers, as of December 2003*. Insurance Institute for Highway Safety/Highway Loss Data Institute, 2003 ([http://www.highwaysafety.org/safety\\_facts/state\\_laws/grad\\_license.htm](http://www.highwaysafety.org/safety_facts/state_laws/grad_license.htm), consultado el 11 de diciembre de 2003).
  34. Shope JT, Molnar LJ. Graduated driver licensing in the United States: evaluation results from the early programs. *Journal of Safety Research*, 2003, 34:63–69.
  35. Simpson HM. The evolution and effectiveness of graduated licensing. *Journal of Safety Research*, 2003, 34:25–34.

36. Begg D, Stephenson S. Graduated driver licensing: the New Zealand experience. *Journal of Safety Research*, 2003, 34:99–105.
37. Foss R, Goodwin A. Enhancing the effectiveness of graduated driver licensing legislation. *Journal of Safety Research*, 2003, 34:79–84.
38. Wegman F, Elsenaar P. Sustainable solutions to improve road safety in the Netherlands. Leidschendam, Instituto para la Investigación de la Seguridad Vial, 1997 (Informe D-097-8 del SWOV).
39. Ogden KW. *Safer roads: a guide to road safety engineering*. Melbourne, Ashgate Publishing Ltd, 1996.
40. *Cities on the move: a World Bank urban strategy review*. Washington, DC, Banco Mundial, 2002.
41. *Handboek: categorisering wegen op duurzaam veilige basis. Deel I (Voorlopige): functionele en operationele eisen [Manual de clasificación de las carreteras sobre la base de una seguridad duradera. Parte I (provisional): exigencias funcionales y operativas]*. Ede, Stichting centrum voor regelgeving en onderzoek in de grond-, water- en wegenbouw en de verkeerstechniek, 1997 (Informe 116 del CROW).
42. *Zone guide for pedestrian safety shows how to make systematic improvements*. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 1998 (Technology Transfer Series Number 181) (<http://www.nhtsa.dot.gov/people/outreach/traftech/pub/tt181.html>, consultado el 5 de diciembre de 2003).
43. *Towards a sustainable safe traffic system in the Netherlands*. Leidschendam, Instituto para la Investigación de la Seguridad Vial, 1993.
44. *Ville plus sûr, quartiers sans accidents: réalisations; evaluations [Ciudad más segura, barrios sin accidentes: realizaciones; evaluaciones]*. Lyon, Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, 1994.
45. *Safety strategies for rural roads*. París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, 1999 (<http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/2351720.pdf>, consultado el 17 de diciembre de 2003).
46. Afukaar FK, Antwi P, Ofosu-Amah S. Pattern of road traffic injuries in Ghana: implications for control. *Injury Control and Safety Promotion*, 2003, 10:69–76.
47. *Safety of vulnerable road users*. París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, 1998 (DSTI/DOT/RTR/RS7(98)1/FINAL) (<http://www.oecd.org/dataoecd/24/4/2103492.pdf>, consultado el 17 de noviembre de 2003).
48. Ossenbruggen PJ, Pendharker J, Ivan J. Roadway safety in rural and small urbanized areas. *Accident Analysis and Prevention*, 2001, 33:485–498.
49. Khan FM et al. Pedestrian environment and behavior in Karachi, Pakistan. *Accident Analysis and Prevention*, 1999, 31:335–339.
50. Herrstedt L. Planning and safety of bicycles in urban areas. En: *Proceedings of the Traffic Safety on Two Continents Conference, Lisbon, 22–24 September 1997*. Linköping, Instituto Nacional de Investigaciones de Transporte y Carreteras Suecas, 1997:43–58.
51. Kjemtrup K, Herrstedt L. Speed management and traffic calming in urban areas in Europe: a historical view. *Accident Analysis and Prevention*, 1992, 24:57–65.
52. Brilon W, Blanke H. Extensive traffic calming: results of the accident analyses in six model towns. En: *ITE 1993 Compendium of Technical Papers*. Washington, DC, Institute of Transportation Engineers, 1993:119–123.
53. Herrstedt L et al. *An improved traffic environment*. Copenhagen, Dirección de Vialidad de Dinamarca, 1993 (Informe No. 106).
54. *Guidelines for urban safety management*. Londres, Institution of Highways and Transportation, 1990.
55. Lines CJ, Machata K. Changing streets, protecting people: making roads safer for all. En: *Proceedings of the Best in Europe Conference, Brussels, 12 September 2000*. Bruselas, European Transport Safety Council, 2000:37–47.
56. Elvik R. *Cost-benefit analysis of safety measures for vulnerable and inexperienced road users*. Oslo, Instituto de Economía del Transporte, 1999 (Proyecto europeo PROMISING, Informe del TØI 435/1999).

57. Bunn F et al. Traffic calming for the prevention of road traffic injuries: systematic review and meta-analysis. *Injury Prevention*, 2003, 9: 200–204.
58. Guidelines for the safety audit of roads and road project in Malaysia. Kuala Lumpur, Roads Branch, Public Works Department, 1997.
59. Guidelines for road safety audit. Londres, Institution of Highways and Transportation, 1996.
60. Road safety audit, 2nd ed. Sydney, Austroads, 2002.
61. Macaulay J, McInerney R. Evaluation of the proposed actions emanating from road safety audits. Sydney, Austroads, 2002 (Publicación No. AP-R209/02 de Austroads).
