Niveles de alcohol en sangre y riesgo de accidentalidad vial: revisión sistemática de la literatura

Álvaro Ruiz[1]
Felipe Macías[2]
Carlos Gómez-Restrepo[3]
Martín Rondón[4]
Juan Manuel Lozano[5]

Resumen

Introducción: La accidentalidad vial debe una importante cuota al alcohol. El alcohol no sólo altera la capacidad para conducir y reaccionar al tráfico, sino que incrementa los riesgos de daños a otros pasajeros y a otros vehículos, los daños en propiedades, las pérdidas en horas laborables, la calidad de vida y las reparaciones. *Método*: Revisión sistemática de la literatura para evaluar los estudios descriptivos y experimentales que miden el impacto del consumo, la efectividad de las diferentes medidas de limitación al consumo y las alteraciones producidas por el alcohol en el conductor. *Resultados*: Los accidentes de tráfico asociados con el alcohol (ATRA) son la causa aislada más importante de muertes relacionadas con alcohol en muchos países. Cada aumento de 0,02% en las concentraciones de alcohol duplica el riesgo de un accidente fatal. La mayoría de accidentes en Colombia ocurren en áreas urbanas (75%) y el 53,3% de los muertos son peatones. Se ha mostrado que, adicionalmente, la educación tiene un impacto enorme en la prevención de accidentes. *Conclusiones*: Para reducir la accidentalidad relacionada con el alcohol es claro que las restricciones legales tienen impacto, así como los programas de educación e información. Debe generalizarse el concepto de alteración en la capacidad para conducir de manera segura y debe pedirse a las autoridades que busquen implementar los conceptos de limitación legal a la conducción bajo efectos del alcohol.

[1] Médico Internista. MSc Epidemiología Clínica. Profesor titular del Departamento de Medicina Interna y Departamento de Epidemiología Clínica y Bioestadística, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
[2] Médico. MSc Salud Pública. Profesor del Departamento Epidemiología Clínica y Bioestadística , y Director (E) del Departamento de Medicina preventiva y Medicina Familiar. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
[3] Médico psiquiatra, MSc Epidemiología Clínica, Psicoanalista, Psiquiatra de Enlace. Director del Departamento Epidemiología Clínica y Bioestadística y profesor asociado del Departamento de Psiquiatría y Salud Mental. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
[4] Estadístico. MSc Bioestadística. Profesor asistente del Departamento Epidemiología Clínica y Bioestadística. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
[5] Médico Pediatra. MSc Epidemiología Clínica. Profesor titular. Universidad Internacional de la Florida. Miami, Florida, Estados Unidos.

Palabras clave: consumo de bebidas alcohólicas, accidentes de tránsito, intoxicación alcohólica.

Title: Concentrations of Alcohol in the Blood and Risk of Road Accidents: A Systematic Review of the Literature

Abstract

Introduction: Alcohol consumption plays an important role in road accidents. Alcohol not only alters the ability to drive and react to traffic, but it also increases the driver's risk of injuries and death, the risk of injuries to other passengers and pedestrians, increases damages to other vehicles and properties, quality of life, losses of labor hours. *Method:* Systematic review of literature to descriptive and experimental studies were evaluated for impact of alcohol consumption, for effectiveness of different strategies to reduce driving under the influence, and for effects of alcohol on driving performance. *Results*: Road accidents associated with driving under the influence are the isolated most important cause of deaths related to alcohol in many countries. For each increase in 0.02% in Blood Alcohol Concentration (BAC) the risk of a fatal accident duplicates. Most of the accidents in Colombia occur in the cities (75%) and 53.3% of deaths occur in pedestrians. It has been shown that education offers additional benefits. *Conclusions*: It is clear now that legal restrictions in the use of alcohol while driving produce reduction in road accidents, even more if accompanied by information and education programs. The knowledge of driving abilities impairment associated with alcohol consumption should be generalized, and the authorities asked to implement legal limits to driving under the effects of alcohol.

Key words: Alcohol drinking, traffic accidents, alcoholic intoxication.

Introducción

Hay una clara relación, establecida por la investigación, entre niveles de alcohol en sangre (BAC, por las siglas en inglés de *blood alcohol concentration*) y riesgo aumentado de accidentalidad al conducir vehículos. El riesgo de morir en un accidente vehicular para un hombre de 20 años que conduce bajo efecto de alcohol se aumenta entre 6 y 17 veces (1). Se ha demostrado que el alcohol disminuye la capacidad para conducir (2), aumenta conductas de riesgo al conducir (3), aumenta la agresividad, hace más probable que se violen normas de tráfico (4), altera los reflejos, los tiempos de reacción a la luz y a eventos imprevistos (5,6), y produce cambios fisiológicos que aumentan el riesgo de trauma (7).

Se ha calculado que hasta el 75% de las muertes por accidentes en carreteras (más de un millón por año) ocurren en países en desarrollo. Casi la mitad de las fatalidades en tránsito están relacionadas con alcohol, en Estados Unidos, y casi 35% en Europa. Datos de 1997 muestran que, solamente en los Estados Unidos, hubo un accidente relacionado con alcohol cada 32 minutos (8).

Las consecuencias de la accidentalidad no están limitadas a las heridas o muertes en el conductor. En uno de

cada cuatro casos de niños muertos en accidentes hay una clara relación con un conductor embriagado (1); también, hay consecuencias para los otros pasajeros del vehículo, para los pasajeros de otros vehículos y para peatones; hay daños en propiedades, pérdidas en horas laborables y, principalmente, costos enormes, que debe asumir la sociedad, para la reparación de los daños a seres humanos y a propiedades. Esto es particularmente importante, si se tiene en cuenta que los accidentes por conducción bajo efectos de alcohol son la causa aislada más importante de muertes relacionadas con alcohol en muchos países (1).

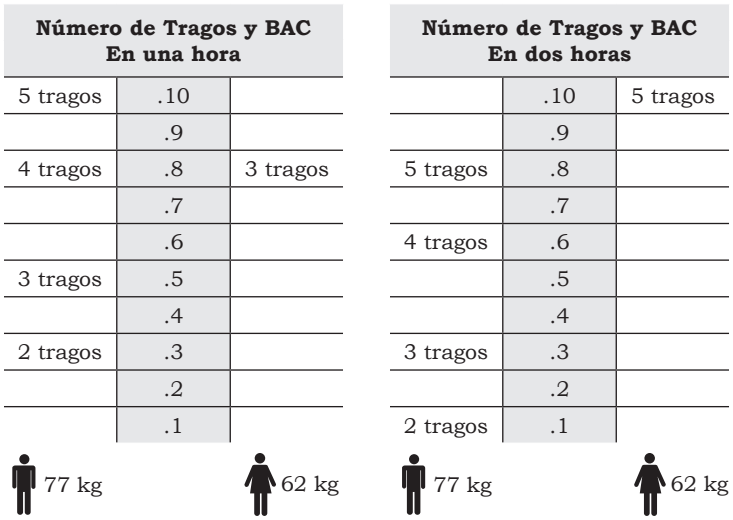
La relación entre accidentalidad y alcohol tiene explicaciones claras en la literatura. Se ha mostrado que el alcohol produce alteraciones neuropsicológicas y en las habilidades para conducción, que pueden explicar en parte el riesgo aumentado (9). Pero, también, se ha demostrado que es más probable que los accidentes fatales relacionados con alcohol estén también asociados con exceso de velocidad; es más frecuente que los conductores de accidentes de tráfico asociados con el alcohol (ATRA) no usen el cinturón de seguridad (la probabilidad de uso del cinturón de seguridad decrece con el aumento de BAC) (2,7); los ATRA son más probables en las noches, cuando hay menor visibilidad y fatiga (10) o somnolencia, que es aumentada por el alcohol.

Adicionalmente, el comportamiento cambia con el alcohol y aumenta el riesgo de toma de decisiones o conductas de riesgo (11). Se hizo evidente la necesidad de controlar el consumo de alcohol en los conductores, y en Noruega se tuvo la primera iniciativa, en 1936, al introducir una ley que consideraba que tener el BAC por encima de un límite establecido era ilegal *per se,* es decir, aunque no hubiera habido daño.

Se ha mostrado que por cada aumento de 0,02% en BAC se duplica el riesgo de verse comprometido en un accidente fatal (12). Y el riesgo de un accidente fatal para todos los grupos y edades, con BAC entre 0,05% y 0,09%, es nueve veces mayor que el de quienes tienen BAC=0 (13).

Para tener un nivel ≥ 0,08, un hombre de 77 kg tendría que tomar cuatro bebidas en una hora, con el estómago vacío (para una mujer de 61 kg solamente tres bebidas) (14). La Figura 1 muestra el número de bebidas (una medida de trago, una cerveza o una copa de vino) y los BAC con los que se corresponden. Es importante resaltar que, independientemente de la concentración de alcohol, hay clara demostración de alteración en la capacidad para conducir aun si se bebe con moderación (no más de dos bebidas para un hombre, no más de una para una mujer, en un día) (14).

Figura 1. Promedio de concentración de alcohol en sangre (BAC) luego del consumo de diferentes niveles de alcohol



Promedio de BAC posterior al consumo de diferentes niveles de Alcohol.
1 trago = 0,54 oz de alcohol.

Fuente: Adaptada de Hingson, Heeren y Winter (13).

Pronto se extendió la promulgación de límites máximos en BAC en los países, pero surgieron dudas en cuanto a su pertinencia, así como dudas en cuanto al límite escogido (1). Para Colombia, la limitación en la accidentalidad vial tiene enorme importancia social y económica. Para 1995 (15), la segunda causa de muerte en hombres menores de 35 años era heridas por accidentes vehiculares (7.874 muertes y 52.527 heridos para ese año), lo cual significa un riesgo de muerte por kilómetro viajado cinco veces superior al de Europa, y dieciocho veces mayor que al de Estados Unidos. Las estadísticas para el país son incompletas y tienen limitaciones para su interpretación, en parte por la implementación del Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT), en 1993, a partir de la cual los registros de accidentes tuvieron un incremento del 59%, que refleja una mejoría en el registro y no necesariamente (aunque no puede descartarse) un aumento en la accidentalidad.

