

“EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PACIENTE EN EL CONTEXTO PREHOSPITALARIO A TRAVÉS DE LOS FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS DE LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DE LAS LESIONES”

LA EXISTENCIA DE EVENTOS ADVERSOS en la interacción del paciente con el sistema sanitario es un problema reconocido desde finales del siglo xx y que por su repercusión ha llevado a la mayoría de los sistemas de salud a incluir, dentro de su planificación, la seguridad del paciente como un objetivo estratégico y como un valor incuestionable de calidad asistencial.

En este sentido, los SME de nuestro entorno no son ajenos a dicha preocupación y si bien, como señalan Meisel et al, la comunicación de resultados y experiencias en la bibliografía resultan escasos, el esfuerzo que desde los diferentes SME se está realizando debe ser reseñado y reconocido.

La práctica clínica actual es una combinación de interacciones humanas, procedimientos y tecnologías, en un sistema que presenta unas condiciones latentes que favorecen la aparición del evento adverso. Las características que rodean la asistencia en el ámbito de la emergencia extrahospitalaria: abordaje de patología dependiente del tiempo, ambiente frecuentemente hostil, heterogeneidad en la formación de los intervinientes, etc., resultan ser un elemento favorecedor de la aparición de eventos adversos no deseados.

La erradicación del riesgo asociado a la práctica asistencial es imposible. Por ello, el conocimiento por parte de los profesionales de la existencia de dichos riesgos y el establecimiento de un plan de gestión de riesgos mediante su identificación, análisis y evaluación, y, por último, la puesta en marcha de planes de control de aquellos, evitándolos, disminuyendo su aparición o minimizando su impacto, son las herramientas clave que se están desarrollando en nuestro medio.

Dentro de las posibles metodologías empleadas para el análisis y evaluación de un determinado riesgo, se encuentra el enfoque que plantean los autores. El análisis de los factores humanos, del entorno y de los mecanismos lesionales, realizado con respecto a las fases previa, intra y postevento, aporta un evidente conocimiento de la capacidad de gestionar un determinado

riesgo y la posibilidad de incluir elementos de barrera, incluso con carácter automatizado, que dificulten la aparición del evento adverso.

En Emergencias de Osakidetza contemplamos un enfoque más global, mediante la integración de las herramientas de gestión de riesgos en el sistema de gestión por procesos de nuestra organización. Dicha integración permite el despliegue del valor «seguridad» en todos los procesos asistenciales, los cuales se analizan bien con carácter preventivo, mediante el desarrollo del análisis modal de fallos y efectos (AMFE) o bien con carácter prospectivo, con el análisis causa-raíz de los eventos adversos detectados.

Si bien la matriz de Haddon descrita en el artículo revisado resulta metodológicamente correcta, el empleo del AMFE permite, además de la identificación de posibles eventos adversos y sus causas, la priorización de las medidas que hay que implementar para evitar su aparición.

En efecto, la inclusión de parámetros como los índices de gravedad, detección y aparición de las causas que producen el evento adverso, facilita la toma de decisiones en cuanto a la puesta en marcha de medidas preventivas. De esta forma, se abordarán en primer lugar las causas que originan los eventos más graves, las que sean más frecuentes y las más fácilmente detectables.

Mediante esta técnica se desarrolló el AMFE del uso de la adrenalina como subproceso del proceso de soporte vital avanzado, cuyo resultado expuesto en la tabla 1 motivó la puesta en marcha de las siguientes medidas: cambio del sistema de almacenaje de la medicación en la «bolsa de ataque» e introducción de adrenalinas precargadas, e implementación de ayudas para la dosificación pediátrica, entre otras.

En el ámbito del análisis prospectivo, Emergencias de Osakidetza dispone de una herramienta informática de notificación de eventos adversos que en la actualidad se está testando, así como de hojas de no conformidad y sugerencias para la comunicación de dichos incidentes. En ambos casos, y para favorecer la

información, las herramientas citadas se pueden utilizar de forma anónima. La gestión posterior está enfocada al análisis de las posibles causas que han generado el evento y a la puesta en marcha de medidas que optimicen la seguridad del paciente.

De ambos análisis se decide la inclusión de medidas correctoras o preventivas cuya eficacia se testa mediante los indicadores de seguimiento de proceso pertinentes. De esta forma, se consigue integrar la seguridad en

la consecución de los objetivos de proceso y, por tanto, de nuestra organización.

Organización que al igual que los demás SME de nuestro entorno se encuentra trabajando para extender e integrar la cultura de seguridad en todos sus profesionales y en sus acciones. Dicho esfuerzo se está traduciendo en una óptima percepción de la ciudadanía con respecto a la calidad asistencial ofertada por dichos SME.

TABLA 1. Análisis de riesgos del proceso «tratamiento y administración de adrenalina»

Tabla de análisis de riesgos							
Proceso: tratamiento y administración de adrenalina			Fecha: 19-2-2007		Página 1		
Miembros del equipo	Puntuación	IA ^a	ID ^b	IG ^c			
		Frecuente 9-10	Baja 9-10	Catastrófico 9-10			
		Ocasional 7-8	Ocasional 7-8	Mayor 7-8			
		Infrecuente 5-6	Moderada 5-6	Moderado 5-6			
		Remoto 1-4	Alta 1-4	Menor 1-4			
Pasos del proceso	Posibles fallos	Posibles causas	Puntuación		Posibles efectos (asociados al fallo)	Puntuación	
			IA	ID		IG	IPR ^d
Administración de adrenalina	Administración de medicación incorrecta	Almacenamiento incorrecto	8	4	Sin respuesta al tratamiento	10	320
		No identificación de jeringa	9	1	Daños colaterales	10	90
		Estrés/sobrecarga	9	4		10	360
	Dosis inadecuada	Cálculo de dosis errónea	6	3	Respuesta inadecuada por dosis errónea	8	144
		Administración de dosis errónea	1	2		8	16
		Estrés/sobrecarga	9	4		8	288
		Preparación incorrecta	7	8		4	224
	No administración	Estrés/sobrecarga/acumulación de tareas/olvido	9	4	No tratamiento	10	360
		No disponibilidad de medicación	4	2		10	80

IA: índice de aparición; ID: índice de detección; IG: índice de gravedad; IPR: índice de priorización.

^aIA: evalúa la probabilidad de que se produzca el posible fallo para cada una de las causas potenciales (frecuente: 9-10; ocasional: 7-8; infrecuente: 5-6; remoto: 1-4).

^bID: evalúa la posibilidad de detectar la causa o el posible fallo antes de que llegue a afectar al paciente (baja: 9-10; ocasional: 7-8; moderada: 5-6; alta: 1-4).