62. Accident countermeasures: literature review. Wellington, Transit New Zealand, 1992 (Informe de investigación No. 10).
63. Schelling A. Road safety audit, the Danish experience. En: *Proceedings of the Forum of European Road Safety Research Institutes (FERSI) International Conference on Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program, Prague, September 1995*. Linköping, Instituto Nacional de Investigaciones de Transporte y Carreteras Suecas, 1995:1–8.
64. Roadside obstacles. París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, 1975.
65. Forging roadsides. Bruselas, European Transport Safety Council, 1998 ([http://www.etsc.be/bri\\_road5.pdf](http://www.etsc.be/bri_road5.pdf), consultado el 10 de diciembre de 2003).
66. Cirillo JA, Council FM. Highway safety: twenty years later. *Transportation Research Record*, 1986, 1068:90–95.
67. Ross HE et al. Recommended procedures for the safety performance evaluation of highway features. Washington, DC, National Co-operative Highway Research Program, 1993 (Informe No. 350).
68. Carlsson A, Brüde U. Utvärdering av mötesfri väg [Evaluación de los caminos diseñados para prevenir colisiones frontales]. Linköping, Instituto Nacional de Investigación de Transporte y Carreteras Suecas, 2003 (Informe No. 45-2003 del VTI) (<http://www.vti.se/PDF/reports/N45-2003.pdf>, consultado el 10 de diciembre de 2003).
69. Research on loss of control accidents on Warwickshire motorways and dual carriageways. Coventry, TMS Consultancy, 1994.
70. Elvik R, Rydningen U. Effektkatalog for trafikksikkerhetstiltak [Catálogo de efectos estimados de las medidas de seguridad vial]. Oslo, Instituto de Economía del Transporte, 2002 (Informe 572/2002 del TØI) ([http://www.toi.no/toi\\_Data/Attachments/909/r572\\_02.pdf](http://www.toi.no/toi_Data/Attachments/909/r572_02.pdf), consultado el 17 de diciembre de 2003).
71. Allsop RE, ed. *Low cost road and traffic engineering measures for casualty reduction*. Bruselas, European Transport Safety Council, 1996.
72. Koornstra M, Bijleveld F, Hagenzieker M. The safety effects of daytime running lights. Leidschendam, Instituto para la Investigación de la Seguridad Vial, 1997 (Informe R-97-36 del SWOV).
73. Farmer CM, Williams AF. Effect of daytime running lights on multiple vehicle daylight crashes in the United States. *Accident Analysis and Prevention*, 2002, 34:197–203.
74. Hollo P. Changes in the legislation on the use of daytime running lights by motor vehicles and their effect on road safety in Hungary. *Accident Analysis and Prevention*, 1998, 30:183–199.
75. Cost-effective EU transport safety measures. Bruselas, European Transport and Safety Council, 2003 (<http://www.etsc.be/costeff.pdf>, consultado el 10 de diciembre de 2003).
76. Zador PL. Motorcycle headlight-use laws and fatal motorcycle crashes in the US, 1975–1983. *American Journal of Public Health*, 1985, 75:543–546.
77. Yuan W. The effectiveness of the “ride bright” legislation for motorcycles in Singapore. *Accident Analysis and Prevention*, 2000, 32:559–563.
78. Radin Umar RS, Mackay MG, Hills BL. Modelling of conspicuity-related motorcycle accidents in Seremban and Shah Alam, Malaysia. *Accident Analysis and Prevention*, 1996, 28: 325–332.

79. Mohan D, Patel R. Development and promotion of a safety shopping bag vest in developing countries. *Applied Ergonomics*, 1990, 21: 346–347.
80. Kwan I, Mapstone J. Interventions for increasing pedestrian and cyclist visibility for the prevention of death and injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2002 (2):CD003438.
81. NHTSA vehicle safety rulemaking priorities and supporting research, 2003–2006. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 2003 (Docket [Registro documental] No. NHTSA-2003-15505) (<http://www.nhtsa.dot.gov/cars/rules/rulings/PriorityPlan/FinalVeh/Index.html>, consultado el 10 de diciembre de 2003).
82. Mackay GM, Wodzin E. Global priorities for vehicle safety. En: *International Conference on Vehicle Safety 2002: IMechE conference transactions*. Londres, Institution of Mechanical Engineers, 2002:3–9.
83. Priorities for EU motor vehicle safety design. Bruselas, European Transport Safety Council, Vehicle Safety Working Party, 2001.
84. Broughton J et al. *The numerical context for setting national casualty reduction targets*. Crowthorne, Transport Research Laboratory Ltd, 2000 (Informe No. 382 del TRL).
85. *Road safety strategy 2010*. Wellington, National Road Safety Committee, Land Transport Safety Authority, 2000.
86. *Reducing traffic injuries through vehicle safety improvements: the role of car design*. Bruselas, European Transport Safety Council, 1993.
87. *European Road Safety Action Programme. Halving the number of road accident victims in the European Union by 2010: a shared responsibility*. Bruselas, Comisión de las Comunidades Europeas, 2003 (Com(2003) 311 final) ([http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/rsap/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/transport/road/roadsafety/rsap/index_en.htm), consultado el 17 de noviembre de 2003).
88. O'Neill B, Mohan D. Reducing motor vehicle crash deaths and injuries in newly motorising countries. *British Medical Journal*, 2002, 324: 1142–1145.