En un estudio de accidentalidad en Colombia, con énfasis en Bogotá y Medellín, se mostró que la gran mayoría de accidentes vehiculares ocurren en las áreas urbanas (75%), que 53% de las muertes ocurren en peatones y que 95,5% de las muertes de peatones ocurrieron en las ciudades (17). La mayoría (80%) de las muertes ocurren en hombres,

y más de la mitad en menores de 35 años.

En una evaluación de causas atribuidas al accidente se encontró que en el 19% de los casos se había registrado "alta velocidad" y en el 15% "conducción bajo influencia de alcohol". Estas causas, sin embargo, tienen orígenes poco técnicos y no son mutuamente excluyentes (otras condiciones, por ejemplo, son salirse del carril, adelantar en curva, fallas del peatón, que podrían estar relacionadas con alcohol).

Se han propuesto tres enfoques para la evaluación de la pertinencia de los límites: a. efectos del alcohol en las habilidades para la conducción sin riesgo; b. relación entre accidentalidad y alcohol, y c. impacto de la introducción de límites legales en la accidentalidad, y evaluación del cambio de los límites. La evaluación del último punto permite solucionar las dudas en relación con el límite seleccionado, ya que permite ver si hay cambios reales en la accidentalidad y consecuencias de los accidentes, al modificar los niveles legales de BAC.

En la presente revisión, se exponen datos en relación con las preguntas sobre si es o no pertinente establecer límites legales y sobre cuáles son los niveles más apropiados para una legislación. Para evaluar la relación entre accidentalidad y BAC se realiza esta revisión de la literatura, que complementa la revisión de Moskovitz, la revisión de Fell y Voas (16), la revisión de Ogden (17) y la revisión internacional de Mann (2000) (18), en los que se han tenido datos de accidentalidad con niveles específicos de BAC y luego el cambio al modificar esos niveles.

Materiales y métodos

Para la búsqueda de la literatura se consultaron, entre agosto y septiembre de 2009, las siguientes bases de datos: Cochrane Grupos de Drogas y Alcohol, registro de ensayos clínicos; la biblioteca Cochrane, que incluye el Cochrane Central Register of Controlled Trials; Medline (enero de 1966 a 2009); EMBASE Drugs and Pharmacology (enero de 1988 a 2009); PsycInfo (1985 a 2009); Nursing ProQuest; SciELO; Redalyc y Lilacs. Se realizaron búsquedas en Medline, mediante las siguientes palabras clave y términos MeSH —la misma estrategia de búsqueda fue utilizada, y adaptada si era necesario, para las demás bases de datos—.

Medline:

1. Alcohol
2. Ethanol (MeSH)
3. *Alcohol drinking* (MeSH)
4. #1 or #2 or #3
5. *Automobile driving* (MeSH)
6. Driv*
7. #5 or #6
8. *Accidents, traffic* (MeSH)
9. #4 AND #7 AND #8

Se realizó la búsqueda sin ninguna restricción de idioma. Se limitó a publicaciones de los últimos diez años (1999-2009). No se encontró ningún resultado en la base de Cochrane Grupos de Drogas y Alcohol; en la biblioteca Cochrane se encontraron 44 artículos; en Medline, 829; en EMBASE, 292; en PsycInfo, 799; en Nursing ProQuest, 1.145; en SciELO, 2; en Redalyc, 4, y en Lilacs, 3 artículos en total.

Se utilizaron los programas Reference Manager 10 y EndNote para la organización de las referencias, para la eliminación de duplicados y para realizar las respectivas bibliografías. En total se obtuvieron 1.274 artículos, de los cuales 986 corresponden a *revisión de la literatura*.

Los títulos o resúmenes recuperados fueron revisados por dos expertos; la revisión se realizó de forma independiente para seleccionar los artículos que cumplían los criterios de selección previamente establecidos, al calificar cada artículo como excluido, incluido o en duda. Luego, los dos evaluadores se reunieron y revisaron concordancias y discordancias entre ellos y discutieron cuáles artículos quedarían incluidos por consenso. Posteriormente, se obtuvieron las copias completas de cada artículo seleccionado y los revisores clasificaron por segunda vez y de forma independiente los artículos definitivamente incluidos o excluidos. Los desacuerdos en esta selección fueron resueltos mediante discusión y consenso.

De los 986 artículos encontrados, un revisor seleccionó 224 artículos y el otro revisor, 104; al realizar el consenso acordaron incluir 113 artículos, según los criterios de inclusión, que se revisaron y analizaron.

Resultados

Factores de riesgo en fatalidades relacionadas con accidentes y alcohol

El conocimiento de los factores de riesgo para aumento de accidentalidad y fatalidad vial asociadas con el consumo de alcohol permitirá que se dirijan de manera más precisa las campañas de educación, prevención y control. En los estudios evaluados, se han identificado los factores de riesgo expuestos a continuación.

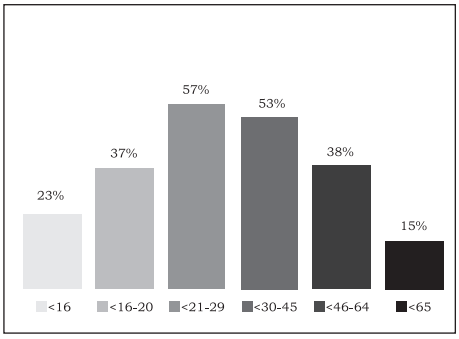
Sexo

Es más probable que sea un hombre el involucrado en muertes relacionadas con accidentes y alcohol, tanto entre peatones (19,20) y pasajeros (21), como en conductores (19-21). El 46% de las muertes en hombres tienen relación con alcohol, y solamente el 29% de las muertes femeninas (21).

Edad

A mayor edad hay mayor riesgo de accidentalidad relacionada con alcohol, hasta los 65 años, cuando empieza a disminuir (Figura 2) (21). Hay un claro efecto adicional de la edad, en relación con mayor accidentalidad en personas entre 16 y 20 años, con niveles menores de BAC que en los otros grupos de edad (20), lo que sugeriría que los más jóvenes son más susceptibles al efecto del alcohol en la conducción (21).

Figura 2. Efecto de la edad en la mortalidad por accidentes de tráfico relacionada con alcohol, NHTSA (Estados Unidos), 2003



Fuente: adaptado del NHTSA, 2003.

El estudio de Chamberlain, en 2008 (21), muestra aumento de la representación de muertes en quienes han bebido, hasta alcanzar un pico a los 26-35 años, que luego decrece progresivamente. Hay más riesgo en menores de 45 años, y la diferencia de muertes, según si bebieron o no, es mayor en los más jóvenes (23).

Los estudios en EE. UU. muestran más conducción alterada por alcohol en personas entre 16 y 24 años, y un mayor porcentaje de accidentes fatales relacionados con alcohol (22). Adicionalmente, para menores de 21 años la probabilidad de verse involucrados en accidentes fatales aumenta agudamente con todos los niveles de uso de alcohol (14). La intervención de aumento del nivel legal para consumo de alcohol produjo una reducción significativa, en EE. UU., en los accidentes fatales relacionados con alcohol, entre 1983 y 2001 (24).

Raza-etnicidad

No se ha encontrado mayor susceptibilidad de ningún grupo. Un reporte en EE. UU. mostró que la distribución porcentual de fatalidades por grupo étnico era muy similar a la distribución de la población en el país en el año anterior (25).

Participantes en el accidente

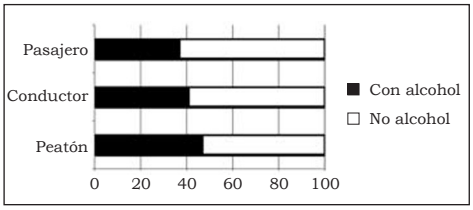
Fue más frecuente que en los accidentes con fatalidades (21), la persona muerta fuera peatón (47% de las fatalidades estuvieron relacionadas con alcohol); en segundo lugar el conductor (41% de los conductores muertos fallecieron en accidentes relacionados con alcohol) y, finalmente, el pasajero (37% de las fatalidades). Entre un tercio y la mitad de las muertes,

independientemente del papel del fallecido, estaban relacionadas con alcohol (Figura 3).

Tipo de vehículo

Los porcentajes según el tipo de vehículo involucrado en muertes relacionadas con alcohol fueron muy similares para carros (39%), camionetas (o *vans*) (42%) o motos (44%). Para bicicletas era ligeramente menor (37%) y aún más bajo para camiones grandes (13%) (21).

Figura 3. Distribución de la relación con alcohol en los fallecimientos por accidentes, según actividad, para EE. UU. (2002)



Características del accidente

Hasta el 77% de los ATRA fatales ocurrieron entre las 6 p. m. y las 6 a. m., y entre esas horas sólo ocurrieron el 33% de los accidentes no relacionados con alcohol. Hay mayor fatalidad los sábados (24%), los domingos (21%) y los viernes (16%) que los otros días (23). El 23% de los conductores accidentados con BAC=0 se salieron de su carril, en tanto que lo hicieron el 58% de aquéllos con BAC ≥ 0,15%. En otras comparaciones entre estos grupos (BAC=0 frente a BAC 0,15%) hubo volcamiento en 10% y 28% de casos, respectivamente; exceso de velocidad en 15% y 43%.

Los conductores involucrados en ATRA tenían menor probabilidad de tener el cinturón de seguridad abrochado, aunque es claro que puede reducirse en 50% el número de heridas o muertes en accidentes de tráfico (20,21). Para cada nivel de BAC estudiado (21) se ha encontrado que el porcentaje de supervivencia es mayor entre los que utilizaban cinturón de seguridad; y la probabilidad de tener el cinturón disminuía a medida que aumentaba la concentración en sangre.