^cIG: evalúa la repercusión del posible fallo en la salud del paciente (catastrófico: 9-10; mayor: 5-8; moderado: 3-4; menor: 1-2).

^dIPR: resultado del producto $IA \times ID \times IG$.

EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PACIENTE EN EL CONTEXTO
PREHOSPITALARIO A TRAVÉS DE LOS FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS
DE LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DE LAS LESIONES

INTRODUCCIÓN

Desde que el Institute of Medicine publicó en 1999 el informe *To Err Is Human (Errar es de humanos)*, las investigaciones acerca de las características y la etiología de los eventos adversos se han hecho cada vez más frecuentes.

Evento adverso: «el fracaso de una acción planificada para ser completada de la manera pretendida o bien el uso de un plan equivocado para alcanzar un objetivo».

Hay datos abundantes que sugieren que los riesgos de la seguridad de los pacientes en el contexto prehospitalario son, a menudo, importantes y no reconocidos. Sin embargo, la mayor parte de los estudios en los que se ha evaluado la seguridad de los pacientes se ha limitado a la experiencia hospitalaria. «El 2,9-3,7% de los pacientes hospitalizados presenta eventos adversos de origen médico.»

ORIGEN DE LA INFORMACIÓN ACTUAL RELATIVA
A LA SEGURIDAD DE LOS PACIENTES
EN EL CONTEXTO PREHOSPITALARIO

- Los aspectos de la seguridad de los pacientes evaluados con mayor detalle en el contexto de los SEM se limitan a los errores que se pueden identificar con facilidad *después de que el paciente es trasladado al hospital*. Por ejemplo, la intubación endotraqueal prehospitalaria, que en la mayoría de estos estudios se ha utilizado como «prueba de referencia» .
- Se ha llevado a cabo la identificación a posteriori de diferentes errores de omisión, como la falta de aplicación de un collarín cervical, la falta de administración de oxígeno suplementario, la falta de comprobación de la glucemia o la falta de determinación de los signos vitales.
- Otros estudios se han fundamentado en los errores que *se han cometido en las actividades de simulación* sobre maniqués y en las pruebas escritas, como elementos sustitutos de identificación respecto a los posibles errores que pueden cometer los profesionales de los SEM en la reanimación cardiopulmonar y en las tareas del cálculo de las dosis de medicamentos.
- Los errores de acción, como los errores con la medicación, constituyen una de las causas básicas principales conocidas de los eventos adversos.
- En un estudio, a 15 profesionales de un SEM se les pidió que *describieran sus experiencias* más recientes con los eventos adversos y con los episodios próximos al error: se identificaron 61 episodios de este tipo. Los tipos de error descritos estuvieron relacionados con el juicio clínico (54%), con las habilidades en la realización de procedimientos (21%) y con la administración de medicamentos (15%).

MÉTODOS PARA EL RECONOCIMIENTO
DE LOS EVENTOS ADVERSOS

Revisión de las historias clínicas

- A diferencia de lo que ocurre con las historias clínicas hospitalarias, las historias clínicas prehospitalarias tienen una *naturaleza estática*: la «hoja de ruta» puede recoger una historia clínica limitada del paciente, la exploración física y la medicación administrada, pero normalmente no incluye información relativa al seguimiento ni a las órdenes específicas en función de las cuales se prestó la asistencia.
- Además, dado que el documento prehospitalario *lo rellena solamente un profesional*, la interacción con los pacientes es característicamente breve y la documentación de cualquier detalle de la asistencia de los pacientes (por no hablar de los eventos adversos) posiblemente es menos frecuente de lo que ocurre en las historias clínicas hospitalarias, en las que se recogen notas de múltiples profesionales.
- Finalmente, entre los profesionales de las ambulancias y los profesionales de los servicios de urgencias (SU) que asumen en última instancia la asistencia de los pacientes, se observan *lagunas significativas de comunicación*.

Observación directa

En primer lugar, las sesiones y presentaciones clínicas diarias utilizadas para la identificación de los eventos adversos en los estudios hospitalarios no tienen lugar de manera rutinaria en el contexto prehospitalario, en el que los profesionales del SEM abandonan el hospital tras trasladar al paciente al SU de éste.

En segundo lugar, aunque los investigadores de los SEM han obtenido buenos resultados mediante la observación directa para el estudio de ciertas prácticas prehospitalarias, el efecto Hawthorne —en el que el propio proceso de observación modifica la forma con la que se presta la asistencia— puede estar intensificado en el ambiente íntimo de la ambulancia y podría, por tanto, introducir un sesgo en los estudios de los errores médicos fundamentados en la observación directa.

Autonotificación y notificación por los compañeros

- Se ha considerado que los profesionales de la asistencia prehospitalaria tienen una tendencia menor que otros profesionales asistenciales a la identificación, notificación y revelación de los errores.
- En una encuesta, el 45% de todos los profesionales de los SEM señaló que no había cometido ningún error durante el año anterior, lo que representa un resultado bastante improbable.

MODELO DE PREVENCIÓN DE LAS LESIONES: MATRIZ DE HADDON

El modelo de prevención de las lesiones es un método científico que ya lleva siendo utilizado desde hace mucho tiempo por parte de investigadores en salud pública y que quita el acento sobre la culpa (como la negligencia o el error) para insistir en la búsqueda de la seguridad más que en el cambio del comportamiento de los individuos.

La aplicación del modelo de la prevención de las lesiones a las lesiones médicas que tienen lugar en el contexto prehospitalario debería incluir el uso de la matriz de factores de fase de Haddon en la que las características del profesional (factor humano), el mecanismo de lesión (vector) y el contexto social, legal y físico (factor ambiental) se ordenan en función de las 3 fases del evento que causa la lesión: previa al evento, el evento en sí mismo y posterior al evento.

El objetivo sería identificar el eslabón más fácilmente modificable respecto a la lesión (más que el de identificar la «causa») a partir de la trama de acontecimientos que antecedieron a la lesión y que tuvieron lugar después de ella. Idealmente, este eslabón debería ser una condición en cuya ausencia no fuera posible la lesión o bien la lesión tuviera una gravedad mucho menor.