89. *Road safety committee inquiry into road safety for older road users*. Melbourne, Parliament of Victoria, 2003 (Informe parlamentario No. 41, Sesión 2003).
90. Pritz HB. *Effects of hood and fender design on pedestrian head protection*. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 1984 (Informe del NHTSA No. DOT HS-806-537).
91. Bly PH. Vehicle engineering to protect vulnerable road users. *Journal of Traffic Medicine*, 1990, 18:244.
92. *Proposals for methods to evaluate pedestrian protection for passenger cars*. European Enhanced Vehicle-safety Committee, EEVC Working Group 10, 1994.
93. Crandall JR, Bhalla KS, Madely J. Designing road vehicles for pedestrian protection. *British Medical Journal*, 2002, 324:1145–1148.
94. Hobbs A. *Safer car fronts for pedestrians and cyclists*. Bruselas, European Transport Safety Council, 2001 ([http://www.etsc.be/pre\\_06feb01.pdf](http://www.etsc.be/pre_06feb01.pdf), consultado el 9 de diciembre de 2003).
95. *Improved test methods to evaluate pedestrian protection afforded by passenger cars*. European Enhanced Vehicle-safety Committee, EEVC Working Group 17, 1998 ([http://www.eevc.org/publicdocs/WG17\\_Improved\\_test\\_methods\\_updated\\_sept\\_2002.pdf](http://www.eevc.org/publicdocs/WG17_Improved_test_methods_updated_sept_2002.pdf), consultado el 4 de diciembre de 2003).
96. *Tomorrow's roads: safer for everyone*. Londres, Department of Environment, Transport and the Regions, 2000.
97. Lawrence GJL, Hardy BJ, Donaldson WMS. *Costs and benefits of the Honda Civic's pedestrian protection, and benefits of the EEVC and ACEA test proposals*. Crowthorne, Transport Research Laboratory, 2002 (Informe de proyecto inédito PR SE/445/02).
98. Allsop R. *Road safety: Britain in Europe*. Londres, Parliamentary Advisory Council for Transport Safety, 2001 (<http://www.pacts.org.uk/richardslecture.htm>, consultado el 30 de octubre de 2003).
99. *Preliminary report on the development of a global technical regulation concerning pedestrian safety*. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa,

- 2003 (Trans/WP.29/2003/99, 26 de agosto de 2003) (<http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm>, consultado el 22 de diciembre de 2003).
100. Roberts I, Mohan D, Abbasi K. War on the roads. *British Medical Journal*, 2002, 324: 1107–1108.
  101. Chawla A et al. Safer truck front design for pedestrian impacts. *Journal of Crash Prevention and Injury Control*, 2000, 2:33–43.
  102. Kajzer J, Yang JK, Mohan D. Safer bus fronts for pedestrian impact protection in bus-pedestrian accidents. En: *Proceedings of the International Research Council on the Biomechanics of Impact (IRCOBI) Conference, Verona, Italy, 9–11 September 1992*. Bron, International Research Council on the Biomechanics of Impact, 1992:13–23.
  103. What is frontal offset crash testing? Arlington, VA, Insurance Institute for Highway Safety/Highway Loss Data Institute, 2003 ([http://www.iihs.org/vehicle\\_ratings/ce/offset.htm](http://www.iihs.org/vehicle_ratings/ce/offset.htm), consultado el 10 de diciembre de 2003).
  104. Edwards MJ et al. Review of the frontal and side impact directives. En: *Vehicle Safety 2000, Institute of Mechanical Engineers Conference, London, 7–9 June 2000*. Londres, Professional Engineering Publishing Limited, 2000.
  105. Parkin S, Mackay GM, Frampton RJ. Effectiveness and limitations of current seat belts in Europe. *Chronic Diseases in Canada*, 1992, 14:38–46.
  106. Cummings P et al. Association of driver air bags with driver fatality: a matched cohort study. *British Medical Journal*, 2002, 324: 1119–1122.
  107. Ferguson SA, Lund AK, Greene MA. Driver fatalities in 1985–94 airbag cars. Arlington, VA, Insurance Institute for Highway Safety/Highway Loss Data Institute, 1995.
  108. Fifth/sixth report to Congress: effectiveness of occupant protection systems and their use. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 2001 (DOT-HS-809-442) (<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/Rpts/2002/809-442.pdf>, consultado el 10 de diciembre de 2003).
  109. Collision and consequence. Borlänge, Administración Nacional de Carreteras de Suecia, 2003 ([http://www.vv.se/for\\_lang/english/publications/C&C.pdf](http://www.vv.se/for_lang/english/publications/C&C.pdf), consultado el 10 de diciembre de 2003).
  110. Initiatives to address vehicle compatibility. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 2003 (<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-11/aggressivity/IPTVehicleCompatibilityReport/>, consultado el 22 de diciembre de 2003).
  111. Knight I. A review of fatal accidents involving agricultural vehicles or other commercial vehicles not classified as a goods vehicle, 1993 to 1995. Crowthorne, Transport Research Laboratory, 2001 (Informe No. 498 del TRL).
  112. Schoon CC. Invloed kwaliteit fiets op ongevallen [Influencia de la calidad de la bicicleta en las colisiones]. Leidschendam, Instituto para la Investigación de la Seguridad Vial, 1996 (Informe R-96-32 del SWOV).
