

Medidas de prevención primaria para controlar lesiones y muertes en peatones y fomentar la seguridad vial

Primary prevention measures for controlling pedestrian injuries and deaths and improving road safety

Jorge M. Rodríguez-Hernández¹ y Julio C. Campuzano-Rincón²

¹ Escuela de Salud Pública de México, Instituto Nacional de Salud Pública de México. Cuernavaca, México. georod5@gmail.com

² Centro de Investigaciones en Salud Poblacional. Instituto Nacional de Salud Pública de México. Cuernavaca, México. jcampuzano@insp.mx

Recibido 17 Noviembre 2009/Enviado para Modificación 20 Junio 2010/Aceptado 10 Julio 2010

RESUMEN

Dentro de las lesiones causadas por el tránsito (LCT) los atropellamientos representan a nivel mundial al menos la tercera parte de éstas; son eventos que habitualmente generan lesiones corporales incapacitantes e incluso pueden provocar la muerte. En Latino-América las personas afectadas, en general, son hombres entre 20 y 45 años, en edad productiva, jefes de hogar, personas que sostienen sus familias, su ausencia genera gran impacto en la economía de sus hogares. Se realizó una revisión sistemática sobre la carga que representan las LCT, en especial los atropellamientos y sobre las medidas de prevención primaria diseñadas e implementadas para el control de lesiones fatales y no fatales en peatones a través del mejoramiento de procesos de seguridad vial. En Latino-América los atropellamientos han sido poco estudiados; el grueso de intervenciones para reducir las LCT se han orientado hacia el conductor y ocupantes de vehículos y poco hacia los demás actores del tránsito, incrementando la desigualdad y vulnerabilidad de peatones; existe consenso mundial entre expertos, que es necesario investigaciones rigurosas, en especial en países de bajos y medianos ingresos orientados a evaluar la efectividad de intervenciones focalizadas hacia otros actores del tránsito; en la presente revisión se expone una variedad de estrategias de prevención primaria diferentes a puentes peatonales que según la evidencia disponible debe empezar a implementarse. Varias de éstas incluyen modificaciones al medio ambiente físico, educación, control de la velocidad, cumplimiento de la legislación y respeto por el peatón, valorando sus limitantes y vulnerabilidad.

Palabras Clave: Prevención, lesiones, accidentes de tránsito, seguridad (*fuentes: DeCS, BIREME*).

ABSTRACT

At least 30 % of traffic-related injuries involve pedestrians. These events typically result in incapacitating physical injury and may even cause death. Productive-aged

men, aged 20 to 45, represent the people generally affected in Latin-America. They tend to be heads of household supporting their families and whose absence greatly affects the home's financial situation. A systematic review was conducted of the burden represented by traffic-related injuries, especially those involving pedestrians, and of the primary preventative measures designed and implemented for controlling fatal and non-fatal injuries to pedestrians by improving road safety. There have been few studies in Latin-America regarding these types of accidents and most interventions aimed at reducing traffic-related injuries have been directed towards vehicle drivers and passengers, little attention being focused on other traffic-related actors. This increases pedestrian inequality and vulnerability. There is a consensus among experts worldwide that rigorous investigation is needed (especially in low- and middle-income countries) to evaluate the effectiveness of interventions focused on other traffic-related actors. This review presents a variety of primary prevention strategies, other than pedestrian bridges, which (according to the available evidence) should start to be implemented. These would include modifying the physical environment, education, speed controls, enforcing legislation and imposing respect for pedestrians, valuing their limitations and vulnerability.

Key Words: Prevention, injury, accident, traffic, safety (*source: MeSH, NLM*).

Los atropellamientos se clasifican dentro de las lesiones no intencionales, son producto de lesiones causadas por el tránsito (LCT), ocurren cuando un conductor choca con un tercero (persona o animal) sin la precaución necesaria, pudiendo generar lesiones físicas. Los conceptos colisión, accidente o atropellamiento son usados igual, sin embargo es importante precisar que éste último produce daños a la salud de un tercero (1-3).

Los costos de las LT varían entre los países, según sus ingresos: países de bajos recursos gastan hasta 1 % del Producto Nacional Bruto, 1,5 % países de recursos medios y hasta 2 % países de recursos altos (4). Los costos se distribuyen entre los servicios de salud, aseguradoras, transportadores y en la improductividad generada por las personas que han chocado, han sido atropellados, hospitalizados o muertos luego de LCT (5,6).