- Las iniciativas de estandarización, como el almacenamiento de los medicamentos procedentes de una única fuente o el incremento del uso de jeringas prerrellenas para la asistencia de carácter general, son otros ejemplos de intervenciones basadas en aspectos ambientales.
- Considerar una variación del sistema Broselow-Luten (un modelo clásico de herramienta para la prevención de las lesiones fundamentado en aspectos ambientales) para el almacenamiento y la organización de los equipos y los medicamentos.
- La introducción de las historias clínicas electrónicas en la asistencia prehospitalaria puede ofrecer una oportunidad para llevar a cabo dicha vigilancia.
- El desarrollo en el ámbito nacional de sistemas estandarizados de recogida de datos por parte de los SEM.
- La creación de un centro nacional que podría coordinar, recoger y divulgar la información correspondiente a la seguridad de los pacientes atendidos en el contexto prehospitalario y de los profesionales que les atienden.

CONCLUSIONES

- Es posible que se definan otras muchas opciones de prevención de las lesiones si nos movemos más allá de la búsqueda de los errores y de las soluciones de «formación y culpa».
- Las iniciativas dirigidas hacia la seguridad de los pacientes van a dar resultados mejores cuando persigan de manera directa el objetivo último: reducir la incidencia de las lesiones y de los casos de fallecimiento secundarios a la asistencia médica.
- La estrategia para reducir los eventos adversos, fundamentada en los principios científicos del control de las lesiones, puede constituir un enfoque eficaz para que la asistencia prehospitalaria sea más segura.

CONTRIBUCIONES ESPECIALES

EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PACIENTE EN EL CONTEXTO PREHOSPITALARIO A TRAVÉS DE LOS FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS DE LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DE LAS LESIONES

Zachary F. Meisel, MD, MPH, Stephen Hargarten, MD, MPH, y Jon Vernick, JD, MPH

RESUMEN

La información relativa al alcance y a las características de los eventos adversos que se producen en el contexto de la asistencia prehospitalaria es insuficiente. Sin embargo, hay datos abundantes que sugieren que los riesgos de la seguridad de los pacientes en el contexto prehospitalario son a menudo importantes y no reconocidos. En este artículo se resumen, en primer lugar, la información actual relativa a la seguridad de los pacientes en el contexto prehospitalario, y se identifican los aspectos específicos de la asistencia prestada por los servicios de emergencias médicas (SEM) que pueden dificultar la estrategia convencional de evaluación y de mejora de la seguridad de los pacientes. A continuación se introduce el concepto de la aplicación de la ciencia del control y la prevención de las lesiones con el objetivo de analizar los eventos adversos que se producen en el contexto prehospitalario y de desarrollar soluciones para incrementar la seguridad de los pacientes atendidos por los SEM. La prevención y el control de las lesiones son una estrategia de salud pública plenamente validada para el análisis y la reducción de las lesiones deliberadas y no deliberadas. Incluye el uso de una matriz de factores de fase de Haddon para identificar las posibles intervenciones, especialmente las modificaciones de carácter ambiental que pueden ofrecer una protección automática. En esta revisión se demuestra la forma con la que se puede apli-

car dicho método como estrategia complementaria en las iniciativas de prevención de las lesiones causadas por los eventos adversos en el contexto prehospitalario. **Palabras clave:** seguridad del paciente; eventos adversos; prevención de las lesiones; control de las lesiones; servicios de emergencias médicas; matriz de factores de fase de Haddon.

PREHOSPITAL EMERGENCY CARE. 2008;12:411-6

INTRODUCCIÓN

Se remitió una ambulancia al escenario de un episodio en el que un paciente presentaba palpitations y sensación de mareo. En el escenario se observó que el paciente estaba consciente y que conversaba. La presión arterial era de 90/68 mmHg. Tras la identificación de una taquiarritmia con complejos anchos, el profesional de la emergencia prehospitalaria estableció contacto con el médico del centro de órdenes y recibió la instrucción de administrar 100 mg de hidrocóloruro de lidocaína por vía intravenosa (i.v.). El profesional de la emergencia prehospitalaria, que atendía él solo al paciente en la parte posterior de la ambulancia mientras su compañero conducía, extrajo una jeringa de 2 g de concentrado de lidocaína que solamente se puede utilizar tras su disolución, Quitó el precinto de seguridad e inyectó toda la jeringa en forma de embolada. El paciente presentó una convulsión generalizada y después una parada cardíaca en asistolia. Al cabo de 20 min de asistencia prehospitalaria mediante soporte vital cardíaco avanzado y de 30 min de reanimación en el servicio de urgencias, se declaró el fallecimiento del paciente. La administración de una sobredosis de lidocaína 20 veces superior a la normal se identificó de manera casual después de este episodio tras el descubrimiento de la jeringa vacía de 2.000 mg en las tareas rutinarias de reposición de los medicamentos de la ambulancia.

Desde que el Institute of Medicine publicó en 1999 el informe *To err is human* («Error es de humanos»), las investigaciones de carácter erudito acerca de las características y la etiología de los efectos médicos adversos se han hecho cada vez más frecuentes¹. Sin embargo, la

Recibido el 5 de junio de 2008, del Robert Wood Johnson Foundation Clinical Scholars Program (ZFM), Princeton, New Jersey; el Department of Emergency Medicine, University of Pennsylvania School of Medicine, Pennsylvania Hospital (ZFM), Philadelphia, Pennsylvania; el Injury Research Center y el Department of Emergency Medicine, Medical College of Wisconsin (SH), Milwaukee, Wisconsin, y el Center for Injury Research & Policy, Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health (JV), Baltimore, Maryland. Aceptado para publicación el 5 de junio de 2008.

Dirección para correspondencia y solicitud de separatas: Zachary F. Meisel, MD, MPH, Robert Wood Johnson, Foundation Clinical Scholars Program, 13th floor, Blockley Hall, 423 Guardian Drive, Philadelphia, PA 19104-6021. Correo electrónico: zacharymeisel@uphs.upenn.edu

doi: 10.1080/10903120802290851

mayor parte de los estudios en los que se ha evaluado la seguridad de los pacientes se ha limitado a la experiencia hospitalaria. Por el contrario, la seguridad de los pacientes en el contexto prehospitalario (en el que actúan asistencialmente los profesionales de los servicios de emergencias médicas [SEM]) ha recibido comparativamente poca atención desde el punto de vista de la bibliografía. Es probable que las peculiaridades de los SEM den lugar a la existencia de riesgos específicos para la seguridad de los pacientes atendidos en el contexto prehospitalario, y que también plantean obstáculos específicos a las investigaciones y las intervenciones relativas a la seguridad de los pacientes.