En algunos estados de los Estados Unidos es obligatorio el uso del cinturón de seguridad, y un policía puede detener un carro y sancionar la falta de uso del cinturón (ley primaria), mientras que en otros estados esta sanción solamente puede ocurrir cuando se ha detenido el carro por otra razón y se encuentra que el conductor no está utilizando el cinturón (ley secundaria). Un estudio en California mostró que cuando se cambió de ley secundaria a ley primaria, hasta el 40% de los casos nuevos de infracciones correspondían a personas que habían bebido previamente (24).

Características del conductor

Los conductores involucrados en ATRA más frecuentemente habían

tenido suspensiones previas de la licencia de conducción (19% frente a 8%), y también con más frecuencia habían tenido (8,4%) condenas previas por conducir bajo efectos de alcohol. En algunos sitios (varios estados de los Estados Unidos) se ha optado por exigir BAC menores a los conductores previamente involucrados en hechos relacionados con alcohol y conducción (arrestos, condenas, accidentes) (21).

Concentraciones de alcohol (BAC)

De manera uniforme, los estudios (19,21,22) han mostrado que a mayor BAC es mayor la probabilidad de gravedad del accidente. Se ha encontrado que a mayor BAC también aumenta la probabilidad (21) de que haya solamente un vehículo involucrado en el accidente (30% en aquéllos con BAC=0; 68% en aquéllos con BAC > 0,15%).

Antecedentes de consumo de alcohol

En un estudio norteamericano (NMFS, 2002) se contactó a la familia de 22.957 personas fallecidas en accidentes. Aquellos fallecidos que tenían BAC ≥ 0,15 al momento de la muerte tenían significativamente más probabilidad (31% frente a 1%) de haber sido clasificados previamente como "bebedores problemáticos", y también era más probable que se hubieran tomado cinco o más tragos por ocasión, al menos una vez por semana (43% frente a 5%). Esto sugiere que en personas con antecedentes de problemas relacionados con alcohol es mayor la probabilidad de que haya consecuencias si conducen bajo efecto de alcohol.

Es claro, a partir de la literatura (21), que las personas que cumplen criterios para dependencia de alcohol tienen un riesgo desproporcionadamente superior de tener ATRA y están involucrados en casi dos tercios de los accidentes (15). Se ha sugerido que, si bien son necesarias las medidas punitivas (metaanálisis de Wells-Parker *et al.*, 1995) (25), como las sanciones, suspensión de la licencia o revocación y multas, son más efectivas las medidas educativas, para tratamiento y control de las recidivas. Iniciativas como MADD (Mothers Against Drunk Driving) han mostrado, en el metaanálisis ya citado, reducir la incidencia de recidivas en 9% más que las medidas ordinarias (que tienen una recidiva cercana a 19% en un periodo de dos años) (21). Gentilello *et al.*, en 1999 (26), y Monti *et al.*, en 1999 (27), reportan que intervenciones breves de consejería en personas con ATRA han demostrado reducciones significativas en accidentes relacionados con alcohol y en multas por conducir bajo efectos de éste.

Autorreporte de bebida

En una entrevista telefónica amplia conducida en 1999 (20) en adultos mayores de 15 años, se encontró que 21% de los encuestados reportaron haber conducido un vehículo en las dos horas siguientes a haber bebido alcohol, y que 10% de los viajes ocurrió con BAC estimados ≥ 0,08%. Los encuestados creían que podían consumir hasta dos o tres bebidas alcohólicas en un periodo de dos horas sin que esto afectara su capacidad para conducir. Fue más probable que reportaran haber bebido los hombres (31%) que las mujeres (13%), y el grupo de menor probabilidad de reporte de haber conducido luego de haber bebido fue el que estaba entre 16 y 18 años, en tanto que el de mayor probabilidad fue el de 21 a 45 años.

También fue más frecuente que hubieran hecho más viajes los hombres (13,2 viajes) que las mujeres (6,6 viajes). De acuerdo con los resultados de la encuesta, se calcularon cifras que, para 1999, permiten ver el potencial impacto de la unión de alcohol y conducción. Las cifras pueden verse en la Tabla 1. Además del número de viajes, las distancias recorridas también son altas, en promedio 26,8 kilómetros para hombres y 13,6 kilómetros para mujeres.

Tabla 1. Encuesta telefónica de consumo de alcohol y conducción, Estados Unidos, 1999

Edad	N.° de kilómetros luego de haber bebido alcohol
Entre 16 y 20 años	12.000.000
Entre 21 y 29 años	201.000.000
Entre 30 y 45 años	316.000.000
Entre 46-64 años	255.000.000
> 65 años	72.000.000

Fuente: adaptado de Hingson y Winter (19).

Si bien las personas entre 16 y 20 años tenían menor probabilidad de conducir luego de haber bebido, era más probable que hubieran bebido más (hasta tres veces más niveles que los adultos) y era más probable que llevaran más pasajeros (1,4 en promedio) que los otros grupos (0,79 en promedio). Y las cantidades que pensaban que podían beber podrían resultar en niveles significativamente mayores en ese grupo de edad (0,12% para hombres y 0,07% para mujeres) que para el grupo de adultos (0,05% en hombres y 0,03% en mujeres). En este grupo de edad, en el que por ley en Estados Unidos el nivel permitido es cero, hasta 56% de ellos no sabía esta limitación (21).

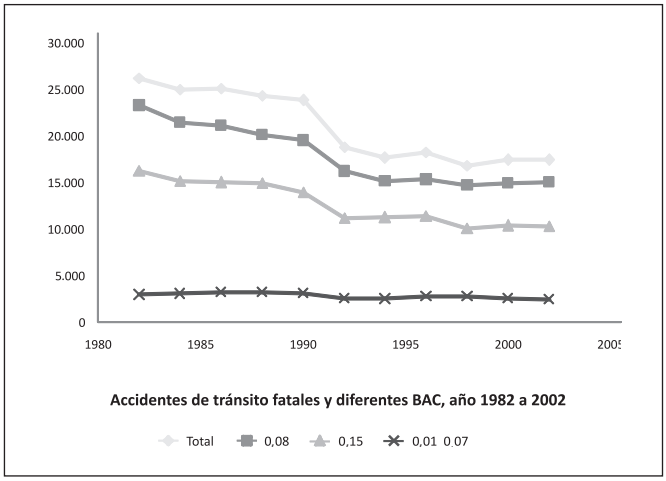
Edad de inicio de consumo de bebidas alcohólicas

Grant (20) encontró que quienes habían empezado a beber antes de los 14 años tenían tres veces más pro-

babilidad de desarrollar dependencia de alcohol. Y, aun controlando por dependencia de alcohol, tenían también más probabilidad de beber mucho (cinco o más tragos por ocasión), más probabilidad de conducir luego de haber bebido (58% frente a 18%) y mayor probabilidad de estar involucrados en ATRA (14% frente a 2%). Shults (20) mostró que haber aumentado el límite de edad para beber a 21 años tuvo un impacto significativo en el número de ATRA.

Los datos de encuestas muestran que hay una tendencia, en algunos países (Estados Unidos 5, Japón 6), a la reducción en el número de ATRA, aunque hay una tendencia contraria en relación con el número total de accidentes. Así mismo, se muestra claramente que hay una disminución constante en la accidentalidad para cada BAC evaluado, y dentro de cada BAC hay también una disminución en el tiempo (Figura 4).

Figura 4. Tendencias en datos sobre conducción y bebida, y en fatalidad en accidentes de tránsito



Fuente: adaptado de Hingson y Winter (19).

Deterioro de habilidades de conducción por niveles de alcohol en sangre (BAC)

El alcohol deteriora marcadamente la función psicomotriz y la capacidad para conducir con seguridad, retarda el tiempo de reacción y altera significativamente la coordinación y la atención, la capacidad para juzgar la velocidad, la distancia y la situación relativa de un vehículo, así como la capacidad para seguir una trayectoria o hacer frente a lo inesperado. El alcohol aumenta el tiempo de reacción, deteriora la

coordinación motriz y el procesamiento de la información, disminuye la atención y resistencia a la monotonía e incrementa el riesgo de accidentes.

También, el alcohol produce importantes efectos sobre la visión. La acomodación y la capacidad para seguir objetos con la vista se deterioran, incluso con niveles bajos de alcohol en sangre; se reduce el campo visual, se perturba la visión periférica y se retrasa la recuperación de la vista después de la exposición al deslumbramiento.

Por otra parte, el alcohol tiene un efecto sobre la conducta y el comportamiento, al producir un efecto de "sobrevaloración" de la persona, pues aunque produce un marcado deterioro de las funciones cognitivas y motoras, de lo cual el bebedor no es consciente en muchos casos, induce una sensación subjetiva de mayor seguridad en sí mismo, distorsiona la dimensión real de las conductas de riesgo y favorece comportamientos temerarios.

Niveles BAC 0,08 mg/dl

Hingson describe que la mayoría de la población masculina alcanza BAC=0,08 mg/dl al consumir cuatro tragos de 0,54 onzas de alcohol, lo que equivale a consumir cuatro latas de cerveza en una hora, o cuatro copas de vino en una hora, o cuatro tragos de alcohol en una hora. Para la población femenina, la mayoría de las mujeres alcanzan niveles BAC 0,08 mg/dl con tres tragos de 0,54 onzas de alcohol en un periodo de dos horas (15). En una revisión de literatura (117 estudios), Moskowitz y Robinson (1988) mostraron que prácticamente todos los conductores, incluidos los bebedores con experiencia, se ven significativamente afectados al llegar a BAC=0,08 en tareas críticas de conducción, como tiempo de reacción, tiempo de frenado, cambio de carril, juicio y atención dividida (28).

Una segunda revisión por Moskowitz y Fiorentino (2000), con 112 nuevos artículos, proporciona evidencia aún más concluyente sobre el severo deterioro de las habilidades de conducción para la mayoría de la población con niveles BAC=0,08, con resultados muy consistentes con la revisión anterior (29).