  113. Road safety: impact of new technologies. París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, 2003.
  114. Intelligent transportation systems and road safety. Bruselas, European Transport Safety Council, Working Party of Road Transport Telematics, 1999 (<http://www.etsc.be/systems.pdf>, consultado el 10 de diciembre de 2003).
  115. Westefeld A, Phillips BM. Effectiveness of various safety belt warning systems. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 1976 (DOT-HS-801-953).
  116. Lie A, Tingvall C. Governmental status report, Sweden. En: *Proceedings of the 18th Experimental Safety of Vehicles Conference, Nagoya, Japan, 19–22 May 2003*. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 2003 (<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv18/CD/Files/18ESV-000571.pdf>, consultado el 10 de diciembre de 2003).
  117. Larsson J, Nilsson, G. Bältespåminnare: en lönsam tra. ksäkerhetsåtgärd? [Recordatorios del uso del cinturón de seguridad: ¿son beneficiosos para la sociedad?]. Linköping, Instituto Nacional

- de Investigaciones de Transporte y Carreteras Suecas, 2000 (Informe 62-2000 del VTI).
118. Williams AF, Wells JK, Farmer CM. Effectiveness of Ford's belt reminder system in increasing seat belt use. *Injury Prevention*, 2002, 8: 293–296.
  119. Williams AF, Wells JK. Drivers' assessment of Ford's belt reminder system. *Traffic Injury Prevention*, 2003, 4:358–362.
  120. Buckling up technologies to increase seat belt use. Washington, DC, Committee for the Safety Belt Technology Study, The National Academies, en prensa (Informe especial 278).
  121. Fildes B et al. Benefits of seat belt reminder systems. Canberra, Australian Transport Safety Bureau, 2003 (Informe CR 211).
  122. Carsten O, Fowkes M, Tate F. Implementing intelligent speed adaptation in the United Kingdom: recommendations of the EVSC project. Leeds, Institute of Transport Studies, University of Leeds, 2001.
  123. Marques PR et al. Support services provided during interlock usage and post-interlock repeat DUI: outcomes and processes. En: Laurell H, Schlyter F, eds. *Proceedings of the 15th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, Stockholm, 22–26 May 2000. Estocolmo, Administración Nacional de Carreteras de Suecia, 2000 ([http://www.vv.se/traf\\_sak/t2000/908.pdf](http://www.vv.se/traf_sak/t2000/908.pdf), consultado el 12 de diciembre de 2003).
  124. ICADTS working group on alcohol interlocks. *Alcohol ignition interlock devices. I: Position paper*. Ottawa, International Council on Alcohol, Drugs and Traffic Safety, 2001 (<http://www.icadts.org/reports/AlcoholInterlockReport.pdf>, consultado el 17 de diciembre de 2003).
  125. Tingvall C et al. The effectiveness of ESP (electronic stability programme) in reducing real life accidents. En: *Proceedings of the 18th Experimental Safety of Vehicles Conference*, Nagoya, Japan, 19–22 May 2003. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 2003 (<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv18/CD/Files/18ESV-000261.pdf>, consultado el 12 de diciembre de 2003).
  126. Zaal D. *Traffic law enforcement: a review of the literature*. Melbourne, Monash University Accident Research Centre, 1994 (Informe No. 53) (<http://www.general.monash.edu.au/muarc/rptsum/muarc53.pdf>, consultado el 12 de diciembre de 2003).
  127. Redelmeier DA, Tibshirani RJ, Evans L. Traffic-law enforcement and risk of death from motor-vehicle crashes: case-crossover study. *Lancet*, 2003, 361:2177–2182.
  128. *Police enforcement strategies to reduce traffic casualties in Europe*. Bruselas, European Transport Safety Council, Working Party on Traffic Regulation Enforcement, 1999 (<http://www.etsc.be/strategies.pdf>, consultado el 12 de diciembre de 2003).
  129. Finch DJ et al. *Speed, speed limits and accidents*. Crowthorne, Transport Research Laboratory Ltd, 1994 (Informe de proyecto 58).
  130. *Reducing injuries from excess and inappropriate speed*. Bruselas, European Transport Safety Council, Working Party on Road Infrastructure, 1995.
  131. Leggett LMW. The effect on accident occurrence of long-term, low-intensity police enforcement. En: *Proceedings of the 14th Conference of the Australian Road Research Board*, Canberra. Canberra, Australian Road Research Board, 1988, 14: 92–104.
  132. Keall MD, Povey LJ, Frith WJ. The relative effectiveness of a hidden versus a visible speed camera programme. *Accident Analysis and Prevention*, 2001, 33:277–284.
  133. Yang BM, Kim J. Road traffic accidents and policy interventions in Korea. *Injury Control and Safety Promotion*, 2003, 10:89–94.
  134. Gains A et al. *A cost recovery system for speed and red light cameras: two year pilot evaluation*. Londres, Department for Transport, 2003 ([http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft\\_rdsafety/documents/page/dft\\_rdsafety\\_507639.pdf](http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_507639.pdf), consultado el 12 de diciembre de 2003).
  135. Mäkinen T, Oei HL. *Automatic enforcement of speed and red light violations: applications, experiences and developments*. Leidschendam, Instituto para la

- Investigación de la Seguridad Vial, 1992 (Informe R-92-58).