Nuestro objetivo es introducir un modelo complementario de seguridad de los pacientes para su aplicación en el contexto prehospitalario, un modelo fundamentado en los principios científicos de la prevención y el control de las lesiones. De manera específica, en este artículo: *a)* se describirán los conocimientos actuales relativo a la seguridad de los pacientes en el medio prehospitalario; *b)* se identificarán los aspectos específicos de la asistencia prestada por los SEM que hacen más difícil la aplicación de las estrategias convencionales para la evaluación y la mejora de la seguridad de los pacientes, y *c)* se demostrará la forma con la que la aplicación de los principios científicos de la prevención y el control de las lesiones puede tener utilidad para eliminar algunos de estos obstáculos y, en última instancia, para mejorar la seguridad de los pacientes atendidos en el contexto prehospitalario.

ERRORES EN EL CONTEXTO PREHOSPITALARIO Y ALCANCE DEL PROBLEMA CONSTITUIDO DE LOS EFECTOS MÉDICOS ADVERSOS

En el momento presente hay una importante falta de información epidemiológica en lo que se refiere a los efectos médicos adversos que tienen lugar en el contexto prehospitalario. En un claro contraste con la existencia de varios estudios de gran envergadura en los que se han descrito la incidencia, la prevalencia y la historia natural de los errores médicos y de sus consecuencias en el contexto hospitalario^{2,3}, hasta el momento no se han publicado estudios en los que se haya estimado la incidencia de los eventos adversos en el contexto prehospitalario. Esta disparidad existe a pesar del reconocimiento por parte de las autoridades de los SEM de que la seguridad de los pacientes es un problema y a pesar también de las solicitudes públicas del incremento de la financiación, la coordinación y el control para una evaluación más detallada de las características de los riesgos que amenazan la seguridad de los pacientes atendidos por los SEM^{4,5}. No obstante, los estudios realizados en el ámbito hospitalario (especialmente aquellos en los que se han considerado los servicios de urgencia [SU]) ofrecen una perspectiva útil a través de la cual es posible considerar el alcance

de los eventos adversos que tienen lugar en el ámbito prehospitalario.

En los estudios hospitalarios de mayor envergadura se ha determinado que el 2,9-3,7% de los pacientes hospitalizados presenta eventos adversos de origen médico, definidos en forma de lesiones causadas por el tratamiento médico más que por la enfermedad subyacente del paciente^{2,3}. En Utah y Colorado la proporción más elevada de eventos adversos tuvo lugar en los SU^{3,6}. En otros estudios también se han confirmado los riesgos a los que están sometidos los pacientes atendidos en los SU⁷. Las características que parecen ser la causa de la predisposición a estos riesgos por parte de los pacientes atendidos en los SU han sido bien descritas y consisten en una amplia gama de problemas clínicos, un grado relativo de gravedad de la enfermedad del paciente, las limitaciones de tiempo, la necesidad de tratar a los pacientes antes de completar la historia clínica y antes de que se hayan obtenido todos los datos clínicos, y las oportunidades limitadas para la recuperación⁸⁻¹⁰.

En el contexto prehospitalario son operativos muchos de los factores que parecen predisponer a los pacientes que son atendidos en los SU a los eventos adversos. Además, en el ámbito prehospitalario las limitaciones en lo relativo al espacio físico y a los recursos son incluso mayores cuando el paciente es trasladado en ambulancia. Los profesionales de los SEM muestran en promedio una exposición limitada a la asistencia de ciertas categorías de pacientes que requieren tratamiento intensivo, como los niños con parada respiratoria¹¹. En lo que se refiere a la mayor parte de los profesionales de la asistencia prehospitalaria hay un número menor de profesionales asistenciales para identificar, prevenir y corregir los errores médicos (definidos como el fracaso de una acción planificada para ser completada de la manera pretendida o bien el uso de un plan equivocado para alcanzar un objetivo)⁸, en comparación con el hospital. Además, el volumen de avisos que recibe los SEM está aumentando en todo el país: en Estados Unidos se realizan anualmente más de 16 millones de trayectos prehospitalarios individuales¹². Incluso si en el transcurso de su asistencia solamente presentara lesiones un porcentaje pequeño de pacientes atendidos por los SEM, el conjunto total de los eventos adversos de tipo médico posiblemente sería sustancial.

Los aspectos de la seguridad de los pacientes evaluados con mayor detalle en el contexto de los SEM se limitan a los errores que se pueden identificar con facilidad después de que el paciente es trasladado al hospital. Por ejemplo, la intubación endotraqueal prehospitalaria ha sido objeto de múltiples estudios de investigación en los que se ha determinado que la tasa de colocación incorrecta de la cánula es de hasta el 25%. En la mayor parte de estos estudios se ha utilizado como «prueba de referencia» la identificación en el

hospital de una cánula endotraqueal mal colocada¹³⁻¹⁵. De la misma forma, para la evaluación de distintos aspectos de la asistencia prestada por los SEM también se ha llevado a cabo la identificación a posteriori de diferentes errores de omisión, como la falta de aplicación de un collarín cervical, la falta de administración de oxígeno suplementario, la falta de comprobación de la glucemia o la falta de determinación de los signos vitales¹⁶⁻¹⁸. Otros estudios se han fundamentado en los errores que se han cometido en las actividades de simulación sobre maniqués y en las pruebas escritas, como elementos sustitutos de identificación respecto a los posibles errores que pueden cometer los profesionales de los SEM en la reanimación cardiopulmonar y en las tareas del cálculo de las dosis de medicamentos^{19,20}.

Los errores de acción, como los errores con la medicación similares al descrito en el ejemplo que se recoge al principio de este artículo, constituyen una de las causas básicas principales conocidas de los eventos adversos^{2,3}. También se ha demostrado que estos errores son más frecuentes que los errores de omisión en los contextos de urgencias, como los SU²¹. Sin embargo, hasta el momento, la vigilancia y la notificación de estos eventos adversos en el contexto prehospitalario ha sido extremadamente limitada. En un estudio, a 15 profesionales de un SEM se les pidió que describieran sus experiencias más recientes con los eventos adversos de tipo médico y con los episodios próximos al error: se identificaron 61 episodios de este tipo. Los tipos de error descritos estuvieron relacionados con el juicio clínico (54%), con las habilidades en la realización de procedimientos (21%) y con la administración de medicamentos (15%)²². En otro estudio se evaluaron los errores de la dosificación de adrenalina en cuadros de parada cardíaca pediátrica y el resultado fue que estos errores disminuyeron tras la aplicación de una intervención de mejora de la calidad²³. No obstante, la intensidad global con la que estos errores por acción contribuyen a las lesiones en los pacientes es desconocida.

MÉTODOS PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS EVENTOS ADVERSOS

En los estudios de investigación hospitalarios relativos tanto a los errores médicos como a los eventos adversos se han utilizado métodos múltiples para identificar y clasificar los riesgos de seguridad para los pacientes. Los diseños han sido los siguientes: revisión retrospectiva de las historias clínicas, observación directa, autonotificación y notificación por compañeros. Sin embargo, las características específicas de la asistencia prestada por los SEM hace que estas estrategias (utilizadas de manera específica como herramientas para la vigilancia de la seguridad de los pacientes) sean especialmente difíciles de aplicar.