Un experimento clínico que examinó la capacidad de conducción entre 168 sujetos de ambos sexos, diversas edades y antecedentes de consumo, no sólo confirmó el deterioro significativo en todas las medidas de rendimiento para la conducción con BAC=0,08. También encontró que este deterioro se presentaba de manera consistente y sistemática en todos los grupos de edad, sexo y tipos de bebedor (30).

Niveles BAC=0,05 mg/dl

En una revisión de estudios experimentales y de laboratorio, Howat, Sleet y Smith (31) evaluaron los efectos de niveles de BAC=0,05 mg/dl en el deterioro de las habilidades de conducción. Se encontraron reducciones estadísticamente significativas en el rendimiento y habilidades de conducción, más evidentes en conductores jóvenes y en bebedores inexpertos**.** En la segunda revisión de Moskowitz y Fiorentino, la mayoría de los estudios experimentales revisados reportaban un deterioro significativo de las habilidades de conducción, aun con niveles de BAC=0,05 mg/dl (27).

Las pruebas científicas acumuladas en los últimos 50 años demuestran una relación directa entre el aumento de los niveles de alcohol en sangre y el riesgo de estar involucrado en un accidente de vehículo de motor.

Niveles BAC 0,02 mg/dl (tolerancia cero)

La mayoría de la población masculina y femenina alcanza niveles BAC=0,02 mg/dl al consumir 1 trago de 0,54 onzas de alcohol, que equivale a consumir dos latas de cerveza, una copa de vino o una medida de algún licor en una hora. En una prueba con 168 conductores, Moskowitz *et al.* concluyeron que la mayoría de la población de conducción se ve afectada en algunas de las más importantes pruebas de habilidades con BAC tan bajos como 0,02, tanto en hombres como en mujeres, independientemente de la edad y de la experiencia como bebedor (27).

Riesgo de accidentalidad vial por niveles de alcohol en sangre (BAC)

Niveles BAC 0,08 mg/dl

Simpson, Mayhew y Beirness concluyen que los conductores con BAC superior a 0,15 mg/dl tienen 244 veces más probabilidades de estar involucrados en un accidente fatal que los conductores con BAC cero. Esta revisión de estudios epidemiológicos demostró que el riesgo de estar involucrado en un accidente comienza a aumentar con niveles BAC muy bajos, y se eleva significativamente a partir de BAC=0,05-0,08, especialmente en conductores jóvenes. El estudio mostró que el riesgo de morir en un accidente vehicular BAC=0,08 es de 11 a 52 veces mayor que BAC cero (32). Compton estima que el riesgo de estar involucrado en cualquier tipo de accidente de tránsito con niveles BAC=0,06 y 0,07 es de 63% y 109% superior al de los conductores con BAC cero.

Niveles BAC 0,05 mg/dl

Dos estudios epidemiológicos recientes (33,34) calcularon el riesgo

relativo de estar involucrado en un accidente de tránsito según niveles de alcoholemia. Zador estimó que el riesgo de accidente es mucho mayor con BAC=0,05 mg/dl, en comparación con BAC cero, y concluyó que el riesgo de muerte para el conductor en un accidente de tráfico es 6 a 17 veces mayor para los conductores con BAC entre 0,05 y 0,07, en comparación con BAC cero, y que el riesgo de verse involucrado como conductor en un accidente fatal es cuatro a diez veces mayor con BAC entre 0,05 y 0,07, que con BAC=0,00 (33). Por otra parte, Compton estimó que el riesgo de estar involucrado en cualquier accidente es 38% más alto con BAC=0,05 que con BAC cero (34).

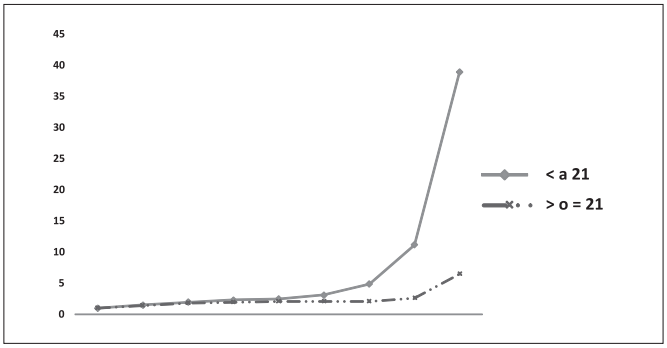
Niveles BAC 0,02 mg/dl (tolerancia cero)

Zador *et al.* (33) estimaron que el riesgo de involucrarse en un accidente fatal para los conductores en BAC tan bajo como 0,02-0,04 mg/dl es dos a cinco veces mayor que para los conductores con BAC=0,00. Ese mismo estudio concluyó que el riesgo de muerte para el conductor en un accidente de tráfico es 6 a 17 veces mayor para los conductores con BAC entre 0,05 y 0,07 mg/dl, en comparación con BAC cero, y que el riesgo de verse involucrado como conductor en una accidente fatal es cuatro a diez veces mayor con BAC entre 0,05 y 0,07 mg/dl que con BAC cero (32).

Si bien las concentraciones de alcohol en sangre tienen una correlación directa con el riesgo de accidentalidad, la correlación empieza en cero y cualquier nivel superior está positivamente relacionado con accidentalidad. El 18% de los conductores con heridas fatales tenían niveles entre 0,01 y 0,09 mg/dl (aceptable en varios estados para la fecha del estudio, 1998), y 8% tenían niveles entre 0,01 y 0,04 (menores que lo aceptado para la mayoría de estados de EE. UU. a la fecha de hoy).

Peck, mediante regresión logística condicional, evaluó si el nivel de alcohol está relacionado con accidentalidad en menores de 21 años, en el sur de EE. UU. Se encontró que el riesgo es mayor en menores de 21 años que el esperado por nivel de alcohol en sangre para el resto de la población (35), como puede verse en la Figura 5. Como explicaciones, los autores ofrecen varias causales: los conductores menores de 21 tienen menos experiencia y menos habilidades para conducir, menos capacidad y madurez para reconocer y evaluar riesgo y vulnerabilidad, menos experiencia en beber y evaluar los efectos, y, claramente, menos experiencia en conducir cuando bebieron (35). Pero hay otras opciones, como alteraciones en el comportamiento, que se asocian con la bebida; consumo de sustancias, y otras conductas de riesgo (36,37).

Figura 5. Riesgo relativo de accidente en función del BAC, por edad



Fuente: adaptado de Chamberlain y Solomon (21).

La Tabla 2 muestra la probabilidad de morir en un accidente vehicular según BAC del conductor (para hombres y mujeres). La relación entre el riesgo y la concentración es clara y muestra los aumentos significativos (por ejemplo, 1,55 para un conductor hombre menor de 20 años con BAC entre 0,01 y 0,019; 4,64 con BAC entre 0,020 y 0,049, y 17,32 con BAC entre 0,05 y 0,079). Y debe notarse que estos aumentos de hasta 17,32 veces corresponden, todos, a niveles inferiores a 0,08% (21).

Tabla 2. Probabilidad de morir en un accidente vehicular según BAC del conductor

Accidentes de un solo vehículo en función de la BAC del conductor por edad y sexo, en relación a los conductores sobrios						
Se multiplica la posibilidad de morir en un accidente de un solo vehículo incrementado por						
	Hombres			**Mujeres**		
BAC del Conductor (%)	16-20	21-34	>35	16-20	31-34	>35
0,010-0,019	1,55	0,08	0,07	1,35	0,08	0,07
0,020-0,049	4,64	2,75	2,57	2,86	2,75	2,57
0,050-0,079	17,32	6,53	5,79	7,04	7,04	5,79

Efectividad de las leyes por niveles de alcohol en sangre (BAC)

La seguridad vial se ha convertido en una prioridad para las autoridades responsables del trasporte en todo el mundo, en una sociedad cada vez más adversa al riesgo. La mortalidad en carretera constituye una de las principales causas de muerte en el mundo y una fuente de pérdidas económicas cercanas al

2% del PIB en países industrializados. Aproximadamente un tercio de estos accidentes se encuentran relacionados con el alcohol, por lo que la reducción de la asociación entre alcohol y conducción es un objetivo fundamental para lograr mayores estándares de seguridad. En este sentido, se han adoptado recientemente políticas de reducción de los límites legales de concentración de alcohol en sangre.

Hay una clara asociación entre accidentalidad y niveles de alcohol (41% de los accidentes en los Estados Unidos en 2002) (2), hay conocimiento de los grupos de más riesgo, hay legislación, pero todo esto es claramente insuficiente. Se sabe, por ejemplo, que para el 2003, la principal causa de muerte en Estados Unidos para personas entre 2 y 33 años fue accidentes de tráfico. Más aún, se sabe que la presencia de alcohol hace aún peores los accidentes. En choques en los que no hay involucrado alcohol, la mortalidad descrita es 0,6%, que aumenta a 4% si hay alcohol. Y el porcentaje de heridas resultantes sube de 31% a 42% (20).

Hingson reporta que en los EE.UU., en 2003, se calculó que había habido más de 82.000.000 de trayectos conducidos en los que el conductor tenía niveles superiores a 0,08% y, sin embargo, para el mismo año, hubo tan sólo un total de 1.500.000 de arrestos relacionados con el nivel de alcohol (15). Estos datos permiten ver la magnitud del problema (82.000.000 de trayectos), el serio riesgo resultante en accidentalidad, el enorme trabajo de la policía (1.500.000 de arrestos) y, sin embargo, la pequeña proporción que se está controlando (1,8% de los conductores fue arrestado).