MÉTODOS

El presente artículo es fruto de una revisión sistemática, en su gran mayoría de literatura publicada entre 1999 y 2009 sobre las medidas de prevención primaria diseñadas, implementadas y evaluadas para el control de lesiones y muertes ocurridas en peatones a través del mejoramiento de procesos de seguridad vial. Se accedió a las bases de datos de Medline, Bireme, Lilacs y Scielo,

utilizando las palabras claves "pedestrian injuries", "pedestrian fatality", "pedestrian vehicle crashes", "prevention accidents traffic", "road safety". Aunque en menor medida, se dispuso de información previa estratégica, de autores claves en el área de la prevención de lesiones a peatones. La información acerca de la magnitud del problema de los atropellamientos en Colombia se obtuvo del Instituto Colombiano de Medicina Legal y Ciencias Forensis (ICMyCF), a través de su publicación periódica "Forensis". La revisión se centra en el impacto y carga que han representado las LCT, en especial los atropellamientos. En las intervenciones encontradas se exponen ejemplos en el nivel humano, del vehículo, medio-ambiental, y sobre legislación. Se reconoce que existe una limitante al no disponer de ensayos aleatorizados de acuerdo al evento en estudio, por tanto, según Oxman y colaboradores (7), la mayoría de la literatura revisada se ubica dentro de la calificación media y baja al ser estudios cuasiexperimentales, observacionales y de otro nivel de evidencia.

Impacto y consecuencias de los atropellamientos

La carga de enfermedad de las LCT se ha estimado en 22,8 % (8), dentro de éstos, los atropellamientos contribuyen con una proporción variable, la cual oscila entre 41 % y 75 % del global (9). En países de bajos ingresos los atropellamientos representan hasta 80 % de las víctimas mortales de LCT, respecto a países de altos ingresos: 10 % a 15 % (8,10).

Las LCT de tipo atropellamiento se distribuyen mundialmente de forma desigual, por ejemplo en países en vías de desarrollo, los grupos más vulnerables son peatones, ciclistas y motociclistas. En Asia motociclistas y peatones presentan las tasas más altas de lesiones (11-13), en África peatones y pasajeros de medios masivos de comunicación son los más afectados (14,15); para América Latina y el Caribe los peatones en áreas urbanas son los más severamente lesionados (16-18).

Los peatones afectados, en general, son hombres entre 20 y 45 años, en edad productiva, jefes de hogar, personas que sostienen sus familias; su ausencia genera gran impacto en la economía de sus hogares (8). Otros grupos vulnerables han sido ancianos y menores; en éstos últimos es mayor la proporción de niños que niñas lesionadas; además, las tasas de traumatismos son mayores entre niños de familias pobres. Aún en países de ingresos altos, se observa que niños de familias pobres y de minorías étnicas presentan tasas elevadas de lesiones no intencionales, especialmente en niños peatones (9).

En países de ingresos bajos y medios, los atropellamientos ocurren principalmente en vías públicas, en zonas urbanas, donde existe 'mezcla' de usuarios: peatones lentos y vulnerables; comerciantes ambulantes y ciclistas comparten espacios en condiciones desiguales frente a vehículos motorizados veloces; son poco frecuentes la separación de espacios entre estos usuarios, generando la posibilidad de sufrir lesiones por atropellamiento (15-19-21).

Entre las LCT, los atropellamientos generan mayor letalidad, severidad y discapacidad (22,23); los sobrevivientes padecen problemas médicos más persistentes, requiriendo más asistencia respecto a otros usuarios involucrados con LCT (6). Los costos de atención de salud prolongada, la pérdida de los jefes de hogar, los gastos del funeral y la pérdida de ingresos debido a la discapacidad, pueden sumir a la familia en la pobreza. (24,25).

En Colombia, según el ICMycF, aunque la tasa de mortalidad por LCT ha descendido de 15,5/100 000 habitantes en el año 2000 a 12,8/100 000 en 2008, el problema de los atropellamientos no deja de ser preocupante, debido a que entre 1996-2006, 44 % de las víctimas por LCT fueron peatones, donde automóviles, motos y motocarros fueron responsables de más de 50 % de estas muertes. Los departamentos más afectados, con tasas arriba del promedio nacional, han sido San Andrés, Tolima, Meta y Cundinamarca; más de 40 % de estos eventos se presentan fines de semana, con picos en Julio y Diciembre. Aunque las LCT no fatales a peatones han descendido en los últimos años, aún afectan cerca de 30 % del total de lesionados; los hombres, al igual que las lesiones fatales, son los más afectados, con una razón de 4:1, los grupos de edad más afectados están entre 18 a 45 años con más del 45 % de los casos. Más del 80 % de los atropellamientos ocurren en zonas pobladas, de ahí la necesidad de focalizar acciones en áreas identificadas como conflictivas (26-29).