Revisión de las historias clínicas

En el Harvard Medical Practice Study y en los estudios que le siguieron participaron revisores médicos y de enfermería que identificaron los errores a través del análisis retrospectivo de las historias médicas de los pacientes hospitalizados^{2,3,24}. La naturaleza longitudinal de las historias clínicas hospitalarias permitió a los revisores llegar a las causas básicas de los eventos adversos asociados a las intervenciones médicas (p. ej., una embolia pulmonar tras una intervención quirúrgica o una erupción cutánea tras la administración de un medicamento). Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con las historias clínicas hospitalarias, las historias clínicas prehospitalarias tienen una naturaleza estática: la «hoja de ruta» (el documento médico relleno por los profesionales del SEM) puede recoger una historia clínica limitada del paciente, la exploración física y la medicación administrada, pero normalmente no incluye información relativa al seguimiento ni a las órdenes específicas en función de las cuales se prestó la asistencia. Además, dado que el documento prehospitalario lo rellena solamente un profesional, la interacción con los pacientes es característicamente breve y la documentación de cualquier detalle de la asistencia de los pacientes (por no hablar de los eventos adversos) posiblemente es menos frecuente de lo que ocurre en las historias clínicas hospitalarias, en las que se recogen notas de múltiples profesionales. Finalmente, entre los profesionales de las ambulancias y los profesionales de los SU que asumen en última instancia la asistencia de los pacientes se observan lagunas significativas de comunicación²⁵. A pesar de que el origen de estas lagunas todavía no ha sido evaluado con detalle, estas discrepancias pueden limitar la utilidad de la revisión retrospectiva de las historias clínicas prehospitalarias para detectar los eventos adversos o los episodios cercanos a un evento adverso que tienen lugar en el escenario de un episodio. En resumen, es poco probable que las historias clínicas prehospitalarias sean lo suficientemente completas como para permitir por sí mismas la identificación de los riesgos para la seguridad de los pacientes atendidos por los SEM.

Observación directa

La observación directa se ha utilizado para la identificación prospectiva de los errores médicos y de los eventos adversos en múltiples contextos, todos ellos hospitalarios. En algunos estudios han participado especialistas en etnografía especialmente formados para la identificación y el seguimiento de los pacientes hospitalizados en unidades de cuidados intensivos y en unidades quirúrgicas. Los observadores asistieron a las sesiones y presentaciones clínicas con objeto de poder determinar los eventos adversos que podrían no haber quedado recogidos en las historias clínicas escri-

tas de los pacientes²⁶. Los investigadores también han llevado a cabo la observación directa y continuada de los residentes médicos y de enfermería en las unidades de cuidados intensivos (UCI) para identificar y clasificar los eventos adversos^{27,28}. Por desgracia, los métodos utilizados en estos estudios de investigación hospitalarios no se pueden reproducir fácilmente en el interior de una ambulancia. En primer lugar, las sesiones y presentaciones clínicas diarias utilizadas para la identificación de los eventos adversos en los estudios hospitalarios no tienen lugar de manera rutinaria en el contexto prehospitalario, en el que los profesionales del SEM abandonan el hospital tras trasladar al paciente al SU del mismo. En segundo lugar, aunque los investigadores de los SEM han obtenido buenos resultados mediante la observación directa para el estudio de ciertas prácticas prehospitalarias²⁹⁻³¹, el efecto Hawthorne —en el que el propio proceso de observación modifica la forma con la que se presta la asistencia— puede estar intensificado en el ambiente íntimo de la ambulancia y podría, por tanto, introducir un sesgo en los estudios de los errores médicos fundamentados en la observación directa.

Autonotificación y notificación por los compañeros

Las industrias extramédicas han obtenido buenos resultados en la mejora de la seguridad a través del uso de sistemas voluntarios y confidenciales de notificación de los errores y de los episodios próximos al error³². Sin embargo, en los contextos médicos la aplicación de sistemas de autonotificación para la identificación de los errores ha tenido bastante menos éxito³³⁻³⁵. Los sistemas SEM están eximidos del cumplimiento de la mayor parte de la legislación estatal que obliga a la revelación y notificación de los errores médicos. El sistema de prevención y notificación de los errores médicos es un sistema de notificación de carácter nacional no punitivo que se aplica en los sistemas SEM y que ha sido desarrollado a partir de un prototipo de la Federal Aviation Administration con el que se consiguieron muy buenos resultados, aunque todavía no se ha demostrado que este modelo desempeñe alguna función en la prevención de los eventos adversos prehospitalarios. Se ha considerado que los profesionales de la asistencia prehospitalaria tienen una tendencia menor que otros profesionales asistenciales a la identificación, notificación y revelación de los errores³⁶. En una encuesta, el 45% de todos los profesionales de los SEM señaló que no había cometido ningún error durante el año anterior, lo que representa un resultado bastante improbable³⁷. En un estudio en el que los profesionales de los SEM identificaron los eventos adversos recientes y los episodios que estuvieron cerca de constituir un error, solamente se notificó la tercera parte de los casos reconocidos²¹. Si los profesionales de los SEM no reconocen

o notifican sus propios errores o situaciones próximas al error, es bastante poco probable (dado que la mayor parte de la asistencia prehospitalaria la llevan a cabo simultáneamente tan sólo 1 o 2 profesionales) que cualquier sistema de autonotificación o de notificación por compañeros vaya a ser eficaz para detectar un número suficiente de eventos adversos de manera que pueda ofrecer información significativa acerca de éstos.

Sería posible comenzar a minimizar la importancia de algunas de estas barreras a través de la reducción del impacto de los eventos adversos prehospitalarios mediante el uso de un modelo complementario de seguridad para los pacientes, la estrategia de prevención de las lesiones.

PREVENCIÓN DE LAS LESIONES MÉDICAS PREHOSPITALARIAS: UNA ESTRATEGIA DE CONTROL DE LAS LESIONES

La aplicación de una estrategia orientada hacia las lesiones en el abordaje de la seguridad de los pacientes atendidos por los SEM tiene ventajas importantes sobre las estrategias tradicionales orientadas hacia los errores. El modelo de prevención de las lesiones es un método científico que ya lleva siendo utilizado desde hace mucho tiempo por parte de investigadores en salud pública y que quita el acento sobre la culpa (como la negligencia o el error) para insistir en la búsqueda de la seguridad. En vez de ello, la estrategia de prevención de las lesiones se centra en la identificación de los factores con mayor susceptibilidad de modificación que contribuyeron a la lesión, preferiblemente a través de una intervención que ofrezca una protección automática³⁸. En consecuencia, las estrategias centradas en el control de las lesiones persiguen a menudo la búsqueda del cambio de la seguridad de los productos o sistemas, más que del comportamiento de los individuos. Esta estrategia ha dado buenos resultados para reducir la incidencia y el impacto de muchos tipos de lesiones, como los accidentes con vehículos de motor y las lesiones causadas por pinchazos de agujas³⁹.