El límite de alcohol en sangre o la tasa ilegal de concentración de alcohol en sangre es una medida de regulación que se deriva de forma natural de la relación entre consumo de alcohol y riesgo de accidente. Parece razonable considerar que si el riesgo de accidente aumenta con el nivel de concentración de alcohol en sangre de un conductor se pongan límites a dicho nivel para reducir la probabilidad de accidente, de forma que se logren estándares de seguridad adecuados. Por este motivo, muchos países han considerado límites legales en la concentración de alcohol en sangre, pero ante los riesgos y mayor demanda de seguridad, se ha empezado a considerar una mayor reducción de estos niveles, aun a niveles de cero, como una medida para reducir los accidentes relacionados con el consumo de alcohol.

Se ha mostrado (7,19) que ha habido significativas reducciones en accidentalidad y en mortalidad, a medida que se han establecido y cambiado los límites permitidos de alcohol en sangre, pero también

es claro que la reducción, que fue más notoria en el inicio del control (establecimiento de límites y primeras reducciones en niveles permitidos), ha ido disminuyendo su magnitud (20).

Efectividad de las leyes BAC=0,08

Eisenberg *et al.* (1974) realizaron un análisis mediante una regresión para estimar el impacto de la ley BAC=0,08 en el número de víctimas mortales en accidentes de tráfico, al emplear las tasas de mortalidad trimestrales entre 1966 y 1971. Se encontró una reducción significativa en la incidencia de lesiones fatales causadas por colisiones de tráfico tras la introducción de la ley, con las mayores disminuciones en el horario entre las 18:00-6:00 (38).

Canadá presentó su ley *per se* en 1969, y definía como un delito penal conducir con una tasa de alcoholemia mayor de 0,08 mg/dl. El impacto de esta ley sobre la seguridad del tráfico fue examinado por Carr *et al.* (1974) y Las Salas, *et al.* (1974). Ambos grupos de investigadores encontraron evidencia de un moderado impacto. Carr *et al.* (1974) señaló que, aunque parece que la conducción en la población fue cada vez mayor (basado en un aumento en las ventas de gasolina), el total de muertes en la carretera disminuyó en un 6,3% el año posterior a la introducción de la ley. Las colisiones mortales nocturnas disminuyeron de 29% a 27% y el fin de semana los choques fatales se redujeron de 58% a 56% del total.

Voas *et al.* estimaron que las leyes BAC=0,08 resultaron en 275 muertos menos en los 16 estados en los que estaban en vigor en 1997, en EE. UU. Si los 50 estados hubieran tenido la ley BAC=0,08 en vigor en 1997, se calcula que podrían haberse evitado otras 590 muertes. Los autores señalaron que estas estimaciones son probablemente muy conservadoras y el impacto en número de muertes evitables pudo haber sido incluso mucho mayor.

Apsler *et al.* (1999) analizó los efectos de las leyes BAC=0,08 en once estados. En todos los estados estudiados, la tasa de accidentes mortales relacionados con el alcohol disminuyó. Más aún, las leyes de BAC=0,08 se asociaron con reducciones significativas en las muertes relacionadas con el alcohol. En cinco de siete estados (Florida, Kansas, Minnesota, Carolina del Norte y Vermont), la aplicación de la ley BAC=0,08 sí fue seguida de forma significativa por menores tasas de participación de alcohol entre los muertos.

Más recientemente, otro estudio ha sido publicado por la Universidad de Boston (13); éste analizó la eficacia de leyes BAC=0,08 en seis estados de los EE. UU., y encontró una reducción del 6% en el total

de muertes relacionadas con alcohol. Calcularon que esta reducción porcentual podría representar entre 400 y 500 vidas adicionales salvadas cada año si todos los estados hubieran establecido una ley BAC=0,08 para ese momento (39).

En promedio, las leyes BAC=0,08 han dado lugar a 6% a 16% de reducción en accidentes relacionados con el alcohol, muertes o lesiones. El más amplio estudio realizado en 50 estados encontró en promedio un 8% de disminución de estas medidas. Este estudio, como muchos otros, encontró que las leyes BAC=0,08 fueron igual de eficaces en la reducción de las muertes por accidentes de tráfico relacionados con el alcohol.

Efectividad de las leyes BAC=0,05

Varios países han realizado evaluaciones de las leyes dirigidas a bajar sus tasas máximas de alcoholemia ilegal a 0,05 o menos. Un estudio realizado por Noordzij (1994) evaluó la ley *BAC=0,05* en los Países Bajos (aprobada en 1974) y llegó a la conclusión de que ésta contribuyó a un descenso sostenido en el largo plazo en el número total de conductores embriagados implicados en accidentes de tránsito. Dichos resultados fueron respaldados por el estudio de Van Ooijen (1977), quien también señaló el inmediato e importante impacto de la ley sobre los accidentes de tráfico relacionados con el alcohol, al encontrar disminución del 15% de éstos. Cabe señalar que los dos estudios reconocieron que este efecto tendía a desaparecer durante los años siguientes a la implantación de la ley (40).

En 1970 se introdujo en Japón el límite de 0,5 mg/dl. Deshapriya e Iwase (1996) observaron que la proporción de los accidentes mortales relacionados con el alcohol venían aumentando antes de la introducción de la ley, y que éstos comenzaron a declinar dramáticamente después de la introducción de dicha ley. Entre 1965 y 1970 el número total de personas muertas en accidentes de tráfico aumentó de 12.484 a 16.765. Sin embargo, en 1975, cinco años después de la introducción de la ley, el número de muertos se redujo a 10.792. Los autores también observaron que durante el mismo periodo el consumo de alcohol aumentó en la población general, al igual que el número de conductores con licencia y el número de vehículos registrados, lo que les permitió concluir que la ley tuvo un gran efecto en prevenir la conducta de riesgo de conducir tras el consumo de alcohol (41).

Mercier-Guyon evaluó el impacto de la reducción de la tasa máxima de alcoholemia 0,08 a 0,05 en 1996, en la provincia de Alta Saboya en Francia, y encontró que el número anual de muertes relacionadas con accidentes se redujo de 100, antes

del cambio legal (1996), a 64 en 1997, lo que corresponde a una disminución del 36% (42).

En 1988, la tasa máxima de alcoholemia ilegal se redujo de 0,08 a 0,05 en Austria. Un estudio reciente de la nueva ley encontró que hubo una disminución global de 9,4% en accidentes relacionados con el alcohol, en comparación con el número total de accidentes (43). Sin embargo, señalaron que la intensa participación de los medios de comunicación y la ejecución de múltiples campañas informativas tuvieron un efecto importante en la reducción de estas cifras (43).

Henstridge *et al.* (1995) realizaron un riguroso análisis de series tiempo de muestras aleatorias de alcoholemia después de la promulgación de la ley *BAC=0,05*, en Australia. El estudio analizó los datos de tráfico y encontró que los estados australianos, tras bajar sus tasas máximas de alcoholemia de 0,08 a 0,05, experimentaron descensos significativos en el consumo de alcohol y en el número de accidentes de tránsito asociados con el alcohol. Después de varios estados de Australia, Queensland redujo su tasa máxima de alcoholemia a 0,05 en 1982, y experimentó una reducción del 18% en las colisiones mortales y una reducción del 14% en las colisiones graves (44). Smith y Kraus (1988) evaluaron los efectos de la reducción de la tasa máxima de alcoholemia en Queensland, de 0,08 a 0,05. Reportaron una reducción significativa del 8,2% en los accidentes con lesiones graves (que requirieron hospitalización), y una reducción del 5,5% en daños a la propiedad (45).

Del mismo modo, el límite de *BAC=0,05* en Nueva Gales del Sur se estimó que producía una reducción de las colisiones graves en 7%, de colisiones mortales en 8% y de colisiones simples (solo un vehículo) en las noches en 11%. Esto se tradujo en evitar un estimado de 605 accidentes graves, 75 mortales y 296 colisiones en las noches, por año.

En Australia del Sur, la tasa máxima de alcoholemia ilegal se redujo a 0,05, en 1991. Kloeden y McLean (1994) reportaron que el número de conductores que había estado bebiendo en las noches se redujo en un 14,1% después de la adopción de la ley (46,47). Se encontró que la proporción de conductores ebrios en BAC de 0,15 o mayor disminuyó entre 1991 a 1993. Este último hallazgo apoya los resultados de otras investigaciones, las cuales indican que la disminución del límite legal de nivel BAC tiene un efecto sustancial sobre los conductores con BAC superior a 0,15 (48). Teniendo en cuenta que los conductores en los altos niveles de BAC están en mayor riesgo de estar involucrados en un accidente, tales reducciones afectan sustancialmente el núme-

ro de muertes relacionadas con el alcohol.

Efectividad de las leyes BAC<0,02 (tolerancia cero)

Recientemente, Suecia redujo su límite legal de 0,05 a 0,02 mg/dl (virtualmente cero); es decir, el nivel que se alcanza con un solo trago. Norstrom y Laurell (1997) reportaron que en los seis años siguientes a la introducción de la ley 0,02, hubo una reducción del 9,7% en accidentes mortales, una reducción del 11% en choques de un solo vehículo y un 7,5% de reducción en todos los choques. Norstrom y Laurell señalaron que los efectos más significativos se produjeron en accidentes de tránsito mortales y accidentes simples (un solo vehículo), las dos categorías en las que el alcohol está más asociado (49). Esto sugiere que la reducción de accidentes fue causada, en parte, por el límite inferior de BAC. Estos resultados fueron apoyados por un segundo estudio, el cual estima que el límite de *BAC < 0,02* resultó en una disminución aproximada del 10% en accidentes mortales y una disminución del 12% en lesiones personales graves por accidentes de tránsito (50).

Los Estados Unidos han tomado la delantera en la adopción de menores tasas máximas de alcoholemia para los jóvenes menores de edad. En 1995, el Congreso de EE. UU. aprobó una ley que exige a los estados a adoptar las llamadas leyes de cero tolerancia para los conductores menores de 21 años. En 1998, todos los estados habían aprobado leyes que hacen ilegal para cualquier piloto menor de 21 años tener una tasa de alcoholemia positiva. En algunos estados, cualquier tasa de alcoholemia de 0,02 o mayor es ilegal para los jóvenes; en algunos estados el nivel está fijado en 0,01 BAC, y en muchos otros el límite de tasa de alcoholemia ilegal es cualquier alcoholemia superior a 0,00. Estas leyes de cero tolerancia para los jóvenes han demostrado ser eficaces en la reducción de consumo de alcohol en conductores menores de edad y en el número de accidentes fatales.