136. Brekke G. Automatisk trafikkontroll: har spart Bergen for 40 personskadeulykker [Control automático del tráfico: 40 casos de traumatismos evitados en Bergen]. En: *Veg i Vest* [Carreteras de la zona oeste de Noruega]. Bergen, Autoridad Nacional Vial de Noruega, 1993, 3:6–7.
  137. Elvik R, Mysen AB, Vaa T. *Trafikksikkerhåndbok*, tredje utgave [Manual de seguridad vial, 3ª ed.]. Oslo, Instituto de Economía del Transporte, 1997.
  138. Mann RE et al. The effects of introducing or lowering legal per se blood alcohol limits for driving: an international review. *Accident Analysis and Prevention*, 2001, 33:569–583.
  139. Compton RP et al. Crash risk of alcohol impaired driving. En: Mayhew DR, Dussault C, eds. *Proceedings of the 16th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, Montreal, 4–9 August 2002. Montreal, Société de l'assurance automobile du Québec, 2002:39–44 ([http://www.saaq.gouv.qc.ca/t2002/actes/pdf/\(06a\).pdf](http://www.saaq.gouv.qc.ca/t2002/actes/pdf/(06a).pdf), consultado el 17 de noviembre de 2003).
  140. Stewart K et al. International comparisons of laws and alcohol crash rates: lessons learned. En: Laurell H, Schlyter F, eds. *Proceedings of the 15th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, Stockholm, 22–26 May 2000, Estocolmo, Administración Nacional de Carreteras de Suecia, 2000 ([http://www.vv.se/traf\\_sak/t2000/541.pdf](http://www.vv.se/traf_sak/t2000/541.pdf), consultado el 17 de noviembre de 2003).
  141. Davis A et al. *Improving road safety by reducing impaired driving in LMICs: a scoping study*. Crowthorne, Transport Research Laboratory, 2003 (Informe de proyecto 724/03).
  142. Assum T. *Road safety in Africa: appraisal of road safety initiatives in five African countries*. Washington, DC, Banco Mundial y Comisión Económica de las Naciones Unidas para África, 1998 (Documento de trabajo No. 33).
  143. Howat P, Sleet DA, Smith DI. Alcohol and driving: is the 0.05 blood alcohol concentration limit justified? *Drug and Alcohol Review*, 1991, 10:151–166.
  144. Jonah B et al. The effects of lowering legal blood alcohol limits for driving: a review. En: Laurell H, Schlyter F, eds. *Proceedings of the 15th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, Stockholm, 22–26 May 2000. Estocolmo, Administración Nacional de Carreteras de Suecia, 2000 ([http://www.vv.se/traf\\_sak/t2000/522.pdf](http://www.vv.se/traf_sak/t2000/522.pdf), consultado el 15 de diciembre de 2003).
  145. Shults RA et al. Reviews of evidence regarding interventions to reduce alcohol-impaired driving. *American Journal of Preventive Medicine*, 2001, 21:66–88.
  146. Miller TR, Lestina DC, Spicer RS. Highway crash costs in the United States by driver age, blood alcohol level, victim age and restraint use. *Accident Analysis and Prevention*, 1998, 30:137–150.
  147. Sweedler BM. Strategies for dealing with the persistent drinking driver. En: *Proceedings of the 13th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*, Adelaide, 13–18 August 1995. Adelaide, University of Adelaide, Road Accident Research Unit, 1995 (<http://casr.adelaide.edu.au/T95/paper/s1p3.html>, consultado el 16 de diciembre de 2003).
  148. Homel RJ. Random breath testing in Australia: a complex deterrent. *Australian Drug and Alcohol Review*, 1988, 7:231–241.
  149. Elder RW et al. Effectiveness of sobriety checkpoints for reducing alcohol-involved crashes. *Traffic Injury Prevention*, 2002, 3: 266–274.
  150. Eckhardt A, Seitz E. *Wirtschaftliche Bewertung von Sicherheitsmassnahmen* [Desarrollo económico de medidas de seguridad]. Berna, Consejo para la Prevención de Accidentes de Suiza, 1998 (Informe No. 35).
  151. Arthurson RM. *Evaluation of random breath testing*. Sydney, New South Wales Traffic Authority, 1985 (Informe RN 10/85).
  152. Camkin HL, Webster KA. *Cost-effectiveness and priority ranking of road safety measures*. Roseberry, New

- South Wales Traffic Authority, 1988 (Informe RN 1/88).
153. Stuster JW, Blowers PA. *Experimental evaluation of sobriety checkpoint programs*. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 1995 (DOT HS-808-287).
  154. Miller TR, Galbraith MS, Lawrence BA. Costs and benefits of a community sobriety checkpoint program. *Journal of Studies on Alcohol*, 1998, 59:462–468.
  155. Elder RW et al. Effectiveness of mass media campaigns for reducing drinking and driving and alcohol-involved crashes: a systematic review. *American Journal of Preventive Medicine* [en prensa].
  156. Guria J, Leung J. An evaluation of a supplementary road safety package. En: 25th Australasian Transport Research Forum, Canberra, 2–4 October 2002 ([http://www.btre.gov.au/docs/atrf\\_02/papers/36GuriaLeung.doc](http://www.btre.gov.au/docs/atrf_02/papers/36GuriaLeung.doc), consultado el 7 de enero de 2004).