La interacción de los diferentes factores, explican la ocurrencia de estos eventos; no obstante, su conocimiento también sirve para el diseño e implementación de mecanismos de control y prevención (30,31). Por ejemplo, para prevenir riesgos en escolares, se ha creado el concepto de "Rutas seguras", las cuales son mecanismos para disminuir el riesgo por atropellamientos con participación de padres, organización de la comunidad para estimular la seguridad de peatones y ciclistas; la implementación de estas rutas, implica soluciones de ingeniería: cambios al medio ambiente físico, para mejorar la seguridad de transeúntes (32,33).

En América Latina los atropellamientos han sido poco estudiados; el grueso de las intervenciones para reducir la magnitud de LT se orientan hacia conductores y ocupantes de vehículos y poco a otros actores del tránsito, lo que ha incrementado la desigualdad y vulnerabilidad de peatones. Además existe consenso entre expertos, que es necesario investigaciones rigurosas, en especial en países de bajos y medianos ingresos orientados a evaluar la efectividad de intervenciones con otros actores del tránsito (19,34).

La mayor parte de atropellamientos se controlan con el diseño e implementación de medidas preventivas o correctivas; para esto es necesario la articulación compartida de varias entidades y disciplinas, profesionales de la salud pública, ingenieros e instituciones nacionales.

¿Existen alternativas diferentes a los puentes peatonales?

Las principales medidas de prevención primaria a nivel medioambiental, orientadas a evitar atropellamientos, han sido el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de puentes peatonales, los cuales aparentemente no han generado el efecto deseado, tal como se ha observado en estudios realizados en los últimos años en Uganda (35) y México (36).

Investigadores mexicanos han estudiado los atropellamientos identificando que la mayoría suceden en grandes avenidas o vías de alta velocidad, con gran circulación de vehículos, sin semáforos, cerca de puentes peatonales y del hogar del afectado; en la mitad de los casos, estos lugares fueron reconocidos como puntos de riesgo del recorrido diario. La mayor parte ocurrieron en fines de semana, en horas de la noche, los más afectados fueron hombres, cerca de la mitad tenían antecedente reciente de haber ingerido bebidas alcohólicas; habitualmente eran personas que no manejaban con regularidad o no sabían manejar y un buen porcentaje no conocía adecuadamente las señales de tránsito (16,25,36).

Investigadores en Cali (37) han reportado que los puentes peatonales son relativamente útiles, aunque observaban limitantes que imposibilitan su uso como barreras arquitectónicas (impedía el uso por discapacitados); presentaban problemas de inseguridad que aprovechan los delincuentes para asaltar a peatones; algunos de estos preferían correr y atravesar la avenida a pie para evitar este riesgo; de la misma forma, adultos mayores que sufrían mareo, vértigo, o problemas respiratorios evitan su uso, con el agravante de que algunos de ellos, no alcanzan a cruzar la calle, tal como se estimó en un estudio en Los Ángeles (38).

En general, la imagen encontrada respecto a estas estructuras no es alentadora, se visualizan como útiles, no obstante, se considera que varios están mal ubicados, son inseguros y no los usa cierto sector de la población. La mayoría acepta no utilizarlos, o hacerlo ocasionalmente (16,25,36). Los costos de la puesta en funcionamiento de un puente es superior a 100 000 dólares. Teniendo en cuenta su utilidad cuestionada, se debe pensar en diseñar, e implementar medidas alternativas de prevención primaria eficientes que controlen y prevengan lesiones y muertes secundarias a atropellamientos. Además se ha estimado que una muerte por atropellamiento cuesta más de 250 000 dólares (40,41).

Dentro de este panorama existen estrategias de prevención primaria para mejorar la seguridad vial involucrando varios niveles de intervención: 1. Información, educación y comunicación; 2. Legislación; 3. Ingeniería y tecnología; 4. Impuestos y subsidios y; 5. Investigación (9,30,34,42-45).

Nivel humano (factores humanos). Las acciones se han orientado a mejorar actitudes y comportamientos por parte de peatones y conductores. Las más usadas corresponden a educación a peatones, donde, excepto en niños, existe ausencia de pruebas que demuestren efectividad en otros grupos de edad.(45) Autores franceses en una revisión sistemática encontraron que los cambios en el nivel de conocimiento de las normas de seguridad vial y conducta observada decrecían con el tiempo, por lo que sugieren que las estrategias educativas se repitan de forma regular (46).