Un estudio de las leyes de cero tolerancia en la Florida, Maine, Oregón y Texas encontró que durante las noches los choques de un solo vehículo se redujeron en un 36% en Maine y un 40% en Oregón, mientras que el impacto en la Florida fue de un 5%, y aun menor en Texas. Los autores identificaron que Maine y Oregón tenían más experiencia con este tipo de leyes y que la ley estuvo acompañada por mayor publicidad (51).

La ley de Maryland de 0,02 alcoholemia para los conductores menores de 21 fue evaluada por Dunlap *et al.*; la ley entró en vigor el 1º de enero de 1989. El número de con-

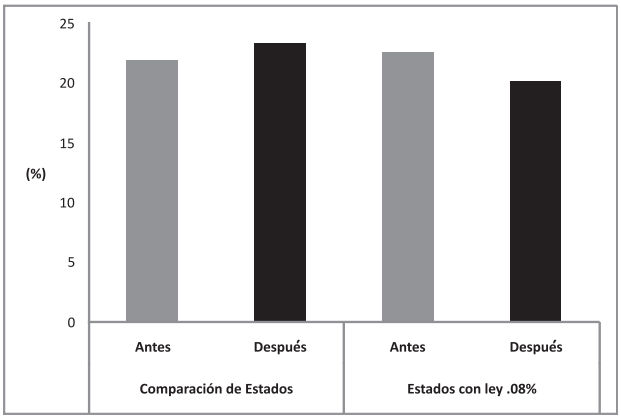
ductores menores de 21 años que "había estado bebiendo" implicados en accidentes fue recogido desde 1985 hasta 1990. Se encontró un 11% de reducción al comparar el antes y después de la ley de cero tolerancia sobre los accidentes relacionados con el alcohol (52).

En un estudio de seguimiento, Hingson *et al.* (1994) compararon doce estados que bajaron los límites en 1991 a cero para los adolescentes (Carolina del Norte, Wisconsin, Oregon, Arizona, Maine, Maryland, Ohio, Vermont, Nuevo México, California, Rhode Island y Georgia), con doce estados que mantuvieron niveles permitidos superiores a 0,04 mg/dl para toda la población (Virginia, Minnesota, Washington, Utah, Massachusetts, Pensilvania, Indiana, Nueva Hampshire, Colorado, Texas, Connecticut, y Alabama). Durante el periodo posterior a la ley de tolerancia cero, la proporción de accidentes fatales que involucró a un solo vehículo por la noche disminuyó 16% entre los conductores jóvenes, mientras que en los estados que mantuvieron niveles permisibles por encima de 0,04 mg/dl aumentó un 1% la fatalidad en los conductores de la misma edad (42,53) (Figura 6).

Los datos de casi todos los países (Japón, Dinamarca, Brasil, Canadá, Noruega, India, entre muchos otros) y estados de EE. UU. apoyan la reducción de niveles aceptables para conducción. Bien al pasar de ausencia de BAC legales a niveles de 0,1%, o de 0,1% a 0,08% (hasta 20% de reducción en proporción de conductores involucrados en ATRA fatales [34]), o de 0,08 a niveles más bajos (0,03%, 0,02%), hay demostración de reducción en los porcentajes de accidentes fatales que involucran a conductores bajo efectos del alcohol, así como reducciones, en muchos casos, en la accidentalidad, extensión de las heridas y fatalidad.

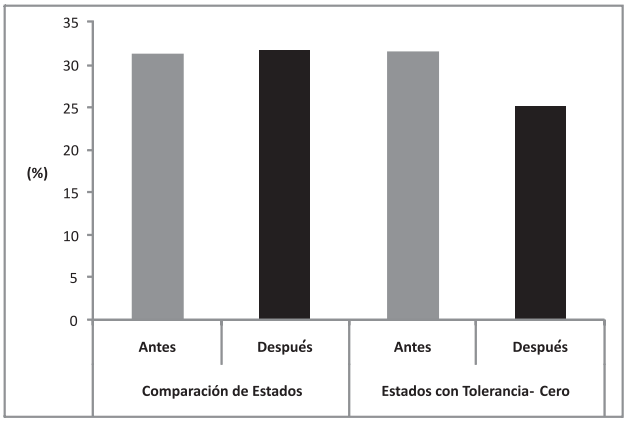
Sin embargo, el paso de niveles aceptables a la política de tolerancia-cero aún muestra reducciones que tienen impacto en morbilidad, mortalidad (reducción en 12% en las fatalidades por alcohol) (10), reducción adicional del 20% en la proporción de conductores bajo efecto implicados en accidentes fatales (15) e, indudablemente, una disminución en los costos sociales y económicos de la accidentalidad relacionada con alcohol y conducción. Las figuras 6 y 7 muestran reducciones en proporción de conductores con BAC por encima de la ley, en accidentes fatales, tanto para las comparaciones entre estados con 0,1% y 0,08%, como para la comparación entre 0,08% y tolerancia cero.

Figura 6. Proporción de conductores por BAC permitido en accidentes fatales en Estados Unidos, 1994



Fuente: adaptado de Hingson, Heeren y Winter (13).

Figura 7. Proporción de casos fatales en adolescentes involucrados en accidentes vehiculares. Comparación de cambio luego de la implantación de la ley de tolerancia cero y datos de estados en los que esta ley no existía en el momento



Fuente: adaptado de Hingson, Heeren y Winter (13).

Costos asociados con conducir un automóvil por niveles de alcohol en sangre (BAC)

Miller *et al.*, en 1999 (54), calcularon los costos por accidentes de tránsito relacionados con el alcohol por cada kilómetro recorrido, según nivel de alcohol en sangre BAC, en las carreteras de varios estados de Estados Unidos. Los costos del estudio incluyeron: costos de atención médica, costos de servicios públicos (policía, bomberos, paramédicos y ambulan-

cias), daños a la propiedad, ingresos futuros y pérdida de calidad de vida. Los autores concluyeron que cada kilómetro conducido con niveles de alcohol en sangre iguales a 0,1% resultaba costando 3,60 dólares; cada kilómetro conducido con niveles de 0,08-0,099% costaba 1,60 dólares; mientras que el costo por kilómetro conducido con niveles de 0,0% era de 0,07 dólares.

La evidencia demuestra que cada kilómetro conducido con niveles de alcohol en sangre iguales a 0,1 mg/dl resulta costando 50 veces más que el kilómetro conducido con niveles BAC de cero, y que cada kilómetro conducido con niveles BAC de 0,08 mg/dl resulta costando 22 veces más que el kilómetro conducido con niveles BAC de cero.

Otra medición útil de los costos asociados con consumir alcohol y conducir es proporcionada por los gastos por viaje. Al multiplicar la longitud promedio de los viajes por el costo por kilómetro recorrido con niveles BAC de 0,10 se obtiene el costo del trayecto. Es 54 veces más costoso recorrer el mismo trayecto con niveles BAC de 0,1 mg/dl que con niveles BAC de cero, y casi 24 veces más costoso con niveles BAC 0,08 mg/dl que con niveles BAC de cero. Definitivamente, el costo para la sociedad por trayecto promedio con niveles de alcohol superiores a 0,08 mg/dl es superior que el costo de tomar un taxi al beber.

Discusión

No se ha encontrado un límite en BAC por debajo del cual no haya alteración en la capacidad de conducción, y tampoco se ha identificado una población que esté protegida del efecto del alcohol. Si bien se han podido hacer estudios que evalúan alteraciones en los sentidos, en la capacidad de percepción y en destrezas motrices, incluso en niveles mentales más complejos, como capacidad múltiple de atención y de manejo de carga mental, aún quedan aspectos de potencial importancia por revisar, como el juicio, la decisión de toma de riesgos y la agresividad.

Si bien se ha discutido que dado que es más probable que haya accidentalidad cuando hay BAC por encima de lo aceptado, y que los conductores involucrados en accidentes tienen altos niveles, claramente por encima de los límites, reducir el límite no tendría mucho efecto. Sin embargo, también puede argumentarse, y hay evidencia que lo apoya, que al reducir los niveles permitidos se está enviando un mensaje que hace pensar al conductor que, al reducirse los niveles permitidos, debe reducir su nivel de bebida, y esto debe producir resultados en menos bebida, aunque aún haya personas que conduzcan con niveles por encima del límite legal.

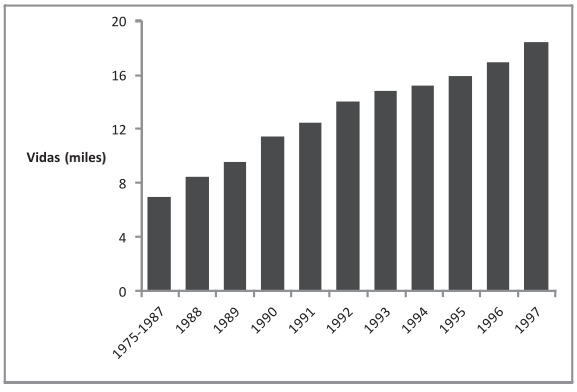
Los estudios revisados reportan que definitivamente el rendimiento

de conducción comienza a deteriorarse con niveles BAC virtualmente cercanos a cero, por lo que no se debe tolerar ninguna cantidad de consumo de alcohol para quienes vayan a conducir. La evidencia demuestra que el consumo de un solo trago, una sola lata de cerveza o una sola copa de vino produce niveles de alcohol en sangre asociados con un deterioro significativo de las habilidades para la conducción y un incremento en el riesgo de accidentalidad.