  157. Ross HL. Punishment as a factor in preventing alcohol-related accidents. *Addiction*, 1993, 88: 997–1002.
  158. *Reducing injuries from alcohol impairment*. Bruselas, European Transport Safety Council, 1995.
  159. Wells-Parker E et al. Final results from a meta-analysis of remedial interventions with drink/drive offenders. *Addiction*, 1995, 90: 907–926.
  160. Maycock G. *Driver sleepiness as a factor in cars and HGV accidents*. Crowthorne, Transport Research Laboratory Ltd, 1995 (Informe No. 169).
  161. *The role of driver fatigue in commercial road transport crashes*. Bruselas, European Transport Safety Council, 2001 (<http://www.etsc.be/drivfatigue.pdf>, consultado el 15 de diciembre de 2003).
  162. *Drowsy driving and automobile crashes: report and recommendations*. Washington, DC, National Center on Sleep Disorder Research and National Highway Traffic Safety Administration, Expert Panel on Driver Fatigue and Sleepiness, 1996 ([http://www.nhlbi.nih.gov/health/prof/sleep/drsy\\_drv.pdf](http://www.nhlbi.nih.gov/health/prof/sleep/drsy_drv.pdf), consultado el 15 de diciembre de 2003).
  163. Hartley LR et al. *Comprehensive review of fatigue research*. Fremantle, Murdoch University, Institute for Research in Safety and Transport, 1996 ([http://www.psychology.murdoch.edu.au/irst/publ/Comprehensive\\_Review\\_of\\_Fatigue\\_Research.pdf](http://www.psychology.murdoch.edu.au/irst/publ/Comprehensive_Review_of_Fatigue_Research.pdf), consultado el 15 de diciembre de 2003).
  164. Mock C, Amegeshi J, Darteh K. Role of commercial drivers in motor vehicle related injuries in Ghana. *Injury Prevention*, 1999, 5: 268–271.
  165. Nantulya VM, Muli-Musiime F. Uncovering the social determinants of road traffic accidents in Kenya. En: Evans T et al., eds. *Challenging inequities: from ethics to action*. Oxford, Oxford University Press, 2001:211–225.
  166. Nafukho FM, Khayesi M. Livelihood, conditions of work, regulation and road safety in the small-scale public transport sector: a case of the Matatu mode of transport in Kenya. En: Godard X, Fatonzoun I, eds. *Urban mobility for all. Proceedings of the Tenth International CODATU Conference, Lome, Togo, 12–15 November 2002*. Lisse, AA Balkema Publishers, 2002: 241–245.
  167. Morris JR. External accident costs and freight transport efficiency. En: Saccomanno F, Shortreed J, eds. *Truck safety: perceptions and reality*. Waterloo, Institute for Risk Research, 1996.
  168. Hamelin P. Lorry drivers' time habits in work and their involvement in traffic accidents. *Ergonomics*, 1987, 30:1323–1333.
  169. South DR et al. *Evaluation of the red light camera programme and the owner onus legislation*. Melbourne, Traffic Authority, 1988.
  170. *Red light cameras yield big reductions in crashes and injuries*. *Status Report*, 2001, 36:1–8.
  171. Hooke A, Knox J, Portas D. *Cost benefit analysis of traffic light and speed cameras*. Londres, Home Office, Police Research Group, 1996 (Police Research Series Paper 20).
  172. *Seat-belts and child restraints: increasing use and optimising performance*. Bruselas, European Transport Safety Council, 1996.

173. Heiman L. *Vehicle occupant protection in Australia*. Canberra, Australian Transport Safety Bureau, 1988.
174. Ashton SJ, Mackay GM, Camm S. Seat belt use in Britain under voluntary and mandatory conditions. En: *Proceedings of the 27th Conference of the American Association for Automotive Medicine (AAAM)*. Chicago, IL, American Association for Automotive Medicine, 1983:65–75.
175. Rutherford W et al. *The medical effects of seat belt legislation in the United Kingdom*. Londres, Department of Health and Social Security, Office of the Chief Scientist, 1985 (Informe de investigación No. 13).
176. Rivara FP et al. Systematic reviews of strategies to prevent motor vehicle injuries. *American Journal of Preventive Medicine*, 1999, 16:1–5.
177. Dinh-Zarr et al. Reviews of evidence regarding interventions to increase the use of safety belts. *American Journal of Preventive Medicine*, 2001, 21:48–65.
178. Shults R et al. Primary enforcement seat belt laws are effective even in the face of rising belt use rates. *Accident Analysis and Prevention* [en prensa].
179. Jonah BA, Dawson NE, Smith GA. Effects of a selective traffic enforcement program on seat belt use. *Journal of Applied Psychology*, 1982, 67:89–96.
180. Jonah BA, Grant BA. Long-term effectiveness of selective traffic enforcement programs for increasing seat belt use. *Journal of Applied Psychology*, 1985, 70:257–263.
181. Gundy C. The effectiveness of a combination of police enforcement and public information for improving seat belt use. En: Rothengatter JA, de Bruin RA, eds. *Road user behaviour: theory and research*. Assen, Van Gorcum, 1988.
182. Solomon MG, Ulmer RG, Preusser DF. *Evaluation of click it or ticket model programs*. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 2002 (DOT HS-809-498).
183. Solomon MG, Chaudhary NK, Cosgrove LA. *Evaluation of the May 2003 mobilization: programs to increase safety belt usage*. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration [en prensa].