Los efectos beneficiosos de esta perspectiva en su aplicación a las iniciativas de seguridad general de los pacientes han quedado demostrados en estudios previos^{40,41}. Sin embargo, los métodos centrados en el control de las lesiones pueden tener para la asistencia prestada por los SEM ventajas específicas que no se habían considerado previamente con detalle. Al tomar como objetivo las lesiones que se producen en el transcurso de la asistencia médica (con independencia de si se deben o no a un error), las realidades específicas de la asistencia prehospitalaria, consistentes en: *a*) la existencia de historias clínicas limitadas; *b*) las dificultades para la observación directa, y *c*) la falta de autonotificación, posiblemente sean menos problemáticas para los objetivos globales de mejora de la seguridad de los pacientes. En vez de intentar determinar una causa del

evento adverso basada en el comportamiento o en el error, la estrategia de control de las lesiones persigue con frecuencia la simple modificación del sistema para eliminar en primer lugar la posibilidad de que se produzca la lesión. Por ejemplo, a pesar de que hay muchos tipos de error de la conducción que contribuyen a los accidentes de tráfico, los estudios de investigación centrados en el control de las lesiones han mejorado con éxito la seguridad de los vehículos y de las carreteras para prevenir las lesiones, con independencia de si las lesiones se deben o no a un error.

La aplicación del modelo de la prevención de las lesiones a las lesiones médicas que tienen lugar en el contexto prehospitalario debería incluir el uso de la matriz de factores de fase de Haddon en la que las características del profesional (factor humano), el mecanismo de lesión (vector) y el contexto social, legal y físico (factor ambiental) se ordenan en función de las 3 fases del episodio que causa la lesión: previa al episodio, el episodio en sí mismo y posterior al episodio⁴². La *fase previa al episodio* incluye los factores que causan o previenen en primer lugar la aparición del incidente. La *fase correspondiente al episodio en sí mismo* tiene en cuenta los factores que causan o previenen la lesión a pesar de que se haya producido el incidente. La *fase posterior al episodio* identifica los factores que reducen la gravedad o las consecuencias de una lesión, a pesar de que se haya producido el incidente y de que el incidente haya dado lugar a una lesión.

Para ilustrar la utilidad del modelo de prevención de las lesiones en su aplicación a la prevención de las lesiones médicas en el ámbito prehospitalario, podemos considerar el caso descrito al inicio de este artículo como un episodio real de sobredosis de lidocaína en el contexto de la asistencia prestada por el SEM. La apli-

cación de la matriz de Haddon a esta lesión/episodio se muestra en la tabla 1. El objetivo de la contemplación de la matriz de Haddon es el de facilitar la consideración de las múltiples causas de un evento adverso para identificar el factor o los factores con mayor susceptibilidad de ser prevenidos.

El análisis tradicional de las causas básicas fundamentado en el error y correspondiente al episodio relatado al inicio de este artículo, posiblemente se hubiera centrado en las circunstancias previas a la lesión: el hecho de que el profesional de la emergencia prehospitalaria administrara una dosis incorrecta al paciente. Una vez identificado el error, las intervenciones podrían haber incluido las estrategias comportamentales, como el castigo o la educación del profesional de la emergencia prehospitalaria que cometió el error. También se podría haber intentado la modificación del envasado o el etiquetado de las jeringas. Por desgracia, la modificación del comportamiento de los individuos es notoriamente difícil. Además, la modificación de la forma de comercialización o almacenamiento de los medicamentos puede ofrecer dificultades para su implementación uniforme y, además, exige que los profesionales individuales respondan adecuadamente.

Por el contrario, la perspectiva de la prevención de la lesión podría utilizar la matriz de Haddon para abordar el evento adverso desde una perspectiva más amplia. La matriz de factores de fase podría tener utilidad para identificar las intervenciones puntuales potenciales que podrían prevenir o mitigar la lesión, con independencia de la función desempeñada por un error o una equivocación. El objetivo sería el de identificar el eslabón más fácilmente modificable respecto a la lesión (más que el de identificar la «causa») a partir de la trama de acontecimientos que antecedieron a la

TABLA 1. Un caso de sobredosis de hidrocóloruro de lidocaína en el contexto prehospitalario analizado según la matriz de factores de fase de Haddon

	Factor humano (profesional asistencial)	Vector (jeringas/fármaco)	Factor ambiental (contexto legal/social/físico)
Fase previa al episodio (evitación en primer lugar de la causa o del episodio que causa la lesión)	<ul style="list-style-type: none"> • Formación • Concienciación • Familiaridad con el medicamento específico • Uso de órdenes externas para el uso de los medicamentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de formulaciones de lidocaína con concentraciones diferentes • La jeringa de 2 g de puede conectar a la cánula i.v. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones de espacio en la ambulancia • Ausencia de redundancia en la asistencia • Cultura de «formación y culpa» en los SEM
Fase del episodio propiamente dicho (prevención de la causa por la lesión incluso cuando ya se ha iniciado el episodio)	<ul style="list-style-type: none"> • Continuación de la inyección en embolada durante la convulsión 	<ul style="list-style-type: none"> • Farmacocinética del medicamento • Idoneidad del medicamento en un cuadro de taquiarritmia con complejos anchos 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento y organización de los medicamentos y equipos en la ambulancia
Fase posterior al episodio (empeoramiento o minimización de la gravedad una vez que se ha producido la lesión)	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de reconocimiento de la dosis errónea • Respuesta a la convulsión • Respuesta a la parada cardíaca 	<ul style="list-style-type: none"> • Inexistencia de un antídoto 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la comunicación en el momento en el que el paciente queda en manos del SU • Temor al castigo • Autonotificación

i.v.: intravenoso; SEM: servicio de emergencias médicas; SU: servicio de urgencias.

lesión y que tuvieron lugar después de ella. Idealmente, este eslabón debería ser una condición en cuya ausencia no fuera posible la lesión o bien la lesión tuviera una gravedad mucho menor. En el caso señalado, el eslabón modificable podría ser el hecho de que la jeringa con el fármaco concentrado se ajustó al catéter i.v. utilizado en el paciente. La estrategia del control de la lesión también utiliza enfoques que ofrecen una protección automática (denominados estrategias pasivas) por encima de los enfoques que requieren la realización de acciones repetidas (estrategias activas) para conseguir la protección. Por tanto, la exigencia al fabricante de que modifique la jeringa de manera que no se pueda conectar directamente al catéter i.v. del paciente constituiría una intervención ideal orientada hacia la lesión.