Entre las medidas que se proponen para disminuir aún más la accidentalidad, además de las restricciones en BAC, se encuentran (15): prisión, tratamiento obligatorio para problemas de consumo de alcohol, retiro temporal o definitivo de la licencia de conducción, restricción al vehículo. El estudio de Wells-Parker mostró que el tratamiento para alcoholismo produjo una reducción de 7%-9% en la accidentalidad relacionada con alcohol cuando se la comparó con las medidas restrictivas corrientes. Y en el estudio se mostró que la combinación de medidas de educación con medidas de restricción fue efectiva por igual en infractores de primera vez y en reincidentes (15).

Medidas adicionales que deben ser implementadas y que han mostrado utilidad son la reducción del acceso al alcohol, bien por aumento de los impuestos, por reducción de la densidad de puntos de venta de alcohol, por restricción en sus horarios de funcionamiento. Adicionalmente, la prohibición (y vigilancia de la medida) de venta de alcohol a menores de 21 años y a personas que ya estén bajo efectos del alcohol. La Figura 8 muestra el número acumulado de vidas salvadas (estimado) por el establecimiento de edad mínima para beber, entre 1975 y 1997 (15).

Figura 8. Número acumulativo estimado de vidas salvadas por la ley de edad mínima para beber, entre 1975 y 1997



Fuente: adaptado de Hingson, Heeren y Winter (13).

Estas medidas, que deben ser implementadas para lograr el control de la accidentalidad ocasionada o facilitada por el uso de alcohol, han demostrado impacto significativo, en un momento en el que más de un tercio (38,6%) de los accidentes están relacionados con alcohol (10). Los programas de educación deben ser claros en los límites y en los efectos del alcohol en el conductor, sin que se condene definitivamente el alcohol. Los efectos benéficos del consumo moderado de alcohol, así como los efectos metabólicos y en general los efectos gratificantes en el uso apropiado son suficientemente claros como para que se busque el control, no la abolición del alcohol. Adicionalmente, debe hacerse claro al público en general que si bien el consumo moderado (menos de dos bebidas por día para hombres y menos de una para mujeres) tiene efectos benéficos (55), ese efecto se revierte cuando se consume más del límite mencionado, y el alcohol se convierte en un factor de riesgo (56).

Es cierto que el espectro de problemas (8) es amplio y va desde el extremo de alcoholismo hasta lo que se ha llamado "beber en situación de riesgo", que incluye a aquellos que beben y luego manejan maquinaria pesada o que necesite precauciones especiales, a quienes beben y portan armas y, por supuesto, a quienes beben y conducen (57). La publicidad dada a los efectos benéficos del consumo moderado de alcohol puede, si no se es claro, limitar la utilidad de los programas y exponer a riesgos ya conocidos a quienes no puedan controlar su bebida.

Este contraste entre los efectos benéficos cardio- y cerebrovasculares y el impacto de beber y conducir debe ser mostrado claramente al público, para enseñar que un consumo moderado de alcohol puede ser benéfico, aunque se trata de un arma de doble filo si no se controla de manera estricta (58). Y no sólo se deben enseñar los efectos nocivos en la mezcla de conducción y alcohol, sino enseñar que hay medidas que disminuyen la absorción de alcohol o reducen los picos en BAC, como el consumo concomitante de comida, que demora el vaciamiento gástrico, disminuye la absorción intestinal y aumenta el metabolismo de primer paso del alcohol (59). Adicionalmente, por supuesto, las medidas de control con publicidad a niveles estrictos de BAC o, idealmente, la política de tolerancia cero, puestos de control, multas y restricciones a la licencia (60); también, medidas como los *alcolocks*, seguros que impiden que el vehículo encienda si el conductor tiene BAC por encima del nivel preestablecido para el vehículo (61).

Aun con la amplia publicidad que se ha dado al riesgo de beber y conducir, la percepción de cuán alterado se está para conducir es limitada.

En parte por el efecto específico del alcohol, que disminuye la autocrítica y la capacidad para toma de decisiones, a la vez que aumenta la probabilidad de toma de decisiones de riesgo (41) y aumenta la probabilidad de conducta violenta y de producción de heridas intencionales en los demás y en sí mismo (62).

En parte, porque es difícil tener una idea aproximada de cuánto hay que beber para tener niveles detectables, o para estar dentro de los BAC aceptables, o para tener compromiso en las habilidades de conducción. Kypri realizó una encuesta por Internet a estudiantes universitarios en Nueva Zelanda (63). Los participantes (promedio de edad 20,5 años, de ambos sexos) respondieron que, en las últimas cuatro semanas, 5,5%, al menos, habían bebido y conducido (hay datos extremos en estudios similares que muestran para mujeres: 1% en Rumania y hasta 28% en los Estados Unidos, y para hombres: 6% en Holanda y 43% en Estados Unidos) (64). En total, 8,9% de los encuestados reportaron haber sido pasajeros de alguien que había bebido.

La percepción del 94% de los estudiantes subestimó dramáticamente los niveles de alcohol permitidos (65), principalmente en hombres. Un estudio similar canadiense (66) mostró que 11,6% de los conductores reportaban haber conducido un vehículo en una hora en la que habían bebido dos o más bebidas alcohólicas. El estudio mostró, además, que menos del 5% de los conductores habían sido responsables de más del 85% de las ocurrencias de conducción bajo efectos de alcohol en el año anterior al estudio (67).

Limitaciones en los estudios

Los estudios que buscan la relación entre alcoholemia y accidentalidad tienen limitaciones por los problemas prácticos en el diseño: obtener información de los accidentados puede sesgar las conclusiones, porque se sobrerrepresenta el numerador. Aunque dan una idea aproximada de la relación, deben ser interpretados con cautela. Igualmente, los estudios en aquéllos detenidos por tener BAC elevados, pero que no han presentado accidentes (en retenes, por ejemplo), tienen sus limitaciones, porque tienden a ser una representación sesgada de la población, ya que no es una práctica común hacer evaluaciones aleatorias de BAC en la población.

Agradecimientos

A la Corporación Fondo de Prevención Vial por la financiación de esta investigación.

Referencias

1. Heng K, Hargarten S, Layde P, Craven A, Zhu S. Moderate alcohol intake and motor vehicle crashes: the conflict between health advantage and at-risk use. Alcohol Alcohol. 2006;41(4):451-4.

2. Fisher NL. 0.08: a safer legal blood alcohol limit for drivers. Med Health R I. 1999;82(5):180-1.
3. Ramstedt M. Alcohol and fatal accidents in the United States--a time series analysis for 1950-2002. Accid Anal Prev. 2008;40(4):1273-81.
4. Millo T, Sharma RK, Murty OP, Bhardwaj DN, Murmu LR, Aggarwal P. Study of incidence of alcohol use in road traffic accidents in South Delhi in fatal cases. Indian J Forensic Med Toxicology. 2008;2(1):29-32.
5. Anderson TE. Effects of acute alcohol intoxication on spinal cord vascular injury. Cent Nerv Syst Trauma. 1986;3(3):183-92.
6. Waller PF, Blow FC, Maio R, Singer K, Hill EM, Schaefer N. Crash characteristics and injuries of victims impaired by alcohol versus illicit drugs. 39th Annual Proceedings of Association for the Advancement of Automotive Medicine. Association for the Advancement of Automotive Medicine. 1995;89-104.
7. Hernández-Avita M, Coldiz G, Stampfer MJ, Rosner B, Speizer FE, Willett WC. Caffeine, moderate alcohol intake and risk of fractures of the hip and forearm in middle aged women. Am J Clin Nutr. 1991;54(1):157-63.
8. Meier E. Reducing illegal BAC levels across the country. Orthop Nurs. 2000;19(4):80.
9. Krüger H. Effects of low alcohol dosages: a review of the literature. Alcohol Drugs Traffic Safety T092: Proceedings of the 12th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety. September 28-October 2, 1992. Cologne: ICADTS; 1993. p. 763-78.
10. Arnedt JT, Wilde GJ, Munt W, MacLean AW. How do prolonged wakefulness and alcohol compare in the decrements they produce on a simulated driving task? Accid Anal Prev. (2001) 33(3):337-44.
11. Nabi H, Consoli SM, Chastang J, Chiron M, Lafont S, Lagarde E. Type A behaviour pattern, risky driving behaviours, and serious road traffic accidents: a prospective study of the GAZEL cohort. Am J Epidemiol. 2005;161(9):864-70.
12. Zador PL. Alcohol-related relative risk of fatal driver injuries in relation to driver age and sex. J Stud Alcohol. 1991;52(4):302-10.
13. Hingson RW, Heeren T, Winter MR. Preventing impaired driving. Alcohol Res Health. 1999; 23(1):31-9.
14. National Highway Traffic Safety Administration. Setting limits, saving lives: the case for 0.08% BAC laws. Washington: NHTSA; 1997.
15. Posada J, Ben-Michael E, Herman A, Kahan E, Richter E. Death and injury from motor vehicle crashes in Colombia. Rev Panam Salud Publica. 2000;7(2):88-91.
16. Fell J, Voas R. The effectiveness of reducing illegal blood alcohol level concentration (BAC) limits for driving: evidence for lowering the limit to .05 BAC. J Safety Res. 2006;37(3):233-43.
17. Ogden EJD, Moskowitz H. Effects of alcohol and other drugs on driver performance. Traffic Inj Prev. 2004;5(3):185-98.
18. Mann RE, Macdonald S, Stoduto LG, Bondy S, Jonah B, Shaikh A. The effects of introducing or lowering legal per se blood alcohol limits for driving: an international review. Accid Anal Prev. 2001;33(5):569-83.
19. Hingson R, Winter M. Epidemiology and consequences of drinking and driving. Alcohol Res Health. 2003;27(1):63-78.
20. Voas RB, Tippetts AS, Taylor EP. The Illinois .08 law. an evaluation. J Safety Res. 2002;33(1):73-80.
21. Chamberlain E, Solomon R. Zero blood alcohol concentration limits for drivers under 21: lessons from Canada. Inj Prev. 2008;14(2):123-8.
22. From the Centers for Disease Control and Prevention. Involvement by young drivers in fatal alcohol-related motor-vehicle crashes--United States, 1982-2001. JAMA. 2003;289(2):169-70.
23. Desapriya EB, Shimizu S, Pike I, Smith D. Impact of lowering the legal BAC limit to .03 on teenage drinking and driving related crashes in Japan. Nihon Arukoru Yakubutsu Igakkai Zasshi. 2006;41(6):513-27.