Nivel del vehículo (vector). Las acciones se orientan a mejorar condiciones mecánicas y de seguridad como luces, frenos, entre otros. Las modificaciones en la parte delantera de carros y vehículos evidencian descensos en la severidad de lesiones y muertes por atropellamientos de 20 % entre peatones y ciclistas (46). Investigadores británicos estimaron que cambios similares en los autos, principalmente en el parachoques y capó, podrían reducir 25 % las lesiones por atropellamiento (47).

Nivel medio-ambiental. Se han diseñado e implementado acciones orientadas a modificar estructuras viales o carreteras cuyo fin principal es reducir la velocidad de los vehículos, separar exposiciones entre éstos y peatones, y mejorar la visibilidad del peatón (31,34,44,45).

- Entre las medidas, encaminadas a reducir la velocidad de los autos se encuentran reductores de velocidad, vialetas, estrechamientos, glorietas, chicanas y múltiples señalizadores en la vía o en sus costados, boyas, lomos, entre otras, acompañados de adecuaciones geométricas para dar mayor seguridad a peatones (34,48-51).

Diferentes estudios en Europa (Suecia, Alemania, Holanda) y Estados Unidos han implementado estas estrategias donde se ha demostrado reducción entre 25 % - 75 % en lesiones y muertes secundarias a atropellamientos (45,52). Un metanálisis realizado por autores británicos estableció reducción de 11 % (OR=0,89) en lesiones derivadas de atropellamientos entre el área de intervención respecto al área control (53).

En Ghana la colocación de bandas sonoras logró reducir 35 % los choques y 55 % las defunciones causadas por el tránsito en lugares con antecedentes de riesgo para usuarios de la vía pública (14). En USA, se encontró descenso del riesgo de lesiones por atropellamiento 2,1 veces menor (OR=0,47 IC 95 %:0,24-0,95) en menores de 15 años en Oakland debido a las diferentes medidas de seguridad vial (54).

- Dentro de las medidas orientadas a separar exposición entre vehículos y peatones por espacio y tiempo se incluyen puentes peatonales, barreras, vallas, banquetas, isletas de refugio para proteger peatones, instalación de semáforos peatonales en intersecciones de riesgo, entre otros (35,45).

Retting y colaboradores (45) en su revisión sistemática reportaron resultados de varios estudios: en uno de ellos realizado en USA, con señalizadores de tiempo, evidenciaron que el riesgo de atropellamientos en sitios de intervención, fue la mitad respecto a sitios control. En otra investigación, realizada en Japón, antes después sin grupo control, luego de la instalación de puentes peatonales, el número de atropellamientos disminuyó 91 % a menos de 100 metros del puente y 85 % a 200 metros de éste; sin embargo el resto de LCT no relacionadas a peatones aumentaron 14 % a menos de 100 metros y 23 % a 200 metros del puente.

Otra investigación realizada en Uganda identificó el efecto de la implementación de un puente peatonal sobre las lesiones por atropellamientos en una autopista; la prevalencia de uso después de la implementación del puente fue 35 %, más alta en mujeres (49,1 %) respecto a hombres (29,2 %). La probabilidad de ser lesionado fue mayor durante la noche; luego de la construcción del

puente hubo más accidentes y atropellamientos aunque descendió la severidad de los mismos (35).

- Dentro del grupo de medidas orientadas a mejorar la visibilidad del peatón se encuentran pasos a nivel demarcados y con señalización luminosa; reajustes y rediseños de parqueaderos y paradas de buses, entre otros (45,55-58).

En Australia un grupo de investigadores, en un estudio antes-después, para reducir atropellamientos en las noches, encontraron descenso de 59 % de éstos, incrementando la luminosidad sobre zonas de cruce urbano, durante dos años de seguimiento (45).

En otro estudio, antes-después con grupo control, realizado en Israel con incrementó de la luminosidad y señales de alarma en zonas de cruce, se logró disminuir 57 % de los atropellamientos en sitios de intervención en la noche y 21 % en el día, mientras que en sitios control hubo incremento de atropellamientos de 60 % durante 2,5 años de seguimiento (56).