PASOS SIGUIENTES

La asistencia médica que se presta durante el traslado del paciente al hospital difiere en muchos aspectos de la asistencia que recibe en el hospital. En concreto, la limitación del espacio físico y la duración característicamente breve de la interacción con el paciente por parte de los profesionales del SEM influyen realmente en todos los aspectos de la asistencia prehospitalaria. Cuando estos elementos se unen al elevado volumen de llamadas, a la ausencia de redundancia y a una cultura que rechaza la revelación de los errores, posiblemente las lesiones médicas en el escenario alcancen una incidencia significativa y no sean cuantificadas en su totalidad. De esta manera, la estrategia de prevención de las lesiones con el objetivo de la seguridad para el paciente puede ser idónea en lo que se refiere a la asistencia prestada por los SEM debido a que insiste en los aspectos ambientales de las lesiones y en las intervenciones de carácter pasivo que ofrecen una protección automática, más que en los aspectos comportamentales del error.

Al introducir un paradigma complementario respecto a la mejora de la asistencia prehospitalaria, los métodos de control de las lesiones también pueden plantear ideas nuevas en el contexto de la asistencia prestada por los SEM. Por ejemplo, algunos sistemas SEM descansan en los hospitales de destino para la reposición de los medicamentos que se han utilizado durante el trayecto. La variabilidad resultante en los envasados, etiquetados y concentraciones de los medicamentos almacenados en la ambulancia constituye una fuente evidente de posibles eventos adversos. Las iniciativas de estandarización, como el almacenamiento de los medicamentos procedentes de una única fuente o el incremento del uso de jeringas prerrellenas para la asistencia de carácter general, son otros ejemplos de intervenciones basadas en aspectos ambientales. Por otra parte, también podríamos considerar una variación del sistema Broselow-Luten (un modelo clásico de herra-

mienta para la prevención de las lesiones fundamentado en aspectos ambientales) para el almacenamiento y la organización de los equipos y los medicamentos⁴³, no solamente en el caso de los niños y en función de su edad y estatura, sino también en el caso de los adultos en función de sus síntomas y de su diagnóstico.

Los sistemas de vigilancia de las lesiones centrados en la morbilidad y la mortalidad constituyen un componente esencial de los fundamentos científicos del control de las lesiones y se han utilizado con buenos resultados para analizar y reducir las lesiones secundarias a episodios relativamente diversos, como los accidentes de tráfico mortales y las lesiones causadas por pinchazos^{44,45}. De la misma forma, la vigilancia prehospitalaria de los eventos adversos puede descubrir los eslabones más débiles que todavía no han sido considerados en las iniciativas de seguridad dirigidas hacia los pacientes. La introducción de las historias clínicas electrónicas en la asistencia prehospitalaria puede ofrecer una oportunidad para llevar a cabo dicha vigilancia. En el momento presente se están aplicando iniciativas para el desarrollo en el ámbito nacional de sistemas estandarizados de recogida de datos por parte de los SEM⁴⁶. Por otra parte, se ha propuesto la creación de un centro nacional que podría coordinar, recoger y divulgar la información correspondiente a la seguridad de los pacientes atendidos en el contexto prehospitalario y de los profesionales que les atienden⁴⁷. Si estas iniciativas se desarrollaran con una perspectiva fundamentada en los principios científicos aplicables a las lesiones, podrían mejorar el reconocimiento y la comunicación de los eventos adversos que sufren los pacientes sin provocar por ello el estigma del error médico. Es muy probable que los profesionales de los SEM acepten mejor estos sistemas que los sistemas fundamentadas en la autonotificación de los errores.

Es posible que se definan otras muchas opciones de prevención de las lesiones si nos movemos más allá de la búsqueda de los errores y de las soluciones de «formación y culpa» que emanan en la actualidad de dichas iniciativas. Las iniciativas dirigidas hacia la seguridad de los pacientes van a dar resultados mejores cuando persigan de manera directa el objetivo último: reducir la incidencia de las lesiones y de los casos de fallecimiento secundarios a la asistencia médica. La estrategia para reducir los eventos adversos, fundamentada en los principios científicos del control de las lesiones, puede constituir un enfoque eficaz para que la asistencia prehospitalaria sea más segura.

Bibliografía

1. Kohn LT, Corrigan J, Donaldson MS. *To Err Is Human: Building a Safer Health System*. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
2. Brennan TA, Leape LL, Laird NM, et al. Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients. Results of the Harvard Medical Practice Study. *N Engl J Med*. 1991;324:370-6.