24. Lange J, Voas R. Nighttime observations of safety belt use: an evaluation of California's. Am J Public Health. 1998;88(11):1718-20.
25. Wells-Parker E, Bangert-Drowns R, McMillen R, Williams M. Final results from a meta-analysis of remedial interventions with drink/drive offenders. Addiction. 1995;90(7):907-26.
26. Gentiello LM, Rivara FP, Donovan DM, Jurkovich GJ, Daranciang E, Dunn CW, et al. Alcohol interventions in a trauma center as a means of reducing the risk of injury recurrence. Ann Surg. 1999;230(4):473-80.
27. Monti PM, Colby SM, Barnett NP, Spirito A, Rohsenow DJ, Myers M, et al. Brief intervention for harm reduction with alcohol-positive older adolescents in hospital emergency department. J Consult Clin Psychol. 1999;67(6):989-94.
28. Moskowitz H, Robinson CD. Effects of low doses of alcohol on driving-related skills: a review of the evidence (Report No. DOT HS 807 280). Washington: National Highway Traffic Safety Administration; 1988.
29. Moskowitz H, Fiorentino D. A review of the literature on the effects of low doses of alcohol on driving-related skills (Final Report DOT HS 809 028). Washington: Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration; 2000.
30. Moskowitz H, Burns M, Fiorentino D, Smiley A, Zador L. Driver characteristics and impairment at various BACs (DOT HS 809 075). Washington: Southern California Research Institute, National Highway Traffic Safety Administration; 2000.
31. Howat P, Sleet D, Smith I. Alcohol and driving: is the 0.05% blood alcohol concentration limit justified? Drug Alcohol Rev. 1991;10(2):151-66.
32. Simpson HM, Mayhew DR, Beirness DJ. Dealing with the hard core drinking driver. Ottawa: Traffic Injury Research Foundation; 1996. p. 107.
33. Zador L, Krawchuk SA, Voas RB. Relative risk of fatal crash involvement by BAC, age, and gender (Final Report No. DOT HS 809-050). Washington: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration; 2000.
34. Compton RP, Blomberg RD, Moskowitz H, Burns M, Peck RC, Fiorentino D. Crash risk of alcohol-impaired driving. Paper presented at the Proceedings of Alcohol, Drugs & Traffic Safety - T 2002: 16th International Conference on Alcohol, Drugs & Traffic Safety. Montreal: The International Council on Alcohol, Drugs and Traffic Safety; 2002.
35. Peck RC, Gebers MA, Voas RB, Romano E. The relationship between blood alcohol concentration (BAC), age, and crash risk. J Safety Res. 2008;39(3):311-9.
36. Mayhew DR, Donelson AC, Beirness DJ, Simpson HM. Youth alcohol and relative risk of crash involvement. Accid Anal Prev. 1986;18(4):273-87.
37. Jessor R. Risky driving and adolescent problem behavior: an extension of problem-behavior theory. Alcohol Drugs Driving. 1987;3:1-11.
38. Eisenberg D. Evaluating the effectiveness of a 0.08% BAC limit and other policies related to drunk driving. Stanford: Stanford Institute for Economic Policy Research, Stanford University; 2001. p. 1-51.
39. Hingson R, Heeren T, Winter M. Lower legal blood alcohol limits for young drivers. Public Health Reports. 1994;109(6):739-44.
40. Noordzij C. Decline in drinking and driving in the Netherlands. Transp Res Circ. 1994;422:44-9.
41. Deshapriya EB, Iwase N. Are lower legal blood alcohol limits and a combination of sanctions desirable in reducing drunken driver-involved traffic fatalities and traffic accidents? Accid Anal Prev. 1996;28(6):721-31.
42. Mercier-Guyon C. Lowering the BAC limit to 0.05: Results of the French Experience. Paper presented at the Transportation Research Board 77th Annual Meeting, Jan 11-15, 1998. Washington: Transportation Research Board; 1998.

43. Bartl G, Esberger R. Effects of lowering the legal BAC limit in Austria. In: Laurell H, Schlyter F, editors. Proceedings of the 15th International Conference on Alcohol, Drugs and TrafficSafety-T'2000; May 22-26, 2000. Stockholm: ICADTS; 2000.
44. Henstridge J, Homel R. The long-term effects of random breath testing in Adelaide. In: Kloeden CN, McLean AJ, editors. Proceedings of the 13th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety - T'95, Aug 13-18, 1995. Adelaide: ICADTS; 1995.
45. Smith GS, Kraus JF. Alcohol and residential, recreational, and occupational injuries: a review of the epidemiologic evidence. Annu Rev Public Health. 1988;9:99-121.
46. Kloeden CN, McLean AJ. Late night drink driving in Adelaide two years after the Introduction of the .05 limit. Adelaide: NHMRC Road Accident Research Unit; 1994.
47. McLean AJ, Kloeden CN, McColl RA, Laslett R. Reduction in the legal blood alcohol limit from 0.08 to 0.05: effects on drink driving and alcohol-related crashes in Adelaide. In: McLean AJ, Kloeden CN, editors. Proceedings of the 13th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety – T:95. August 13-18, 1995. Adelaide: NHMRC Road Accident Research Unit; 1995.
48. Brooks C, Zaal D. Effects of a 0.05 Alcohol limit in the Australian Capital territory. Canberra: Federal Office of Road Safety; 1992.
49. Norstrom T, Laurell H. Effects of lowering the legal BAC-limit in Sweden. In: Mercier-Guyon C, editor. Proceedings of the 14th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety -T'97. Sep 21-26, 1997. Annecy: Centre d'Etudes et de Recherches en Médecine du Trafic; 1997. p. 87-94.
50. Borschos B. An evaluation of the Swedish drunken driving legislation implemented on February 1, 1994. In: Laurell H, Schlyter F, editors. International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety - T'2000. May 22-26, 2000. Stockholm: ICADTS; 2000.
51. Lacey JH, Jones RK, Wiliszowski CH. Zero tolerance laws for youth: four states' experience (Final Report, DOT HS 809 053). Washington: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration; 2000.
52. Blomberg R. Lower BAC limits for youth: evaluation of the Maryland .02 law (DOT HS 806 807). Transp Res Circ. 1992;413:25-7.
53. Hingson R, Howland J, Heeren T, Winter M. Reduced BAC limits for young people (impact on night fatal) crashes. Alcohol, Drugs Driving. 1992;7(2):117-27.
54. Miller TR, Spicer RS, Levy DT. How intoxicated are drivers in the United States? estimating the extent, risks and costs per kilometer of driving by blood alcohol level. Accid Anal Prev. 1999;31(5):515-23.
55. Corrao G, Rubbiati L, Bagnardi V, Zambon A, Poikolainen K. Alcohol and coronary heart disease: a meta-analysis. Addiction. 2000;95(10):1505-23.
56. Rehm J, Bondy S, Sempos CT, Vuong CV. Alcohol consumption and coronary heart disease morbidity and mortality. Am J Epidemiol. 1997;146(6):495-501.
57. Hasin D. Classification of alcohol use disorders [Internet]. Bethesda: National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism Publications; 2003. [consultado 2005 Jul 20]. Disponible en: http://www.niaaa.nih.gov/publications/arh27-1/5-17.htm.
58. Goldberg IJ. To drink or not to drink? N Engl J Med. 2003;348(2):163-4.
59. Mumenthaler MS, Taylor JL, O'Hara R, Yesavage JA. Gender differences in moderate drinking effects. Alcohol Res Health. 1999;23(1):55-64.
60. Heng K, Hargarten S, Layde P, Craven A, Zhu S. Moderate alcohol intake and motor vehicle crashes: the conflict between health advantage and at-risk use. Alcohol Alcohol. 2006;41(4):451-4.
61. Bjerre B, Kostela J. Primary prevention of drink driving by the large-scale use of alcolocks in commercial vehicles. Accid Anal Prev. 2008;40(4):1294-9.

62. Room R, Babor T, Rehm J. Alcohol and public health. Lancet. 2005;365(9458):519-30.
63. Kypri K, Stephenson S. Drink-driving and perceptions of legally permissible alcohol use. Traffic Inj Prev. 2005;6(3):219-24.
64. Steptoe A, Wardle J, Bages N, Sallis JF, Sanabria-Ferrand PA, Sanchez M. Drinking and driving in university students: an international study of 23 countries. Psychol Health. 2004;19(4):527-40.
65. Kypri K, Stephenson S. Drink-driving and perceptions of legally permissible alcohol use. Traffic Inj Prev. 2005;6(3):219-24.
66. Beirness DJ, Davis CG. Driving after drinking in Canada: findings from the Canadian Addiction Survey. Can J Public Health. 2007;98(6):476-80.
67. Beirness DJ, Davis CG. Driving after drinking in Canada: findings from the Canadian Addiction Survey. Can J Public Health, 2007. 98(6):476-480.

Conflicto de interés: los autores manifiestan que no tienen ningún conflicto de interés en este artículo.

Recibido para evaluación: 18 de mayo del 2010
Aceptado para publicación: 26 de julio del 2010

Correspondencia
Álvaro Ruiz
Departamento de Epidemiología Clínica y Bioestadística
Hospital Universitario de San Ignacio
Pontificia Universidad Javeriana
Carrera 7ª No. 40-62
Bogotá, Colombia
aruiz@javeriana.edu.co