En otro estudio realizado en USA, se encontró riesgo incrementado de atropellamientos en adultos mayores (OR: 2,1; IC 95 %: 1,1 a 4,0) en zonas de cruce demarcadas (cebras), sin adecuada señalización para detener el tráfico (57). Esto concuerda con los hallazgos de Zegger y colaboradores (58) quienes encontraron que sobre vialidades con múltiples cruces y flujos vehiculares superiores a 12 000 día con demarcaciones exclusivas (sin otra señalización), existían alto riesgo de lesiones por atropellamiento, comparado con zonas no marcadas. Las alternativas de solución dadas fueron: incrementar la señalización al costado y en la parte superior de la vía, implementar semáforos peatonales, pasos a nivel, estrechar la vía en la zona de cruce, mejorar la visibilidad del peatón en horas de noche mediante alumbrado, entre otras.

Las modificaciones y ajustes al medio ambiente vial disminuyen el riesgo de LCT en peatones, entre otras razones, porque los cambios arquitectónicos a largo plazo, mejoran comportamientos en éstos y en conductores. No obstante, como se ha comentado previamente, algunos expertos reconocen que faltan investigaciones más rigurosas en países de bajos y medianos ingresos (34,53,57,59,60), con el agravante que la mayoría de intervenciones para reducir LT y atropellamientos se han centrado en conductores y ocupantes de vehículos y poco en el resto de actores del tránsito, lo que aumenta la desigualdad y vulnerabilidad de peatones (20,61-69).

Existen otro grupo de estrategias de prevención primaria, asociadas a medidas legislativas, destinadas al control y prevención de lesiones derivadas de LT, algunas han reducido la incidencia de atropellamientos:

Clasificación de la red vial y control de la velocidad en zonas urbanas. No deben exceder 50 km por hora (km/h). En zonas donde usuarios vulnerables de la vía pública estén expuestos, se recomienda fijarlo en 30 km/h (9) y 20 km/h cerca de hospitales y escuelas, ya que esta velocidad permite al conductor reaccionar a tiempo. En zonas rurales, se aceptan límites de 60 km/h, pero en accesos y cruces la velocidad no debe superar 40 km/h. Estudios de seguimiento realizado durante hace algunos años en USA y Europa, con descensos de velocidad entre 3 a 14 km/h, generaron disminución de muertos por LCT de 6 % hasta 34 % (70,71). No obstante, según el reciente informe sobre la situación de seguridad vial en el mundo, menos de 10 % de países califican de eficaces las medidas adoptadas para hacer cumplir los límites de velocidad previstos en sus legislaciones (72).

Control de los niveles de alcohol en sangre. El riesgo de padecer un accidente aumenta considerablemente cuando la Concentración Sanguínea de Alcohol (CSA) es superior a 0,04 gramos por decilitro (g/dl). Son varios los estudios que asocian CSA incrementadas con lesiones en peatones. Se han observado reducciones de 20 % sobre LCT con pruebas aleatorias sobre el aliento instalando puestos de control de sobriedad (73,74).

Luces de circulación diurna en vehículos. Esta medida consiste en el empleo de focos en la parte delantera de los vehículos; estudios realizados en Europa han mostrado resultados favorables con su implementación; uno de ellos evidenció que el número de peatones y ciclistas atropellados por automóviles se redujo 15 % y 10 %, respectivamente (9). En un reporte reciente se observó una reducción cercana a 15 % en atropellamientos atribuidos a efectos de la implementación de la luz durante horas del día (75).

Existe una gran variedad de alternativas diferentes a puentes peatonales (reconociendo que en ciertas vías son la única y/o mejor estrategia de prevención primaria, al separar espacios y evitar la exposición entre los peatones y la velocidad de los coches e imprudencia de los conductores), que se deben empezar a implementar; muchas de ellas pasan por modificaciones al medio ambiente, educación, control de la velocidad, cumplimiento de la legislación y respeto por el peatón. Mientras que a éste no se le valore, no se le ubique como un integrante importante dentro de los actores del tránsito, mientras que no se

estimen sus limitantes y su vulnerabilidad (76), las lesiones y muertes por atropellamiento seguirán dentro de los deshonrosos primeros lugares de los registros nacionales e internacionales de lesiones por causa externa ♦

Agradecimientos: A la Doctora Martha Híjar Medina, investigadora en Ciencias Médicas F del Instituto Nacional de Salud Pública de México y miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México por la orientación conceptual dada a gran parte de los contenidos de esta revisión. De la misma forma, los autores agradecen el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, (CONACYT) por el apoyo dado a la investigación Ambiente Seguro: intervenciones para la prevención de atropellamientos (ASIPA) con el convenio 114657 relacionada directamente con esta revisión.