184. Hagenzieker M. Effects of incentives on safety belt use: a meta-analysis. *Crash Analysis and Prevention*, 1997, 29:759–777.
185. Koch D, Medgyesi M, Landry P. *Saskatchewan's occupant restraint program (1988–94): performance to date*. Regina, Saskatchewan Government Insurance, 1995.
186. Dussault C. Effectiveness of a selective traffic enforcement program combined with incentives for seat belt use in Quebec. *Health Education Research: Theory and Practice*, 1990, 5: 217–223.
187. Aekplakorn W et al. Compliance with the law on car seat-belt use in four cities of Thailand. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 2000, 83:333–341.
188. Morrison DS, Petticrew M, Thomson H. What are the most effective ways of improving population health through transport interventions? Evidence from systematic reviews. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2003, 57: 327–333.
189. *Carrying children safely*. Birmingham, Royal Society for the Prevention of Accidents, 2002 ([http://www.childcarseats.org.uk/factsheets/carrying\\_safely\\_factsheet.pdf](http://www.childcarseats.org.uk/factsheets/carrying_safely_factsheet.pdf), consultado el 16 de diciembre de 2003).
190. Zaza S et al. Reviews of evidence regarding interventions to increase use of child safety seats. *American Journal of Preventive Medicine*, 2001, 21:31–43.
191. *Motor vehicle occupant injury: strategies for increasing use of child safety seats, increasing use of safety belts and reducing alcohol-impaired driving. A report on recommendations of the task force on community preventive services*. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 2001, 50:7 (<http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/RR/RR5007.pdf>, consultado el 16 de diciembre de 2003).
192. Mohan D, Schneider L. An evaluation of adult clasping strength for restraining lap held infants. *Human Factors*, 1979, 21:635–645.

193. Anund A et al. *Child safety in care: literature review*. Linköping, Instituto Nacional de Investigaciones de Transporte y Carreteras Suecas, 2003 (Informe 489A9 del VTI) (<http://www.vti.se/PDF/reports/R489A.pdf>, consultado el 7 de diciembre de 2003).
194. Thompson DC, Rivara FP, Thompson RS. Effectiveness of bicycle helmets in preventing head injuries: a case-control study. *Journal of the American Medical Association*, 1996, 276:1968–1973.
195. Thompson DC, Rivara FP, Thompson R. Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2000, (2):CD001855.
196. Sosin DM, Sacks JJ, Webb KW. Pediatric head injuries and deaths from bicycling in the United States. *Pediatrics*, 1996, 98:868–870.
197. Towner E et al. *Bicycle helmets – a review of their effectiveness: a critical review of the literature*. Londres, Department of Transport, 2002 (Informe de investigación de la seguridad vial No. 30).
198. LeBlanc JC, Beattie TL, Culligan C. Effect of legislation on the use of bicycle helmets. *Canadian Medical Association Journal*, 2002, 166:592–595.
199. Coffman S. Bicycle injuries and safety helmets in children: review of research. *Orthopaedic Nursing*, 2003, 22:9–15.
200. Thompson RS, Rivara FP, Thompson DC. A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets. *New England Journal of Medicine*, 1989, 320:1361–1367.
201. Attewell RG, Glase K, McFadden M. Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 2001, 33:345–352.
202. Macpherson AK et al. Impact of mandatory helmet legislation on bicycle-related head injuries in children: a population-based study. *Pediatrics*, 2002, 110:e60.
203. Scuffham P et al. Head injuries to bicyclists and the New Zealand bicycle helmet law. *Accident Analysis and Prevention*, 2000, 32:565–573.
204. Macpherson AK, Macarthur C. Bicycle helmet legislation: evidence for effectiveness. *Pediatric Research*, 2002, 52:472.
205. Vulcan P, Cameron MH, Watson WC. Mandatory bicycle helmet use: experience in Victoria, Australia. *World Journal of Surgery*, 1992, 16:389–397.
206. Povey LJ, Frith WJ, Graham PG. Cycle helmet effectiveness in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, 1999, 31:763–770.
207. Graitcer P, Kellerman A, Christoffel T. A review of educational and legislative strategies to promote bicycle helmets. *Injury Prevention*, 1995, 1:122–129.
208. Liller KD et al. Children's bicycle helmet use and injuries in Hillsborough County, Florida, before and after helmet legislation. *Injury Prevention*, 2003, 9:177–179.
209. *Motorcycle safety helmets*. COST 327. Bruselas, Comisión de las Comunidades Europeas, 2001 (<http://www.cordis.lu/cost-transport/src/cost-327.htm>, consultado el 17 de noviembre de 2003).
210. Radin Umar RS. Helmet initiatives in Malaysia. En: *Proceedings of the 2nd World Engineering Congress*. Sarawak, Institution of Engineers, 2002:93–101.
211. Supramaniam V, Belle V, Sung J. Fatal motorcycle accidents and helmet laws in Peninsular Malaysia. *Accident Analysis and Prevention*, 1984, 16:157–162.
212. Ichikawa M, Chadbunchachai W, Marui E. Effect of the helmet act for motorcyclists in Thailand. *Accident Analysis and Prevention*, 2003, 35:183–189.
213. Servadei F et al. Effects of Italy's motorcycle helmet law on traumatic brain injuries. *Injury Prevention*, 2003, 9:257–260.