3. Thomas EJ, Studdert DM, Burstin HR, et al. Incidence and types of adverse events and negligent care in Utah and Colorado. *Med Care*. 2000;38:261-71.
4. O'Connor RE, Slovis CM, Hunt RC, Pirralo RG, Sayre MR. Eliminating errors in emergency medical services: realities and recommendations. *Prehosp Emerg Care*. 2002;6:107-13.
5. National Highway Traffic Safety Administration. Patient safety in emergency medical services: roundtable report and recommendations. 2002. Available at: <http://saem.org/newsltr/2002/marapr/nhtsa.pdf>. Accessed Nov 1, 2007.
6. Handler JA, Gillam M, Sanders AB, Klasco R. Defining, identifying, and measuring error in emergency medicine. *Acad Emerg Med*. 2000;7:1183-8.
7. Fordyce J, Blank FJ, Pekow P, et al. Errors in a busy emergency department. *Ann Emerg Med*. 2003;42:324-33.
8. Wears RL, Janiak B, Moorhead JC, et al. Human error in medicine: promise and pitfalls, part 1. *Ann Emerg Med*. 2000;36:58-60.
9. Biros MH, Adams JG, Wears RL. Errors in emergency medicine: a call to action. *Acad Emerg Med*. 2000;7:1173-4.
10. Kyriacou DN, Coben JH. Errors in emergency medicine: research strategies. *Acad Emerg Med*. 2000;7:1201-3.
11. Gausche M, Lewis RJ, Stratton SJ, et al. Effect of out-of-hospital pediatric endotracheal intubation on survival and neurological outcome: a controlled clinical trial. *JAMA*. 2000;283:783-90.
12. Burt CW, McCaig LE, Valverde RH. Analysis of ambulance transports and diversions among US emergency departments. *Ann Emerg Med*. 2006;47:317-26.
13. Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann Emerg Med*. 2001;37:32-7.
14. Wang HE, Sweeney TA, O'Connor RE, Rubinstein H. Failed pre-hospital intubations: an analysis of emergency department courses and outcomes. *Prehosp Emerg Care*. 2001;5:134-41.
15. Wang HE, Kupas DF, Paris PM, Bates RR, Costantino JP, Yealy DM. Multivariate predictors of failed prehospital endotracheal intubation. *Acad Emerg Med*. 2003;10:717-24.
16. Holliman CJ, Wuerz RC, Meador SA. Decrease in medical command errors with use of a "standing orders" protocol system. *Am J Emerg Med*. 1994;12:279-83.
17. Rittenberger JC, Beck PW, Paris PM. Errors of omission in the treatment of prehospital chest pain patients. *Prehosp Emerg Care*. 2005;9:2-7.
18. Spaite DW, Criss EA, Valenzuela TD. A prospective evaluation of prehospital patient assessment by direct in-field observation: failure of ALS personnel to measure vital signs. *Prehosp Disaster Med*. 1990;5:325-34.
19. Hubble MW, Paschal KR, Sanders TA. Medication calculation skills of practicing paramedics. *Prehosp Emerg Care*. 2000;4:253-60.
20. Liberman M, Lavoie A, Mulder D, Sampalis J. Cardiopulmonary resuscitation: errors made by pre-hospital emergency medical personnel. *Resuscitation*. 1999;42:47-55.
21. Perry SJ, Risser D, Salisbury M, Wears R, Simon R. Classification of error in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 2000;7:523.
22. Fairbanks RJ, Crittenden CN, Ogara KG, Wilson MA, Pennington EC, Shaw MN. Emergency medical services provider perceptions of the nature of adverse events and near-misses in out-of-hospital care: an ethnographic view. *Acad Emerg Med*; 2008;15:633-40.
23. Kaji AH, Gausche-Hill M, Conrad HB, et al. Emergency medical services system changes reduce pediatric epinephrine dosing errors in the out-of-hospital setting. *Acad Emerg Med*. 2006;13:5150.
24. Leape LL, Brennan TA, Laird N, et al. The nature of adverse events in hospitalized patients. Results of the Harvard Medical Practice Study II. *N Engl J Med*. 1991;324:377-84.
25. Fairbanks RJ, Bisantz AM, Sunm M. Emergency department communication links and patterns. *Ann Emerg Med*. 2007;50:396-406.
26. Andrews LB, Stocking C, Krizek T, et al. An alternative strategy for studying adverse events in medical care. *Lancet*. 1997;349:309-13.
27. Rothschild JM, Landrigan CP, Cronin JW, et al. The critical care safety study: the incidence and nature of adverse events and serious medical errors in intensive care. *Crit Care Med*. 2005;33:1694-700.
28. Kopp BJ, Erstad BL, Allen ME, Theodorou AA, Priestley G. Medication errors and adverse drug events in an intensive care unit: direct observation approach for detection. *Crit Care Med*. 2006;34:415-25.
29. Spaite DW, Valenzuela TD, Meislin HW. Physician in-field observation of prehospital advanced life support personnel: a statewide evaluation. *Prehosp Disaster Med*. 1993;8:299-302.
30. Spaite DW, Valenzuela TD, Criss EA, Meislin HW, Hinsberg P. A prospective in-field comparison of intravenous line placement by urban and nonurban emergency medical services personnel. *Ann Emerg Med*. 1994;24:209-14.
31. Spaite DW, Valenzuela TD, Meislin HW, Criss EA, Hinsberg P. Prospective validation of a new model for evaluating emergency medical services systems by in-field observation of specific time intervals in prehospital care. *Ann Emerg Med*. 1993;22:638-45.
32. Barach P, Small SD. Reporting and preventing medical mishaps: lessons from non-medical near miss reporting systems. *BMJ*. 2000;320:759-63.
33. Taylor JA, Brownstein D, Christakis DA, et al. Use of incident reports by physicians and nurses to document medical errors in pediatric patients. *Pediatrics*. 2004;114:729-35.
34. Cullen DJ, Bates DW, Small SD, Cooper JB, Nemeskal AR, Leape LL. The incident reporting system does not detect adverse drug events: a problem for quality improvement. *Jt Comm J Qual Improv*. 1995;21:541-8.
35. Cohen MR. Why error reporting systems should be voluntary. *BMJ*. 2000;320:728-9.
36. Hobgood C, Weiner B, Tamayo-Sarver JH. Medical error identification, disclosure, and reporting: do emergency medicine provider groups differ? *Acad Emerg Med*. 2006;13:443-51.
37. Hobgood C, Bowen JB, Brice JH, Overby B, Tamayo-Sarver JH. Do EMS personnel identify, report, and disclose medical errors? *Prehosp Emerg Care*. 2006;10:21-7.
38. Hargarten S, Runge J. The scientific approach to injury control: prevention, acute care and rehabilitation. In: Marx JA, Hockberger RS, Walls RM, Adams JG, Rosen P, eds. *Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice*. 6th ed. St. Louis, MO: Elsevier/Mosby, 2006.
39. Baker SP, Baker SP. *The Injury Fact Book*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 1992.
40. Layde PM, Maas LA, Teret SP, et al. Patient safety efforts should focus on medical injuries. *JAMA*. 2002;287:1993-6.
41. Brasel KJ, Layde PM, Hargarten S. Evaluation of error in medicine: application of a public health model. *Acad Emerg Med*. 2000;7:1298-302.
42. Haddon W. A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity. *J Trauma*. 1972;12:193-207.
43. Luten R, Broselow J. Rainbow care: the Broselow-Luten system. Implications for pediatric patient safety. *Ambul Outreach*. 1999;14-6.
44. National Center for Statistics and Analysis. *Fatal Accident Reporting System*. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Information, 1979.
45. Cardo DM, Culver DH, Ciesielski CA, et al. A case-control study of HIV seroconversion in health care workers after percutaneous exposure. Centers for Disease Control and Prevention Needlestick Surveillance Group. *N Engl J Med*. 1997;337:1485-90.
46. Dawson DE. National Emergency Medical Services Information System (NEMSIS). *Prehosp Emerg Care*. 2006;10:314-6.
47. Paris PM, O'Connor RE. A national center for EMS provider and patient safety: helping EMS providers help us. *Prehosp Emerg Care*. 2008;12:92-4.