REFERENCIAS

1. Rivara F. The Scientific Basis for Injury Control. *Epidemiologic reviews*. 2003; 25:20-3.
2. Barss P, Smith G, Baker S, Mohan D. *Injury Prevention: An International Perspective*. New York: Oxford University Press; 1998.
3. Loukaitou-Sideris A. Death on the Crosswalk: A Study of Pedestrian-Automobile Collisions in Los Angeles. *Journal of Planning Education and Research*. 2007; 26:338-51.
4. Roberts I, Mohan D, Abbasi K. War on the roads. *BMJ*. 2000; 324:1107-8.
5. Garcia A, Perez A. The economic cost of road traffic crashes in an urban setting, *Inj prev* 2007;13(1):65-8.
6. Híjar M, Arredondo A, Carrillo C, Solórzano L. Road traffic injuries in an urban area in Mexico. An epidemiological and costs analysis. *Accident Anal Prev*. 2004; 36(1):37-42.
7. Oxman A. Grading quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ*. 2004; 328(19):1490-4.
8. Informe Mundial sobre prevención de los traumatismos causados por Accidente de Tránsito [Internet] Organización Mundial de la Salud. Disponible en <http://whqlibdoc.who.int/paho/2004/927531599X.pdf>. Consultado octubre de 2007.
9. Odero W, Garner P, Zwi A. Road traffic injuries in developing countries: a compressive review of epidemiological studies. *Trop Med Int Health*. 1997;2(5):445-60.
10. Mohan D. Road safety in less-motorized environments: future concerns. *Int J Epidemiol* 2002;31(3):527-32.
11. Yang B, Kim J. Road Traffic accidents in Korea. *Inj Control Saf Promot*. 2003;10(3):89-93.
12. Wang S, Chi G, Jing C, Li L. Trends in road traffic crashes and associated injury and fatality in People's Republic of China, *Inj Control Saf Promot*. 2003;10(3):83-7.
13. Suriyanwongpaisal P, Kanchanasut S. Road traffic injuries in Thailand: trends, select underlying determinants and status of intervention. *Inj Control Saf Promot*. 2003;10(3):95-104.
14. Afukaar F, Antwi P, Ofosu S. Pattern of road traffic in Ghana: implications for control. *Inj Control Saf Promot*. 2003;10(3):69-76.
15. Odero W, Khayesi M, Peda P. Road traffic injuries in Kenya: magnitudes, causes and status of intervention. *Inj Control Saf Promot*. 2003;10(3):53-61.
16. Híjar M, Vásquez V, Arreola-Rissa C. Pedestrian traffic injuries in México. *Inj Control Saf Promot*. 2003;10(3):37-43.
17. Rodríguez D, Fernando J, Acero H. Road traffic injuries in Colombia. *Inj Control Saf Promot*. 2003;10(3):29-35.