214. Ulmer RG, Preusser DF. *Evaluation of the repeal of the motorcycle helmet laws in Kentucky and Louisiana*. Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 2003 (Informe No. DOT HS-809-530).
215. Waters H, Hyder AA, Phillips T. Economic evaluation of interventions to reduce road traffic injuries: a review of the literature with applications to low and middle income countries. *Asia Pacific Journal of Public Health* [en prensa].

216. Johnston I. Traffic safety education: panacea, prophylactic or placebo? *World Journal of Surgery*, 1992, 16:374–376.
217. O'Neill B et al. The World Bank's Global Road Safety and Partnership. *Traffic Injury Prevention*, 2002, 3:190–194.
218. Duperrex O, Bunn F, Roberts I. Safety education of pedestrians for injury prevention: a systematic review of randomised controlled trials. *British Medical Journal*, 2002, 324:1129.
219. Ker K et al. Post-licence driver education for the prevention of road traffic crashes. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2003, (3):CD003734.
220. Dueker RL. *Experimental field test of proposed antidart-out training programs. Volume 1. Conduct and results.* Valencia, PA, Applied Science Associates Inc, 1981.
221. Ytterstad B. The Harstad injury prevention study: hospital-based injury recording used for outcome evaluation of community-based prevention of bicyclist and pedestrian injury. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 1995, 13: 141–149.
222. Schioldborg P. Children, traffic and traffic training: analysis of the Children's Traffic Club. *The Voice of the Pedestrian*, 1976, 6:12–19.
223. Bryan-Brown K. The effects of a children's traffic club. En: *Road accidents: Great Britain 1994. The Casualty Report.* Londres, Her Majesty's Stationery Office, 1995:55–61.
224. Blomberg RD et al. *Experimental field test of proposed pedestrian safety messages. Volume I: Methods and materials development.* Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, 1983 (DOT-HS-4-00952).
225. *Reducing the severity of road injuries through post impact care.* Bruselas, European Transport Safety Council, Post Impact Care Working Party, 1999.
226. Lerner EB, Moscati RM. The golden hour: scientific fact or medical "urban legend". *Academic Emergency Medicine*, 2001, 8:758–760.
227. Mock CN et al. Trauma mortality patterns in three nations at different economic levels: implications for global trauma system development. *Journal of Trauma*, 1998, 44:804–814.
228. Pang TY et al. *Injury characteristics of Malaysian motorcyclists by Abbreviated Injury Scale (AIS).* Kuala Serdang, Malaysia, Road Safety Research Centre, Universiti Putra Malaysia, 2000 (Informe de investigación RR2/2000).
229. Mock CN, Arreola-Risa C, Quansah R. Strengthening care for injured persons in less developed countries: a case study of Ghana and Mexico. *Injury Control and Safety Promotion*, 2003, 10:45–51.
230. Hussain IM, Redmond AD. Are pre-hospital deaths from accidental injury preventable? *British Medical Journal*, 1994, 308:1077–1080.
231. Forjough S et al. Transport of the injured to hospitals in Ghana: the need to strengthen the practice of trauma care. *Pre-hospital Immediate Care*, 1999, 3:66–70.
232. Husum H et al. Rural pre-hospital trauma systems improve trauma outcome in low-income countries: a prospective study from north Iraq and Cambodia. *Journal of Trauma*, 2003, 54: 1188–1196.
233. Hauswald M, Yeoh E. Designing a pre-hospital system for a developing country: estimated costs and benefits. *American Journal of Emergency Medicine*, 1997; 15:600–603.
234. Van Rooyen MJ, Thomas TL, Clem KJ. International Emergency Medical Services: assessment of developing prehospital systems abroad. *Journal of Emergency Medical Services*, 1999, 17:691–696.
235. Bunn F et al. *Effectiveness of pre-hospital care: a report by the Cochrane Injuries Group for the World Health Organisation.* Londres, The Cochrane Injuries Group, 2001.
236. Mock CN, Quansah RE, Addae-Mensah L, Kwame Nkrumah University of Science and Technology continuing medical education course in trauma management. *Trauma Quarterly*, 1999, 14:345–348.
237. *Resources for the optimal care of the injured patient,* 1999. Chicago, IL, American College of Surgeons, Committee on Trauma, 1999.
238. Knight P, Trinca G. The development, philosophy and transfer of trauma care programs. En: *Reflections on the transfer of traffic safety knowledge to*

- motorising nations. Melbourne, Global Traffic Safety Trust, 1998:75–78.
239. Ali J et al. Trauma outcome improves following the advanced trauma life support program in a developing country. *Journal of Trauma*, 1993, 34: 898–899.
240. Goosen J et al. Trauma care systems in South Africa. *Injury*, 2003, 34:704–708.
241. Quansah R. Availability of emergency medical services along major highways. *Ghana Medical Journal*, 2001, 35:8–10.
242. Nantulya V, Reich M. The neglected epidemic: road traffic injuries in developing countries. *British Medical Journal*, 2002, 324:1139–1141.
243. Mock C et al. Report on the consultation meeting to develop an essential trauma care programme. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2002 (WHO/NMH/VIP02.09).
244. Hyder AA. Health research investments: a challenge for national public health associations. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 2002, 52:276–277.
245. Hyder AA, Akhter T, Qayyum A. Capacity development for health research in Pakistan: the effect of doctoral training. *Health Policy and Planning*, 2003, 18:338–343.