18. St Bernard G, Matthews W. A contemporary analysis of road traffic crashes, fatalities and injuries in Trinidad and Tobago. *Inj Control Saf Promot.* 2003;10(3):21-7.
19. Borse N, Hyder A. Call for more research on injury from the developing world: results of a bibliometric analysis. *Indian J Med Res.* 2009;129(3):321-6.
20. Híjar M. El crecimiento urbano y sus consecuencias no planeadas: El caso de los atropellamientos en Caleidoscopio de la Salud, Fundación Mexicana para la Salud-Funsalud; 2003. pp. 89-97.
21. Echeverry J, Villota J, Zarate C. Actitudes y comportamientos de los peatones en los sitios de alta accidentalidad en Cali. *Colombia Med.* 2005;36:79-84.
22. Langley J, Marshal S. The severity of road traffic crashes resulting in hospitalisation in New Zealand. *Accident Anal Prev.* 1994;26:549-54.
23. Toro K, Hubay M, Sotonyi P, Keller E. Fatal traffic injuries among pedestrians, bicyclists and motor vehicle occupants, *Forensic Science International.* 2005;151:151-6.
24. Nantulya V, Reich M. The neglected epidemic: road traffic injuries in developing countries. *BMJ.* 2002;324:1139-41.
25. Híjar M, Troste J, Bronfman M. Pedestrian injuries in México: a multi-method approach. *Soc Sci Med.* 2003;57(11):2149-59.
26. Castaño A, Hernández W, Soriano M. Muertes y lesiones por atropellamiento en Colombia 2005. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. *Forensis;* 2005. pp. 224-50.
27. Forero LJ. Muertes y lesiones por atropellamiento en Colombia 2008, Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. *Forensis;* 2008. pp. 219-60.
28. Gaitán-Rodríguez Y. Determinación de puntos críticos de accidentalidad para peatones. Un estudio de cinco ciudades para el país. *Forensis;* 2008. pp. 326-38.
29. Rodríguez J, Campuzano J, Franco C. Estrategias de prevención primaria para mitigar las lesiones y muertes en peatones, ¿son los puentes peatonales la solución?. *Forensis;* 2009. pp. 399-407.
30. Runway C. Back to the future-revisiting Haddon's Conceptualization of Injury Epidemiology and Prevention. *Epidemiologic Reviews.* 2003;25:60-4.
31. Peek-Asa C, Zwering C. Role of environmental interventions in injury control and prevention. *Epidemiol Rev.* 2003;25:77-89.
32. Darcin M, Selcen D. Relationship Between quality of life and Children traffic fatalities, *Accident Anal Prev.* 2007;39:826-32.
33. Warsh J, Rothman L, Slater M, Steverango C, Howard A. Are school zones effective?. An examination of motor vehicle versus child pedestrian crashes near schools. *Inj Prev.* 2009;15(4):226-9.
34. Forjough S. Traffic related injury prevention interventions for low countries. *Inj Control Saf Promot.* 2003;10(3):109-18.
35. Mutto M, Kobusingye O, Lett R. The effect of an overpass on pedestrian injuries on a major highway in Kampala-African Health Sciences. 2002;2(3):89-93.
36. Hidalgo E, Campuzano J, Rodríguez JM, Chias L, Resendiz H, Sánchez H, et al. Motivos de uso y no uso de puentes peatonales en la Ciudad de México 2008: la perspectiva de los peatones. En edición: *Salud Pública de México*, 2010.
37. Espitia VE, Reyes C, Vélez LF, Espinosa R. Lesiones fatales ocasionadas por vehículo a personas mayores de 60 años en Cali, 1993-1997. *Colombia Med.* 1998; 29(4):129-33.
38. Hoxie R, Rubenstein L. Are older pedestrian allowed enough time to cross intersections safety? *Abstract J Am Geriatr Soc.* 1994; 42:241-4.
39. Híjar M, Kraus J, Tovar V, Carrillo C. Analysis of fatal pedestrian injuries in México City 1994-1997. *Injury. Int J. Care Injured.* 2001; (32): 279-84.
40. National Safety Council [Internet]. What is the economic cost of crashes involving bicyclists and pedestrians?. Disponible en <http://www.walkinginfo.org/faqs/answer.cfm?id=42>. Consultado Mayo de 2009.
41. Acero-Velásquez H, Concha-Eastman A. La seguridad Vial un problema de Salud Pública,

- Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C.; 2004.
42. Haddon W. Energy damage and 10 countermeasure Strategies. *Inj Prev.* 1995;1:40-44.
 43. Haddon W. The Changing approach to the epidemiology, prevention and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively. *Am J Public Health* 1968;58:1431-8.
 44. Ossenbruggen P, Pendharkar J, Ivan J. Roadway safety in rural and small urbanized areas, *Accid Anal Prev.* 2001;33:485-98.
 45. Retting RA, Ferguson S and McCartt. A Review of Evidence-Based Traffic Engineering Measures Designed to Reduce Pedestrian-Motor Vehicle Crashes, *Am J Public Health.* 2003;93:1456-63.
 46. Duperrex O, Roberts I, Bunn F. Educación de peatones en temas de seguridad para la prevención de lesiones. *The Cochrane Collaboration* 2007;(3):1-38.
 47. Crandall J, Bhalla K, Madeley N. Designing road vehicles for pedestrian protection. *BMJ* 2002; 324:1145-8.
 48. Forero S, Triana M, Andrade F, Cayetano J, Navarro J. Prevención de lesiones: una estrategia de salvación para la sociedad moderna. *Rev Fac Med Univ Nac Col* 2006; 54(3):211-8.
 49. Persuad B, Hauer E, Retting RA, Vallurupalli R, Mucsi K. Crash reductions related to traffic signal removal in Philadelphia. *Accid Anal Prev.* 1997;29:803-10.
 50. Zeedyk MS, Wallace L, Spray L. Stop, look, listen and think? What young children really do when crossing the road. *Accid Anal Prev.* 2002;34:43-50.
 51. Kraus JF, Hooten EG, Brown KA, Peek-Asa C, Heye C, McArthur D. Child pedestrian and bicyclist injuries: results of community surveillance and a case study control. *Inj Prev.* 1996; 2:212-8.
 52. Elvik R, Vaa T. *El manual de las medidas de seguridad vial.* Madrid: Elsevier Ltda; 2006.
 53. Bunn F, Collier T, Frost C, Ker K, Roberts I, Wentz A. Traffic Calming for the prevention of road traffic injuries: systematic review and meta-analysis. *Inj prev.* 2003;9:200-4.
 54. Tester J, Rutherford G, Wald Z. A matched case-control study evaluating the effectiveness of speed humps in reducing child pedestrian injuries. *Am J Public Health* 2004;64:6-50.
 55. Kwam I, Mapstone J. Intervenciones para el aumento de la visibilidad de peatones y ciclistas para la prevención de muertes y lesiones. *Accid Anal Prev* 2004;36:305-12.
 56. Polus A, Katz A. An analysis of nighttime pedestrian accidents at specially illuminated crosswalks. *Accid Anal Prev* 1978;10:223-8.
 57. Koepsell T, McCloskey L, Wolf M. Crosswalk markings and the risk of pedestrian-motor vehicle collisions in older pedestrians. *JAMA.* 2002;288:2136-43.
 58. Zegger C, Stewar R, Huang H, Lagerwey P, Feaganes J, Campbell B. Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations: final Report and Recommended Guidelines. Office of Safety Research and Development, Federal Highway Administration; 2005.
 59. Ameratunga S, Hajar M, Norton R. Road-traffic injuries: confronting disparities to address a global-health problem. *Lancet* 2006; 367:1533-40.
 60. Mohan D. Traffic safety and city structure: lessons for the future, *Sal Pub Mex.* 2008; 50 (S1):93-100.
 61. Task Force on community and preventive services: Recommendations to Reduce Injuries to Motor Vehicle Occupants Increasing Child Safety Seat Use, Increasing Safety Belt Use, and Reducing Alcohol-Impaired Driving. *Am J Prev Med.* 2001;21(S4):16-22.
 62. Halman S, Chipman M, Parkin P, Wright J. Are seat belt restraints as effective in school age children as in adults? A prospective crash study. *BMJ.* 2002;324:1123-5.
 63. Marshall S, Spasoff R, Nair R and Walraven C. Restricted driver licensing for medical impairments: Does it work?. *CMAJ.* 2002;167(7):747-51.
 64. O'Neill B, Mohan D. Reducing motor vehicle crash deaths and injuries in newly motorizing countries. *BMJ.* 2002;324:1142-5.
 65. Segui G. Evaluating interventions that promote the use of rear seats for children. *Am J Prev Med* 1999;16(S1):23-9.

66. Rivara F, Thompson D, Cummings P. Effectiveness of primary and secondary enforced seat belt laws. *Am J Prev Med.* 1999;16(S1):30-9.
67. Zaza S, Sleet D, Thompson R. Reviews of evidence regarding interventions to increase use of child safety seats. *Am J Prev Med.* 2001;16(S4):31-47.
68. Dinh T, Sleet D, Shults R. Reviews of evidence regarding intervention to increase the use of safety belts. *Am J Prev Med.* 2001;16 (S4):48-65.
69. Halman S, Chipman M, Parkin P, Wright J. Are seat belt restraints as effective in school age children as in adults? A prospective crash study. *BMJ.* 2002;324:1123-5.
70. Fuller R, Gormley M, Stradling S, Broughton P, Kinnear N, O'Dolan C et al. Impact of speed change on estimated journey time: Failure of drivers to appreciate relevance of initial speed. *Accident Anal Prev.* 2009; 41(1):10-4.
71. Conferencia Europea de Ministros del Transporte y Organización para la cooperación y el desarrollo económico [Internet]. Gestión de la Velocidad 2006. Disponible en <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/06SpeedES.pdf>. Consultado Jun. 2009.
72. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial Ginebra Suiza 2009. disponible en www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009. Consultado Jun. 2009.
73. Plurad D, Demetriades D, Gruzinski G, Preston C, Chan L, Gaspard D et al. Pedestrian Injuries: The Association of Alcohol Consumption with the Type and Severity of Injuries and Outcomes. *J Am Coll Surg* 2006;6:919-27.
74. Elder RW, Shults RA, Sleet DA, Nichols JL, Zaza S, Thompson RS. Effectiveness of sobriety checkpoints for reducing alcohol-involved crashes. *Traffic Inj Prev.* 2002; 266-74.
75. Langford J, Patterson T [Internet]. Road safety implications of daytime running lights Monash University Accident Research Centre 2006, disponible en http://www.austroads.com.au/pdf/TestMethod2/9.Daytime_running_lights__Sep_06.pdf. Consultado Junio 2009.
76. Cal y Mayor R, Cárdenas J. Ingeniería del Tránsito: Fundamentos y aplicaciones 8ava edición. México: Alfa omega editores; 2007.